

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



**TESIS**

**ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKIUNO,  
PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE  
E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CURAMBA-TUMIBAMBA,  
DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - CUSCO 2024**

**PRESENTADO POR:**

BACH. YULIANA PAZO PUMA

BACH. RAYMUNDO BEJAR HUAMANRICRA

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO GEOLOGO**

**ASESOR:**

DR. RONALD LUIS LOPEZ ZAPANA

**CUSCO – PERU**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Estudio Geológico e Hidro-lógico de la cuenca del río Miskuno, para determinar el nivel de riesgo ante proce-sos de desborde e inundación de la comunidad campesina de Curamba-Tumibanba, distrito de Zurite, provincia de Anta - Cusco 2024

presentado por: Yuliana Pazo Puma..... con DNI Nro.: 74588683..... presentado por: Raymundo Rojas Huamanriera..... con DNI Nro.: 74054206..... para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo.....


Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones   | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.   | X                  |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.  |                    |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. |                    |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de diciembre..... de 2024.....

  
Firma  
Post firma Ronald Luis Lopez Zapana  
Nro. de DNI 23923900  
ORCID del Asesor 0000-0003-0148-6535

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:417224940

# Yuliana - Raymundo Pazo - Bejar

## TESIS ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKIUNO.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

---

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:417224940

Fecha de entrega

18 dic 2024, 10:35 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2024, 10:43 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKIUNO.pdf

Tamaño de archivo

19.1 MB

267 Páginas

47,385 Palabras

249,113 Caracteres

# 5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

## Exclusiones


- ▶ N.º de coincidencias excluidas

## Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
60 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

***A mi madre Lucia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se lo debo a ella entre los que se incluye este. Me formo con reglas y algunas libertades, por motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.***

***A mi tío Sergio por ser una persona que reemplazo a un padre que no tuve, al enseñarme y cuidarme desde niño con sus conocimientos y orientaciones motivándome en mi formación desde mi niñez a la actualidad.***

***A mi persona por mi esfuerzo que hice desde mis primeros días en la universidad, Luche cada día para continuar mis estudios trabajando y estudiando, organizando mis tiempos y perdiendo noches de diversiones y lograr esta meta trazada.***

## **AGRADECIMIENTO:**

***Agradezco a mi familia corta pero siempre estuvieron ahí enseñándome a no rendirme y luchar por todo hasta lograrlo, ayudándome con lo necesario para cumplir mis metas. Y salir adelante.***

***Agradezco a mis docentes desde primaria hasta la universitaria por haberme enseñado y apoyado con sus conocimientos. Asimismo, a los ingenieros con los que trabaje y me enseñaron sus experiencias para terminar mis estudios.***

## **DEDICATORIA**

***Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a mis padres, Josefina y Serapio, quienes han sido mi mayor inspiración y el motor que me impulsó a seguir adelante en los momentos difíciles. A ellos les debo no solo el apoyo incondicional, sino también los valores, principios y enseñanzas que me han moldeado, ayudándome a enfrentar los desafíos con calma y determinación, sin rendirme jamás.***

***A mi madre, por su ternura y sabiduría, y a mi padre, por ser un ejemplo constante de fortaleza y dedicación. Gracias por inculcarme la fe en Dios, la perseverancia, la lealtad y una manera única de amar.***

***Extiendo esta dedicatoria a mi hermano Darwin, quien fue mi mentor y guía al inicio de mi vida universitaria, y a mi hermana Edith, quien, a pesar de la distancia, siempre mantuvo presente su apoyo incondicional. También a mi hermano menor, Carlos Cristian, cuya compañía y alegría hicieron más ligeros los días difíciles, y a mis hermanas Zulma y Lidia, por sus palabras de ánimo.***

## **AGRADECIMIENTO**

***Con inmensa gratitud, agradezco a Dios por guiarme siempre por el camino correcto y por fortalecer mi fe a lo largo de este proceso. A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo constante, cuya confianza en mí, especialmente en los momentos más difíciles, fue el pilar fundamental para alcanzar este logro.***

***Agradezco también a mis hermanos y hermanas, quienes, a pesar de la distancia, siempre me ofrecieron su tiempo y compañía. A mis amigos, por sus palabras de ánimo, y de manera especial a mi querido amigo Juan H., quien no solo me acompañó en el proceso, sino que también me brindó apoyo en los momentos más desafiantes, sin abandonarme en ningún instante.***

***Este logro no habría sido posible sin todos ustedes. Su amor, sacrificio y aliento constante han sido la guía y el motor que impulsaron mi camino en este viaje académico.***

## CONTENIDO

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN.....  | xiv |
| ABSTRACT .....  | xv  |
| INTRODUCCIÓN.....   | xvi |
| CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....   | 1   |
| 1.1 Línea y Área de investigación .....                         | 2   |
| 1.2 Descripción del problema.....                               | 2   |
| 1.3 Justificación e importancia de tesis de investigación ..... | 4   |
| 1.4 Marco Normativo.....  | 6   |
| CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN. ....                | 9   |
| 2.1 Objetivo.....   | 10  |
| CAPÍTULO III HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....                    | 11  |
| 4.1 Hipótesis General .....                                     | 12  |
| 4.2 Hipótesis Específicas .....                                 | 12  |
| CAPITULO IV MARCO TEÓRICO.....                                  | 14  |
| 3.1 Antecedentes de la Investigación .....                      | 15  |
| 3.2 Marco Conceptual.....                                       | 23  |
| 3.3. Variables .....  | 45  |
| 3.4 Operacionalización de Variables.....                        | 46  |
| CAPÍTULO V METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....                | 47  |
| 5.1 Metodología De La Investigación.....                        | 48  |
| 5.2 Etapas De La Investigación: .....                           | 49  |
| 5.3 Población. ....   | 50  |
| 5.4. Unidad De Análisis.....                                    | 50  |

|   |     |
|---|-----|
| 5.5 Técnicas de procesamiento de Datos, Análisis e Interpretación de Resultados. .... | 51  |
| CAPÍTULO VI CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA ESTUDIO .....                          | 52  |
| 6.1 Ubicación. ....   | 53  |
| 6.2 Acceso .....  | 56  |
| 6.3 Geomorfología De La Cuenca .....  | 59  |
| CAPÍTULO VII GEOLOGÍA. ....   | 77  |
| 7.1 Geología Regional. ....   | 78  |
| 7.2 Geología Local.....   | 80  |
| CAPITULO VIII GEOHIDROLOGIA E HIDRÁULICA.....   | 93  |
| 8.1 Hidrología.....   | 94  |
| 8.2 Simulación Hidráulica .....   | 170 |
| CAPÍTULO IX: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....   | 184 |
| 9.1 Metodología .....   | 185 |
| 9.2 Susceptibilidad Del Territorio .....  | 187 |
| 9.3 Análisis Factores Condicionantes .....  | 188 |
| 9.4 Análisis Factor Desencadenante .....  | 195 |
| 9.5 Parámetro De Evaluación .....   | 196 |
| 9.6 Niveles De Peligro .....  | 202 |
| 9.7 Análisis de Elementos Expuestos .....   | 204 |
| 9.7.1 Elementos expuestos susceptibles a nivel social.....                            | 204 |
| 9.7.2 Análisis de vulnerabilidad.....   | 206 |
| 9.7.3 Análisis De Los Factores De Vulnerabilidad .....                                | 207 |
| 9.7.4 Análisis de Elementos Expuestos .....   | 208 |
| 9.7.5 Análisis de la Dimensión Social .....   | 208 |



|  |     |
|--|-----|
| 9.7.6 Análisis de la Dimensión Económica .....                                   | 215 |
| 9.7.7 Niveles De Vulnerabilidad .....  | 222 |
| CAPÍTULO X: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.....                                  | 227 |
| 10.1 Resultados de Hidrología.....   | 228 |
| 10.1.1 Resultados para Completado y extendido de información pluviométrica ..... | 228 |
| 10.1.2 Resultados de proceso de regionalización.....                             | 228 |
| 10.1.3 Resultados de peligro, vulnerabilidad y riesgo.....                       | 230 |
| 10.1.4 Demostración de hipótesis.....  | 231 |
| CONCLUSIONES .....   | 233 |
| RECOMENDACIONES.....   | 235 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 236 |
| APÉNDICES Y ANEXOS.....  | 238 |

## INDICE DE TABLAS

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabla 1   | Equivalencias composicionales de las rocas eruptivas.....                           | 29  |
| Tabla 2   | Escala de SAATY.....  | 41  |
| Tabla 3   | Aplicaciones usuales del proceso de análisis jerárquico PAJ.....                    | 42  |
| Tabla 4   | Operacionalización de variables e indicadores.....                                  | 46  |
| Tabla 5   | Ubicación política del área de estudio.....   | 53  |
| Tabla 6:  | Ubicación geográfica de la cuenca Miskiuno.....                                     | 55  |
| Tabla 7   | Ubicación hidrográfica de la cuenca Miskiuno.....                                   | 55  |
| Tabla 8   | Accesibilidad a la cuenca del río Miskiuno.....                                     | 56  |
| Tabla 9:  | Denominación de los tipos de pendiente.....   | 61  |
| Tabla 10: | Resumen de la clasificación de pendientes de la cuenca Miskiuno.....                | 61  |
| Tabla 11: | Unidades de geomorfológicas.....  | 65  |
| Tabla 12: | Elementos de superficie y distancia. cuenca.....                                    | 70  |
| Tabla 13: | Parámetros relacionados con la forma de la cuenca Miskiuno.....                     | 70  |
| Tabla 14: | Rangos del factor de forma.....   | 71  |
| Tabla 15: | Formas de la cuenca según Kc.....   | 72  |
| Tabla 16: | Parámetros geomorfológicos de relieve.....  | 72  |
| Tabla 17: | Hoja de cálculo para parámetros de relieve de la cuenca.....                        | 73  |
| Tabla 18: | Parámetros de la red hídrica.....   | 74  |
| Tabla 19: | Área vs densidad de drenaje.....  | 75  |
| Tabla 20: | Columna estratigráfica cuenca Miskiuno.....   | 91  |
| Tabla 21: | Información meteorológica de estaciones vecinas.....                                | 95  |
| Tabla 22: | Serie de datos completos e incompletos de las estaciones meteorológicas.....        | 97  |
| Tabla 23: | Registro de precipitación estación Yauri.....                                       | 98  |
| Tabla 24: | Registro de precipitación estación Anta.....  | 98  |
| Tabla 25: | Generación números aleatorios Easy Fit. estación Yauri y Anta.....                  | 101 |
| Tabla 26: | Funciones de densidad de probabilidad para el mejor ajuste estación Yauri.....      | 102 |
| Tabla 27: | Funciones de densidad de probabilidad para el mejor ajuste estación Anta.....       | 102 |
| Tabla 28: | División del registro en bloques para su análisis de consistencia.....              | 105 |
| Tabla 29: | Variables estadísticas para consistencia en la diferencia de medias.....            | 107 |
| Tabla 30: | Variables estadísticas para consistencia en la desviación estándar.....             | 108 |
| Tabla 31  | Serie de registro corregido por análisis de consistencia estación Yauri.....        | 109 |
| Tabla 32: | Variables estadísticas para análisis de tendencias por su diferencia de medias..... | 111 |
| Tabla 33: | Variables estadísticas para análisis de tendencias por su desviación estándar.....  | 111 |
| Tabla 34: | Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Yauri.....             | 113 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 35: Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Anta.....  | 114 |
| Tabla 36: Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Yauri.....   | 115 |
| Tabla 37: Ecuaciones de regresión que mejor se ajustan a la zona de estudio.....  | 116 |
| Tabla 38: Factores de influencia de regionalización mensual.....  | 117 |
| Tabla 39: Valores de precipitación acumulada mensual de la cuenca Miskiuno.....   | 119 |
| Tabla 40: Planilla de registro de datos de precipitación mensual de 1697 al 2020, cuenca Miskiuno...  | 121 |
| Tabla 41 Hoja de cálculo de regionalización de la temperatura método de regresión lineal. ....  | 122 |
| Tabla 42 Precipitación máxima de 24 horas estación Zurite. ....   | 124 |
| Tabla 43 Precipitación máxima de 24 horas estación Anta. ....   | 125 |
| Tabla 44: Factor de corrección $f_c$ , para extrapolar datos. ....  | 127 |
| Tabla 45 Precipitación máxima extrapolada estación Miskiuno. ....   | 127 |
| Tabla 46 Valores de distribución de ajuste teórico.....   | 128 |
| Tabla 47 Precipitaciones máximas de 24h cuenca Miskiuno.....  | 130 |
| Tabla 48: Precipitaciones diarias máximas probables para diferentes periodos de retorno.....  | 131 |
| Tabla 49: Procesamiento en análisis de datos.....   | 131 |
| Tabla 50: Cálculo de las variables de la ecuación regresión múltiple de IDF. ....   | 132 |
| Tabla 51: Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno. ....  | 133 |
| Tabla 52: Coeficientes de duración según Dick Peschke para tormentas de lluvia de 1 a 24 horas. ....  | 133 |
| Tabla 53: Intensidades de lluvia a partir de $P_d$ , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma rara diversos periodos de retorno (2, 50 y 100). .... | 134 |
| Tabla 54: Intensidades de lluvia a partir de $P_d$ , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma rara diversos periodos de retorno (2, 50 y 100). .... | 135 |
| Tabla 55: Intensidades de lluvia a partir de $P_d$ , según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma rara diversos periodos de retorno (2, 50 y 100). .... | 135 |
| Tabla 56: Generación de coeficientes de regresión potencial para curvas IDF.....  | 136 |
| Tabla 57: Valores de intensidad de lluvia VS período de retorno.....  | 137 |
| Tabla 58: Tiempo de concentración de la cuenca Miskiuno .....   | 138 |
| Tabla 59: Tiempo de retardo y abstracción inicial. ....   | 139 |
| Tabla 60: Valores de Intensidad de precipitación según Duración de la misma y Frecuencia de repetición. ....  | 139 |
| Tabla 61: Precipitación de diseño para TR- 25 años.....   | 141 |
| Tabla 62: Precipitación de diseño para TR- 50 años.....   | 142 |
| Tabla 63: Precipitación de diseño para TR- 500 años.....  | 144 |
| Tabla 64: Resultado de modelamiento hidrológico de caudal máxima para un PR=100 años, procesado en HEC-HMS.....   | 150 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 65: Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.....                          | 155 |
| Tabla 66: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, 5ta cuadra. ....             | 157 |
| Tabla 67: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, vivienda 6. ....             | 159 |
| Tabla 68: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, vivienda 8. ....             | 161 |
| Tabla 69: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.....                          | 163 |
| Tabla 70: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.....                          | 165 |
| Tabla 71: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.....                          | 167 |
| Tabla 72: Calculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, parte baja de la cuenca..... | 169 |
| Tabla 73: Valores de rugosidad “n” de Manning en canales.....   | 175 |
| Tabla 74: Resumen general de alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva.....  | 181 |
| Tabla 75: Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+400.....              | 182 |
| Tabla 76: Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+350.....              | 182 |
| Tabla 77: Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+200.....              | 182 |
| Tabla 78: Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+100.....              | 183 |
| Tabla 79: Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+50.....               | 183 |
| Tabla 80: Factores de la Susceptibilidad.....   | 188 |
| Tabla 81: Parámetros de los factores Condicionantes.....  | 188 |
| Tabla 82: Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.....                                  | 188 |
| Tabla 83: Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.....                                | 189 |
| Tabla 84: descriptores del parámetro pendiente de los factores condicionantes.....                            | 191 |
| Tabla 85: Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente.....   | 191 |
| Tabla 86: Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente.....                                       | 191 |
| Tabla 87. Descriptores del Parámetro Fisiografía.....   | 192 |
| Tabla 88: Matriz de comparación de pares del parámetro Fisiografía.....                                       | 192 |
| Tabla 89: Matriz de normalización de pares del parámetro Fisiografía.....                                     | 193 |
| Tabla 90: Descriptores del parámetro geología.....  | 193 |
| Tabla 91: Matriz de comparación de pares del parámetro Geología.....  | 194 |
| Tabla 92: Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Geología.....                                | 194 |
| Tabla 93 Descriptores del parámetro Precipitaciones Máximas.....  | 195 |
| Tabla 94: Matriz de comparación de pares del parámetro Precipitación.....                                     | 195 |
| Tabla 95: Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación.....                                   | 196 |
| Tabla 96 Parámetros de análisis de Susceptibilidad:.....  | 196 |
| Tabla 97: Matriz de comparación de pares de los parámetros de susceptibilidad.....                            | 197 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 98: Matriz de normalización de pares de los parámetros de susceptibilidad.....                | 197 |
| Tabla 99: descriptores del parámetro Transporte de sedimentos.....                                  | 198 |
| Tabla 100: Matriz de comparación de pares del parámetro.....  | 198 |
| Tabla 101: Matriz de normalización.....   | 198 |
| Tabla 102: Descriptores del parámetro Calado.....   | 199 |
| Tabla 103: Matriz de comparación de pares del parámetro.....  | 199 |
| Tabla 104 matriz de normalización del parámetro Calado.....   | 200 |
| Tabla 105: Descriptores del parámetro Velocidad.....  | 200 |
| Tabla 106: Matriz de comparación de pares de velocidad.....   | 201 |
| Tabla 107: Matriz de normalización de pares de velocidad.....                                       | 201 |
| Tabla 108: Niveles de Peligro.....  | 202 |
| Tabla 109: Grupo etario del centro poblado de Curamba Centro.....                                   | 204 |
| Tabla 110: número de viviendas don material predominante de paredes.....                            | 205 |
| Tabla 111: Número de centros educativos ubicados dentro de centro poblado de Curamba centro.....    | 205 |
| Tabla 112: Parámetros de la Dimensión Social.....   | 209 |
| Tabla 113: Grupo etario.....  | 209 |
| Tabla 114: Descriptores utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Social.....              | 209 |
| Tabla 115: Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario.....                           | 210 |
| Tabla 116: Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario.....                         | 210 |
| Tabla 117: Descriptores utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Discapacidad.....        | 211 |
| Tabla 118: Matriz de comparación de pares del parámetro Discapacidad.....                           | 211 |
| Tabla 119: Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad.....                         | 211 |
| Tabla 120: Parámetros utilizados en el Factor Resiliencia de la Dimensión Social.....               | 212 |
| Tabla 121: Matriz de caracterización de descriptores del nivel educativo.....                       | 212 |
| Tabla 122: Matriz de comparación de pares del parámetro Nivel Educativo.....                        | 213 |
| Tabla 123: Matriz de normalización de pares del parámetro Nivel Educativo.....                      | 213 |
| Tabla 124: Matriz de caracterización de descriptores del Tipo de Seguro.....                        | 214 |
| Tabla 125: Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Seguro.....                         | 214 |
| Tabla 126: Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Seguro.....                       | 215 |
| Tabla 127: Parámetros de la Dimensión Económica.....  | 215 |
| Tabla 128: Parámetros y Ponderación de la Dimensión Económica.....                                  | 216 |
| Tabla 129: Material predominante de las paredes del centro poblado de Curamba Centro.....           | 217 |
| Tabla 130: Matriz de caracterización de los descriptores.....                                       | 217 |
| Tabla 131: Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante de las Paredes.....   | 217 |
| Tabla 132: Matriz de normalización de pares del parámetro Material Predominante de las Paredes..... | 218 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 133: <i>Número de viviendas con material predominante de techo.</i> .....                               | 218 |
| Tabla 134: <i>Matriz de elección de descriptores del parámetro Material Predominante de Techos.</i> .....     | 219 |
| Tabla 135: <i>Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante de Techos.</i> .....         | 219 |
| Tabla 136: <i>Matriz de descripción de parámetros y ponderación de Resiliencia Económica.</i> .....           | 220 |
| Tabla 137: <i>Matriz de descripción de los descriptores de Resiliencia Económica de Tipo de Vivienda.</i> 220 |     |
| Tabla 138: <i>Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Vivienda.</i> .....                        | 221 |
| Tabla 139: <i>Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Vivienda.</i> .....                      | 221 |
| Tabla 140: <i>Niveles de Vulnerabilidad.</i> .....  | 222 |
| Tabla 141: <i>Matriz del nivel del Riesgo.</i> .....  | 224 |
| Tabla 142: <i>Cálculo de los niveles de riesgo.</i> .....   | 225 |
| Tabla 143: <i>Niveles de Riesgo</i> .....   | 225 |
| Tabla 144 <i>Cuadro de Infraestructuras afectadas en la zona de riesgo principal –</i> .....                  | 238 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1</i> Reporte de ocurrencia de desborde e inundación de viviendas e infraestructura de transporte y de producción agrícola sector Curamba, distrito de Zurite año 2024. _____                     | 19 |
| <i>Figura 2</i> Ciclo del proceso endógeno y exógeno. _____   | 27 |
| <i>Figura 3</i> : Diagrama triangular de clasificación de las rocas ígneas. _____   | 30 |
| <i>Figura 4</i> : Ciclo del agua. _____   | 34 |
| <i>Figura 5</i> : Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación. _____   | 37 |
| <i>Figura 6</i> Parámetros de evaluación de inundaciones y su descripción según CENEPRED. _____   | 40 |
| <i>Figura 7</i> Flujo meteorológico a seguir para la toma de decisiones. _____  | 41 |
| <i>Figura 8</i> Imagen descargada de vista aérea del ámbito de estudio. _____   | 51 |
| <i>Figura 9</i> : Fotografía de las calles afectadas por huaycos en la CC. Curamba. _____   | 53 |
| <i>Figura 10</i> : Fotografía del material arrastrado y acumulado en las calles afectadas por desborde del río Miskiuno. _____  | 54 |
| <i>Figura 11</i> : Fotografía de la vista panorámica del centro poblado de Curamba. _____   | 54 |
| <i>Figura 12</i> : Fotografía de Vía de acceso tipo trocha carrozable parte alta de la cuenca. _____  | 56 |
| <i>Figura 13</i> : Fotografía de la vía de acceso margen derecha trocha carrozable. _____   | 57 |
| <i>Figura 14</i> : Fotografía Vista panorámica de la vía de acceso a la zona de estudio. _____  | 57 |
| <i>Figura 15</i> : Fotografía de la vista de la geomorfología de la parte media de la cuenca del río _____  | 59 |
| <i>Figura 16</i> : Fotografía de la configuración de la pendiente de la zona alta de la cuenca. _____   | 62 |
| <i>Figura 17</i> : Fotografía de la vista de la pendiente pronunciada de la cuenca del río Miskiuno. _____  | 63 |
| <i>Figura 18</i> : Fotografía de variaciones de altitud en la zona, como pendientes y presencia de vegetación.68  | 68 |
| <i>Figura 19</i> : Fotografía del Relieve de colinas suavemente onduladas, con laderas cubiertas por poca vegetación, erosión hídrica y canales de drenaje convergentes hacia parte baja de la cuenca _____ | 69 |
| <i>Figura 20</i> : Imagen del modelo de procesamiento de datos ArcGis. _____  | 69 |
| <i>Figura 21</i> : Relación de la morfología de la cuenca Miskiuno y el caudal para eventos de precipitación. 71  | 71 |
| <i>Figura 22</i> : Curva hipsométrica y polígono de frecuencia de altitudes, imagen de mapa orográfico. ____  | 73 |
| <i>Figura 23</i> : Evolución de la cuenca en función de la edad del río. _____  | 74 |
| <i>Figura 24</i> : Fotografía de la vista de la parte alta del drenaje de la cuenca. _____  | 75 |
| <i>Figura 25</i> : Fotografía de la vista de la parte media del drenaje de la cuenca con vegetación pobre. ____   | 76 |
| <i>Figura 26</i> : Fotografía de drenaje de la cuenca del río Miskiuno que transcurre por la calle principal de la comunidad. _____   | 76 |
| <i>Figura 27</i> : Imagen de la distribución regional de unidades geológicas con respecto a la cuenca Miskiuno. _____   | 80 |
| <i>Figura 28</i> : imágenes de trabajo de campo. _____  | 80 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 29: Fotografía de la vista de afloramiento de formación Tacaza miembro 1. _____  | 81  |
| Figura 30: Fotografía del material conglomerado del grupo Tacaza miembro 1. _____   | 82  |
| Figura 31: Fotografía de la vista de emplazamiento de secuencia de toba lítica. _____   | 83  |
| Figura 32: Fotografía de la medida de sus lineamientos estructurales, características litológicas. _____  | 83  |
| Figura 33: Fotografía de afloramiento de la secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbklt) Toba<br>Cristalolítica Soldada, cabecera de cuenca. _____ | 84  |
| Figura 34: Fotografía de secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbklt) Toba Cristalolítica Soldada,<br>cabecera de cuenca. _____                    | 85  |
| Figura 35: Fotografía del afloramiento del macizo la secuencia Toba Cristalolítica Soldada. _____   | 85  |
| Figura 36: Fotografía de medida de dirección de rumbo y buzamiento de capas. _____  | 86  |
| Figura 37: Fotografía de la vista de la parte baja de la cuenca, emplazamiento de la formación San<br>Sebastián. _____                              | 87  |
| Figura 38: Fotografía de la vista de la parte baja de la cuenca, afloramiento de la formación San<br>Sebastián. _____                               | 87  |
| Figura 39: Fotografía de depósitos coluviales. _____  | 88  |
| Figura 40: Fotografía de la terraza fluvio aluvial. _____   | 89  |
| Figura 41: Fotografía de terraza baja fluvio aluvial. _____   | 89  |
| Figura 42: Fotografía de depósitos fluviales en cauce de río. _____   | 90  |
| Figura 43: Gráfico de la variación estadística de las formaciones geológicas. _____   | 91  |
| Figura 44: Imagen satelital de Sas Planet y Dem Alos Parsal 12.5. _____   | 94  |
| Figura 45: modelo de estación meteorológica completa Anta _____   | 95  |
| Figura 46: Gráfico campana de distribución gaussiana normal. _____  | 100 |
| Figura 47: Gráfico de campana de distribución gaussiana para Dist. Gamma 3 parámetros, (estación<br>Yauri - Enero). _____                           | 100 |
| Figura 48: Gráfico de campana de distribución gaussiana para Dist. Fréchet 3p, (estación Anta - enero).<br>_____                                    | 101 |
| Figura 49: Gráfico de Identificación del salto a través de histograma estación Yauri. _____   | 103 |
| Figura 50: Gráfico Identificación del salto a través de histograma estación Anta. _____   | 104 |
| Figura 51: Grafico de Identificación del salto a través de histograma estación Kayra. _____   | 104 |
| Figura 52: Gráfico de Histograma de precipitación mensual cuenca Miskiuno. _____  | 119 |
| Figura 53 Imagen de Programa HIDROESTA 2.0 _____  | 126 |
| Figura 54 Hoja de cálculo de programa HIDROESTA. Para una distribución de Log Gumbel y periodo de<br>retorno de 100 años. _____                     | 129 |
| Figura 55: Gráfico de Constantes de determinación Vs periodo de retorno. _____  | 136 |
| Figura 56: Gráfico de Curva Intensidad Duración y Frecuencia. _____   | 137 |
| Figura 57: Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=25 años. _____  | 141 |



|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 58: Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=50 años.</i>  | 142 |
| <i>Figura 59: Precipitación de diseño para TR- 100 años.</i>   | 143 |
| <i>Figura 60: Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=100 años.</i>   | 143 |
| <i>Figura 61: Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=500 años.</i>   | 144 |
| <i>Figura 62: Ruta para el cálculo de máximas avenidas</i>   | 145 |
| <i>Figura 63: Imagen Añadido de la cuenca Miskiuno para generación de caudal al HEC HMS.</i>   | 147 |
| <i>Figura 64: Imagen de Hietograma de diseño procesado en HEC-HMS, Cuenca Miskiuno.</i>  | 148 |
| <i>Figura 65: Imagen de Hietograma de diseño procesado en HEC-HMS, Cuenca Miskiuno.</i>  | 149 |
| <i>Figura 66:</i>  | 150 |
| <i>Figura 67: Fotografía de Constitución de márgenes del río con terrazas fluvio aluviales de precedente histórico aluvional.</i>  | 151 |
| <i>Figura 68: Fotografía de Ubicación de punto de manantes que general caudal base 4 l/s</i>   | 152 |
| <i>Figura 69: Fotografía 2: Curso de río Miskiuno con pasarelas peatonales de madera con pircas de piedra como estribos.</i>   | 152 |
| <i>Figura 70: Fotografía de Medición de sección geométrica de cauce, para análisis de capacidad de transporte, modificado por los pobladores de la comunidad de Curamba.</i> | 153 |
| <i>Figura 71: Fotografía de medición de sección geométrica de cauce, para análisis de capacidad de transporte, modificado por los pobladores de la comunidad de Curamba.</i> | 153 |
| <i>Figura 72: Fotografía 3: Alteración de sección natural de cauce de rio, al limpiar material de escombros de huayco, para recuperación de vías y saneamiento básico.</i>   | 154 |
| <i>Figura 73: Gráfico de Sección de cauce en (vivienda 01), Inicio de entrada a poblado de Curamba, terrazas altas de material flúvio aluvial.</i>                           | 154 |
| <i>Figura 74: Gráfico de Sección de cauce en (vivienda 02), centro poblado de Curamba, terrazas bajas de material fluvio aluvial.</i>  | 155 |
| <i>Figura 75: Gráfico de Sección de cauce, altura de calle 5ta cuadra.</i>   | 156 |
| <i>Figura 76: Fotografía de Puente de madera rollizo se encuentra en la 5ta cuadra.</i>  | 156 |
| <i>Figura 77: Gráfico de Sección de cauce, altura de vivienda 06.</i>  | 158 |
| <i>Figura 78: Fotografía de sección de cauce, a la altura de la 6ta vivienda.</i>  | 158 |
| <i>Figura 79: Gráfico de Sección de cauce, altura de vivienda 08.</i>  | 160 |
| <i>Figura 80: Fotografía de sección de cauce, a la altura de la 8va vivienda.</i>  | 160 |
| <i>Figura 81: Gráfico de Sección de cauce, casi a nivel de la calle.</i>   | 162 |
| <i>Figura 82: Fotografía de sección de cauce, casi a nivel de calle.</i>   | 162 |
| <i>Figura 83: Gráfico de sección de cauce, frente a la casa de la señora vera bellido.</i>   | 164 |
| <i>Figura 84: Fotografía de Canal de circulación de caudal.</i>  | 164 |
| <i>Figura 85: Gráfico de Sección de cauce.</i>   | 166 |
| <i>Figura 86: Fotografía de Canal de circulación de caudal.</i>  | 166 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 87: Gráfico de Sección de cauce.   | 168 |
| Figura 88: Fotografía de Canal de circulación de caudal.  | 168 |
| Figura 89: Fotografía de Verificación de programa de vuelo, DRON con RTK.                                     | 170 |
| Figura 90: Fotografía de Posicionamiento de DRON para salida de trabajo.                                      | 171 |
| Figura 91: Fotografía de Posicionamiento de DRON para salida de trabajo.                                      | 171 |
| Figura 92: Fotografía de Envió a área de trabajo, DRON con RTK.:  | 172 |
| Figura 93: Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.                                  | 173 |
| .Figura 94: Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.                                 | 174 |
| Figura 95: Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.                                  | 174 |
| Figura 96: Imagen de Modelo de canales fluviales con diferentes coeficientes de Manning de forma ilustrativa. | 175 |
| Figura 97: Imagen de Mallado HEC-RAS 1D.  | 177 |
| Figura 98: Imagen de Preparado de las secciones transversales y progresivas de control rio Miskiuno.          | 177 |
| Figura 99: Imagen de Preparado de las secciones transversales y progresivas de control rio Miskiuno.          | 178 |
| Figura 100: Imagen de procesamiento de sección de tránsito de avenidas  | 178 |
| Figura 101: Imagen de Modelación en 3D de proceso de simulación rio Miskiuno                                  | 179 |
| Figura 102: Imagen de Modelación en 3d de proceso de simulación rio Miskiuno                                  | 179 |
| Figura 103: Imagen de resultados de velocidades de flujo 5 m/s  | 180 |
| Figura 104: Imagen de Área de inundación  | 180 |
| Figura 105: Imagen de Punto de desborde por progresiva 0+199, Viviendas y áreas agrícolas                     | 181 |
| Figura 106: Fotografía de Área urbana del centro poblado de Curamba Centro.                                   | 185 |
| Figura 107: Imagen de Áreas agrícolas del centro poblado de Curamba Centro.                                   | 186 |
| Figura 108: Diagrama de Metodología general para determinar el nivel de peligro.                              | 187 |
| Figura 109 Metodologia de cálculo de Vector Suma Ponderado  | 189 |
| Figura 110 Procedimiento para calcular $\lambda_{max}$  | 189 |
| Figura 111: Diagrama de Metodología del análisis de vulnerabilidad  | 206 |
| Figura 112: Diagrama flujograma de la exposición social   | 208 |
| Figura 113: Diagrama Exposición Económica   | 216 |
| Figura 114: Fotografía del Ingreso a la comunidad campesina de Curamba Tumibamba                              | 246 |
| Figura 115 Fotografía de Preparación de equipo para levantamiento de curvas de nivel                          | 246 |
| Figura 116 Fotografía de Proceso inicio para el levantamiento de curvas de nivel                              | 247 |
| Figura 117: Imagen de Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES 1                 | 247 |
| Figura 118 Fotografía de Propuesta de canal para transporte de caudal máximo según resultados obtenidos       | 248 |
| Figura 119 Fotografía del canal para recomendación con profundización y paredes protegidas                    | 248 |
| Figura 120 Fotografía de Canal natural actual en la parte baja de la comunidad de Curamba -Tumibamba          | 249 |

Figura 121 Fotografía de la vista de canal con delimitación del ancho del cauce para propuesta de recomendaciones. \_\_\_\_\_ 249

## INDICE DE MAPAS

|   |     |
|---|-----|
| Lamina 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO MISKIUNO | 58  |
| Lamina 2 Mapa geomorfológico -                            | 60  |
| Lamina 3: <b>MAPA DE PENDIENTES</b>                       | 64  |
| Lamina 4: <b>MAPA DE SUB-PAISAJE</b>                      | 65  |
| Lamina 5: <b>MAPA DE UNIDADES FISIAGRÁFICAS</b>           | 67  |
| Lamina 6: MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS.                    | 92  |
| Lamina 7: MAPA DE ISOHIETAS                               | 118 |
| Lamina 8: <b>MAPA DE ISOTERMAS</b>                        | 122 |
| Lamina 9: MAPA DE PELIGRO                                 | 202 |
| Lamina 10: MAPA DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN          | 222 |
| Lamina 11: Mapa de Riesgos.                               | 226 |

## RESUMEN

La tesis tiene como objetivo principal realizar el estudio Geológico e Hidrológico de la cuenca del río Miskiuno para determinar el nivel riesgo ante procesos de desborde e inundación de la comunidad campesina de Curamba - Tumibamba. Enfocándose en aspectos clave: el primero el análisis geológico de la cuenca, definiendo las unidades geológicas principales (grupo Tacaza y formación San Sebastián) y se caracterizó el relieve como mayoritariamente montañoso, con áreas de acumulación y transporte de escurrimiento superficial, la cuenca abarca un área de 4 km<sup>2</sup>, con pendientes fuertes (15° a 45°) y forma ovalada. Presenta altas probabilidades de concentrar crecidas súbitas, un perfil de drenaje joven, cauce erosivo rectilíneo con una pendiente de 17.07%, y una alta densidad de drenaje de 13.7 km/km<sup>2</sup>. En el análisis hidrológico, se utilizaron datos meteorológicos de tres estaciones (Anta, Yauri y Kayra), siendo complementados y corregidos por análisis de consistencia y tendencias. A través de métodos de regresión y regresión lineal múltiple, se determinó que la precipitación media anual para la cuenca del río Miskiuno es de 799.66 mm. Se determinó la intensidad máxima de precipitación para un periodo de retorno de 100 años, utilizando datos de SENAMHI de la estación Anta, ajustados a la zona de estudio con un factor de corrección de 1.53. Tras aplicar la prueba de Outlier, se obtuvo una intensidad máxima de 78.13 mm en 24 horas. La curva IDF presenta coeficientes de regresión ( $k = 157.064$ ), ( $m = 0.13979$ ), y ( $n = 0.61885$ ), con un tiempo de concentración de 40 minutos e intensidad de precipitación de diseño de 30.49 mm/h. Utilizando parámetros como CN = 80, Tr = 24 min y abstracción inicial de 12.70 mm, El modelo hidrológico HEC-HMS calculó un caudal de diseño de  $Q_{max} = 8.5$  m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años. El modelamiento hidráulico con HEC-RAS determinó un tirante de 1.20 m y una velocidad de 5.10 m/s entre las progresivas 0+000 y 0+163, y de 0.75 m en los tramos restantes hasta el inicio de la población. Esto impactaría viviendas, infraestructura de agua, desagüe, electricidad y vías (calles y puentes rústicos). Según la metodología del manual de inundaciones del CENEPRED, utilizando la comparación de pares de Saaty, se determinó que canalizar el río Miskiuno en 500 m con emboquillado de piedra es una opción viable, complementada con medidas estructurales y no estructurales de regulación hídrica en toda la cuenca.

**Palabras clave.** Riesgo geológico, inundación fluvial, deslizamiento, vulnerabilidad, planificación urbana.

## ABSTRACT

The main objective of the thesis is to carry out the geological and hydrological study of the Miskiuno river basin to determine the risk level of overflow and flooding processes in the Curamba - Tumibamba farming community. Focusing on key aspects: first, the geological analysis of the basin, defining the main geological units (Tacaza group and San Sebastián formation) and the relief was characterized as mostly mountainous, with areas of accumulation and transport of surface runoff, the basin covers an area of 4 km<sup>2</sup>, with steep slopes (15° to 45°) and oval shape. It has a high probability of concentrating flash floods, a young drainage profile, a rectilinear erosive channel with a slope of 17.07%, and a high drainage density of 13.7 km/km<sup>2</sup>. In the hydrological analysis, meteorological data from three stations (Anta, Yauri and Kayra) were used, being complemented and corrected by consistency and trend analysis. Through regression and multiple linear regression methods, it was determined that the average annual precipitation for the Miskiuno River basin is 799.66 mm. The maximum precipitation intensity was determined for a 100-year return period, using SENAMHI data from the Anta station, adjusted to the study area with a correction factor of 1.53. After applying the Outlier test, a maximum intensity of 78.13 mm in 24 hours was obtained. The IDF curve presents regression coefficients ( $k = 157.064$ ), ( $m = 0.13979$ ), and ( $n = 0.61885$ ), with a concentration time of 40 minutes and a design precipitation intensity of 30.49 mm/h. Using parameters such as  $CN = 80$ ,  $Tr = 24$  min and initial abstraction of 12.70 mm, the HEC-HMS hydrological model calculated a design flow of  $Q_{max} = 8.5$  m<sup>3</sup>/s for a return period of 100 years. Hydraulic modeling with HEC-RAS determined a depth of 1.20 m and a velocity of 5.10 m/s between the 0+000 and 0+163 progressives, and 0.75 m in the remaining sections up to the beginning of the population. This would impact housing, water infrastructure, drainage, electricity and roads (streets and rustic bridges). According to the methodology of the CENEPRED flood manual, using Saaty's pair comparison, it was determined that channeling the Miskiuno River for 500 m with stone grouting is a viable option, complemented by structural and non-structural water regulation measures throughout the basin.

## INTRODUCCIÓN

Las comunidades rurales enfrentan numerosos desafíos relacionados con el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos asociados a fenómenos naturales. En el caso de la comunidad de Curamba, situada en el distrito de Zurite, provincia de Anta, región Cusco, estos desafíos se ven agravados por las amenazas recurrentes de desbordes e inundaciones del río Miskiuno. Estos eventos ponen en riesgo la seguridad de sus 206 habitantes y afectan directamente sus medios de vida, especialmente en un contexto donde la actividad agrícola y ganadera depende estrechamente de los recursos hídricos locales. La cuenca del río Miskiuno presenta una dinámica compleja en términos geológicos e hidrológicos, factores que determinan su comportamiento frente a lluvias intensas. Sin embargo, el conocimiento limitado sobre las características específicas de esta cuenca dificulta la implementación de medidas efectivas para prevenir y mitigar los riesgos asociados a los desbordes e inundaciones. En este contexto, resulta imprescindible llevar a cabo un estudio integral que permita comprender las interacciones entre los elementos naturales y los factores sociales de vulnerabilidad en la zona. El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis geológico e hidrológico de la cuenca del río Miskiuno para determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo de desbordes e inundaciones en la comunidad de Curamba. El estudio se estructura en diez capítulos interrelacionados que abordan de manera integral los aspectos clave para comprender y gestionar este problema: <sup>1</sup>Geología: Se analiza la composición, estructura y procesos geológicos de la cuenca, destacando su influencia en el comportamiento hídrico y la susceptibilidad a la erosión y los deslizamientos. <sup>2</sup>Hidrología: Se examinan las características hidrológicas del río Miskiuno, como su caudal, régimen hídrico y comportamiento durante eventos extremos, identificando patrones críticos de flujo. <sup>3</sup>Peligro y Vulnerabilidad: Se evalúan los niveles de exposición al peligro y la vulnerabilidad de la población, considerando tanto factores ambientales como sociales. <sup>4</sup>Riesgo: Se integran los resultados de los capítulos previos para calcular el nivel de riesgo en la comunidad, proponiendo estrategias de mitigación y reducción de impactos.

Este enfoque multidisciplinario permitirá obtener un diagnóstico integral que servirá como base para desarrollar medidas efectivas de gestión del riesgo y fortalecer la resiliencia de la comunidad de Curamba frente a eventos hidrológicos extremos. A través de esta investigación, se espera contribuir al bienestar de la población local, como también se recomendará soluciones para mitigar, corregir y controlar los efectos de estos eventos.

**CAPITULO I : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE  
INVESTIGACIÓN.**



## **1.1 Línea y Área de investigación**

La línea de investigación de la tesis se encuentra dentro del área de la geología aplicada a Riesgo de Desastres, ocurridos por fenómenos hidrometeorológicos.

## **1.2 Descripción del problema**

La comunidad de Curamba – Tumibamba que está ubicada en el distrito de Zurite, provincia de Anta, región Cusco, enfrenta un creciente riesgo asociado a eventos de inundación en el río Miskiuno debido a una combinación de factores condicionantes y desencadenantes. como una pendiente pronunciada, baja permeabilidad del suelo, vegetación pobre desencadenado por precipitaciones extremas con frecuencia e intensidad y una capacidad hidráulica limitada empeoradas por la construcción de estructuras provisionales: puentes rústicos, estribos de piedra, entre otros; colocadas por los habitantes para el acceso y la conectividad de las viviendas y calles.

El aumento de los caudales generado por lluvias intensas en la cuenca puede causar desbordamientos del río Miskiuno, afectando las viviendas, servicios básicos y áreas agrícolas circundantes. La falta de infraestructura adecuada y medidas de mitigación y, de una planificación integrada; pone en evidencia la vulnerabilidad de la población ante los eventos hidrológicos extremos. Afectando la economía de la Comunidad de Curamba que depende de las actividades agrícolas y ganaderas los cuales se ven afectados por los daños de los eventos causados y que amenazan significativamente el bienestar económico y social.

Para disminuir estos impactos es necesario proponer medidas de mitigación adecuadas que permitan minimizar el nivel de riesgo en la comunidad de Curamba y sus alrededores, fundamentalmente implementando medidas estructurales como reforzamiento de márgenes y canalización.

### ***1.2.1 Planteamiento y formulación del Problema General***

¿Cuál es el nivel de riesgo de inundación por desborde en el sector Curamba – Tumibamba producido por las lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno?

### ***1.2.2 Planteamiento y formulación de los Problemas Específicos.***

#### **Problema Específico 1**

¿Cuáles son las características geológicas e hidrológicas en la cuenca del río Miskiuno?

#### **Problema Específico 2**

¿Cuál es el nivel de peligro de inundación por desborde en la cuenca del río Miskiuno?

#### **Problema Específico 3**

¿Cuál es la vulnerabilidad física de la comunidad de Curamba - Tumibamba ante un posible desborde?

#### **Problema Específico 4**

¿Cuál es la capacidad de la sección del cauce del río Miskiuno ante caudales extremos?

## **1.3 Justificación e importancia de tesis de investigación**

### **1.3.1 Justificación:**

#### ***Técnica***

Para determinar el nivel riesgo, la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se utilizará una gama de técnicas desde cartografiados geológicos (geomorfológicos, litológicos y estructurales), topográficos (a través de procesamiento de imágenes de satelitales ALOS PALSAR, y de Dron), uso de herramientas computacionales software actualizados para el procesamiento de datos hidrológicos e hidráulicos, ajustados a los Reglamentos de procedimientos establecidos en los manuales de MINAM, ANA, MTC y Reglamento Nacional de Edificaciones. Todo ello, integrado a los manuales del CENEPRED, para finalmente, en base a un análisis multitemporal de variables dependientes e independientes, por vectores de priorización de Saaty, podamos estimar las zonas de mayor riesgo a procesos de desborde e inundación del sector poblado de Curamba – Tumibamba.

#### ***Social***

Tiene justificada razón social, debido a la continua afectación año a año (ver antecedentes), de daños a viviendas y pérdida de productos agropecuarios, de la cuenca del río Miskiuno, especialmente del sector Curamba. Así mismo, debido a su nivel socioeconómico bajo de la mayoría de la población rural, genera un nivel de recuperación o resiliencia baja a muy baja.

#### ***Conveniencia***

El estudio geológico e hidrológico de la cuenca del río Miskiuno es crucial debido a la creciente frecuencia y severidad de las inundaciones que afectan a la comunidad de Curamba. Estas inundaciones han impactado gravemente a las viviendas, especialmente aquellas construidas con materiales vulnerables como el adobe.

A través de este análisis, se busca comprender las condiciones naturales de la cuenca, identificar los factores geológicos e hidrológicos que contribuyen a los eventos extremos, y proponer soluciones basadas en evidencia. La investigación no solo contribuirá al conocimiento científico de la región, sino que también será una herramienta clave para mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir el impacto de futuros desastres y fomentar la resiliencia comunitaria.

### ***Relevancia***

La cuenca del río Miskiuno tiene una importancia estratégica para la comunidad de Curamba, ya que influye directamente en su desarrollo socioeconómico, la disponibilidad de agua potable y la estabilidad del territorio. Sin embargo, la falta de estudios específicos sobre las características geológicas e hidrológicas de esta cuenca ha limitado la capacidad de los gobiernos locales y regionales para diseñar políticas públicas efectivas.

Este estudio tiene relevancia a nivel:

- *Científico*: Contribuirá al entendimiento de las dinámicas naturales de una cuenca andina, lo que puede ser replicable en otras regiones con características similares.
- *Social*: Proporcionará información crítica para proteger a los 206 habitantes de Curamba frente a amenazas ambientales.
- *Político*: Será una base para la gestión sostenible del territorio y la implementación de medidas estructurales y no estructurales.

### ***Implicación práctica***

El resultado de esta investigación permitirá diseñar estrategias efectivas para mitigar los riesgos asociados a las inundaciones y optimizar el uso de los recursos hídricos. Las implicaciones prácticas incluyen:

- Propuestas técnicas: Identificación de áreas críticas para la construcción de obras de mitigación como diques, canales de drenaje y reforzamiento de viviendas vulnerables.
- Zonificación del territorio: Definición de zonas seguras para asentamientos humanos y actividades agrícolas, disminuyendo la exposición al riesgo.

### **1.3.2 Importancia**

#### ***Científica:***

El aporte que la tesis proporciona a la ciencia es la aplicabilidad de las metodologías de elaboración publicadas por Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres CENEPRED, y En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) y cuyo resultado, se dará uso público a la comunidad Curamba en su beneficio con fines de su planificación y resguardo integral de la población.

### **1.4 Marco Normativo**

#### **1.4.1 Cartografiado Geológico:**

Para el trabajo de cartografiado geológico, nos hemos basado en el Manual de Estándares de Cartografía para la Digitalización de los Mapas Geológicos CGN a escala 1:50 000, del INGEMMET, a cargo de la Dirección de Cartografiado Regional. Esta metodología de carácter obligatorio, requiere el uso de un sistema de proyección cartográfica, codificado, aprobado según Resolución Jefatural N°112-2006-IGN/OAJ/DGC/J del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

#### **1.4.2 Estudios hidrológicos:**

- Ley N° 30754, Ley marco sobre Cambio Climático, la misma que establece la Incorporación del enfoque de riesgos climáticos en la formulación de proyectos de inversión, así como la variable de riesgos de desastres, resiliencia y vulnerabilidad al cambio climático en los instrumentos de planificación territorial de las regiones, a fin de contar con una gestión preventiva y planificada ante los impactos y riesgos que genera el cambio climático.

- El Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado mediante Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC, dispone entre otros la implementación del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el cual sea un documento técnico que sirva de guía conceptual y metodológica para la determinación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño, de obras de infraestructura vial.

#### **1.4.3 Riesgo de Desastres.**

- Ley N° 29664 - Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Decreto Supremo N°111-2012-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 034-2014-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres-PLANAGERD 2014–2021.
- Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Resolución Ministerial N°334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- D.S. 111- 2012-PCM, Incorporación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre – SINAGERD de obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional.

- D.S. 115- 2013-PCM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para las Zonas de Muy alto Riesgo no Mitigable.
- R.M. 334- 2012-PCM, Lineamientos técnicos del proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- R.M. 220- 2013-PCM, Lineamientos técnicos del proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- R.M. 222- 2013-PCM, Lineamientos Técnicos del proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- R.M. 171 - 2018-PCM, Aprueban el nuevo Manual de Evaluación de Daños y análisis de Necesidades - EDAN Perú.
- R.J. 044-2014- CENEPRED, Guía metodológica para la incorporación de la Gestión Prospectiva y Correctiva del Riesgo de Desastres en los planes de desarrollo concertado.
- R.J. 112-2014- CENEPRED, Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales.
- R.J. 113-2014- CENEPRED, Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales.
- R.J. 115-2014- CENEPRED, Manual para la evaluación de riesgos inducidos por la acción humana.
- R.J. 082-2016- CENEPRED, Guía metodológica para elaborar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres en los tres niveles de gobierno.

## **CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**



## **2.1 Objetivo**

### **2.1.1 Objetivo General**

Determinar el nivel de riesgo ante procesos de desborde e inundación sobre la comunidad de Curamba - Tumibamba, generado por lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno.

### **2.1.2 Objetivos Específicos.**

#### ***Objetivo Específico 1***

Identificar y describir las características geológicas e hidrológicas de la cuenca del río Miskiuno.

#### ***Objetivo Específico 2***

Determinar el nivel de peligro por desborde e inundación en la cuenca del río Miskiuno.

#### ***Objetivo Específico 3***

Determinar el nivel de vulnerabilidad física que tiene actualmente la comunidad de Curamba – Tumibamba frente a posibles inundaciones por desbordes del río Miskiuno.

#### ***Objetivo Específico 4***

Analizar la capacidad hidráulica de la sección del cauce del río Miskiuno ante caudales extremos.

## **CAPÍTULO III HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.**

### **3.1 Hipótesis General**

El nivel de riesgo de inundación por desborde en el sector Curamba – Tumibamba, producido por las lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno, es alto debido a la interacción de factores geológicos, hidrológicos y climáticos, como la pendiente del terreno, la capacidad de infiltración del suelo, y el aumento del caudal durante los eventos de precipitación extrema, afectando tanto a las viviendas como a las áreas agrícolas, infraestructura local y servicios básicos (agua-desagüe, eléctricos, etc).

### **3.2 Hipótesis Específicas**

#### **Hipótesis Específica 1**

Las características geológicas e hidrológicas de la cuenca del río Miskiuno presentan una predominancia de suelos con baja infiltración y una geomorfología de pendientes pronunciadas, que favorecen el escurrimiento superficial y contribuyen a un aumento en el caudal durante lluvias intensas.

#### **Hipótesis Específica 2**

El nivel de peligro de inundación por desborde en la cuenca del río Miskiuno es elevado, debido a la combinación de lluvias intensas estacionales, la acumulación de sedimentos en el cauce y la limitada capacidad de amortiguamiento natural de las márgenes del río.

#### **Hipótesis Específica 3**

La vulnerabilidad física de la comunidad de Curamba - Tumibamba ante un posible desborde es alta, debido a la ubicación cercana al cauce del río, la falta de infraestructura de protección adecuada, la exposición directa de viviendas y cultivos a los flujos de agua y la falta de un encauzamiento, así como la poca capacidad para transportar el caudal adecuadamente.

#### **Hipótesis Específica 4**

La capacidad de la sección del cauce del río Miskiuno para manejar caudales elevados que son generados por precipitaciones altas es insuficiente, lo que incrementa el riesgo de desbordes en puntos críticos identificados mediante el modelado hidráulico.

## **CAPITULO IV MARCO TEÓRICO.**

## 4.1 Antecedentes de la Investigación

### 4.1.1 A nivel Internacional:

- **Antecedente 01:** Según Beven, K. J. (2012). "Rainfall-Runoff Modelling: The Primer." Wiley. "MODELOS HIDROLÓGICOS PARA EVALUAR EL RIESGO DE INUNDACIÓN EN CUENCAS URBANAS" El objetivo del libro es brindar una introducción detallada a los modelos hidrológicos utilizados para predecir el comportamiento del flujo y el riesgo de inundaciones en cuencas urbanas. Incluye métodos para integrar datos geológicos e hidrológicos en los modelos predictivos. En relación, la tesis de evaluación de riesgos en Curamba utiliza estos conceptos y modelos para entender las posibles inundaciones en la zona, teniendo en cuenta las características del terreno, el uso de la tierra y el clima local, y de esta manera seleccionar las herramientas adecuada para simular cómo las lluvias afectan la cuenca y las áreas cercanas.

- **Antecedente 02:** Segun Cunderlik, J. M., & Simonovic, S. P. (2007). "Evaluation of Methods for Flood Risk Assessment: A Case Study of the Grand River Basin." Journal of Hydrology, 334(3 4), 271-283. "EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INUNDACIÓN EN ZONAS RURALES CON MODELOS HIDROLÓGICOS" El objetivo del estudio es evaluar diferentes métodos de modelización para la evaluación de riesgos de inundación en zonas rurales, aplicando modelos hidrológicos para simular eventos de desbordes y su impacto en el uso del suelo y las comunidades.

La tesis sobre Curamba se centra en evaluar el riesgo de inundación en la comunidad, utilizando modelos hidrológicos y metodologías similares a las que Cunderlik y Simonovic discuten y identifican áreas de alto riesgo de inundación dentro de la cuenca de Curamba, evaluar la vulnerabilidad de las infraestructuras y proponer estrategias de mitigación adecuadas. Aunque el estudio de Cunderlik y Simonovic se centra en una cuenca urbana más grande, pero sus métodos comparativos, los principios y enfoques de modelado son aplicables para evaluar los riesgos de inundación en zonas rurales como Curamba.

#### **4.1.2 A nivel Nacional:**

- **Antecedente 01:** Según Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2017). Evaluación de los impactos del fenómeno El Niño en los recursos hídricos y la gestión del riesgo en cuencas del Perú. Lima, Perú. Este informe analiza los efectos del fenómeno El Niño en las cuencas hidrográficas del Perú, identificando cómo las variaciones climáticas extremas afectan los procesos hidrológicos, desbordes de ríos e inundaciones. Además, se proponen estrategias para la mitigación de riesgos en comunidades vulnerables. Este documento es relevante para nuestra investigación, ya que el fenómeno El Niño puede influir en el comportamiento hidrológico de la cuenca del río Miskiuno y empeorar los riesgos de desbordes e inundaciones en la comunidad de Curamba.

- **Antecedente 02:** Según Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (2020). Evaluación de peligros geológicos e hidrológicos en comunidades altoandinas. Lima, Perú. Este informe identifica riesgos asociados a inundaciones y movimientos de masas en zonas altoandinas del sur del Perú, lo que resulta relevante para comprender los riesgos en Curamba.

#### **4.1.3 A nivel Regional**

- **Antecedente 01:** Según Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2010) Ocurrió un evento significativo en enero de 2010, las intensas lluvias en Cusco provocaron el desborde del río Vilcanota-Urubamba, afectando varias localidades del Valle Sagrado de los Incas, incluyendo poblaciones como Aguas Calientes, Ollantaytambo y Pisac. Estas inundaciones causaron el cierre temporal del acceso a Machu Picchu y dejaron miles de damnificados, además de daños importantes a la infraestructura y agricultura local.

- **Antecedente 02:** Según Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER de Cusco, 2014) También ocurrieron eventos de desbordes de ríos y tamaños de tierra (2014): En febrero de 2014, lluvias intensas provocaron desbordes de varios ríos en Cusco y tamaños de tierra que afectaron carreteras y viviendas en distritos como Santa Teresa, Machu Picchu y La Convención. De acuerdo con el, estos eventos causaron interrupciones en las vías de comunicación y dejaron a numerosas comunidades aisladas, lo que evidenció la necesidad de mejorar la gestión de riesgos y la infraestructura en áreas vulnerables.

#### **4.1.4 A nivel Local**

**Antecedente 01: Reporte de INDECI (2024)** El Perú megadiverso a nivel de sus pisos altitudinales, presenta una diversidad de recursos, sin embargo, el exceso origina problemas. Tal es así que las lluvias extraordinarias en exceso causan inundaciones y huaycos, los que a su vez tienen efectos en viviendas, edificaciones de servicios públicos, empresas, obras de infraestructura, campos de cultivo, entre muchos otros daños. Esta problemática recurrente y poco predecible, de desastres, configuran la realidad megadiverso del territorio peruano, reconfigurándolo dolorosamente. Los registros históricos de las emergencias ocurridas en el país, según (INDECI, 2017), en el 2014 si bien, fueron menores las emergencias que, en el año 2013, sin embargo, generó un mayor número de muertos; con menores daños a las viviendas, pero con mayores superficies agropecuarias afectadas en seis veces más.



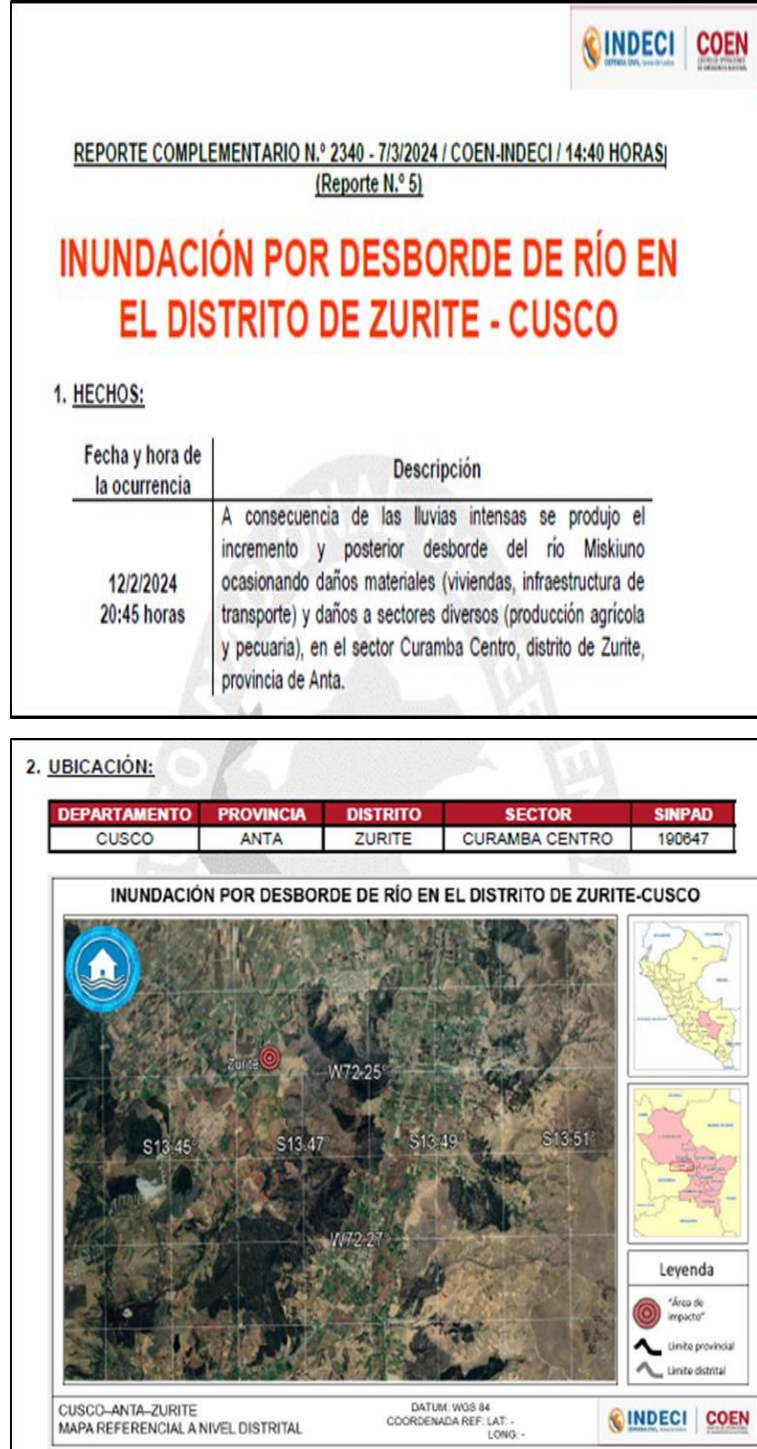
Esto quiere decir que en algunos años los fenómenos afectan más a las áreas urbanas, mientras que en otros son las áreas rurales las más sensibles; aunque también sucede en ambas. Así mismo, según INDECI, del año 2003 al 2016 ha ocurrido 4 mil emergencias, siendo el año 2016, periodo con 5167 emergencias registradas a nivel nacional. En este marco de problemática global, a nivel mundial, y nacional, se han planteado políticas normas y reglamentos sobre metodologías para elaborar informes de evaluación de riesgo de desastres (por fenómenos naturales de remoción en masa, hidrometeorológicos, sísmicos etc) bajo la propuesta del CENEPRED, el cual obliga a los gobiernos regionales, y locales, a elaborar cada año sus planes de EVAR y EDAN. Bajo este enfoque, una mirada a, los antecedentes tienen por objetivo, mostrar el A nivel local, se tiene precedentes de antecedente de desborde e inundación con pérdida de viviendas, servicios públicos, infraestructura de transporte, y sectores productivos en el siguiente Tabla, capturado de la página web de INDECI, se reporte eventos de desborde e inundación ocurridos recientemente en este año 2024, detallado a continuación.

**- Antecedentes 02: Reporte de INDECI (2024) de ocurrencia de desborde e inundación de viviendas e infraestructura de transporte y de producción agrícola sector Curamba, distrito de Zurite-Cusco.**

A consecuencias de intensas lluvias se produjo el incremento del caudal del río Miskiuno y posterior desborde ocasionando daños materiales en infraestructuras y transporte como también daños a sectores diversos de producción agrícola y pecuaria en el sector de Curamba centro del distrito de Zurite, de la provincia de Anta. El objetivo del reporte es evaluar el impacto del desborde del río Miskiuno en el sector de Curamba, con el fin de determinar el alcance de los daños en la infraestructura de transporte, las viviendas y los sectores de producción agrícola y pecuaria.

Figura 1

Reporte de ocurrencia de desborde e inundación de viviendas e infraestructura de transporte y de producción agrícola sector Curamba, distrito de Zurite año 2024.



### 3. EVALUACIÓN DE DAÑOS:

#### 3.1. Reporte de daños

Actualizado al 7 de marzo de 2024, a las 13:50 horas.

| UBICACIÓN    | VIDA Y SALUD (PERSONA) | DAÑOS MATERIALES  |                               | DAÑOS A SECTORES DIVERSOS |
|--------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|
|              | AFECTADA               | VIVIENDA          | INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE | PRODUCCION AGRÍCOLA       |
|              |                        | VIVIENDA AFECTADA | VIA RURAL AFECTADO (m)        | CULTIVO AFECTADO (ha)     |
| DPTO. CUSCO  |                        |                   |                               |                           |
| PROV. ANTA   |                        |                   |                               |                           |
| DIST. ZURITE | 90                     | 20                | 600                           | 15                        |

**Nota:** En proceso de evaluación en el SINPAD.

Fuente: RC N° 83 – 07/03/2024/ COER – CUSCO/ 09:30 HORAS (Reporte N°2).

#### 3.2. Información contextual

- La Municipalidad Distrital de Zurite informó que:
  - No se reportaron daños a la vida y salud de las personas.
  - Las personas afectadas permanecen en otros ambientes de sus viviendas, que no sufrieron daños.

### 4. ACCIONES DE RESPUESTA Y REHABILITACIÓN:

#### 4.1. Acciones programadas y/o ejecutadas

Actualizado al 8 de marzo de 2024

| Entidad Ejecutora/Otro            | Fecha     |           | Acciones  | Fuente   |
|-----------------------------------|-----------|-----------|---|--|
|                                   | Inicio    | Fin       |   |  |
| Gobierno Regional de Cusco        | 14/2/2024 | 14/2/2024 | Entrega de BAH  | RC N° 83 – 07/03/2024/ COER – CUSCO/ 09:30 HORAS (Reporte N°2) |
| Municipalidad Distrital de Zurite | 12/2/2024 | 7/3/2024  | EDAN  |  |
|                                   | 12/2/2024 | 16/2/2024 | Trabajos de descolmatación del río Miskluno           |  |
|                                   | 16/2/2024 | 5/3/2024  | Trabajos de limpieza de infraestructura de transporte |  |
| Agencia Agraria de Anta           | 7/3/2024  |           | ECDANSAR  |  |

Fuente: Reporte de INDECI-2024

5. **FUENTE:**


- Oficina de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Distrital de Zurite
- Centro de Operaciones de Emergencia Regional de Cusco
- REPORTE COMPLEMENTARIO N.º 2309 - 6/3/2024 / COEN-INDECI / 18:50 HORAS (Reporte N.º4)


Chorrillos, 7 de marzo de 2024

COEN - INDECI

  
C. Morán G. Puma Espirilla  
Gestor Operativo del COEN  
Instituto Nacional de Defensa Civil

V.ºB.º

  
ING. CARLOS A. CORTÉZ CESPEDES  
Evaluador del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional  
Instituto Nacional de Defensa Civil

  
Gral. Brig. (r) Ricardo Rubén Rojas del Cargio  
Coordinador del Centro de Operaciones de Emergencia  
Nacional  
Instituto Nacional de Defensa Civil

Elaborado por: C. Morán G.

Actualizado por: J. Herrera C.

**ANEXOS:**

1. Recursos de respuesta y rehabilitación
2. Cronología de acciones
3. Vistas fotográficas

14 FEB 2024



Trabajos de limpieza



Daños causados por desborde de río Miskiuno

Fuente: Reporte de INDECI-2024

## ANEXO 1

### RECURSOS DE RESPUESTA Y REHABILITACIÓN

#### 1. MAQUINARIA PESADA

##### LOCAL

Actualizado al 17 de febrero de 2024, a las 06:30 horas.

| ASIGNADO     | MAQUINARIA (PROPIA/ALQUILADA) | CANTIDAD | DESTINO               | USO   |
|--------------|-------------------------------|----------|-----------------------|---|
| MP ANTA      | Excavadora                    | 1        | Sector Curamba Centro | Descolmatación en el río Miskiuno                             |
| MD ZURTE     | Retroexcavadora               | 1        |                       | Limpieza y rehabilitación de la infraestructura de transporte |
| MD ANCAHUASI | Retroexcavadora               | 1        |                       |   |
| <b>TOTAL</b> |                               | <b>3</b> |                       |   |

Fuente: RC N° 59 – 16/02/2024/ COER – CUSCO/ 18:30 HORAS (Reporte N°1)

#### 2. BIENES DE AYUDA HUMANITARIA

Actualizado al 17 de febrero de 2024, a las 06:30 horas.

| ENTREGADO POR              | RECEPCIONADO POR                 | TECHO                         |                       | ABRIGO                                     |                 | HERRAMIENTAS                                 |                            |  |                             | ALIMENTOS                |                 |  |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--|-----------------|--|----------------------------|--|-----------------------------|--------------------------|-----------------|--|
|                            |                                  | CALAMITA ORELLANA GALVANIZADA | RESOLLA BULTON Y MICA | PLAZA DE ALGODÓN Y POLIESTER DE 1 SO PLAZA | PILA TIPO RECTA | BARBETA DE ACERO FORJADO 1 1/4" H X 1 1/4" M | CARRICILLA DE METAL DE 113 | PCO DE ACERO FORJADO CON MANO DE MADERA DE 30 CM | ARIZO SUPERIOR BOLSA X 1 Kg | AZUCAR FINA BOLSA X 1 Kg | LIMPIEZA X 1 Kg |  |
|                            |                                  | UNIDAD                        | UNIDAD                | UNIDAD                                     | UNIDAD          | UNIDAD                                       | UNIDAD                     | UNIDAD   | UNIDAD                      | UNIDAD                   | UNIDAD          |  |
| Gobierno Regional de Cusco | Municipalidad Distrital de Zurte | 125                           | 30                    | 30   | 5               | 5  | 2                          | 5  | 100                         | 100                      | 100             |  |
| <b>TOTAL - UNIDAD</b>      |                                  | <b>125</b>                    | <b>30</b>             | <b>30</b>                                  | <b>5</b>        | <b>5</b>                                     | <b>2</b>                   | <b>5</b>   | <b>100</b>                  | <b>100</b>               | <b>100</b>      |  |
| <b>PCSO - TM</b>           |                                  | <b>1.48</b>                   |                       |  |                 |  |                            |  |                             |                          |                 |  |

Fuente: RC N° 59 – 16/02/2024/ COER – CUSCO/ 18:30 HORAS (Reporte N°1)

Estos datos, podemos usar como registro de antecedente que, la cuenca del río Miskiuno, presenta alto peligro a generar desborde e inundación con niveles muy altos de riesgo de afectación a viviendas, servicios de agua y desagua como electricidad e infraestructura vial, emplazadas en la calle adyacente al cauce del río, producto de intensas precipitaciones, ocurridas este mismo año 2024 en el mes de marzo. Por lo tanto el desarrollo de este trabajo de tesis de investigación, tendrá aportes muy significativos no solo desde el punto de vista de investigación (a través de la identificación de los factores condicionantes como parámetros de relieve, unidades geológicas y geomorfológicas, capacidad de transporte hidráulico de la sección del río etc, así como los factores desencadenantes a través de modelos hidrológicos de predicción, para finalmente delimitar las zonas de bajo, medio y alto riesgo a ser vulnerables los procesos de inundación.

## **4.2 Marco Conceptual**

### **4.2.1 Geología**

La geología es la ciencia natural dedicada al estudio del planeta Tierra. Su objetivo es comprender la composición física y la estructura interna y externa de nuestro planeta, así como los distintos procesos y dinámicas que han permitido su evolución desde su formación hasta nuestros tiempos. Su nombre proviene del griego Geo, "Tierra", y logos, "palabra o saber". LETT, L. & JUDSON, S. (1995). Según la escala de trabajo, esta se divide en Geología regional y Geología local.

### **4.2.2 Geología estructural**

La Geología Estructural estudia las deformaciones que sufren los materiales rocosos de la corteza terrestre, generadas por los procesos principalmente endógenos. En un sentido amplio se usa el término diastrofismo que involucra dos tipos de fenómenos endógenos, la orogenia (formación de montañas con deformación de rocas) y la epirogenia (del Gr. epeiros = continentes; ascenso o descenso regional sin deformaciones importantes). Se usa el término tectónica para el estudio de la estructura en relación a las fuerzas y los movimientos que han actuado en una región. (Juan Pedro Spikermann – 2010).

Según la escala de trabajo, esta se divide en Geología estructural regional y Geología estructural local.

### **4.2.3 Geomorfología**

El término geomorfología proviene de las raíces griegas geo = tierra, morfo = forma y logos = tratado, o sea tratado de las formas del relieve terrestre; de donde el objeto fundamental de la geomorfología es el estudio de las formas del relieve terrestre, tanto continental como submarino.

Otra de las disciplinas que cultiva el hombre y que no debe confundirse con la geomorfología es la geodesia que estudia la forma del planeta y se encarga de las mediciones geográficas de precisión. La interacción de la atmósfera y la hidrosfera sobre la litosfera generan el relieve terrestre, el fenómeno es dinámico y en él se reconocen que actúan los denominados agentes y procesos geomórficos. Las fuentes energéticas, que ya fueron mencionadas, corresponden a la exógena, donde la actividad solar es fundamental, y que interviene principalmente sobre la dinámica de la atmósfera e hidrosfera y la endógena, producto, principalmente del calor residual y de la radioactividad, generadora principalmente de las elevaciones, depresiones, del movimiento de la corteza terrestre (desplazamiento de placas) y del vulcanismo con sus característicos aparatos (volcanes) que modelan también el relieve.

Por todo ello el aspecto geográfico del planeta debe de ser visto como un fenómeno dinámico, cambiante, a lo largo de los tiempos geológicos, donde la unidad de tiempo se puede considerar el millón de años, en el cual no puede ser eludida, para su comprensión. (Juan Pedro Spikermann – 2010).

Según la escala de trabajo, esta se divide en Geomorfología regional y Geomorfología local.

#### ***4.2.3.1 Geomorfología Regional***

La región de Cusco, ubicada en la Cordillera Oriental de los Andes, presenta una diversidad de formas del relieve resultado de procesos tectónicos, erosivos y glaciares a lo largo de millones de años. Esta región, de gran importancia geológica y cultural, está caracterizada por un paisaje de montañas, valles interandinos, mesetas y estructuras glaciares que han sido moldeadas por fuerzas geológicas tanto endógenas como exógenas.

### **Características Geomorfológicas Principales:**

- **Cordillera de los Andes:** Cusco se encuentra en plena Cordillera de los Andes, lo que le confiere un relieve montañoso con elevaciones que superan los 6.000 metros. Las principales cadenas montañosas de la región son la Cordillera de Vilcanota y la Cordillera de Urubamba.
- **Valles interandinos:** En medio de las cadenas montañosas se desarrollan valles interandinos, como el Valle Sagrado de los Incas.
- **Mesetas y altiplanos:** En el sur de Cusco, se encuentran altiplanos o mesetas que están por encima de los 3.800 metros sobre el nivel del mar. Estas mesetas, como el Altiplano de Chumbivilcas.
- **Alivio volcánico:** La región de Cusco también tiene una importante influencia volcánica, como en el Macizo Vilcabamba.
- **Alivio del glaciar:** Durante el período Cuaternario, la región de Cusco experimentó una importante glaciación, cuyos efectos son visibles en la formación de valles en "U", lagunas glaciares, morrenas y glaciares actuales, especialmente en la Cordillera de Vilcanota, donde se encuentran los nevados más altos. , como el Ausangate .
- **Ríos y cuencas:** La red hidrográfica de Cusco es compleja debido a la topografía accidentada. El río Vilcanota-Urubamba.
- **Suelos y Erosión:** La región presenta una variedad de suelos, muchos de ellos formados a partir de la descomposición de rocas volcánicas, sedimentarias y metamórficas. Los suelos en las zonas más altas son pobres y sometidos a procesos de erosión acelerada debido a la pendiente, mientras que en los valles los suelos son más ricos y favorables para la agricultura.

#### **4.2.4 Procesos endógenos y exógenos**

El accionar de las energías interna y externa del Planeta, como hemos visto en la primera parte, generan distintos procesos que a continuación se describen.



El relieve de la corteza terrestre resulta del equilibrio entre los procesos endógenos y exógenos. Los Procesos endógenos son producto de la disipación de la energía interna, ocurren en el interior terrestre y se los puede dividir en aquellos subprocesos que generan, entre otras cosas: la deriva continental o tectónica de placas, dentro de las cuales ocurre la orogenia, epirogénica, magmatismo y metamorfismo.

La tectónica de placas es la teoría que sostiene que la corteza terrestre está fragmentada en placas rígidas que se deslizan una respecto de otra, colisionan entre sí o se fragmentan. Este mecanismo se produciría como consecuencia de los efectos de corrientes convectivas del manto producidas por el contraste térmico entre las partes más profundas y las más elevadas y que conducen al enfriamiento del planeta.

Los movimientos orogénicos (del Gr. oros = montaña) son los formadores de montañas con deformación de rocas. Los movimientos epirogénicos (del Gr. epeiro = continente) producen ascensos y descensos, basculamientos, regionales con escasas deformaciones rocosas. El magmatismo produce movimientos del material rocoso fundido hacia o sobre la superficie terrestre. Involucra los conceptos vulcanismo y plutonismo. (Juan Pedro Spikermann – 2010)

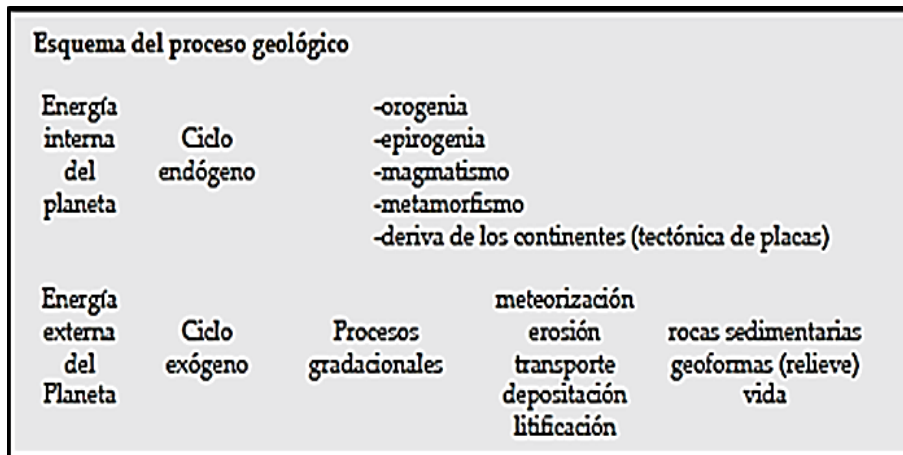
El metamorfismo produce modificaciones fisicoquímicas (texturales y/o mineralógicas) en grandes masas de rocas sin que estas lleguen a fundirse.

Tanto el magmatismo como el metamorfismo están íntimamente asociados con la orogenia

En el Tabla siguiente, representa una síntesis del gasto de la energía interna y externa del Planeta. El denominado Ciclo Endógeno, que funciona principalmente con la energía interna, justifica entre otras cosas la formación de las rocas plutónicas, metamórficas e ígneas inclusive con su manifestación externa en estas últimas, el vulcanismo. (Juan Pedro Spikermann – 2010)

Figura 2

Ciclo del proceso endógeno y exógeno.



Fuente: Juan Pedro Spikermann – 2010

Mientras que el gasto de la energía externa, como se vio en la primera parte promueve la actividad de los agentes geomórficos, que imprimen sus propias características en el labrado del terreno, produciendo los procesos gradacionales que actúan sobre cualquier tipo de roca preexistente, la degradación, por lo general, ocurre en tierras elevadas y la agradación o deposición ocurre en cuencas sedimentarias o áreas de relieve negativo que pueden ser continentales o marinas.

La degradación, denudación o desgaste produce sedimentos que los podemos definir genéricamente como acumulaciones en la superficie de la litosfera de materiales sueltos acarreados por los agentes geomórficos (ríos, glaciares, viento, etc.) que operan en ella. Estos sedimentos, luego con los procesos diagénicos, se transforman en sedimentitas (rocas sedimentarias).

Del esquema anterior, se puede apreciar que la formación de rocas no va separada de los demás procesos geológicos y que parte de la disipación de energía (tanto endógena como exógena) que sufre el planeta se gasta en la formación de las mismas. La vida se desarrolla en el ambiente exógeno aprovechando principalmente la energía externa y en forma indirecta la interna. (Juan Pedro Spikermann – 2010)

#### 4.2.5 Petrografía y petrología

La petrografía es la rama de las Ciencias Naturales que estudia las rocas descriptivamente. Describe sus componentes minerales, sus formas y la relación en que se hallan, mientras que la petrología estudia fundamentalmente los mecanismos genéticos que dieron lugar a la roca.

Los rasgos que caracterizan cada tipo de roca reflejan por lo menos parte de su historia de formación. Es función del geólogo saber leer o interpretar tales rasgos para hacer una reconstrucción de la historia geológica del planeta. Ello hace que las rocas sean elementos fundamentales de la geología, como ya se mencionó. Dicho en pocas palabras, la historia del planeta queda registrada en las rocas y es el geólogo el encargado de leer e interpretar tal registro, como veremos en lo que resta de estos apuntes.

La mayor parte de las rocas son heterogéneas o sea constituidas por diversas especies minerales, solo algunas pocas son homogéneas, o sea monominerales. En el estudio de las rocas no solo es importante la composición, sino que es fundamental el conocimiento de las relaciones entre los componentes individuales, la escala microscópica y la escala geológica (extensión y forma del yacimiento rocoso). La textura de una roca depende de las dimensiones de los componentes (grano), de sus formas y de la manera en que están en contacto entre sí. La estructura es el conjunto de características de una roca a escala geológica y describe los aspectos derivados de la deformación sufrida por la corteza terrestre.

La estructura comprende forma, dimensiones y articulación de los componentes de las rocas; la textura indica la disposición espacial como resultado de las fuerzas puestas en juego en el momento de la cristalización. (*Juan Pedro Spikermann – 2010*)

Este ítem es importante porque a través de sus metodologías y procedimientos nos permite reconocer y caracterizar una roca, por medio de una muestra de mano, las principales características petrológicas como textura, composición, etc.

#### 4.2.6 Rocas eruptivas.

Las rocas son agregados de minerales, por lo tanto, es necesario para su estudio, el reconocimiento de éstos. Pero ello no es condición suficiente ya que también es necesario conocer en qué relación se encuentran entre ellos los minerales, ya sea desde el punto de vista de la cantidad, ya sea de las relaciones espaciales, ya sea de los recíprocos contactos y formas. (Juan Pedro Spikermann – 2010).

Tabla 1

*Equivalencias composicionales de las rocas eruptivas.*

|                   |                 |              |          |          |          |           |
|-------------------|-----------------|--------------|----------|----------|----------|-----------|
| <b>VOLCANICAS</b> | riolitas        | riodacita    | dacitas  | traquita | andesita | basalto   |
| <b>HIPABISAL</b>  | Pórfiro riol.   | P.rioda.     | P. dac.  | P.traq.  | P.and.   | P.basal.  |
|                   | Pórfiro granít. | P.granod.    | P.tonal. | P.sien.  | P.dior.  | P.gábrico |
| <b>PLUTONICAS</b> | granito         | granodiorita | tonalita | sienita  | diorita  | gabro     |

Fuente: Juan Pedro Spikermann – 2010

Otra manera de clasificar a las rocas ígneas es por medio de dos triángulos equiláteros que comparten las bases. Se basa en la proporción de minerales esenciales. Se toman como referencias el cuarzo (Q), los feldespatos alcalinos (A), las plagioclasas (P) y los feldespatoides (F), Cada mineral ocupa en un 100% los vértices de ambos triángulos, y estos se dividen en sectores que corresponden a los distintos tipos de rocas ígneas, Figura 98. La clase 16 no está representada y se trata de rocas ricas en minerales de Fe y Mg. Un mayor detalle puede verse en Streckeisen 1974. (Juan Pedro Spikermann – 2010).

**Figura 3 :**

*Diagrama triangular de clasificación de las rocas ígneas.*



Fuente: tomado de Juan Pedro Spikermann – 2010

#### **4.2.7 Las rocas sedimentarias**

El origen y acumulación de las rocas sedimentarias parece a primera vista muy sencillo. Se ve a simple vista cómo se forman las arenas y los barros, como son transportados por los ríos hasta el mar; no todos los procesos formativos son observables a simple vista, ya que los procesos diagenéticos son aquellos que llevan a la litificación del sedimento.

Tampoco se han podido observar las corrientes de turbidez, responsables del transporte, de la depositación y de la estructura de muchos sedimentos marinos. La formación de gran cantidad de sedimentos de origen químico jamás ha sido observada.

De esta manera el estudio de la génesis de las rocas sedimentarias, como así también de los otros tipos de rocas, debe reconstruirse a través del registro geológico y los “efectos” producidos, ya sean texturales, estructurales y los minerales que componen al sedimento en cuestión. Este es el objetivo del sedimentólogo, recurrir a las rocas, interpretarlas como documentos y desentrañar así su historia.

Los sedimentos cubren las 3/4 partes de las tierras emergidas del planeta, son el producto de transformación de rocas preexistentes debido a la gravedad, a los agentes atmosféricos y a los organismos vivientes. Las rocas sedimentarias son el producto de la consolidación de los sedimentos, o sea de los materiales sueltos debidos a la acumulación mecánica de los fragmentos más o menos grandes (sedimentos clásticos) o a la precipitación de soluciones con o sin intervención de organismos que fijan las sales del agua (sedimentos organogénicos y químicos).

El proceso sedimentario clástico comienza con la alteración del material originario formando un suelo cuyo espesor está en función del tipo de agente de alteración, de la duración del fenómeno, de la naturaleza del material y de la posibilidad del lavado del material. El transporte ocurre comúnmente en agua, primero en los arroyos, luego en los ríos y finalmente termina en los mares, pero también hay transporte por viento, por hielo, por gravedad, por organismos. Ello produce una clasificación de los materiales sobre la base del tamaño de los materiales, el peso específico y el quimismo. En el transporte acuático conviene distinguir entre el material rodado, del llevado en suspensión y del llevado en solución.

El tercer estadio del ciclo de la erosión es el depósito que es el más importante pues imprime al sedimento las características texturales definitivas. Sobre la base del ambiente de sedimentación se distinguen aquellos continentales y marinos, los primeros pueden ser subaéreos como los detritos de ladera, las arenas eólicas de los desiertos, el loess periglacial; subacuáticos en los tipos fluvial con rodados y arenas, lacustre con arenas, limos y arcillas, lagunares constituidos por limos y arcillas, a veces con niveles evaporíticos, deltaico constituidos por materiales diversos, pero bien seleccionados.

Los sedimentos marinos están constituidos por una mezcla de material detrítico más o menos grueso de procedencia continental, con materiales producidos de la precipitación química o bioquímica de sales contenidas en el agua de mar y con residuos de la actividad orgánica presente en esas aguas (esqueletos, restos, etc.).

Estos se distinguen de acuerdo a la profundidad y distancia de la costa en: pelágicos prevalentemente finos y silíceos, neríticos, más gruesos, con estructuras complejas debidas a la circulación del agua y a la actividad de los organismos, e intercotidal formadas en los deltas, lagunas, barreras coralinas. (Juan Pedro Spikermann – 2010)

#### **4.2.8 Hidrología**

La hidrología es una rama de las geociencias que estudia el agua y su impacto en la superficie terrestre: distribución, circulación, propiedades físicas, químicas y oceánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. (Villon Bejar, M. 2002).

#### **4.2.9 El Ciclo Del Agua**

El ciclo del agua es impulsado por la energía solar. El sol calienta la superficie del océano y otras aguas superficiales, lo que evapora el agua líquida y sublima el hielo, convirtiendo directamente de sólido a gas. Estos procesos impulsados por el sol mueven el agua hacia la atmósfera en forma de vapor de agua.

Con el tiempo, el vapor de agua en la atmósfera se condensa en nubes y finalmente cae como precipitación, en forma de lluvia o nieve. Cuando la precipitación llega a la superficie de la tierra, tiene pocas opciones: puede evaporarse de nuevo, fluir sobre la superficie o percolarse, filtrarse, en el suelo.

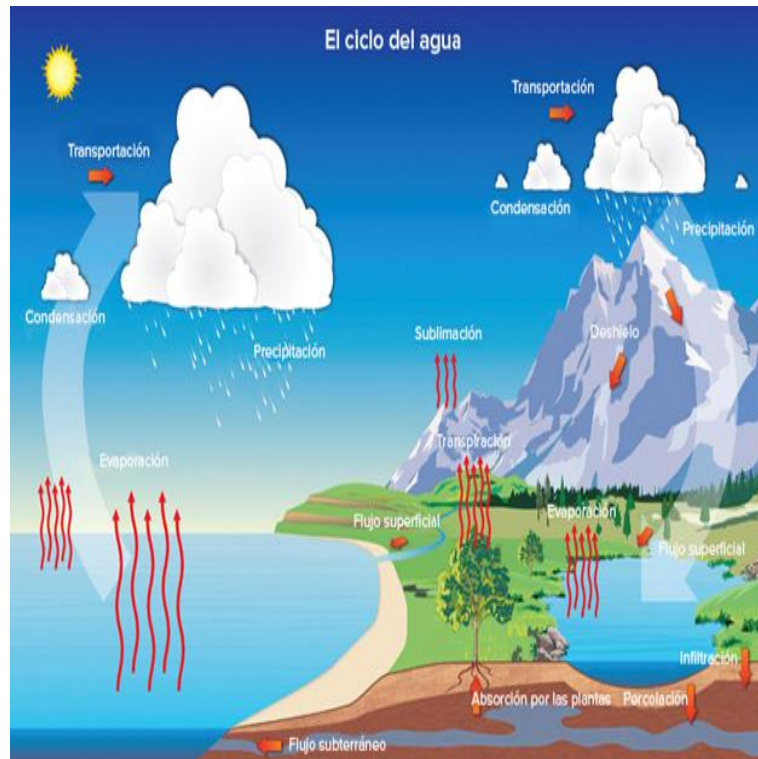
En los ecosistemas terrestres que se encuentran sobre la tierra— en su estado natural, la lluvia generalmente golpea las hojas y otras superficies de las plantas antes de caer al suelo. Parte de esa agua se evapora rápidamente de la superficie de las plantas. El agua restante cae al suelo y, en la mayoría de los casos, es absorbida por este.

En general, el agua se mueve sobre la superficie de la tierra como escurrimiento solo cuando el suelo está saturado con agua, cuando la lluvia es muy fuerte o cuando la superficie no puede absorber mucha agua. Una superficie que no absorbe el agua podría ser la roca en un ecosistema natural o el asfalto y el cemento en un ecosistema urbano o suburbano. (*Allen Bateman. 2007*).



Figura 4:

*Ciclo del agua.*



Fuente: el ciclo del agua de NOAA National Weather Service  
Jetstream, CC BY 2.0-Google

El agua en los niveles superiores del suelo puede ser absorbida por las raíces de las plantas. Estas usan una parte del agua para su propio metabolismo y el agua que se encuentra en sus tejidos puede pasar al cuerpo de los animales cuando estos se comen a las plantas. Sin embargo, la mayor parte del agua que entra en el cuerpo de una planta se pierde hacia la atmósfera mediante un proceso llamado transpiración. En la transpiración, el agua entra a través de las raíces, viaja hacia arriba por tubos vasculares formados por células muertas y se evapora a través de poros llamados estomas, que se encuentran en las hojas.

Si el agua no es absorbida por las raíces de las plantas, puede percolar hacia el subsuelo y el lecho de roca, convirtiéndose en agua subterránea. El agua subterránea es la que se encuentra en los poros entre las partículas de arena y grava o en las grietas de las rocas, y es un depósito importante de agua dulce. El agua subterránea poco profunda fluye lentamente a través de los poros y fisuras, y puede encontrar su camino hasta un arroyo o lago, donde se convierte nuevamente en agua superficial.

Parte del agua subterránea se encuentra muy profundo en el lecho de roca y puede permanecer ahí durante milenios. Estos depósitos de agua o acuíferos, generalmente se explotan como fuente de agua potable o de riego mediante la excavación de pozos. Hoy en día, muchos acuíferos están siendo utilizados más rápido de lo que pueden renovarse por la filtración de agua superficial. (*Allen Bateman. 2007*).

#### **4.2.10 Cuenca Hidrográfica**

Área delimitada por un límite topográfico bien definido (parte aguas). Es una zona geográfica donde las condiciones hidrológicas son tales que el agua se concentra en un punto en particular a partir del cual la cuenca se drena. Dentro de este límite topográfico, la cuenca presenta un complejo de suelos, geoformas, vegetación y uso de la tierra". (Fuente: Guía Metodológica para la formulación de Planes de Tratamiento de cauces para el control de inundaciones).

#### **4.2.11 Modelamiento Hidrológico HEC-RAS**

El modelo HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) es un modelo lluvia-escorrentía, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center HEC RAS del U.S. Army Corps of Engineers USACE, que está diseñado para simular el hidrograma de escorrentía que se produce en un determinado punto de la red fluvial como consecuencia de un episodio de lluvia. El antecedente de este modelo, el HEC-1, nació como un modelo de eventos y ha sido considerado por muchos como el modelo más versátil (Bedient y Huber, 1992) y probablemente el más ampliamente utilizado en este tipo de caracterizaciones hidrológicas de avenidas. En este trabajo se ha utilizado el HEC-RAS 3.5.

La simulación de la red de drenaje de una cuenca constituye la base del modelo. Todas las demás opciones están desarrolladas sobre la capacidad de cálculo de hidrogramas en cualquier punto de la cuenca (Viessman y Lewis, 1996). Los componentes del modelo funcionan basados en relaciones matemáticas simples que tratan de representar los procesos que intervienen en la generación y circulación de los hidrogramas de escorrentía, por ejemplo, pérdidas, transformación del exceso de lluvia en caudal de salida de la cuenca, adición del flujo base y circulación del hidrograma por el cauce. El punto de partida, por lo tanto, es la representación distribuida de la cuenca basada en una red ramificada de sistemas hidrológicos-hidráulicos (subcuencas-embalses) conectados por sistemas hidráulicos (cauces).

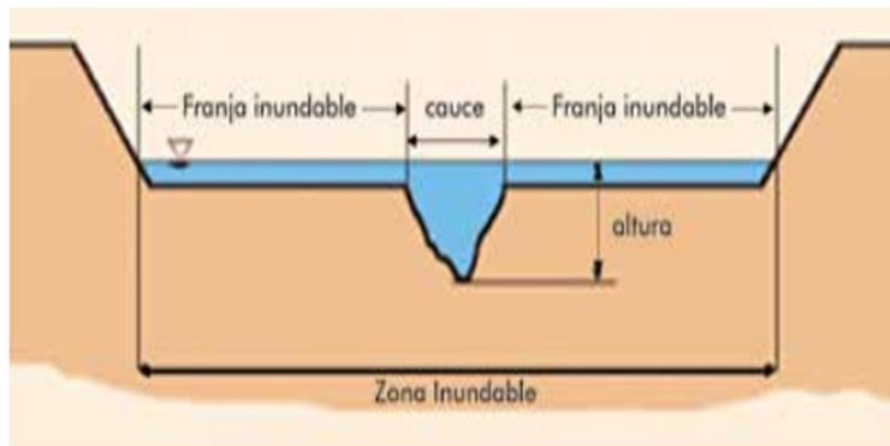
#### **4.2.12 Inundaciones (CENEPRED, 2014)**

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

Ver gráfico siguiente. Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él. A nivel del Perú, mucha de esta información es administrada por el SENAMHI, la cual hace las predicciones y el registro de precipitaciones horaria, así como el monitoreo de los principales ríos de la nación.

**Figura 5:**

*Sección típica simplificada de un río en la que se observa el canal principal, así como las llanuras de inundación.*



Fuente: Adaptado por SNL de: Muguerza-Perello (2003)

### ***Tipos de inundación.***

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen.

## **a.1. Según duración**

### **I. Por su duración Inundaciones dinámicas o rápidas:**

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo. Por ejemplo: los ríos de la cuenca del Océano Pacífico (La Leche, Tumbes, etc.)

### **II. Inundaciones estáticas o lentas:**

Generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de Inundación.

## **a.2. Según su origen**

### **I. Inundaciones pluviales:**

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable. (CENEPRED. 2014).

### **II. Inundaciones fluviales:**

Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias). (CENEPRED. 2014).

#### **4.2.13 Desborde**

Se refiere al fenómeno en el cual un elemento natural, como un río, lago o cuerpo de agua, excede su capacidad de contención y provoca inundaciones, deslizamientos u otros eventos que generan riesgos para las personas, infraestructuras y ecosistemas. Este desborde generalmente está asociado a procesos naturales y, en algunos casos, puede estar agravado por actividades humanas.

Causas comunes del desborde:

- Eventos meteorológicos extremos
- Obstrucciones naturales o artificiales
- Fallos en infraestructuras
- Fenómenos volcánicos

#### **4.2.14 Parámetros de evaluación**

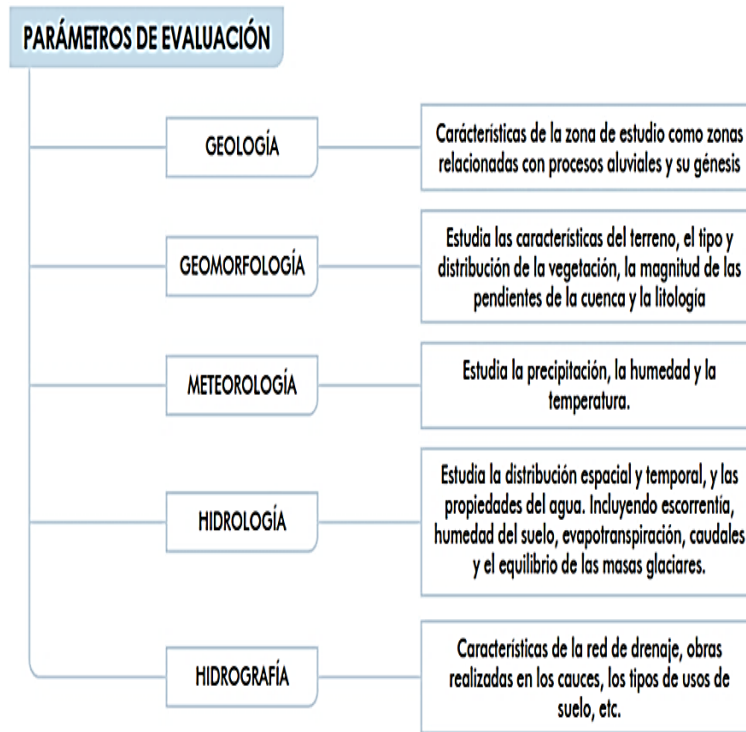
Figura 6, muestra parámetros generales que ayudan a caracterizar el fenómeno de origen natural; el número y complejidad de los parámetros utilizados en un ámbito geográfico específico depende del nivel de detalle (escala) del estudio por lo cual está lista puede variar. (CENEPRED. 2014).

#### **4.2.15 Proceso De Análisis Jerárquico (PAJ)**

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty (1980) (Figura 7) diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que les permite a los actores (tomadores de decisiones) estructurar el problema de forma visual.

**Figura 6**

*Parámetros de evaluación de inundaciones y su descripción según CENEPRED.*



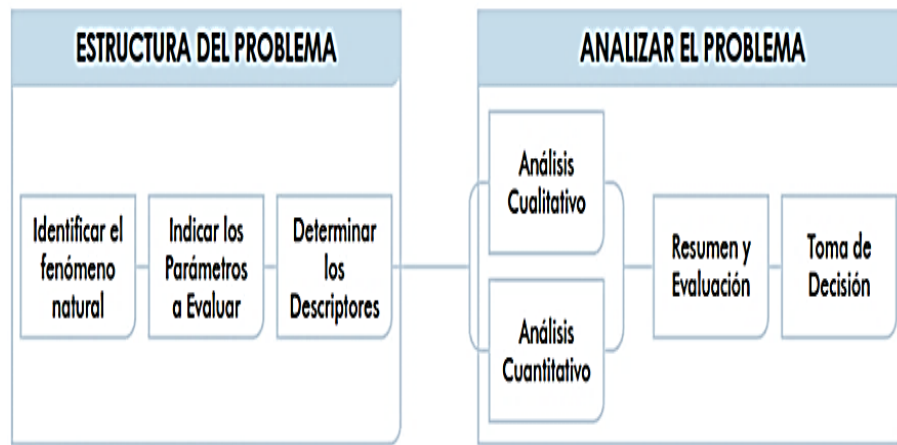
Fuente: Manual para la Elaboración de riesgos originados por Fenómenos Naturales CENEPRED 2014.

Permite combinar lo objetivo, tangible y racional de la ciencia clásica con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano. En este sentido, se puede conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo (Keeney, 1992). El punto central del PAJ es el proceso de asignar ponderación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión y la calificación final de las diferentes alternativas respecto de los criterios seleccionados.

Para la estimación del valor de la importancia relativa de cada uno de los indicadores se recurre a una metodología de comparación de pares, en este caso se empleó el PAJ (Saaty, 1990) por sus ventajas, flexibilidad y por la facilidad de involucrar a todos los actores en el proceso de decisión (Garfi et al., 2011), la escala es la que se muestra a continuación:

**Figura 7**

*Flujo meteorológico para seguir en la toma de decisiones.*



*Fuente:* Toskano – 2005

**Tabla 2**

*Escala de SAATY.*

| ESCALA NUMERICA | ESCALA VERBAL   | EXPLICACIÓN   |
|-----------------|---|---|
| 9               | Absolutamente o muchísimo mas importante que ...  | Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.             |
| 7               | Mucho más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante o preferido que el segundo. |
| 5               | Mas importante o preferido que...   | Al comparar un elemento con otro el primero se considera más importante o preferido que el segundo.                           |
| 3               | Ligeramente más importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.                        |
| 1               | Igual o diferente a ...   | Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.   |
| 1/3             | Ligeramente menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.            |
| 1/5             | Menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo.                        |
| 1/7             | Mucho menos importante o preferido que ...  | Al comparar un elemento con otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.                  |
| 1/9             | Absolutamente o muchísimo   | Al comparar un elemento con otro el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.             |
| 2, 4, 6, 8      | Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores. |   |

*Fuente:* Saaty (1980), Manual para la Elaboración de riesgos originados por Fenómenos Naturales CENEPRED 2014).



Para obtener estos ponderados son necesarios respuestas (numéricas o verbales) a una serie de preguntas que comparan dos parámetros o dos descriptores a una serie de preguntas; Toskano (2005), presenta algunas de las ventajas del PAJ (procesos de análisis jerárquico) frente a otros métodos de Decisión Multicriterio y son:

- Presenta un sustento matemático;
- Permite desglosar y analizar un problema por partes;
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de equipos multidisciplinares y generar un consenso;
- Permite verificar el índice de consistencia (IC) y hacer las correcciones, si fuere el caso;
- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad;
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos

matemáticos de optimización.

Tabla 3

*Aplicaciones usuales del proceso de análisis jerárquico PAJ.*

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Planificación Estratégica    | Formulación de Políticas              |
| Planificación Territorial    | Gestión Ambiental                     |
| Planificación por Escenarios | Análisis Costo - Beneficio            |
| Evaluación de Planes         | Formulación de Estrategias de Mercado |
| Optimización de Procesos     | Asignación de Recursos, etc.          |

*Fuente:* Manual para la Elaboración de riesgos originados por Fenómenos Naturales CENEPRED 2014).

### 3.2.16 Susceptibilidad

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico). (CENEPRED, 2014).

Según Santangelo et al. (2011), la susceptibilidad no considera la probabilidad temporal del evento (por ejemplo, cuándo o con qué frecuencia pueden ocurrir los eventos peligrosos). Dicho enfoque es usado en estudios donde es difícil obtener suficiente información sobre la probabilidad temporal de la ocurrencia del evento.

Las áreas susceptibles a inundaciones deben detectarse no solo para implementar estrategias adecuadas de planificación y gestión del territorio, sino también garantizar las medidas de emergencia rápidas y efectivas. (Liuzzo, Sammartano, y Freni, 2019).

### ***Factores condicionantes***

Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, los cuales contribuyen de manera favorable o no, al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial (CENEPRED, 2014).

Los factores condicionantes, que potencian o intensifican los fenómenos naturales, básicamente son los parámetros topográficos y variables que contribuyen a la menor o mayor generación de escorrentía, como el tipo de suelo o la cubierta vegetal del terreno. (Lario y Bardají, 2016).

### ***Factores desencadenantes***

Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico (Cenepred, 2014).

Según Ollero (1997) y Adhikari et al. (2010), los factores desencadenantes de inundaciones fluviales pueden estar relacionados con diversas causas tales como: precipitaciones persistentes, lluvias intensas de corta duración, fusión de nieve y hielo, descarga de aguas represadas por glaciares, procesos de remoción en masa, rotura de embalses e infraestructura hidráulica y crecidas asociadas a erupciones volcánicas (Citado en Rojas, Mardones, Arumí, y Aguayo, 2014)

#### **4.2.17 Riesgo**

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (2010) define riesgo como “la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un período específico y un área conocida.” El riesgo se evalúa en función  $f()$  del peligro y la vulnerabilidad (CENEPRED, 2014). Esta se presenta en la Ecuación 1.

$$R_{iet} = |f(P_i, V_e)|t \quad (1)$$

Donde:

$R$  = Riesgo

$f$  = En función

$P_i$  = Peligro con la intensidad mayor o igual a  $i$  durante un período de exposición " $t$ "

$V_e$  = Vulnerabilidad de un elemento expuesto " $e$ "

#### **4.2.18 Influencia del Cambio Climático.**

En el año 2023, la costa norte y centro de nuestro país se ha visto afectado por las lluvias de extrema intensidad, cuya ocurrencia se intensificó debido a la formación de un ciclón de características tropicales, nombrado como “Yaku” por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

En ese sentido, los impactos negativos de este fenómeno en el Perú serían: lluvias excesivas que causan inundaciones y desborde de los ríos en la costa Norte; deficiencias de lluvias en la sierra sur del Perú. Cabe recordar que el ciclón Yaku ha generado el colapso de ríos y la presencia de inundaciones en distintas zonas del norte peruano. Además de la declaratoria de Lima en alerta roja por el incremento de los caudales en los ríos Rímac, Chillón, Huaycoloro y Lurín, que activaron alrededor de 27 quebradas originando desbordes y huaicos en Chosica, Chaclacayo, Huaycán, Punta Hermosa y otros distritos.

Además, estas condiciones climáticas extremas están determinadas por factores humanos, como el crecimiento de la población y las actividades productivas que agravan el cambio climático por la contaminación, especialmente de gases de efecto invernadero.

Finalmente, si bien el ciclón “Yaku” disminuyó su influencia, en los recientes eventos climáticos extremos en el Perú, la ocurrencia de lluvias intensas o fenómenos similares continuará, siendo una amenaza latente y posiblemente más frecuente en el futuro debido al Cambio Climático, por lo que es necesario que la sociedad y el Estado peruano, adopten medidas para reducir los riesgos estructurales y así minimizar sus impactos negativos.

### **4.3. Variables**

#### **4.3.1. Variables Independientes**

- Estudio Geológico e Hidrológico

#### **4.3.2. Variables Dependientes**

- Nivel de Riesgo

#### **4.3.3. Variable Interviniente**

- Desborde e Inundación

## 4.4 Operacionalización de Variables

Tabla 4

Operacionalización de variables e indicadores.

| OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES  |  |   |  |   |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| VARIABLE                         | DIMENSION                                | INDICADOR   | UNIDAD DE MEDIDA   |   |
| Estudio geológico e hidroológico | Geomorfología                            | Pendiente del terreno   | Rangos (0-2, 2-4, 4-8, 8-15, 15-25, ...)   |   |
|                                  |  | Paisajes y subpaisajes  | Mapa Geomorfológico y fisiográfico   |   |
|                                  | Estratigrafía                            | Rumbos buzamientos, espesor   | Columna estratigráfica   |   |
|                                  | Litología                                | Composición Formaciones Geológicas  | Mapa Geológico   |   |
|                                  | Parámetros morfométricos                 | Área de la cuenca, Perímetro, Factor de forma, Longitud Axial, Ancho Medio, pendiente media, curva hipsométrica, Relieve, Drenaje, forma, pendiente, tiempo de concentración. | km, msnm, grado de pendiente   |   |
|                                  | Hidrogeología                            | Permeabilidad, Infiltración y escorrentía   | m/día, relación precipitación infiltración de suelos   |   |
|                                  | Precipitación Media Anual                | Clasificación climática   | Isohietas, Isotermas, Humedad relativa   |   |
| Desborde e Inundación            | Precipitación Máxima                     | Hietograma de intensidad máxima   | Intensidad de precipitación mm/día   |   |
|                                  | Generación de Caudales                   | HEC-HMS, HU triangular  | Caudal máximo m3/seg.  |   |
|                                  | Análisis Morfohidraulico                 | HEC RAS, modelamiento hidráulico  | Velocidad y altura de flujo  |   |
|                                  | Periodos de retorno                      | para 10 25, 50, 100, 250, 500, 1000 años  | Caudal máximo m3/seg.  |   |
|                                  | Caudal Máximo                            | Caudal Extraordinario   | m3/s, para socavación, volumen de transporte de sedimentos, delimitación de área de desborde |   |
| Nivel de riesgo                  | Cobertura vegetal y uso de suelo         | Mapa de Uso de Suelo (UGI)  | Textura de suelo   |   |
|                                  |  | Mapa de Cobertura Vegetal   | Curva N  |   |
|                                  | Peligro                                  | Susceptibilidad del terreno   | Factores Condicionantes  | Geomorfología, Geología, hidrología                                 |
|                                  |  |   | Factores Desencadenantes   | Hidrometeorológicos   |
|                                  |  | Análisis de Elementos Expuestos   | Dimensión Social   | Población, salud, educación   |
|                                  |  |   | Dimensión Económico  | Agricultura, comercio y turismo, transporte                         |
|                                  |  | Dimensión Ambiental   | Recursos naturales renovables y no renovables  |   |
|                                  |  | Niveles de Peligrosidad por Inundación  | Alto, Medio, Bajo  |   |
|                                  | Vulnerabilidad                           | Elementos Expuestos Susceptibles a inundación   | Dimensión Social   | Población - grupo etareo, Instituciones educativas, postas de salud |
|                                  |  |   |  | Localización de la edificación                                      |
| Dimensión Económico              |  |   | Servicio básico de agua potable y saneamiento  |   |
|                                  |  |   | Servicios de las empresas eléctricas expuestas   |   |
|                                  |  | Dimensión Ambiental   | Área agrícola  |   |
|                                  |  |   | Servicio de telecomunicaciones   |   |
|                                  |  |   | Deforestación  |   |
|                                  |  |   | Pérdida de suelo   |   |
|                                  |  | Pérdida de agua   |  |   |
|                                  |  | Pérdida de suelo  |  |   |
|                                  |  | Pérdida de agua   |  |   |
|                                  | Niveles de Vulnerabilidad por Inundación |   |  |   |
|                                  | Niveles de Riesgo por inundación         | Mapa de Riesgo  |  |   |

## **CAPÍTULO V METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 5.1 Metodología De La Investigación

**5.1.1 Enfoque de la tesis:** Mixto, porque recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación para responder a un planteamiento del problema. *(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. – 2018. Metodología de la Investigación)*

**5.1.2 Alcance de la tesis:** Correlacional y descriptivo

- Correlacional porque nos permite analizar y estudiar la relación que hay entre los hechos y las variables con el fin de conocer su nivel de influencia que podría tener en la comunidad Curamba. *(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. – 2018. Metodología de la Investigación)*
- Descriptivo porque consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos como son y se manifiestan. Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. *(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. – 2018. Metodología de la Investigación)*

**5.1.3 Tipo y Diseño de la Investigación:**

- Tipo transversal porque la toma de variables e indicadores se da en un momento determinado de tiempo. *(Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. – 2018. Metodología de la Investigación)*

- Diseño No experimental porque el investigador no manipula deliberadamente las variables independientes, sino que observa y analiza los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural. En este tipo de estudio, las relaciones entre variables se establecen a partir de la observación, sin intervenir directamente en el entorno o las condiciones del fenómeno estudiado. *(Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. – 2018. Metodología de la Investigación).*

## **5.2 Etapas De La Investigación:**

El trabajo se desarrollará en tres etapas:

### **A. Fase de Recopilación y Evaluación de Información bibliográfica.**

Basado en la búsqueda de información secundaria, escrita y gráfica antecedente de estudios similares, programas más adecuados a aplicar, conocimiento general de la geología regional en base a cuadrángulos 27r y 28r del lugar, preparación de información base preliminar y el planeamiento de logística adecuada para el acopio de información primaria de campo necesaria para el cumplimiento de los objetivos trazados.

**B. Fase de campo.** Esta estará configurada de acuerdo a las condiciones de avance del documento, comenzando con la delimitación y reconocimiento y cartografiado de unidades geológicas y lineamientos estructurales (fracturas, pliegues fallas, orientación de estratificaciones etc); reconocimiento de unidades geomorfológicas; el inventario de peligros geológicos (remoción en masa, zonas de desborde e inundación, etc); plan de levantamiento topográfico (Dron con cámara multiespectral) para el cartografiado de elementos expuestos y modelamiento hidráulico, y finalmente la realización de fichas de EDAN (evaluación de daños y análisis de necesidad), llenado de cédulas censales para grupo etario y análisis socio económico.



**C. Fase final de gabinete.** Según el análisis de los resultados campo y laboratorio, esta se transcribirá en formato gráfico a través de mapas de zonificación de las variables dependientes e independientes, y delimitación de áreas por nivel de color de las zonas de riesgo y vulnerabilidad sustentado en base a descriptores cuantitativos y cualitativos, presentados en Tablas

### **5.3 Población.**

La población considerada abarca el área física de la cuenca del río Miskiuno, la cual se encuentra delimitada por su línea divisoria de aguas y cubre una superficie de 4.04 km<sup>2</sup>.

La población total de la comunidad de Curamba-Tumibamba es de 206 personas, dividida en los siguientes grupos etarios:

- Niños y adolescentes (0 a 17 años): 58 personas
- Adultos (18 a 59 años): 111 personas
- Adultos mayores (60 años en adelante): 37 personas

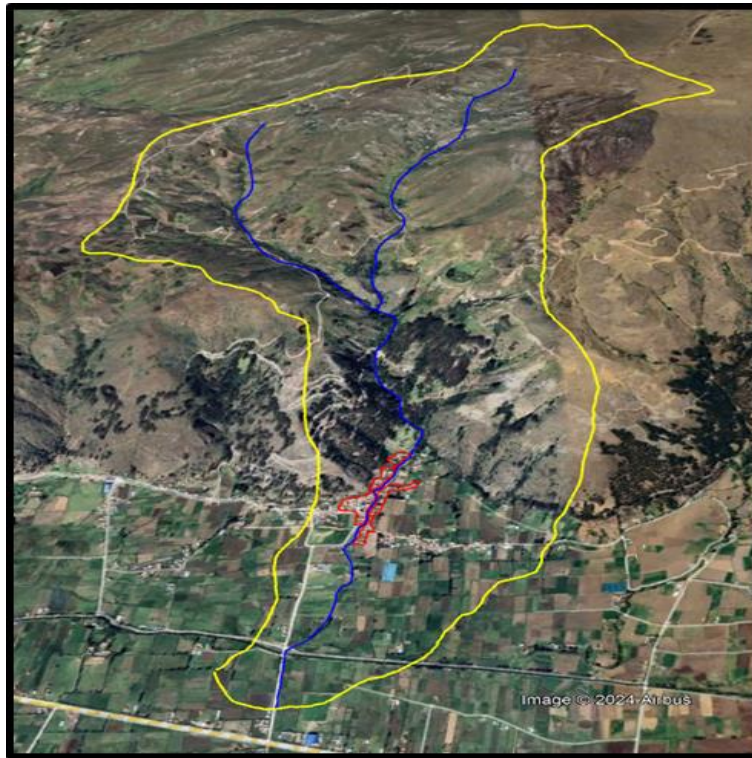
Hay un total de 68 viviendas pertenecientes a la comunidad de las cuales 23 viviendas se encuentran en el área de influencia directa a las inundaciones fluviales por desborde del río Miskiuno, la tipología de las viviendas gran parte son con paredes de adobe y pocas son de material noble.

### **5.4. Unidad De Análisis.**

La tesis de investigación tiene como unidad de análisis la cuenca del río Miskiuno, con un área superficial de 4.04 km<sup>2</sup>, una longitud axial de 3.93 Km del desarrollo y un cauce de río principal de alto ángulo 25° rodeada de laderas muy pronunciadas de hasta 60°, que hacen que existan graves problemas de desborde e inundación ante lluvias intensas, hacia las zonas bajas de la cuenca, afectando directamente a población del sector Curamba, así como áreas de producción agropecuaria aledañas al cauce.

**Figura 8**

*Imagen descargada de vista aérea del ámbito de estudio.*



Nota: Adaptado Google Earth

## **5.5 Técnicas de procesamiento de Datos, Análisis e Interpretación de Resultados.**

Toda la información, adquirida y generada de tipo cualitativos o cuantitativos, serán procesados con el uso de herramientas estadísticas y convertidas a diagramas. Mediante el uso de ecuaciones complejas encriptadas en programas como HEC-HMS, EasyFit, IBER, etc., y en formatos alfanuméricos del ArcGIS, permitirá la construcción de escenarios de riesgo y vulnerabilidad ante procesos de inundación. Así mismo se utilizará de manera amplia hojas de cálculo Excel y para la redacción del informe el Word. Así mismo cabe indicar, que cada proceso, estará estrictamente supervisado por el asesor de tesis, siguiendo las normativas vigentes, en el caso de riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos, por del CENEPRED.

## **CAPÍTULO VI CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA ESTUDIO**

## 6.1 Ubicación.

### 6.1.1 Ubicación Política

La zona del proyecto de tesis, se encuentra ubicada políticamente en:

Tabla 5

*Ubicación política del área de estudio.*

|                            |                      |                     |
|----------------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Ubicación política:</b> | Comunidad Campesina: | Curamba - Tumibamba |
|                            | Distrito:            | Zurite              |
|                            | Provincia:           | Anta                |
|                            | Departamento:        | Cusco               |

**Figura 9:**

*Fotografía de las calles afectadas por huaycos en la CC. Curamba.*



**Figura 10:**

*Fotografía del material arrastrado y acumulado en las calles afectadas por desborde del río Miskiuno.*



**Figura 11:**

*Fotografía de la vista panorámica del centro poblado de Curamba.*



### 6.1.2 Ubicación Geográfica

Geográficamente el área de estudio delimitada por su interfluvio se encuentra ubicada por su centroide por las coordenadas geográficas siguientes:

Tabla 6:

*Ubicación geográfica de la cuenca Miskiuno.*

|                             | Coordenadas Geográficas |                |
|-----------------------------|-------------------------|----------------|
|                             | Latitud Sur             | Longitud Oeste |
| <b>Ubicación Geográfica</b> | 13° 30' 34.01''         | 72° 15' 6.42'' |
|                             | Coordenadas UTM         |                |
|                             | Este                    | Norte          |
|                             | 797,515                 | 8' 504,840     |
|                             | Altitud media:          | 3754,1 msnm    |
|                             | Datum:                  | WG 84S         |
|                             | Franja:                 | 18 L           |

### 6.1.3 Ubicación Hidrográfica

Tomando como Nota de información secundaria publicada por la Autoridad Nacional del Agua, (ANA), la cuenca del río Miskiuno, se encuentra dentro de la unidad hidrográfica siguiente:

Tabla 7

*Ubicación hidrográfica de la cuenca Miskiuno.*

|                               | Unidad Hidrográfica                     | Código Pfafstetter |
|-------------------------------|---|--------------------|
| <b>Ubicación Hidrográfica</b> | Región hidrográfica del río Amazonas:   | 4                  |
|                               | Intercuenca Alto Amazonas:              | 49                 |
|                               | Cuenca hidrográfica del río Ucayali:    | 499                |
|                               | Cuenca del río Urubamba:                | 4994               |
|                               | Cuenca 49949:                           | 49949              |
|                               | Cuenca del río Huarcocondo – Hatunmayo: | 499496             |
|                               | Cuenca del río Pitumayo:                | 4994964            |

## 6.2 Acceso

Para llegar a la comunidad campesina de Curamba – Tumibamba y de ahí a la cabecera de la cuenca del río Miskiuno, se prosigue por la siguiente ruta:

Tabla 8

*Accesibilidad a la cuenca del río Miskiuno..*

| <b>Tramo</b>                        | <b>Distancia (Km)</b> | <b>Tiempo (horas)</b> | <b>Tipo de Vía</b> | <b>Estado de la Vía</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Cusco - CC Curamba-Tumibamba        | 58 Km                 | 50 min                | Asfaltada          | Buena                   |
| CC. Curamba - Límite de cuenca alta | 6 km                  | 20 min                | Trocha carrozable  | Regular                 |

**Figura 12:**

*Fotografía de Vía de acceso tipo trocha carrozable parte alta de la cuenca.*



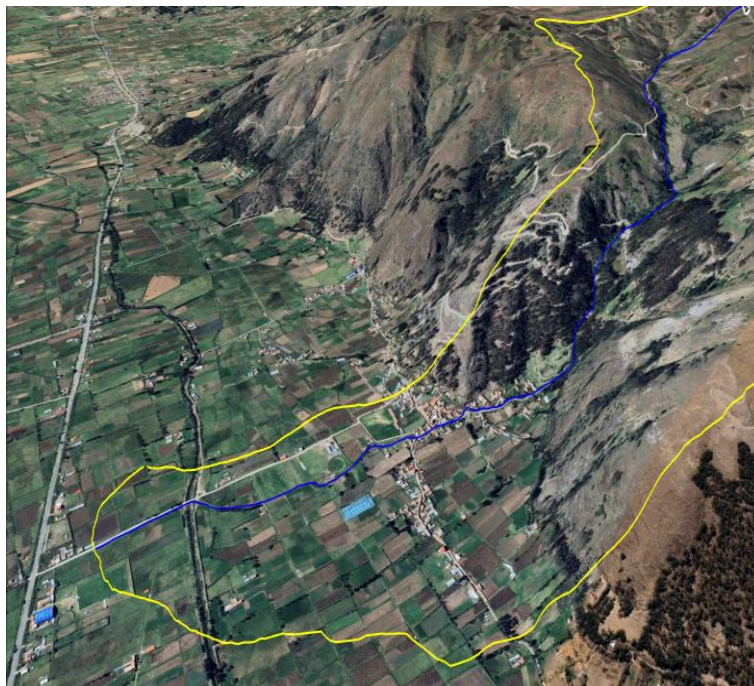
**Figura 13:**

*Fotografía de la vía de acceso margen derecha trocha carrozable.*

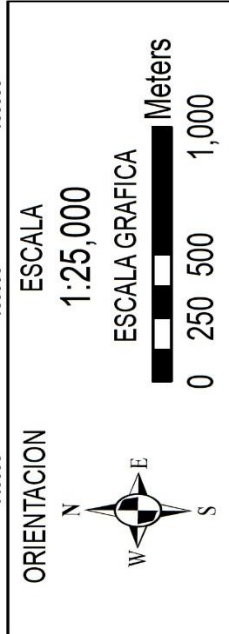
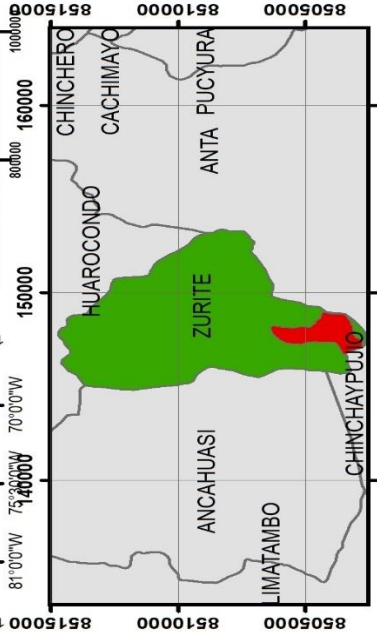
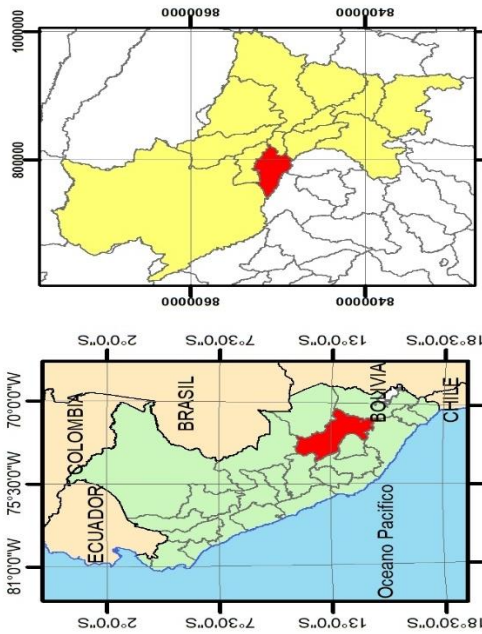


**Figura 14:**

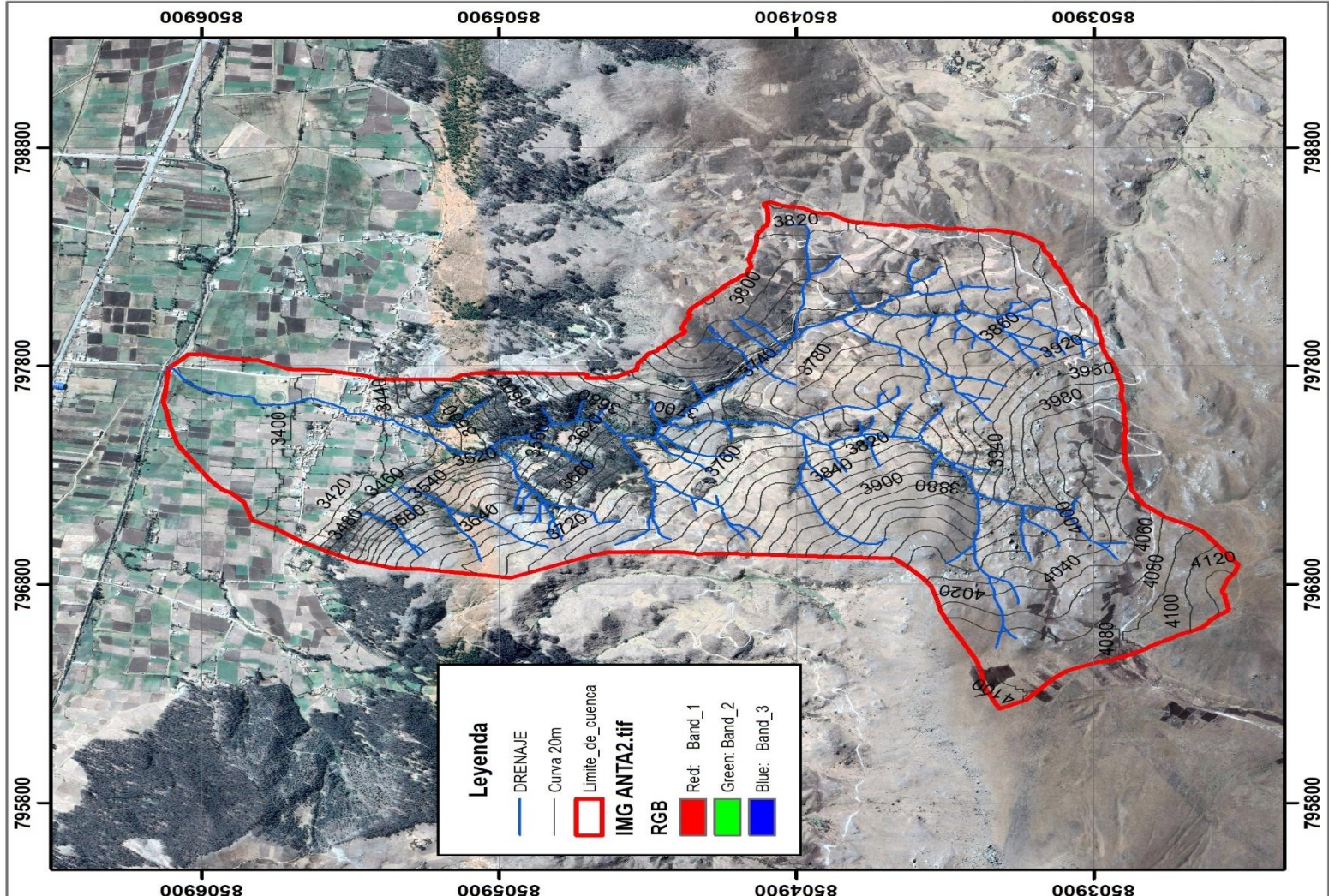
*Fotografía Vista panorámica de la vía de acceso a la zona de estudio.*







|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DESAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO   |                                 |
| FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  |                                 |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA   |                                 |
| PROYECTO:   |                                 |
| ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKINUYOC, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACION DEL SECTOR CURAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |                                 |
| MAPA:   | UBICACION                       |
| ELABORADO:  | PROCESADO                       |
| UBICACION:  | Bach. Yuliana Pezo Puma         |
| S.C.  | Bach. Raymundo Fajar Humananica |
| DIST  | Zurite                          |
| PROV  | Anta                            |
| DEP   | Cusco                           |
| Escala de Trabajo: Indicada   |                                 |
| Fecha de Impresión: A4  |                                 |
| UTM WGS84 Z 18  |                                 |
| <b>01</b>   |                                 |



## 6.3 Geomorfología De La Cuenca

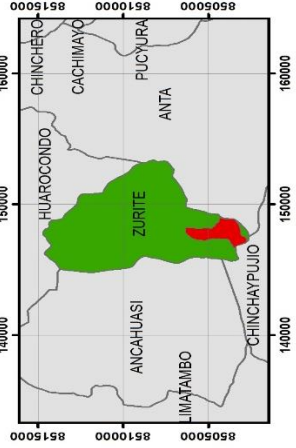
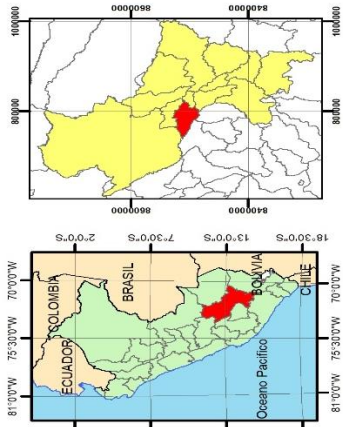
### 6.3.1 Geomorfología Local

Para la denominación de las formas de relieve, parte de la identificación del relieve a través de la **pendiente**, seguido de la clasificación de las grandes unidades de paisaje fisiográfico, las subunidades de paisaje y finalmente llegar a la clasificación de las unidades geomorfológicas. En el siguiente epígrafe se detalla la secuencia.

**Figura 15:**

*Fotografía de la vista de la geomorfología de la parte media de la cuenca del río*





### LEYENDA

- ⦿ centros poblados
- Curva 20m
- DRENAJE
- Limite de cuenca
- red\_vial\_vecinal\_dtc20
- Pav. Asfáltado

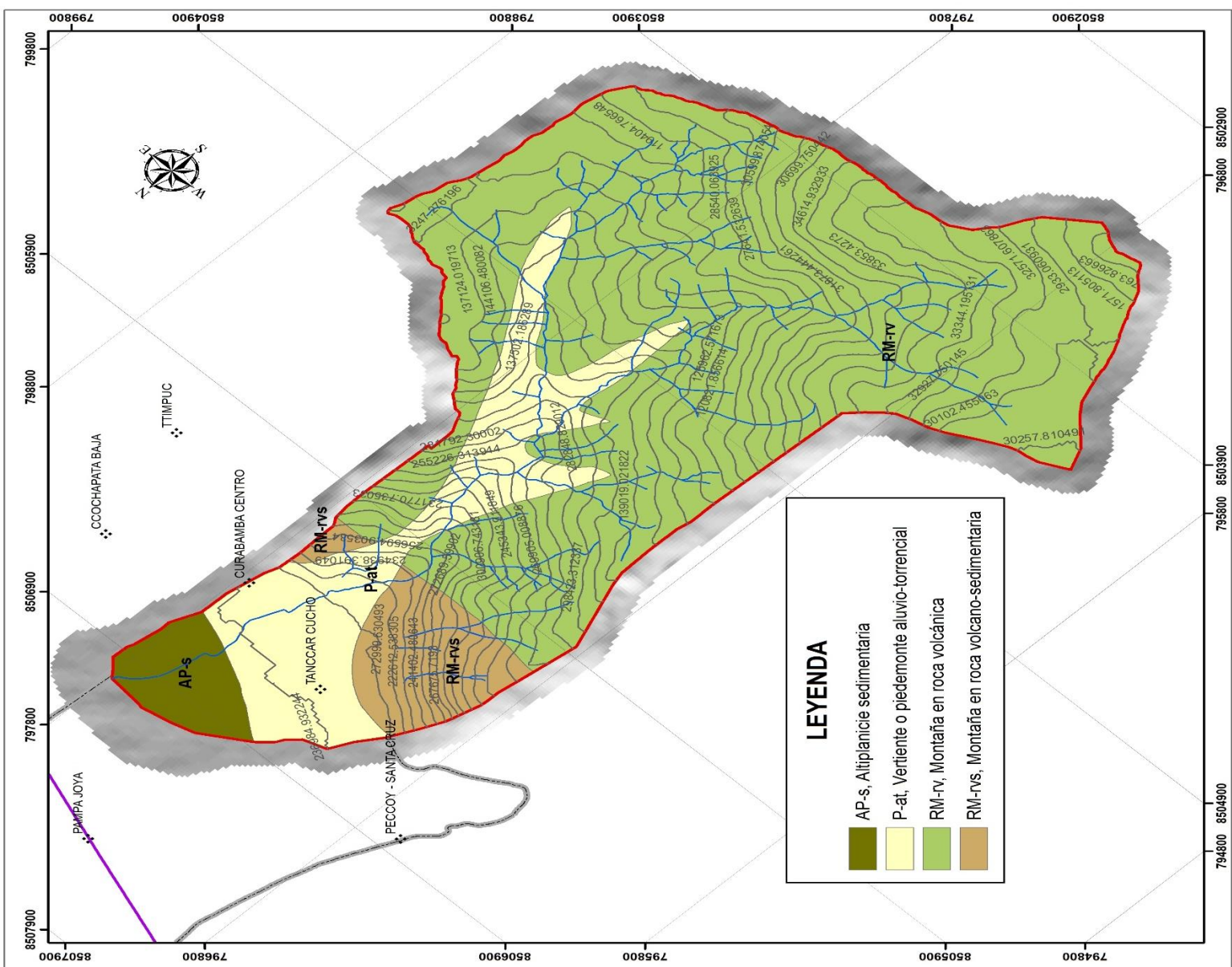
ORIENTACION

ESCALA 1:15,000

ESCALA GRAFICA

Mts.

|  |   |
|--|---|
|  |   |
| <b>PROYECTO:</b><br>ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKINTI Y OC. PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESDORRE E INUNDACION DEL SECTOR CURAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |   |
| <b>MAPA:</b>   |   |
| <b>ELABORADO:</b>  | <b>PROCESADO</b>  |
| UBCACION:<br>S.C.<br>DIST.<br>PROY.<br>DEP.  | Bochi, Yuliana Pazo Puma<br>Bochi, Raymundo Rojas Huamanian<br>Curamamba<br>Zurite<br>Anta<br>Cusco |
| <b>GEOMORFOLOGICO</b>  |   |
| EN SIG<br>MAPA N°<br>Escala de Trabajo: Indefinida<br>Fecha: Junio 2024<br>UTM WGS84 Z 18  |   |



### 6.3.1.1 Pendiente de la Cuenca.

Dentro de la descripción de la geomorfología, de la cuenca, la interpretación del relieve por sus ángulos de inclinación juega un papel importante en el ciclo hidrológico de escurrimiento y retención, de la precipitación, para ello se ha utilizado imagen DEM de ALOS PALSAR 12.5 de pixel; la denominación de los tipos de pendiente se ha obtenido de los manuales de riesgo geológico, publicados por el INGEMMET (Tabla 9), obteniendo los resultados siguientes (Tabla 10):

**Tabla 9:**






*Denominación de los tipos de pendiente.*

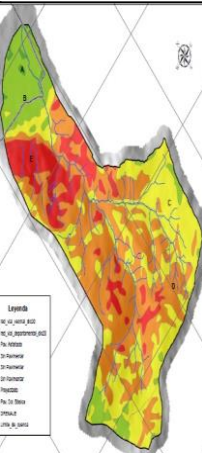
| Clase de Pendiente | Denominación | Pendiente (grados) |
|--------------------|--------------|--------------------|
| A                  | Muy Llano    | 0° - 1°            |
| B                  | Suave        | 1° - 5°            |
| C                  | Moderado     | 5° - 15°           |
| D                  | Fuerte       | 15° - 25°          |
| E                  | Muy Fuerte   | 25° - 45°          |
| F                  | Abrupto      | 45° - 75°          |
| G                  | Acantilado   | 75° - 90°          |

Nota: Adaptado del INGEMMET

**Tabla 10:**

Resumen de la clasificación de pendientes de la cuenca Miskiuno.

| COLOR   | SIMB | GRADIENTE DE PENDIENTE (°) | DESCRIPCION | AREA (M2)  | AREA (%) |
|---|------|----------------------------|-------------|------------|----------|
|  | A    | 00° - 01°                  | Muy Llano   | 22787.0463 | 0.57     |
|  | B    | 01° - 05°                  | Suave       | 492137.707 | 12.29    |
|  | C    | 05° - 15°                  | Moderado    | 1329829.71 | 33.21    |
|  | D    | 15° - 25°                  | Fuerte      | 1632061.17 | 40.76    |
|  | E    | 25° - 45°                  | Muy Fuerte  | 527648.79  | 13.18    |
|   |      |                            |             | 4004464.42 | 100.00   |



De acuerdo a los resultados obtenidos, la cuenca Miskiuno, mayoritariamente tiene un relieve de fuerte pendiente ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) equivalente a (33% y 55.6 %) respectivamente, y que ocupa el 40.76% del área total; seguida de relieves con pendientes moderadas ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ) que ocupan el 33.21% del área de la cuenca; seguido de los relieves de **muy fuerte pendiente** ( $25^\circ$ - $45^\circ$ ) que ocupa el 13.18% de la cuenca y finalmente los relieves entre muy llanos y suaves ( $0^\circ$  a  $5^\circ$ ), ocupan el 12.86% del área de la cuenca y se emplazan hacia las zonas medias bajas a bajas de la cuenca con alta susceptibilidad a inundación.

**Figura 16:**

*Fotografía de la configuración de la pendiente de la zona alta de la cuenca.*



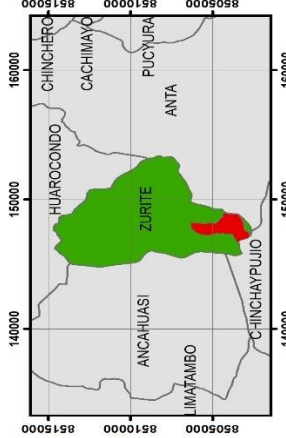
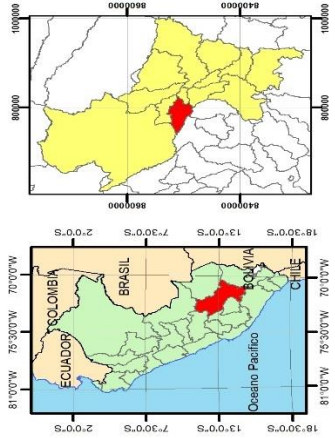
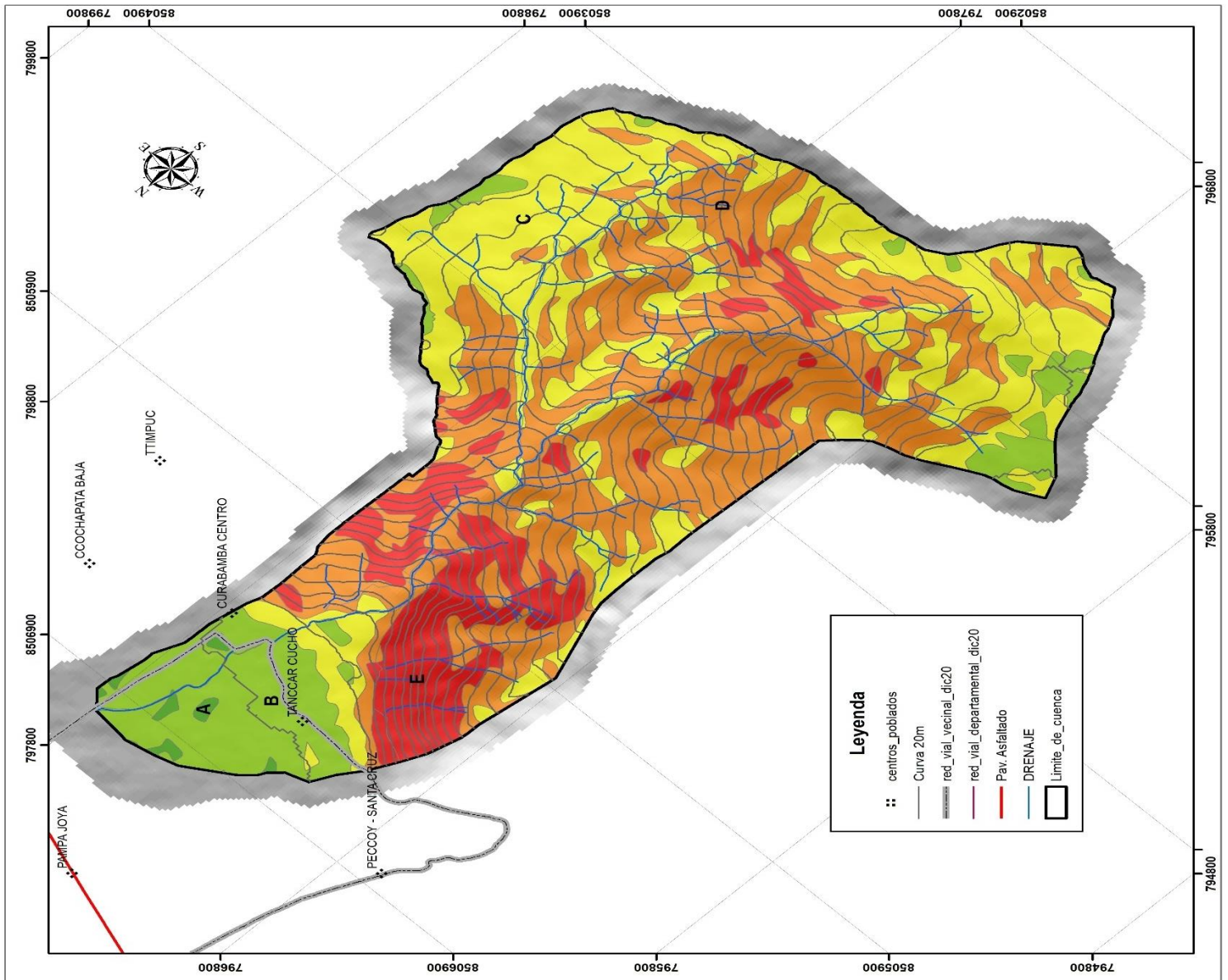
**Figura 17:**

*Fotografía de la vista de la pendiente pronunciada de la cuenca del río Miskiuno.*

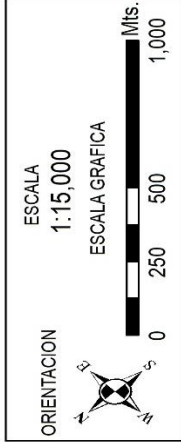


### **6.3.2.2 Unidades de Paisaje Geomorfológico.**

Las unidades geomorfológicas se delimitaron y definieron utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). A través de ello, con la interpretación visual de las imágenes de satélite y visita de campo, se fue generando un mapa base preliminar, que luego fue verificado, corregido y modificado con los datos obtenidos en la información de campo. El mapa geomorfológico preliminar, se elaboró en base al mapa de pendientes y fisiográfico y geológico, que además permitió elaborar la secuencia metodológica y muestreo de campo en diversas localidades del área de estudio.



| centros_poblados |            | GRADIENTE DE PENDIENTE (°) |            | AREA        |          |
|------------------|------------|----------------------------|------------|-------------|----------|
| COLOR            | ÁREA (M2)  | DESCRIPCION                | ÁREA (M2)  | DESCRIPCION | AREA (%) |
| A                | 22787.0463 | Muy Llano                  | 22787.0463 | 0.57        |          |
| B                | 492137.707 | Suave                      | 492137.707 | 12.29       |          |
| C                | 1329829.71 | Moderado                   | 1329829.71 | 33.21       |          |
| D                | 1632061.17 | Fuerte                     | 1632061.17 | 40.76       |          |
| E                | 527648.79  | Muy Fuerte                 | 527648.79  | 13.18       |          |
|                  | 4004464.42 |                            | 4004464.42 | 100.00      |          |



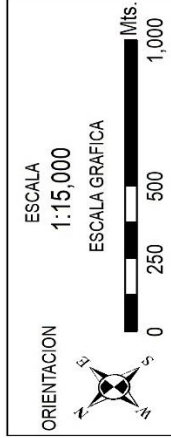
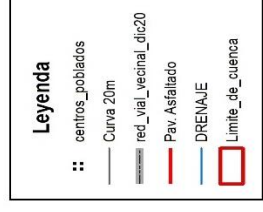
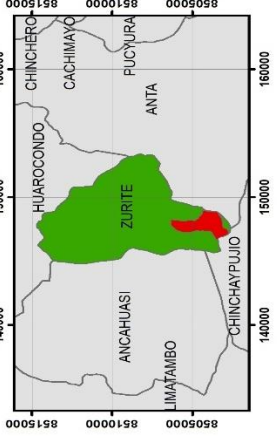
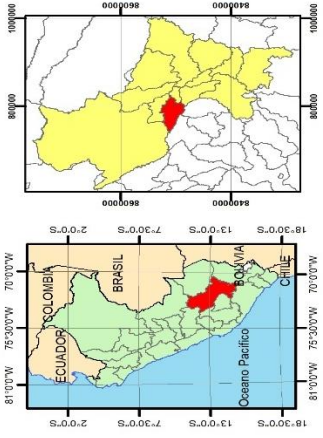
|  |  |                                 |  |
|--|--|---------------------------------|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DESAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  |  | PROCESADO                       |  |
| FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA   |  | EN SIG                          |  |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA  |  | MAPA N°                         |  |
| PROYECTO:  |  |                                 |  |
| ESTUDIO GEOLOGICO EMBROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ARSINTUOC PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE EN UNIDAD DEL SECTOR CURAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |  |                                 |  |
| MAPA:  |  | PENDIENTES                      |  |
| LABORADO:  |  | EN SIG                          |  |
| UBICACION:   |  | MAPA N°                         |  |
| S.C.   |  | CURAMBA                         |  |
| INST   |  | Escuela de Trabajo Inicializado |  |
| PROV   |  | Anta                            |  |
| DIP  |  | Cusco                           |  |
| FECHA:   |  | Junio 2021                      |  |
| PROYECCION:  |  | UTM WGS84 Z 18                  |  |
|  |  | <b>02</b>                       |  |

**Tabla 11:**

*Unidades de geomorfológicas.*

| <b>UNIDAD DE GRAN PAISAJE</b> | <b>ELEMENTOS DE SUB-PAISAJE</b> | <b>UNIDAD FISIOGRÁFICA</b>              |
|-------------------------------|---------------------------------|---|
| PLANICIE INTRA MONTAÑOSO      | Cauce fluvial                   | Cauce fluvial Muy Llano                 |
|                               |                                 | Cauce fluvial Suave                     |
|                               |                                 | Cauce fluvial Moderado                  |
|                               |                                 | Cauce fluvial Fuerte                    |
|                               |                                 | Cauce fluvial Muy Fuerte                |
|                               | Terraza aluvial                 | Terraza aluvial Moderada                |
|                               |                                 | Terraza aluvial Fuerte                  |
|                               |                                 | Fondo de valle Intramontañoso Muy Llano |
|                               |                                 | Fondo de valle Intramontañoso Suave     |
|                               |                                 | Fondo de valle Intramontañoso Moderado  |
| MONTAÑA BAJA                  | Cima de montaña baja            | Cima de montaña baja Suave              |
|                               |                                 | Cima de montaña baja Moderada           |
|                               |                                 | Cima de montaña baja Fuerte             |
|                               |                                 | Vertiente de montaña baja Suave         |
|                               |                                 | Vertiente de montaña baja Moderada      |
|                               | Vertiente de montaña baja       | Vertiente de montaña baja Fuerte        |
|                               |                                 | Vertiente de montaña baja Muy Fuerte    |
|                               |                                 | Pie de montaña baja Fuerte              |
|                               |                                 | Pie de montaña baja Muy Fuerte          |



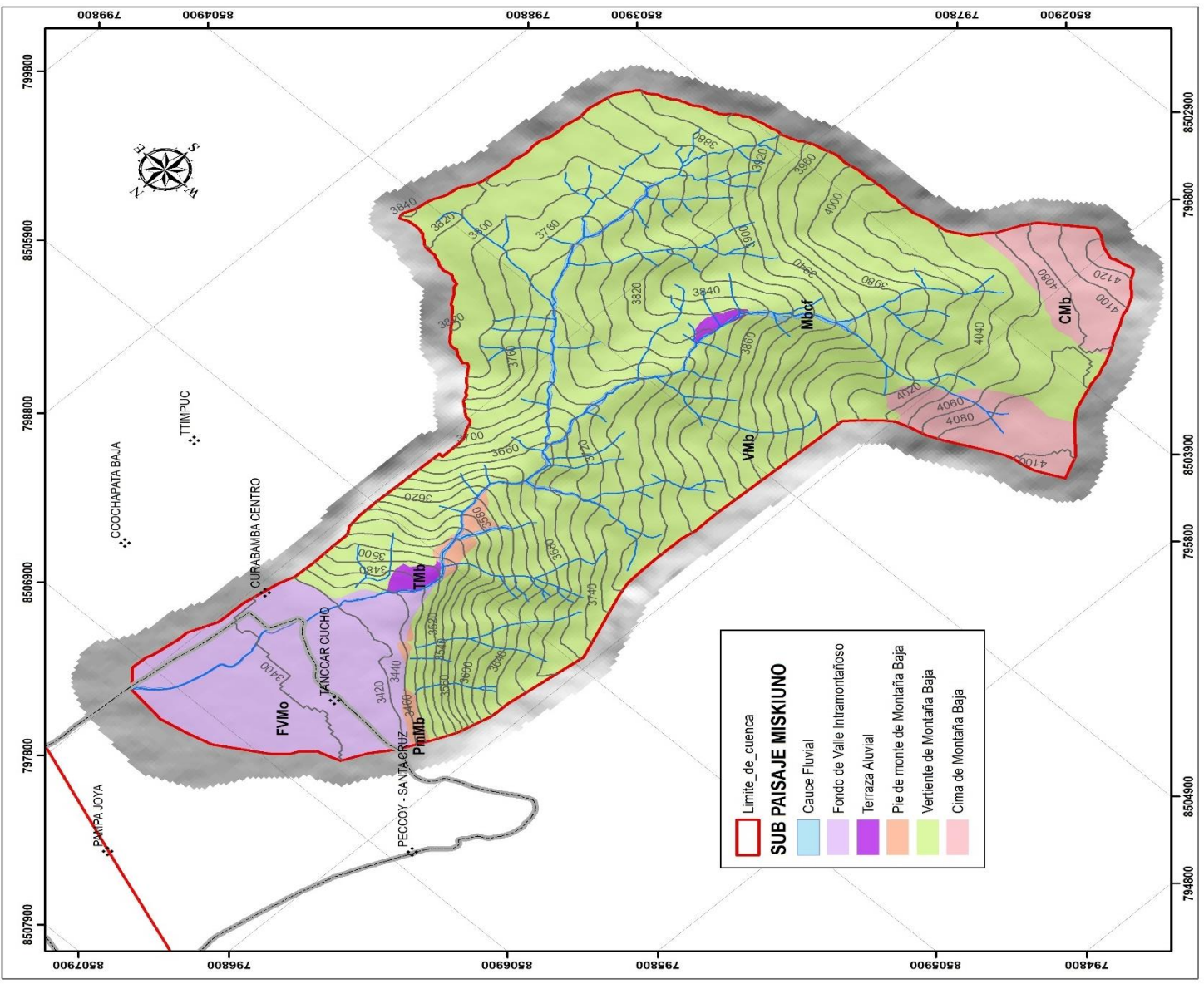


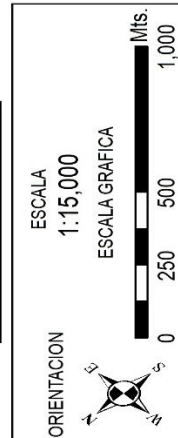
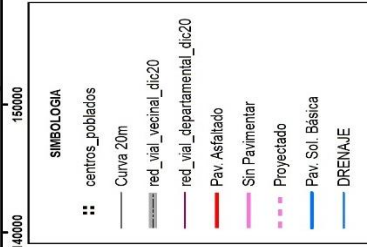
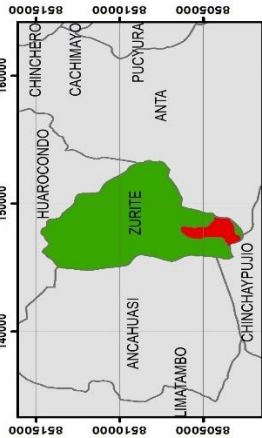
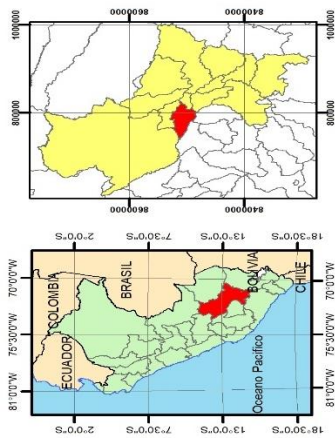
UNIVERSIDAD NACIONAL DESAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

PROYECTO:  
ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO HISSANIYOC PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE EN LA ZONA DEL SECTOR CURAMBAMBA DISTRITO DE ZARILLO, PROVINCIA DE ANTA - 2024

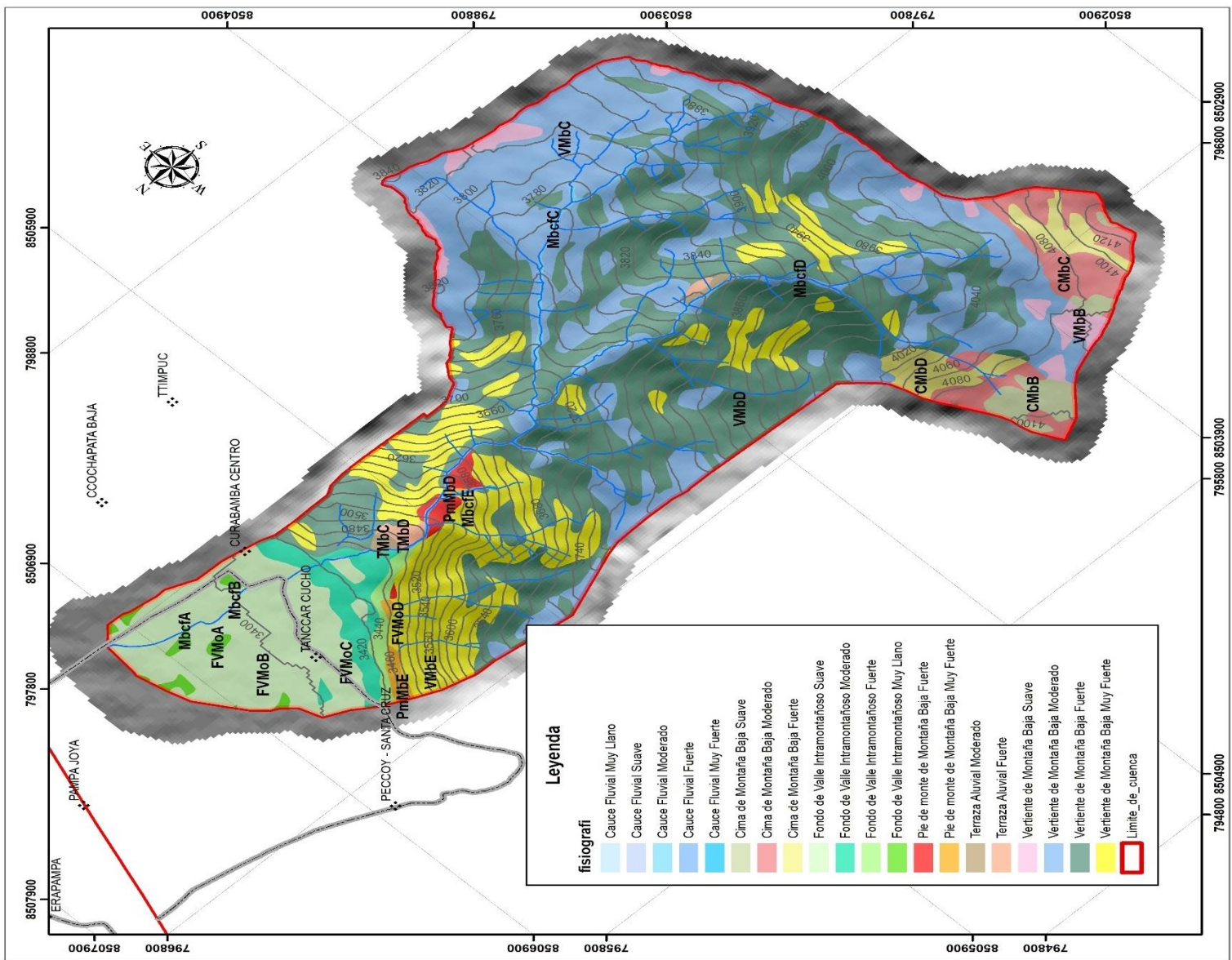
|            |                                      |  |
|------------|--------------------------------------|--|
| MAPA:      | <b>SUBPAISAJE</b>                    |  |
| ELABORADO: | ROCH, YULIANA PAZO PUMA              |  |
| EDUCACION: | ING. EN SIG.                         |  |
| S.C.:      | Roch, Rosamundo Bojar Etnomatemática |  |
| DIST:      | Zarillo                              |  |
| PROV:      | Anta                                 |  |
| DEP:       | Cusco                                |  |
| FECHA:     | Junio 2024                           |  |
| UTM:       | WGS84 / UTM                          |  |

**03**





|   |                                |
|---|--------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DESAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO<br>FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA<br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA  |                                |
| PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISMINUYOC, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESDORRBE EN UNIDAD CON DEL SECTOR CURABAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |                                |
| MAPA: FISIOGRAFICO  |                                |
| ELABORADO:  | PROCESADO                      |
| INGENIERO:  | Bach. Yilina Pazo Panto        |
| S.C.:   | Bach. Royando Bajar Iltamuncca |
| DIST:   | Zurite                         |
| PROV:   | Anta                           |
| DEF:  | Cusco                          |
|   | UTM WGS84 Z 18                 |
|   | EN SIG                         |
|   | MAPA N°                        |
|   | 04                             |



### 6.3.3 Parámetros Geomorfológicos

La respuesta de la precipitación como sistema de entrada dentro del ciclo hidrológico de la cuenca es fundamental, cuya identificación de las características morfométricas diversas, alteran el escurrimiento superficial de salida de los caudales, estas características son propias de la cuenca puede ser su geomorfología, la diversidad litológica, el tipo y uso de suelo, la cobertura vegetal, etc. A continuación, se presentan los principales parámetros geomorfológicos estimados para la cuenca Miskiuno.

**Figura 18:**

*Fotografía de variaciones de altitud en la zona, como pendientes y presencia de vegetación.*



**Figura 19:**

*Fotografía del Relieve de colinas suavemente onduladas, con laderas cubiertas por poca vegetación, erosión hídrica y canales de drenaje convergentes hacia parte baja de la cuenca*

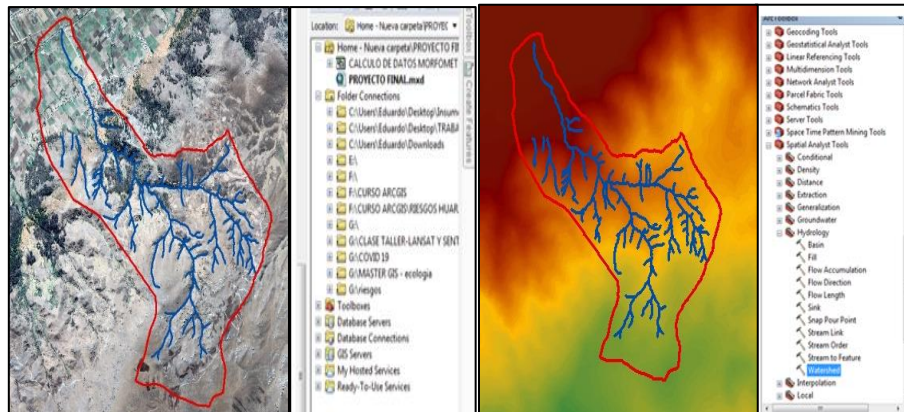


### **6.3.3.1 Insumo cartográfico:**

Para determinar los parámetros geomorfológicos, se seleccionó la hoja correspondiente a la zona del proyecto (27r y 28r), se procedió a proyectar la imagen DEM, y a través de herramientas de Software ArcGis, se empezó a delimitar la cuenca y definir el sistema de drenaje.

**Figura 20:**

*Imagen del modelo de procesamiento de datos ArcGis.*



Nota: Procesado de imagen en ArcGIS.

## A. Elementos relacionados al área y distancia de la cuenca:

**Tabla 12:**

*Elementos de superficie y distancia. cuenca.*

| <b>Parámetros Básicos</b>   | <b>Valor</b> | <b>Unidad</b>   |
|-----------------------------|--------------|-----------------|
| Área de la cuenca(A):       | 4.00         | km <sup>2</sup> |
| Perímetro de la cuenca (P): | 10.26        | km              |
| Longitud de la cuenca (L):  | 3.73         | km              |
| Ancho de cuenca (w):        | 1.07         | km              |

## B. Elementos que expresan la forma de la cuenca.

La forma de la cuenca está representada por los siguientes parámetros

**Tabla 13:**

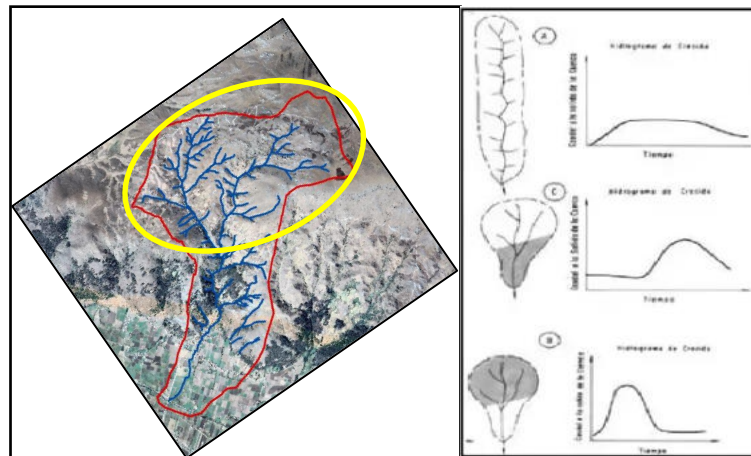
*Parámetros relacionados con la forma de la cuenca Miskiuno.*

| <b>Forma de la cuenca</b>                       | <b>Formula</b>                 | <b>Valor y Unidad</b> |
|---|--------------------------------|-----------------------|
| Factor de forma de la Cuenca (F):               | $F = \frac{A}{L^2}$            | 0.71                  |
| Relación de elongación (R):                     | $R = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$ | 0.605                 |
| Relación de circularidad (Rc):                  | $Rc = \frac{4A\pi}{P^2}$       | 0.69                  |
| Índice de Compacidad o Índice de Gravilias (K): | $K = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$  | 1.45                  |
| Lado Mayor (L):                                 |                                | 4.17 km               |
| Lado Menor (l)                                  |                                | 0.96 km               |

De acuerdo al factor de forma (Ff), la cuenca, es ensanchada hacia la cabecera, de acuerdo al índice de compacidad (Kc), la cuenca es de clase II, de forma oval -redonda a oval oblonga, con altas probabilidades de concentrar crecidas súbitas.

**Figura 21:**

*Relación de la morfología de la cuenca Miskiuno y el caudal para eventos de precipitación.*



Nota: Adaptado de Lux, s.f.

**Tabla 14:**

*Rangos del factor de forma.*

| <b>Factor de forma (valores aproximados)</b> | <b>Forma de la cuenca</b> |
|--|---------------------------|
| <0.22  | Muy alargada              |
| 0.22 a 0.30                                  | Alargada                  |
| 0.30 a 0.37                                  | Ligeramente alargada      |
| 0.37 a 0.45                                  | Ni alargada ni ensanchada |
| 0.45 a 0.60                                  | Ligeramente ensanchada    |
| 0.60 a 0.80                                  | Ensanchada                |
| 0.80 a 1.20                                  | Muy ensanchada            |
| >1.20  | Rodeando el desagüe       |

Fuente: Pérez. 1979

**Tabla 15:**

*Formas de la cuenca según Kc.*

| Clase de Forma | Índice de Compacidad | Forma de la cuenca                     |
|----------------|----------------------|--|
| Clase I        | 1.0 a 1.25           | Casi redonda a oval - redonda          |
| Clase II       | 1.26 a 1.50          | Oval - Redonda a oval oblonga          |
| Clase III      | 1.51 ó más de 2      | Oval - oblonga a rectangular - oblonga |

Fuente: Campos, 1992

### 6.3.4 Parámetros De Relieve:

Permite correlacionar la variación altitudinal de la cuenca, su altitud más frecuente, el grado de madurez de la cuenca, la pendiente media de la cuenca etc, los cuales influyen en el comportamiento hidrológica. En el Tabla siguiente se resumen los valores de relacionados al relieve de la cuenca.

**Tabla 16:**

*Parámetros geomorfológicos de relieve.*

| Altitudes Características              | formula   | valor  | Unidad   |
|--|---|--------|----------|
| Altitud media de la Cuenca:            |   | 754    | m.s.n.m. |
| Altitud más frecuente:                 | 50% área de la cuenca.<br>Nota curva hipsométrica | 797.5  | m.s.n.m. |
| Altitud de Frecuencia media (Em):      |   |        |          |
| e: Elevación media entre dos contornos | $Em = \frac{\sum ae}{A}$                          | 563.25 | m.s.n.m. |
| a: Área entre contornos                |   |        |          |
| A: Área total                          |   |        |          |

**Tabla 17:**

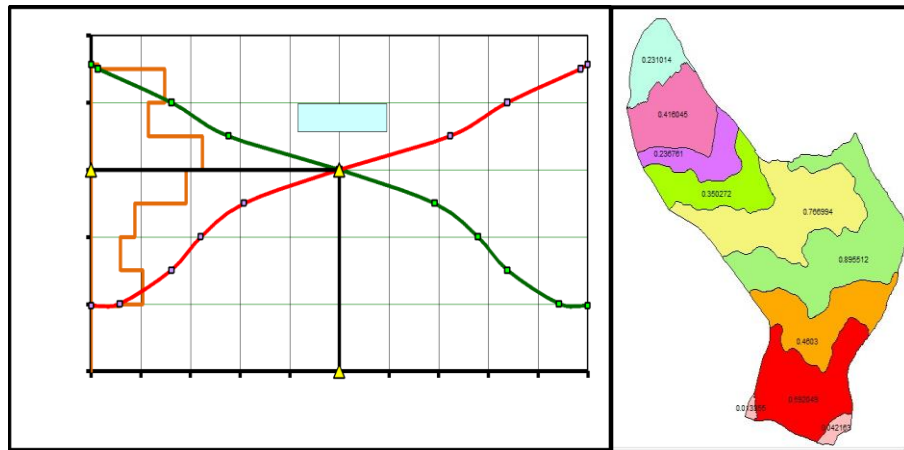
*Hoja de cálculo para parámetros de relieve de la cuenca.*

| COTA | ÁREA ENTRE COTAS | ÁREA ACUMULADA | ÁREA SOBRE COTAS | RECTANG EQUIVALENTE | hi     | hi*área | Bi    | Ahi | (Ahi*Bi)^0.5)1000 |
|------|------------------|----------------|------------------|---------------------|--------|---------|-------|-----|-------------------|
| msnm | Km2              | Km2            | Km2              | NTE                 |        |         |       |     |                   |
| 3395 |                  | 0.00           | 4.00             | -                   | -      | -       |       |     |                   |
| 3400 | 0.231            | 0.23           | 3.77             | 0.24                | 3397.5 | 784.82  | 0.058 | 5   | 0.0005            |
| 3500 | 0.416            | 0.65           | 3.35             | 0.67                | 3450   | 1435.20 | 0.104 | 100 | 0.0032            |
| 3600 | 0.236            | 0.88           | 3.12             | 0.92                | 3550   | 837.80  | 0.059 | 100 | 0.0024            |
| 3700 | 0.35             | 1.23           | 2.77             | 1.29                | 3650   | 1277.50 | 0.087 | 100 | 0.0030            |
| 3800 | 0.766            | 2.00           | 2.00             | 2.08                | 3750   | 2872.50 | 0.191 | 100 | 0.0044            |
| 3900 | 0.895            | 2.89           | 1.11             | 3.02                | 3850   | 3445.75 | 0.224 | 100 | 0.0047            |
| 4000 | 0.4603           | 3.35           | 0.65             | 3.50                | 3950   | 1818.19 | 0.115 | 100 | 0.0034            |
| 4100 | 0.592            | 3.95           | 0.06             | 4.12                | 4050   | 2397.60 | 0.148 | 100 | 0.0038            |
| 4113 | 0.0554           | 4.00           | 0.00             | 4.17                | 4106.5 | 227.50  | 0.014 | 13  | 0.0004            |

### 6.3.4.1 Curva hipsométrica y polígono de frecuencia de altitudes.

**Figura 22:**

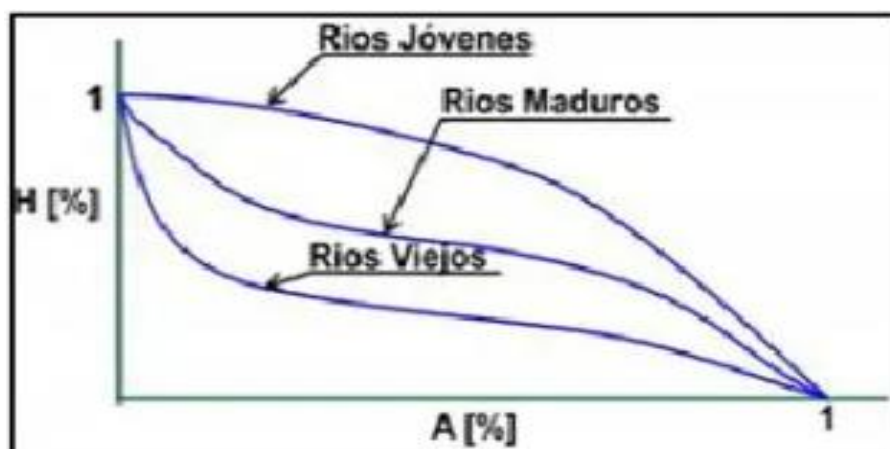
*Curva hipsométrica y polígono de frecuencia de altitudes, imagen de mapa orográfico.*





**Figura 23:**

*Evolución de la cuenca en función de la edad del río.*



Fuente. Gómez, 2011.

Del análisis de resultados, se desprende que la cuenca de Miskiuno, es una cuenca joven con cimas erosiónales onduladas, cauce erosivo rectilíneo de fuerte pendiente y encañonado, cuya altitud entre los 3800 a 3900 msnm, ocupan el 22.37% del área de la cuenca.

### 6.3.4.2 Características de la red de drenaje

**Tabla 18:**

*Parámetros de la red hídrica.*

| PARÁMETROS                                    | SÍMBOLO | VALOR   | UNIDAD   |
|---|---------|---------|----------|
| <b>Parámetros de la Red Hidrográfica</b>      |         |         |          |
| Longitud del Cauce Principal                  | Lp      | 4.00    | km       |
| Pendiente Media del Cauce Principal           | S       | 17.07   | %        |
| Cota Inicial del Cauce Principal              | Hmax    | 4082.00 | m.s.n.m. |
| Cota Final del Cauce Principal                | Hmin    | 3400.00 | m.s.n.m. |
| Longitud Total de Cauces                      | Lt      | 58.17   | km       |
| Nº de Ríos                                    | NºR     | 135.00  | ríos     |
| Altura Media del Cauce Principal              | Hm      | 3741.00 | m.s.n.m. |
| Extensión Media del Escurrimiento Superficial | E       | 0.07    | Km2/Km   |
| Frecuencia de Densidad de Ríos                | Dr      | 33.72   | n/Km2    |
| Densidad de Drenaje                           | Dd      | 14.53   | Km/Km2   |

**Tabla 19:**

*Área vs densidad de drenaje.*

| Densidad de drenaje | Valor de D<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Textura |
|---------------------|-------------------------------------|---------|
| Baja                | < 5                                 | Grosera |
| Media               | 5 – 13.7                            | Media   |
| Alta                | >13.7                               | Fina    |

Fuente: Gómez, 2011.

Se puede observar que el drenaje tiene una pendiente media de 17.07%, con un desnivel de 682 m, así mismo la cuenca del río Miskiuno pese a tener poca área 4.0 km<sup>2</sup>, tiene una distribución de drenaje ALTA, con una densidad de drenaje de 13.7 km de red por cada km<sup>2</sup>.

**Figura 24:**

*Fotografía de la vista de la parte alta del drenaje de la cuenca.*



**Figura 25:**

*Fotografía de la vista de la parte media del drenaje de la cuenca con vegetación pobre.*



**Figura 26:**

*Fotografía de drenaje de la cuenca del río Miskiuno que transcurre por la calle principal de la comunidad.*



## **CAPÍTULO VII GEOLOGÍA.**

## **7.1 Geología Regional.**

Regionalmente el área de estudio se encuentra entre las hojas 27r y 28r, del cuadrángulo de Tambobamba, descrita por Galdos y Carrasco 2002 el año 2019; a nivel regional, esta cuenca mayoritariamente se encuentra sobre el basamento rocoso del grupo Tacaza, del cenozoico y que se extiende hasta el cuaternario actual.

### **7.1.1 Cenozoico**

#### **7.1.1.1 PALEOGENO**

##### **GRUPO TACAZA**

Fue descrito por Galdos y Carrasco 2002, estos afloramientos del Grupo Tacaza, se extienden desde las proximidades del pueblo de Chonta (al extremo NO de la hoja de Tambobamba), hasta el extremo SE de dicha hoja, con dirección SE-NO.

Regionalmente, este grupo, está compuesta por ocho secuencias de unidad; así, por ejemplo: en la base se observan secuencias de brechas, lahares, volcanoclásticos con componentes de calizas subangulosas y clastos de andesitas progresivamente.

En la secuencia superior se observan tobas líticas brechadas y alteradas, los líticos por lo general de lavas andesíticas, matriz de arena y ceniza con buzamiento de hasta 25° SO. (Galdos Huaco & Carrasco Viza, 2002)

Se encuentran con las siguientes unidades:

##### **A.Grupo Tacaza, Volcano sedimentarios (PN-ta/lbrc)**

Secuencias Volcano sedimentarias de color rojizo, intercaladas con niveles delgados de Volcarenitas y tobas lapilli.

## **B. Grupo. Tacaza-toba lítica (PN-ta/tblt)**

### **Toba, Bloques y Ceniza**

Tobas líticas con matriz areno tobácea con componentes polimícticos de hasta 50 cm de diámetro, cementadas a soldadas. Afloran en las inmediaciones del caserío de Totorá, en el tramo Conchacalla Chinchaypujio, en el extremo SE de la hoja en las inmediaciones de la población de Ccapi. (Galdos Huaco & Carrasco Viza, 2002)

## **C. Grupo tacaza, secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbklt)**

### **Toba Cristalolítica Soldada**

Secuencia piroclástica soldada con cristales y líticos centimétricos. De característica polimíctica principalmente plutónicas, subvolcánicas y esporádicos líticos de lavas porfíricas algo rojizas. Se expone en el tramo Cusco-Chinchaypujio, antes de llegar a Chinchaypujio.

### **7.1.2 Cuaternario**

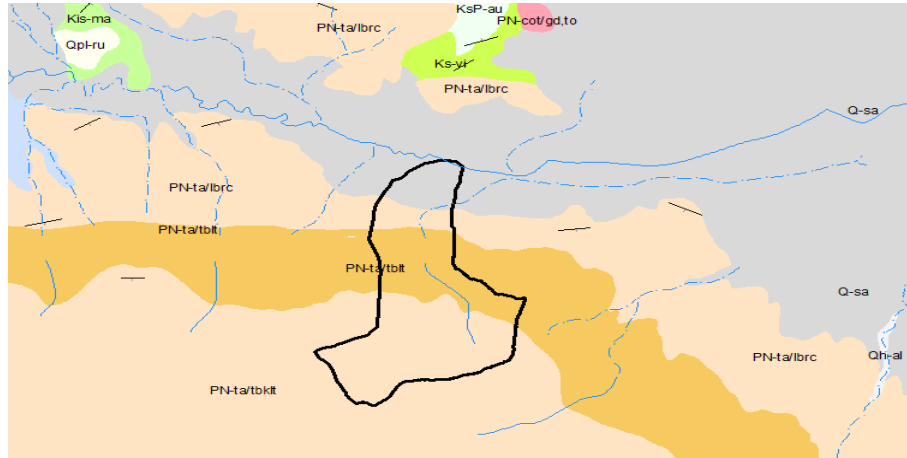
#### ***7.1.2.1 Pleistoceno inferior***

#### **Fm. San Sebastián (Q-sa)**

La unidad geológica más representativa, está conformada por la Formación San Sebastián, definida por Gregory (1916), ubicada en la Depresión de Cusco y Anta. En el Cuadrángulo de Urubamba se la ha reconocido en la Pampa de Piuray-Maras, existiendo también en la Depresión de Anta. Estas presentan una superficie bastante plana sobreyaciendo generalmente a la Formación Chincheros. (Victor, Carlotto; Willy, Gil; José, Cardenas; Richard, Chávez;, 1996).

**Figura 27:**

*Imagen de la distribución regional de unidades geológicas con respecto a la cuenca Miskiuno.*



NOTA: Imagen adaptado de plataforma de Geocatmin

## 7.2 Geología Local

Se ha realizado a nivel detallado en el ámbito de la cuenca, para ello se ha utilizado información secundaria, y primaria a través de imagen satélite, con materiales y equipos referentes a este tema: Brújula, picota, rayador, ácido clorhídrico al 10%, fichas de campo, vistas fotográficas.

**Figura 28:**

*Fotografía de trabajo de campo.*



## 7.2.1 Cenozoico

### 7.2.1.1 Paleogeno

#### Grupo Tacaza

Localmente en la cuenca de estudio, el Grupo Tacaza presenta 3 unidades bien diferenciadas las cuales son Volcano sedimentarios, toba lítica, secuencia tobácea con cristales, descritos a continuación:

#### A. Volcano sedimentarios (PN-ta/lbrc)

Esta secuencia del grupo Tacaza se encuentra hacia la parte baja de la cuenca, y ocupa el 5.38% del área total, su emplazamiento tiene una dirección EW, se caracteriza por presentar afloramientos de material piroclástico tipo lapilli con fragmentos angulosos de 0.5 – 3.8 cm de composición andesítica y piroclástica, con conglomerados, volcarenitas o litoarenitas (>75% de Qz, con fragmentos de tobas). Esta secuencia, presenta un rumbo N78°, con buzamiento general al SE entre 35 a 45°.

#### Figura 29:

*Fotografía de la vista de afloramiento de formación Tacaza miembro 1.*





**Figura 30:**

*Fotografía del material conglomerado del grupo Tacaza miembro 1.*



## **B. Toba lítica (PN-ta/tblt) Toba, Bloques y Ceniza**

Sobreyace a la secuencia volcano sedimentario, se encuentra hacia la parte media de la cuenca, y ocupa el 27.78% del área total, su emplazamiento tiene una dirección EW, se caracteriza por presentar afloramientos de material tobas líticas, cuyos fragmentos líticos son de composición andesítica y arenisca, en matriz tobacea cementada, y los fragmentos cristalinos de cuarzo, Esta secuencia, presenta un rumbo N 97 a 110°, con buzamiento general al Sur entre 13 a 18°.

**Figura 31:**

*Fotografía de la vista de emplazamiento de secuencia de toba lítica.*



**Figura 32:**

*Fotografía de la medida de sus lineamientos estructurales, características litológicas.*

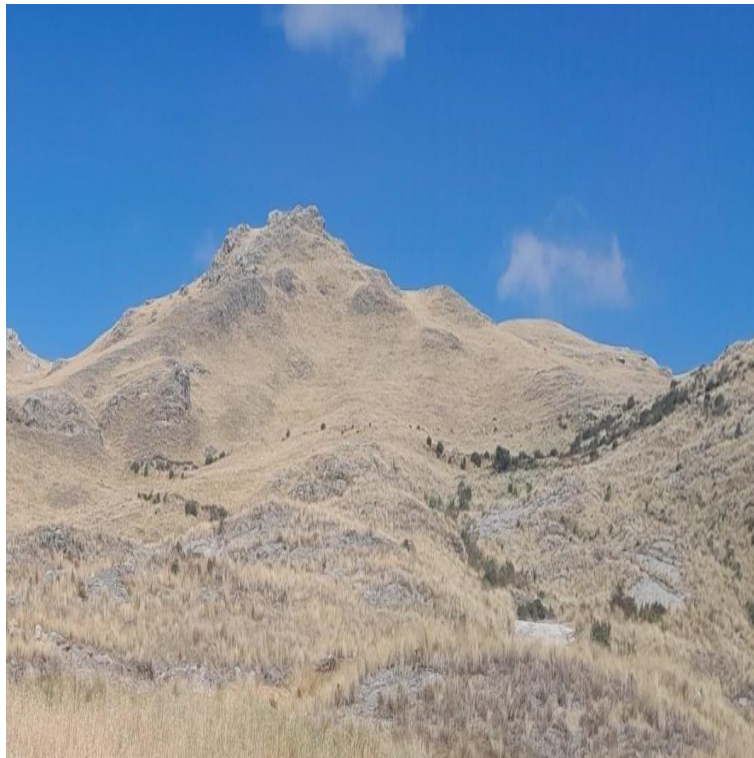


### **C. Secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbklt) Toba Cristalológica Soldada**

Sobreyace a la secuencia tobacea, **se** encuentra hacia la parte alta de la cuenca, y ocupa el 33.97% del área total, su emplazamiento tiene una dirección EW, se caracteriza por presentar afloramientos de material tobas líticas, cuyos fragmentos líticos son de composición andesítica y arenisca, en matriz tobacea cementada, y los fragmentos cristalinos de cuarzo, Esta secuencia, presenta un rumbo N 82 a 95°, con buzamiento general al Sur entre 15 a 23°.

#### **Figura 33:**

*Fotografía de afloramiento de la secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbklt) Toba Cristalológica Soldada, cabecera de cuenca.*



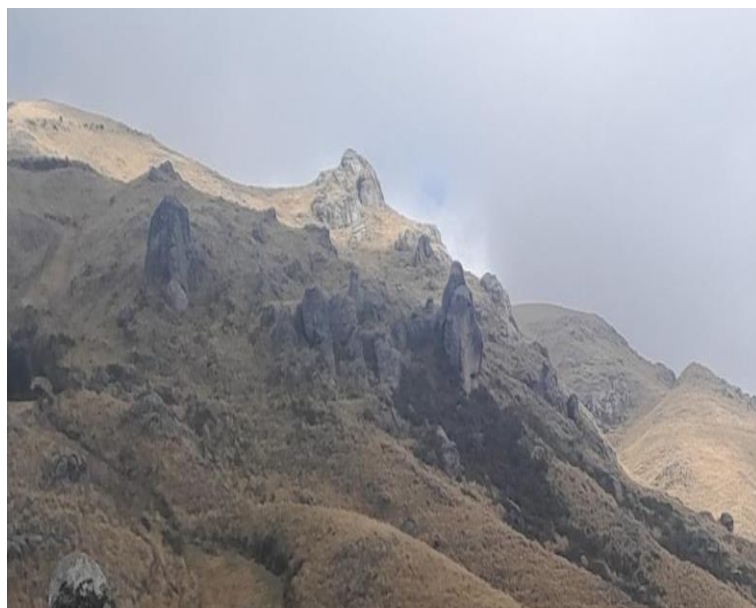
**Figura 34:**

*Fotografía de secuencia tobácea con cristales (PN-ta/tbkt) Toba Cristalolítica Soldada, cabecera de cuenca.*



**Figura 35:**

*Fotografía del afloramiento del macizo la secuencia Toba Cristalolítica Soldada.*



**Figura 36:**

*Fotografía de medida de dirección de rumbo y buzamiento de capas.*



**7.2.2 Cuaternario**

***7.2.2.1 Pleistoceno inferior***

**Fm. San Sebastian (Q-sa)**

Esta unidad aflora en parte baja de la cuenca, de relieve llano y con actividad agrícola. Está conformada por antiguos lechos de material palustre, con niveles de depósitos fluvio aluviales.

**Figura 37:**

*Fotografía de la vista de la parte baja de la cuenca, emplazamiento de la formación San Sebastián.*



**Figura 38:**

*Fotografía de la vista de la parte baja de la cuenca, afloramiento de la formación San Sebastián.*



### 7.2.2.2 Holoceno

#### A. Depósito Coluvial

Está conformado por depósitos superficiales emplazados en laderas de pie de piedemonte, está constituido por areno limos arcillosos, limos y arcillas.

**Figura 39:**

*Fotografía de depósitos coluviales.*



#### B. Depósito Aluvial

Conformado por terrazas aluviales constituido por gravas y bolones redondeados a subredondeados con matriz limo arcillosos.

**Figura 40:**

*Fotografía de la terraza fluvio aluvial.*



**Figura 41:**

*Fotografía de terraza baja fluvio aluvial.*





### C. Depósito Fluvial

Ubicada en el mismo cauce del río Miskiuno, está conformada por clastos redondeados a subredondeados de composición Volcano sedimentario.

**Figura 42:**

*Fotografía de depósitos fluviales en cauce de río.*



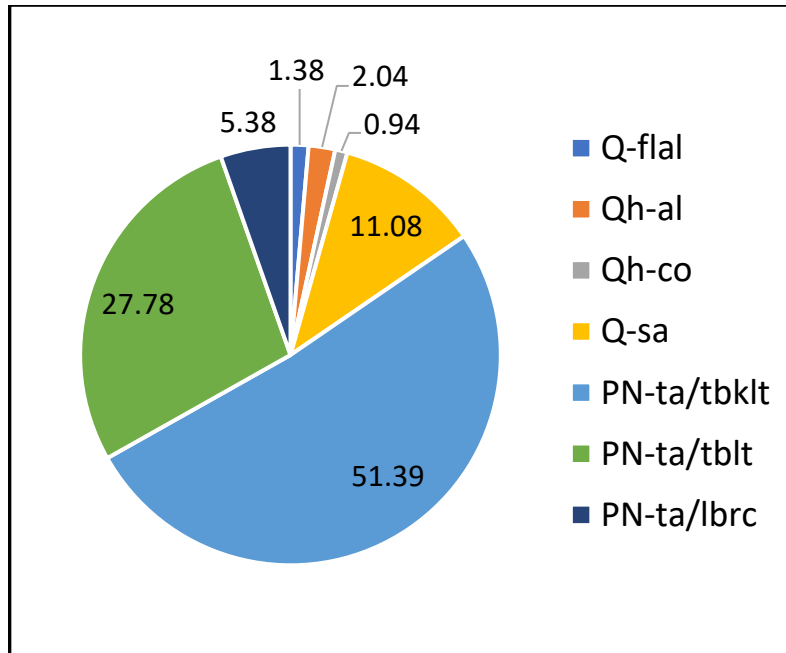
**Tabla 20:**

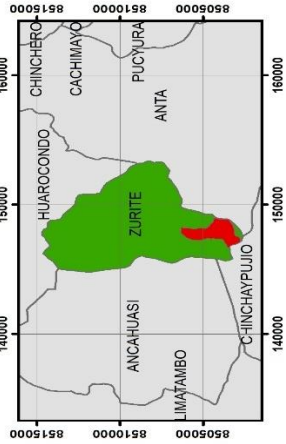
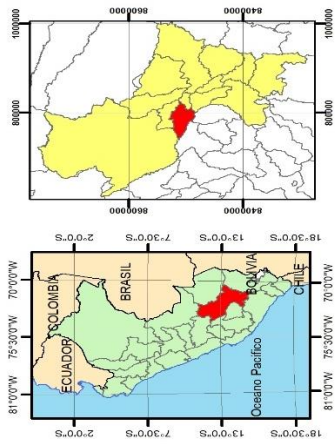
*Columna estratigráfica cuenca Miskiuno.*

| SISTEMA     | SERIE                | UNIDAD ESTRATIGRAFICA    | SECUENCIA | DESCRIPCION  | CODIGO      | COLOR   | AREA (Ha) | AREA (%) |
|-------------|----------------------|--------------------------|-----------|--|-------------|---|-----------|----------|
| CUATERNARIO | HOLOCENO             | Depositos Fluvio aluvial |           | Capas de fragmentos redondeados a sub redondeados, heterometricos, envueltos en matriz limo areno arcilloso. | Q-flal      |    | 16.98     | 0.97     |
|             |                      | Depositos aluviales      |           | Capas con clastos sub redondeados heterometricos envueltos en matriz limo arcillosos.                        | Qh-al       |    | 41.06     | 2.35     |
|             |                      | Depositos coluviales     |           | Capas de fragmentos angulosos, heterometricos, envueltos en matriz limo arcilloso.                           | Qh-co       |    | 27.40     | 1.57     |
|             | PLEISTOCENO INFERIOR | Fm. San Sebastian        |           | Capas de arcillas, arenas y turbas   | Q-sa        |    | 70.93     | 4.07     |
| NEOGENO     | INFERIOR             | GRUPO TACAZA             | SUPERIOR  | Toba litica  | PN-ta/tblt  |    | 592.38    | 33.97    |
| PALEOGENO   | SUPERIOR             |                          | MEDIA     | Secuencia tobacea con cristales  | PN-ta/tbklt |   | 423.28    | 24.27    |
|             |                      |                          | INFERIOR  | Volcanosedimentarios de color rojo   | PN-ta/lbrc  |  | 571.66    | 32.78    |

**Figura 43:**

*Gráfico de la variación estadística de las formaciones geológicas.*





**Legenda**

- centros poblados
- Curva 20m
- red\_vial\_vecinal\_dic20
- Pav. Asfaltado
- Projectado
- Pav. Sol. Básica
- DRENAJE
- Limite de\_cuenca

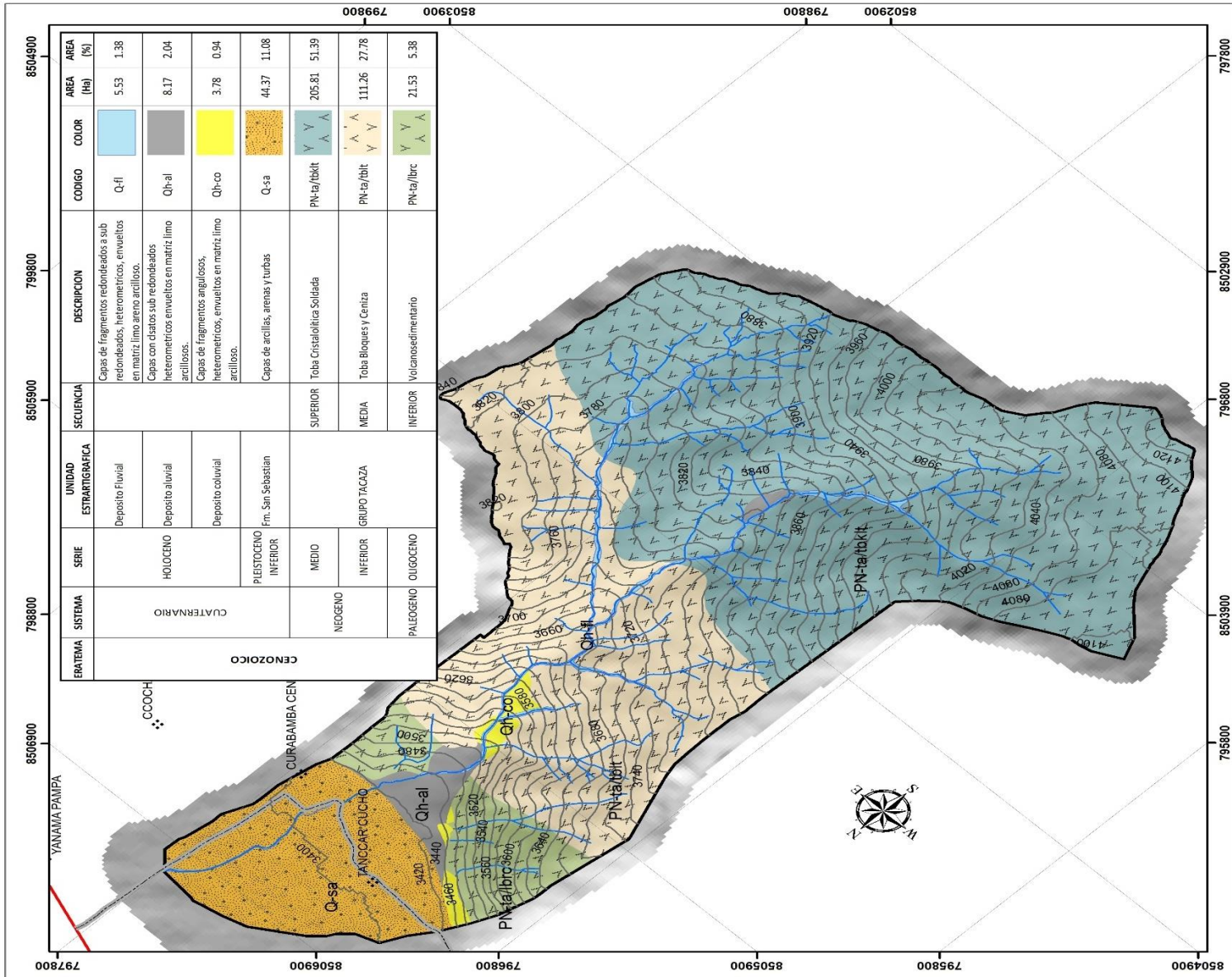


INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISMI NIUC PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE BORDO EN LA CUENCA DEL SECTOR CURABABA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024

MAPA: **GEOLOGIA LOCAL**

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| ELABORADO:               | PROCESADO                  |
| Bach. Wilfredo Poma Poma | EN SIG                     |
| UBICACION:               | MAPA Nº                    |
| Curababa                 |                            |
| INST:                    | Fecha de Trabajo: Indicado |
| Zurite                   |                            |
| PROV:                    | Fecha de Impresión: A3     |
| Anta                     | 06                         |
| Cusco                    | UTM WGS84 18               |



## **CAPITULO VIII GEOHIDROLOGIA E HIDRÁULICA**

## 8.1 Hidrología

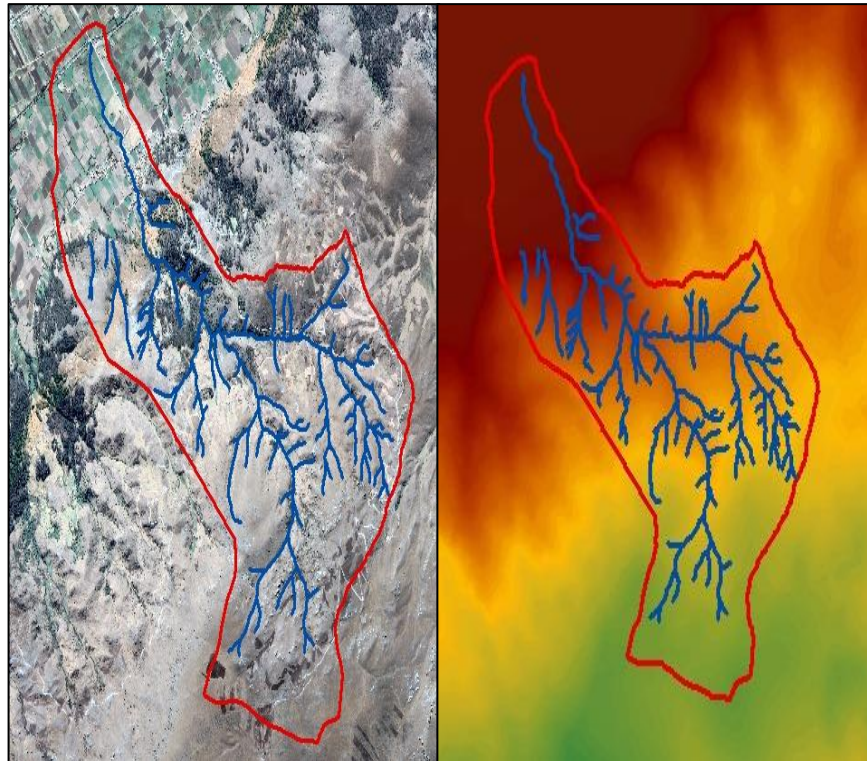
### 8.1.1 INFORMACIÓN BÁSICA

#### 8.1.1.1 Información cartográfica

Se ha utilizado como fuente de análisis cartográfico, imagen satelital SAS PLANET, y DEM ALOS PALSAR 12.5. sobre el cual se procedió a la delimitación de la cuenca, la generación de curvas de nivel, para determinar todos los parámetros morfométricos más relevantes de la cuenca las cuales ya fueron descritas anteriormente.

**Figura 44:**

*Imagen satelital de Sas Planet y Dem Alos Parsal 12.5.*



Nota: Adaptado de Imagen satelital de Sas Planet y Dem Alos Parsal 12.5.

### 8.1.1.2 Información hidrometeorológica.

Para el estudio hidrológico, se ha recopilado información meteorológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la cual administra las estaciones de meteorológicas completas de clase A como la de Anta, Kayra y Yauri, cuya ubicación y altitud se detalla en el Tabla siguiente:

**Tabla 21:**

*Información meteorológica de estaciones vecinas*

| ESTACIÓN | UBICACIÓN |           |              | LATITUD<br>(G, M, S) | LONGITUD<br>(G, M, S) | ALTITUD<br>(msnm) |
|----------|-----------|-----------|--------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
|          | DPTO.     | PROVINCIA | DISTRITO     |                      |                       |                   |
| ANTA     | Cusco     | Anta      | Zurite       | 13° 28' 20.71"       | 72° 13' 7.54"         | 3,324             |
| KAYRA    | Cusco     | Cusco     | San Jerónimo | 13° 33' 25"          | 71° 52' 31"           | 3,219             |
| YAURI    | Cusco     | Espinar   | Yauri        | 14° 49' 01"          | 71° 25' 01"           | 3927              |

**Figura 45:**

*modelo de estación meteorológica completa Anta*



Fuente: Imagen extraída de Google

## **8.1.2 TRATAMIENTO HIDROESTADÍSTICO DE LA PRECIPITACIÓN.**

Para conocer el comportamiento hidrológico de la cuenca Miskiuno, se necesita proseguir una serie de pasos secuenciales, a partir de la recopilación de información meteorológica histórica (SENAMHI), seguido de todo un análisis exploratorio de sus datos (completado de datos, análisis de consistencia y tendencias) para finalmente regionalizar esta información a su correspondiente como es la cuenca Miskiuno.

### **8.1.2.1 Análisis exploratorio de variables climáticas.**

La cuenca Miskiuno parte de las estribaciones de los cerros Ventanayoc y Cosñibamba al sur de la cuenca, a 4100 msnm, y se extiende hasta la parte baja de la pampa de Anta a 3395 msnm. Cerca de la zona de estudio se encuentra la estación meteorológica de Anta a 3350 msnm. Esta configuración topográfica de la cuenca influye en el comportamiento de la precipitación de tipo orográfico (a mayor altitud mayor precipitación).

### **8.1.2.2 Completado y extendido de información pluviométrica.**

Los registros meteorológicos de precipitación en su data original presentan periodos de todo el año sin datos y algunos meses faltantes, así como periodos completos (Tabla 22); por lo cual, para utilizar esta información en pasos subsiguientes, es necesario que cada registro esté completo y uniformemente extendido.

Habiendo una variabilidad de modelos estadísticos que cumplen este propósito, nosotros hemos utilizado el modelo de: función de densidad de probabilidad, y para ello se ha utilizado el software EasyFit, etc.

**Tabla 22:**

*Serie de datos completos e incompletos de las estaciones meteorológicas.*

| ESTACION | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 |   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| ANTA     | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | I    | X    | I    | C    | C    | P    | C    | C    | C    | P    | C    | C    |   |
| KAYRA    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C |
| YAURI    | C    | C    | P    | P    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | I    | I    | I    | I    | X    | I    | I    | C    |   |

| ESTACION | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| ANTA     | P    | C    | C    | P    | P    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | C    | C    | P    | P    | C    | C    | C    |   |
| KAYRA    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | C    | C    | P    | C    | C    | P    |   |
| YAURI    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | C    | C    | P    | C    | C    | C    | C    | C    | P    | P    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | C    | X    | X |

Donde: C – información completa; P – información con menos de 3 meses faltantes, I – información faltante por más de cuatro meses; X – periodo total incompleto

En los siguientes Tablas se presenta de manera resumida el procesamiento de completado y extendido de datos faltantes, utilizando el programa EasyFit 5.0 para diversas funciones de densidad de probabilidad (Normal, Log Normal, Frechet, Gamma, log gamma, Pearson 3p, log-Pearson, Gumbel y Log Gumbel)



**Tabla 23:**

*Registro de precipitación estación Yauri.*

| AÑOS | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY  | JUN  | JUL  | AGO   | SEP  | OCT   | NOV   | DIC   |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1967 | 65.4  | 92.6  | 169.1 | 41.4  | 11.2 | 0.0  | 9.9  | 18.3  | 31.4 | 89.5  | 25.2  | 107.2 |
| 1968 | 240.7 | 95.9  | 99.9  | 14.0  | 0.0  | 4.5  | 13.0 | 15.7  | 10.5 | 70.4  | 128.7 | 90.1  |
| 1969 | 210.7 | 149.9 | 73.0  | 51.0  | 0.0  | 0.0  | 5.0  |       | 0.0  | 0.0   |       |       |
| 1970 |       |       | 39.6  | 65.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 5.5   | 69.5 | 10.0  | 19.5  | 144.2 |
| 1971 | 174.3 | 284.4 | 111.7 | 49.6  | 0.0  | 2.5  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 10.1  | 6.0   | 119.3 |
| 1972 | 193.7 | 180.3 | 144.7 | 34.0  | 0.0  | 0.0  | 16.2 | 8.6   | 25.4 | 53.2  | 64.4  | 163.7 |
| 1973 | 360.3 | 360.1 | 248.4 | 186.6 | 15.6 | 0.0  | 3.3  | 5.9   | 69.2 | 24.8  | 71.1  | 104.7 |
| 1974 | 248.9 | 253.4 | 187.9 | 63.8  | 2.6  | 18.6 | 0.0  | 115.4 | 28.2 | 23.3  | 12.2  | 45.0  |
| 1975 | 166.5 | 221.0 | 128.2 | 124.6 | 32.6 | 7.8  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 9.0   | 43.4  | 99.4  |
| 1976 | 192.8 | 182.4 | 119.1 | 26.4  | 11.8 | 37.4 | 0.0  | 31.8  | 77.0 | 1.6   | 23.6  | 71.6  |
| 1977 | 43.8  | 154.6 | 60.8  | 0.0   | 1.4  | 0.0  | 6.2  | 0.0   | 10.2 | 49.2  | 42.0  | 40.2  |
| 1978 | 204.2 | 39.0  | 44.0  | 27.4  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 0.0   |       |       |
| 1979 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1980 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1981 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1982 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1983 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1984 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1985 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1986 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       | 14.5  | 108.5 |
| 1987 | 230.0 | 11.1  | 25.7  | 21.0  | 0.0  | 11.0 | 20.4 |       |      |       |       |       |
| 1988 | 295.9 |       |       |       |      |      | 6.8  | 0.0   | 6.3  | 24.3  | 13.7  |       |
| 1989 |       |       |       |       |      |      |      |       | 1.3  |       |       |       |
| 1990 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 1991 |       |       |       | 34.1  | 15.8 | 47.0 | 0.0  | 0.0   | 55.9 |       |       |       |
| 1992 |       |       |       |       |      | 8.0  | 0.0  | 45.3  | 0.0  | 59.8  | 75.6  | 37.8  |
| 1993 | 269.3 | 107.2 | 133.6 | 116.5 | 5.5  | 0.0  | 0.8  | 15.0  | 7.7  | 93.7  | 173.7 | 157.1 |
| 1994 | 205.6 | 221.6 | 191.1 | 56.6  | 16.7 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 22.2 | 13.1  | 66.4  | 100.6 |
| 1995 | 165.8 | 141.2 | 209.4 | 81.7  | 2.7  | 0.0  | 0.0  | 2.8   | 13.0 | 51.6  | 37.6  | 128.2 |
| 1996 | 160.4 | 187.8 | 109.2 | 96.9  | 16.9 | 0.0  | 0.0  | 20.3  | 13.6 | 31.0  | 51.1  | 105.0 |
| 1997 | 246.5 | 209.7 | 116.4 | 66.7  | 3.2  | 0.0  | 0.0  | 26.2  | 38.4 | 14.6  | 91.7  | 122.6 |
| 1998 | 217.1 | 150.4 | 89.8  | 13.8  | 0.0  | 2.5  | 0.0  | 3.6   | 0.8  | 48.3  | 47.0  | 48.0  |
| 1999 | 141.6 | 229.3 | 159.1 | 125.5 | 3.6  | 0.0  | 0.0  | 0.8   | 47.8 | 52.9  | 45.3  | 155.3 |
| 2000 | 160.7 | 194.6 | 161.8 | 41.1  | 4.2  | 5.6  | 0.0  | 12.7  | 6.2  | 78.5  | 26.8  | 167.8 |
| 2001 | 265.9 | 230.5 | 254.9 | 99.5  | 32.0 | 0.9  | 4.3  | 4.8   | 4.2  | 32.2  | 25.8  | 67.5  |
| 2002 | 111.4 | 294.3 | 148.0 | 67.6  | 24.7 | 0.5  | 16.7 | 0.0   | 40.5 | 56.0  |       | 142.8 |
| 2003 | 171.1 | 230.0 | 193.3 | 36.9  | 5.7  | 0.8  | 0.0  | 5.5   | 34.8 | 11.1  | 73.4  | 129.2 |
| 2004 | 215.7 | 166.5 | 84.5  | 48.4  | 0.0  | 1.8  | 10.7 | 17.7  | 25.6 | 25.7  | 56.7  | 105.4 |
| 2005 | 114.3 | 176.5 | 123.2 | 43.1  | 1.1  |      | 0.0  | 4.8   | 5.6  | 55.9  | 41.9  | 162.2 |
| 2006 | 295.0 | 119.9 | 175.6 | 45.8  | 1.4  | 5.4  | 0.0  | 9.7   | 18.6 | 59.1  | 64.1  | 122.6 |
| 2007 | 129.7 | 133.6 | 108.1 | 58.6  | 4.6  | 0.0  | 3.4  | 0.0   | 16.3 | 36.3  | 43.5  | 117.7 |
| 2008 | 197.9 | 107.5 | 72.5  | 1.2   | 4.9  | 5.8  | 0.0  | 0.0   | 0.2  | 43.4  | 24.8  | 103.3 |
| 2009 | 102.0 | 164.6 | 102.2 | 44.5  | 5.5  | 0.0  | 1.4  | 0.0   | 2.0  | 43.8  | 172.6 | 133.9 |
| 2010 | 172.6 | 165.7 | 114.9 | 32.0  | 13.6 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 1.7  | 16.2  | 36.0  | 176.7 |
| 2011 | 127.0 | 248.2 | 138.8 | 73.7  | 10.0 | 0.0  | 1.9  |       | 36.1 | 16.9  | 74.9  | 137.6 |
| 2012 | 171.5 | 266.1 | 191.4 | 76.4  | 11.4 | 0.0  | 0.1  | 0.0   | 13.7 | 31.3  | 76.2  |       |
| 2013 | 169.0 | 165.1 | 81.6  | 8.6   | 2.7  | 14.4 | 3.4  | 20.1  | 0.0  | 28.6  | 53.0  | 156.1 |
| 2014 | 142.8 | 113.1 | 92.3  | 21.2  | 9.1  | 0.0  | 5.5  | 3.5   | 41.4 | 99.7  | 22.2  | 189.2 |
| 2015 | 184.2 | 112.7 | 117.3 | 131.4 | 13.7 | 0.5  | 1.5  | 17.3  | 20.6 | 30.1  | 26.4  | 142.6 |
| 2016 | 112.1 | 168.2 | 64.6  | 112.0 | 1.7  | 0.1  | 9.2  | 3.2   | 4.7  | 40.9  | 20.5  | 91.6  |
| 2017 | 168.0 | 105.6 | 168.1 | 68.4  | 22.6 | 0.1  | 3.2  | 0.0   | 12.1 | 57.7  | 66.3  | 156.4 |
| 2018 | 143.1 | 201.0 | 98.3  | 19.2  | 1.1  | 6.9  | 16.4 | 30.1  | 2.3  | 103.3 | 48.1  | 85.5  |
| 2019 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |
| 2020 |       |       |       |       |      |      |      |       |      |       |       |       |

Nota: Datos extraídos de SENAMHI

**Tabla 24:**

*Registro de precipitación estación Anta.*

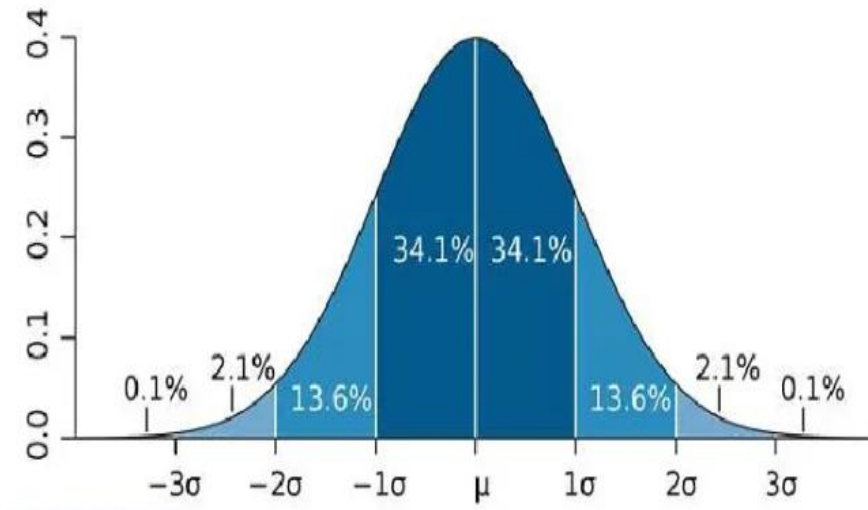
| AÑO  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT   | NOV   | DIC   |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1967 | 62.4  | 120.6 | 164.4 | 53    | 10.4 | 2.1  | 17   | 12.6 | 2    | 87.1  | 80.4  | 107   |
| 1968 | 111.8 | 136.8 | 110   | 31.8  | 3    | 2    | 35   | 8.4  | 21.6 | 34.8  | 164.2 | 107   |
| 1969 | 148.4 | 104.2 | 159.2 | 29.8  | 0    | 3.2  | 9.4  | 0    | 24.6 | 28    | 109.6 | 110.5 |
| 1970 | 163.5 | 126.4 | 95.6  | 77.8  | 1.4  | 0    | 3    | 0    | 44.6 | 56    | 80.4  | 209.4 |
| 1971 | 159.8 | 151.6 | 94.6  | 36.2  | 1    | 0.1  | 0    | 9.8  | 1.4  | 66.4  | 71.8  | 149.5 |
| 1972 | 207.2 | 52.2  | 150.7 | 42.6  | 0.6  | 0    | 12.2 | 27.6 | 19.8 | 12.6  | 78.3  | 126.8 |
| 1973 | 219.6 | 191.2 | 107.2 | 72.6  | 12   | 2.8  | 10.4 | 8.7  | 17.2 | 26    | 101.2 | 118.8 |
| 1974 | 146.4 | 186.7 | 143   | 60.8  | 9.2  | 17.8 | 0    | 41.2 | 10.8 | 29    | 38.4  | 101.2 |
| 1975 | 107.6 | 198.2 | 89.2  | 79.5  | 13   | 1.4  | 0    | 1    | 27   | 28    | 55    | 207.2 |
| 1976 | 143.7 | 112.1 | 138.8 | 52.4  | 11   | 10.4 | 27   | 0    | 29   | 9.2   | 48    | 90    |
| 1977 | 118.4 | 127.3 | 113.3 | 51    | 4.2  | 0    | 0    | 5    | 20.4 | 84.4  | 175   | 125.1 |
| 1978 | 172.2 | 93.2  | 142.8 | 60.5  | 13.2 | 0    | 0    | 0    | 16.5 | 7.4   | 103   | 104.6 |
| 1979 | 80    | 123   | 140   | 49.4  | 10.6 | 0    | 0    | 6.6  | 12   | 22    | 95.6  | 113.6 |
| 1980 | 98    | 118   | 154.8 | 15.4  | 4    | 0    | 1    | 2.2  | 2.4  | 76.8  | 92    | 93.8  |
| 1981 | 156.5 | 101.6 | 150.5 | 113.5 | 5.7  | 2    | 0    | 10.7 | 35   | 86.3  | 78.9  | 105.7 |
| 1982 | 236.7 | 140.8 |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 1983 |       |       |       |       |      |      |      |      |      |       |       |       |
| 1984 |       |       |       |       |      |      | 0    |      |      |       | 65    |       |
| 1985 | 79    | 83    | 57    | 57    | 0    | 0    | 0    | 0    | 23   | 52.8  | 128.3 | 132.7 |
| 1986 | 100.1 | 152.1 | 115.8 | 44.8  | 18.7 | 0    | 0    | 0    | 0    | 24.8  | 62.5  | 80.8  |
| 1987 | 190.1 | 134.2 | 73.2  | 0     | 0    |      | 33.4 | 0    | 0    | 25.2  | 100.6 | 165   |
| 1988 | 223.3 | 138.5 | 241.5 | 93.6  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 8.1   | 43    | 107.3 |
| 1989 | 191.3 | 97.6  | 136.4 | 30.2  | 26.3 | 0    | 0    | 4.4  | 6.1  | 24.2  | 50    | 34.9  |
| 1990 | 129.8 | 59.3  | 24.6  | 3.2   | 0    | 36.6 | 0    | 16.6 | 15   | 122.4 | 86.8  | 36.6  |
| 1991 | 53.9  | 180.3 | 123   | 27.5  | 0    | 23.3 | 0    | 0    | 4.4  | 44.6  |       | 69    |
| 1992 | 130.6 | 136   | 40.8  | 18.8  | 3.8  | 16.8 | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     |
| 1993 | 145.1 | 428.7 | 107.3 | 35.9  | 6.8  | 0    | 0    | 22.8 | 59.4 | 192.4 | 224.4 | 565.8 |
| 1994 | 588   | 384.1 | 418.9 | 49.1  | 32.5 | 0    | 0    | 0.3  | 39.5 | 87    | 186   | 255.7 |
| 1995 | 194.7 | 47.5  | 224.9 | 19.9  | 1.8  | 5.2  | 0.6  | 0    | 22.8 | 15.6  | 94.6  | 313.3 |
| 1996 | 414.5 | 359.5 | 122.8 | 29.2  | 4.8  | 0.6  | 0.2  | 13.3 | 18.8 | 44    | 87.3  | 234   |
| 1997 |       | 126.9 | 158.9 | 26.4  | 8.8  | 0    | 0    | 15.5 | 7.1  | 67.5  | 165.3 | 362.8 |
| 1998 | 163.7 | 128.6 | 131.6 |       | 0    | 3.4  | 0    | 0.3  | 11.5 | 62.8  | 60.6  | 65.1  |
| 1999 | 294.2 | 341   | 193.1 | 73.3  | 0.8  | 0    | 0.2  | 6.2  | 60.9 | 91.5  | 110.4 | 211.3 |
| 2000 | 188   | 210.7 | 143.8 | 40.8  | 1.6  | 18.5 | 0.6  | 5.4  | 13.9 | 147.7 | 43.6  | 189.7 |
| 2001 | 514.5 | 186.2 | 404.9 | 33.7  | 11.4 | 0    | 40   | 37   | 19.4 | 150.1 | 89.3  | 135.4 |
| 2002 | 185.4 | 296.7 | 220.1 | 78.5  | 25.6 | 16.9 | 76   | 9.9  | 59.8 | 105.8 | 114.8 | 170.8 |
| 2003 | 170.3 | 180.4 | 215.1 | 23.9  | 7    | 7.5  | 0    | 31.2 | 10.8 | 65.1  | 39.1  | 173   |
| 2004 | 251.7 | 182.5 | 53.4  | 47.8  | 2.5  | 26.9 | 25.7 | 11.1 | 35.2 | 51.9  | 86.2  | 122.8 |
| 2005 | 109.3 | 97.3  | 88.6  | 35.6  | 1.8  | 0    | 4    | 11.8 | 9    | 30.6  | 64.6  | 129.6 |
| 2006 | 212.6 | 143.8 | 143.5 | 68.8  | 0.3  | 13.6 | 0    | 1.6  | 5.4  | 68.4  | 100.9 | 116.3 |
| 2007 | 121.3 | 114.8 | 92.7  | 95.1  | 30.4 | 0    | 0.8  | 0    | 2.6  | 71    | 89.9  | 184.4 |
| 2008 | 146.7 | 124.4 | 89.7  | 18.1  | 8.2  | 1.5  | 0    | 8.5  | 14.6 | 122.8 | 161   | 117.7 |
| 2009 | 162.9 | 173.1 | 96.3  | 11    | 14.9 | 0    | 19.3 | 0    | 17.5 | 34.8  | 288.7 | 132.3 |
| 2010 | 289   | 194.2 | 148.5 | 26.4  | 1.2  | 5.2  | 3.4  | 3.5  | 12.1 | 89.6  | 54.7  | 184.9 |
| 2011 | 139.5 | 269.3 | 214.8 | 78.9  | 13.6 | 10.3 | 11   | 16.6 | 52.2 | 89.4  | 72.8  | 152.5 |
| 2012 | 136.3 | 177.8 | 110.6 | 47.5  | 1.8  | 2.8  | 4.4  | 0    | 45.1 | 26.8  | 135.3 | 197.7 |
| 2013 | 161.6 | 151.1 | 75.6  | 7     |      | 6.1  | 0.1  | 18.3 | 3.2  | 104.5 | 110.3 | 158.9 |
| 2014 | 134.5 | 122   | 71.1  | 46.3  | 8.9  | 0    | 0    | 1.3  | 11.5 | 62.9  | 37.6  | 160.8 |
| 2015 | 180.9 | 101.4 | 81.5  | 79.2  | 2.9  | 2.3  | 6.2  | 7.2  | 31.5 | 50.9  | 75.4  | 110   |
| 2016 | 146.5 | 240.1 | 70.9  | 25    | 7.3  | 0.3  | 3    | 17.7 |      | 71.6  | 88.1  | 98.8  |
| 2017 | 107.9 | 116.5 | 166.9 | 69.2  | 7.5  | 0    | 1.8  |      | 11   | 71.9  |       |       |
| 2018 | 145   | 189.4 | 139.6 | 37.6  | 3.1  | 24.2 | 19.7 | 27.5 | 8.5  | 73.6  | 62.7  | 71.5  |
| 2019 | 109.9 | 110.3 | 112.8 | 7.1   | 2.6  | 5.1  | 2.5  | 0    | 8.7  | 43.3  | 149.9 | 186.3 |
| 2020 | 147.6 | 193.8 | 160.5 | 3.5   | 32   | 0.4  | 0    | 0.8  | 5.5  | 40.2  | 59.9  | 148.3 |

Nota: Datos extraídos de SENAMHI

En las gráficas siguientes se aprecia los histogramas de frecuencias y la campana de distribución gaussiana, para el mejor ajuste al 95%.

**Figura 46:**

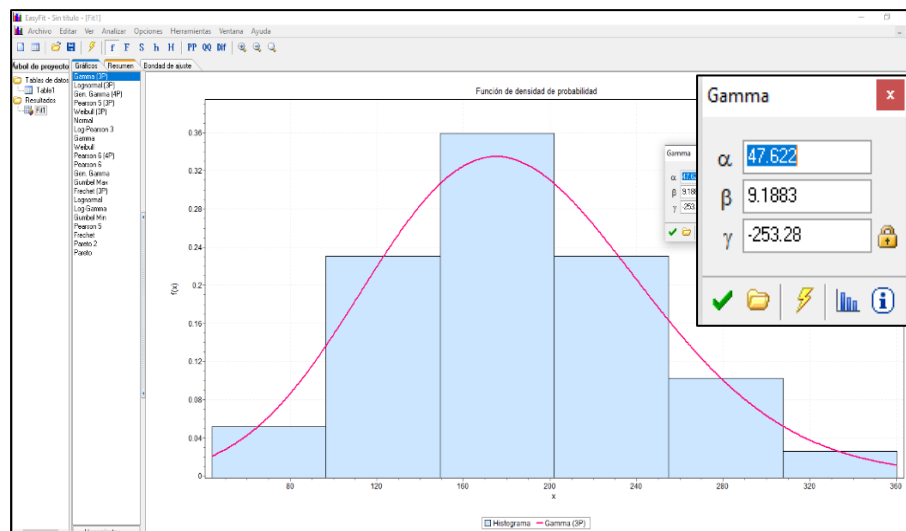
*Gráfico campana de distribución gaussiana normal.*



## Estación Yauri

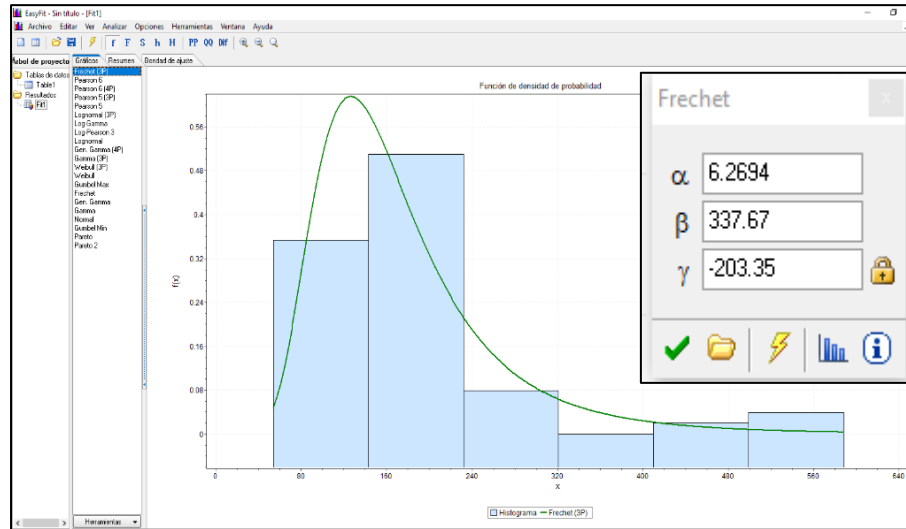
**Figura 47:**

*Gráfico de campana de distribución gaussiana para Dist. Gamma 3 parámetros, (estación Yauri - Enero).*



**Figura 48:**

Gráfico de campana de distribución gaussiana para Dist. Fréchet 3p, (estación Anta - enero).



El completado de datos se realiza con la generación de número aleatorios según la distribución correspondiente de sus valores paramétricos del gráfico de ajuste ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$  o  $\mu$ ).

**Tabla 25:**

Generación números aleatorios Easy Fit. estación Yauri y Anta.

| Generar números aleatorios                            |                  | Generar números aleatorios                            |                  |
|---|------------------|---|------------------|
| Opciones  | Distribución     | Opciones  | Distribución     |
| Tamaño de la muestra:<br>15                           | Gamma            | Tamaño de la muestra:<br>5                            | Frechet          |
| Valor inicial (semilla):<br>184.3                     | Parámetros       | Valor inicial (semilla):<br>176.3117647               | Parámetros       |
| Destino   | $\alpha$ 47.622  | Destino   | $\alpha$ 6.2694  |
| <input type="radio"/> Tabla de datos actual           | $\beta$ 9.1883   | <input checked="" type="radio"/> Nueva tabla de datos | $\beta$ 337.67   |
| <input checked="" type="radio"/> Nueva tabla de datos | $\gamma$ -253.28 | <input type="radio"/> Portapapeles                    | $\gamma$ -203.35 |
| <input type="radio"/> Portapapeles                    |                  | <input type="radio"/> Archivo                         |                  |
| <input type="radio"/> Archivo                         |                  |   |                  |
| OK  | Cancelar         | Ayuda   | OK               |
|   |                  |   | Cancelar         |
|   |                  |   | Ayuda            |

Como resultado de este proceso, para cada mes y estación correspondiente, se tiene los registros de las estaciones Yauri, Anta y Kayra completos y extendidos desde el año 1967 al 2020.

### Estación Yauri

**Tabla 26:**

*Funciones de densidad de probabilidad para el mejor ajuste estación Yauri.*

|                 | ENE      | FEB      | MAR     | ABR    | MAY             | JUN             | JUL     | AGO             | SEP     | OCT    | NOV        | DIC              |
|-----------------|----------|----------|---------|--------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|---------|--------|------------|------------------|
| PROMEDIO        | 189.123  | 175.346  | 126.164 | 60.233 | 8.613           | 4.844           | 3.766   | 13.414          | 17.962  | 36.460 | 59.193     | 121.215          |
| Datos Faltantes | 17       | 18       | 17      | 16     | 16              | 16              | 15      | 17              | 14      | 16     | 18         | 19               |
| Distribución    | Gamma 3p | Gamma 3p | Gamma   | Gamma  | Normal          | Normal          | Gamma   | Normal          | Gamma   | Gamma  | Frechet 3p | Log Normal 3P    |
| $\alpha$        | 47.662   | 89.63    | 5.4285  | 1.8379 | $\sigma=9.0406$ | $\sigma=9.6235$ | 0.69338 | $\sigma=19.938$ | 0.86272 | 1.9738 | 4.9582     | $\sigma=0.03706$ |
| $\beta$         | 9.1883   | 7.3228   | 23.066  | 31.491 | $\mu=7.9429$    | $\mu=4.3357$    | 14.035  | $\mu=10.844$    | 22.213  | 22.086 | 108.49     | $\mu=6.9864$     |
| $\gamma$        | -253.28  | -482.25  | 0       | 0      |                 |                 | 0       |                 | 0       | 0      | -74.073    | $\gamma=-962.61$ |

### Estación Anta

**Tabla 27:**

*Funciones de densidad de probabilidad para el mejor ajuste estación Anta.*

|                 | ENE          | FEB          | MAR      | ABR    | MAY     | JUN             | JUL             | AGO             | SEP    | OCT           | NOV              | DIC              |
|-----------------|--------------|--------------|----------|--------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|---------------|------------------|------------------|
| PROMEDIO        | 171.98       | 162.49       | 136.18   | 43.87  | 7.64    | 5.67            | 7.17            | 8.63            | 18.47  | 61.25         | 96.31            | 148.74           |
| Datos Faltantes | 3            | 2            | 3        | 4      | 4       | 4               | 2               | 4               | 4      | 3             | 4                | 4                |
| Distribución    | Frechet (3p) | Frechet (3p) | LogGamma | Gamma  | Gamma   | Normal          | Normal          | Gumbel max      | Gamma  | Gumbel max    | LogNormal        | LogNormal        |
| $\alpha$        | 6.2694       | 9.703        | 89.261   | 2.3846 | 0.85238 | $\sigma=8.6256$ | $\sigma=13.985$ | $\sigma=8.2068$ | 1.268  | $\sigma=31.5$ | $\sigma=0.46669$ | $\sigma=0.49428$ |
| $\beta$         | 337.67       | 498.47       | 0.05363  | 19.107 | 9.5511  | $\mu=5.4959$    | $\mu=6.9604$    | $\mu=3.6542$    | 14.832 | $\mu=42.402$  | $\mu=4.4519$     | $\mu=4.8993$     |
| $\gamma$        | -203.35      | -372.89      | 0        | 0      | 0       |                 |                 |                 | 0      |               | $\gamma=0$       | $\gamma=0$       |

### 8.1.2.3 Análisis de consistencia.

Según Mejía A. 2001, indica que la precipitación es un valor no paramétrico, que responde a leyes de las variables estocásticas aleatorias. Esto debido a que la precipitación por ser un fenómeno de la naturaleza, su ocurrencia se da de forma repentina, no uniforme ni continua.

Tanto Mejía A., como Máximo Villon, muestran procedimientos parecidos para el análisis de consistencia de información metrológica, en el orden siguiente:

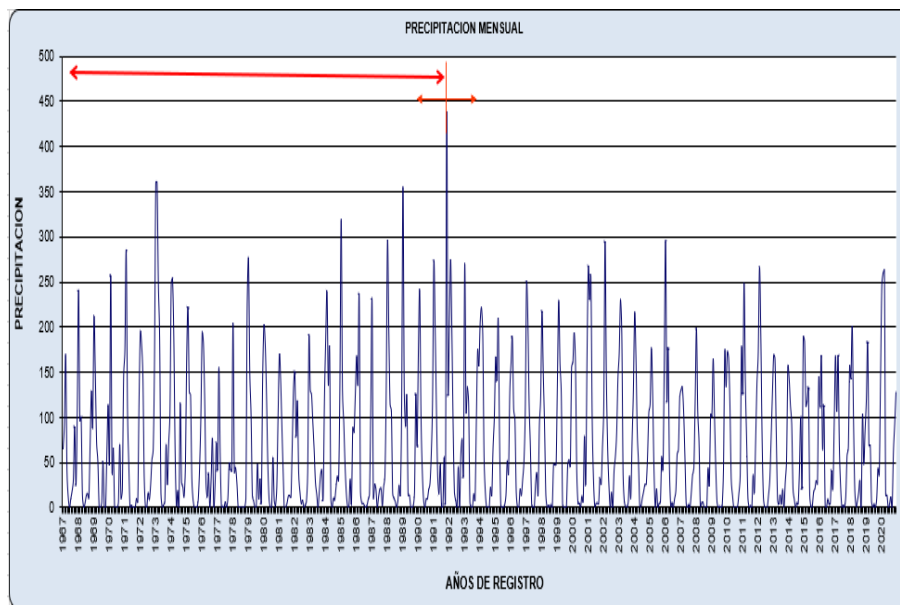
- Identificación de la consistencia a través del salto.
- Evaluación y cuantificación del salto
- Corrección y eliminación del salto.

#### a. Histogramas de Salto

Este análisis se da por medio de la elaboración de histogramas de acumulación anual, en el que se observa periodos o bloque de información muy alta o muy baja frente al normal común. En las siguientes gráficas se observa esta variación.

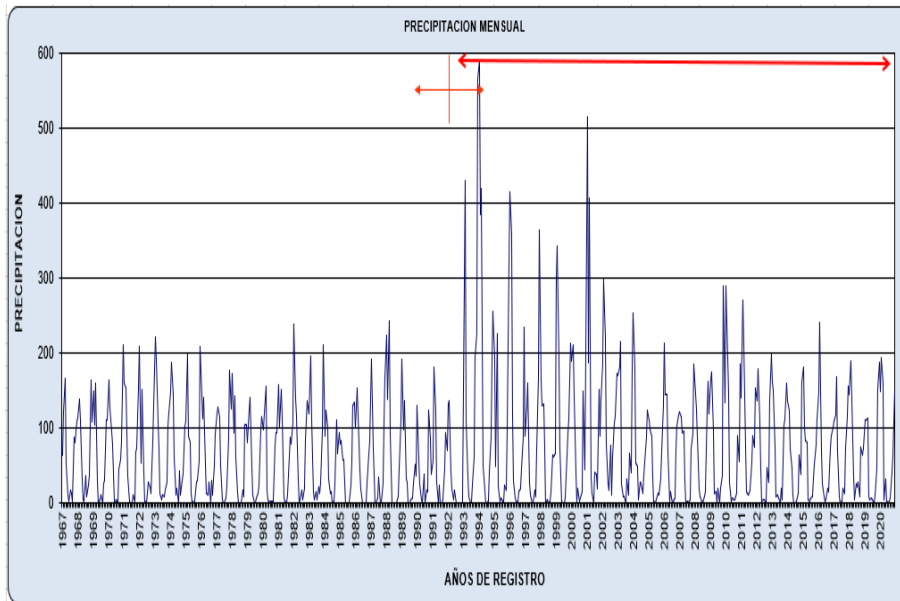
**Figura 49:**

*Gráfico de Identificación del salto a través de histograma estación Yauri.*



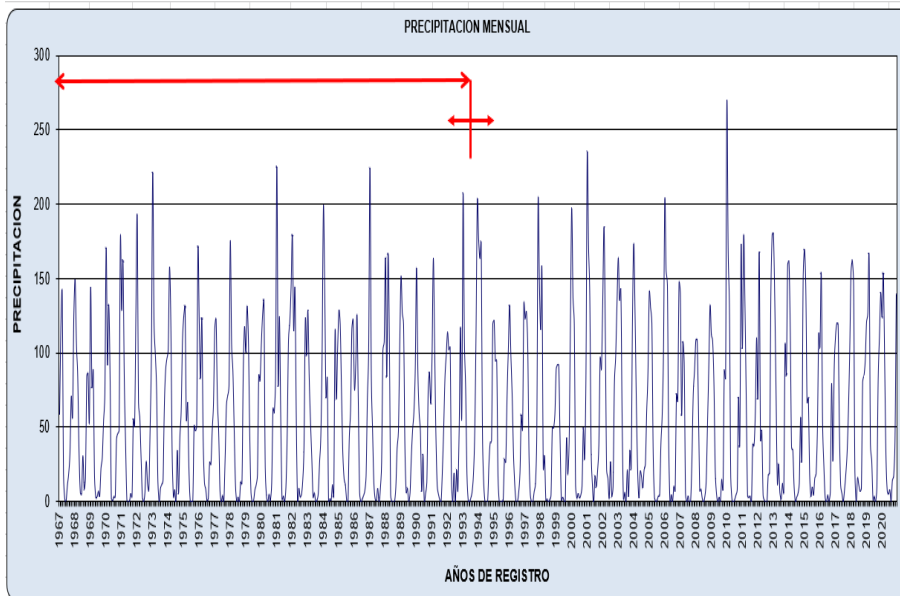
**Figura 50:**

*Gráfico Identificación del salto a través de histograma estación Anta.*



**Figura 51:**

*Gráfico de Identificación del salto a través de histograma estación Kayra.*



### b. Cuantificación del salto.

De acuerdo al salto identificado, este se ha dividido en dos bloques ambos con valores de promedio, desviación estándar y varianza distritos.

En el Tabla siguiente se muestra cada periodo seleccionado y sus valores estadísticos correspondientes:

**Tabla 28:**

*División del registro en bloques para su análisis de consistencia.*

| ESTACIÓN | BLOQUES   | Nro. Datos | PROMEDIO    | Desviacion estandar | Varianza      |
|----------|-----------|------------|-------------|---------------------|---------------|
| YAURI    | 1967-1991 | 25         | 805.9996184 | 225.2244347         | 50726.046     |
|          | 1992-2020 | 29         | 830.1282321 | 140.5220733         | 19746.45307   |
| ANTA     | 1967-1992 | 26         | 718.448330  | 125.595414          | 15774.208027  |
|          | 1993-2020 | 28         | 1007.653826 | 351.158473          | 123312.273308 |
| KAYRA    | 1967-1993 | 27         | 674.500000  | 101.779978          | 10359.163846  |
|          | 1994-2020 | 27         | 688.273189  | 115.683802          | 13382.742062  |

### c. Corrección de datos dudosos.

Los bloques de datos seleccionados son analizados a través de su diferencia entre sus promedios y por su desviación estándar, tal como sigue:

#### - Análisis por diferencia de medias.

A través de la prueba estadística de "T" de Student al nivel de significancia del 95%, se tiene la hipótesis planteada

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ (media poblacional).}$$

$$H_a: \mu_1 < > \mu_2. \quad \alpha = 0.05.$$

El cual para su corrección o no se debe cumplir con la siguiente condición:



Si:

$$|T_c| \leq T_t(95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2$$

$$|T_c| > T_t(95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 <> \bar{X}_2$$

- Si  $T_c$  es mayor a  $T_t$ , significa que: entre los bloques analizados, existen diferencias estadísticas al 95 % de significancia, por lo tanto, procede la corrección del bloque en análisis.
- Si  $T_c$  es menor a  $T_t$ , significa que: entre los bloques analizados, no existen diferencias estadísticas al 95 % de significancia, por lo tanto, no procede la corrección del periodo en análisis.

Según Máximo Villon, para determinar el “T” calculado, sugiere la relación matemática siguiente:

$$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$$

Donde:

$T_c$ = “T” calculado,

$S_d$ = Desviación estándar,

$\mu = \mu_2$  (hipótesis)

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  : Promedios de los bloques analizados.

Para la desviación estándar  $S_d$ , Villon, sugiere la relación matemática siguiente:

$$S_d = S_p \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{0.5}$$
$$S_p = \left[ \frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{0.5}$$

Dónde:

$S_d$  : desviación estándar de los promedios.

$S_p$  : desviación estándar ponderada.

$n$  : número de datos de los bloques 1 y 2

Procesando este procedimiento en hoja de cálculo, se tiene que:

**Tabla 29:**

*Variables estadísticas para consistencia en la diferencia de medias.*

| <b>Sd</b> | <b>Sp</b> | <b>Gl</b> | <b><math>\alpha</math></b> | <b>Tt</b> | <b>Tc</b> | <b>Significancia</b>                                 |
|-----------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|--|
| 50.356    | 184.512   | 52        | 0.05                       | 1.645     | 0.48      | No hay diferencia estadística al 95% de persistencia |

Donde:

Sd: Desviación estándar

Sp: Desviación estándar ponderado

Gl: Grados de libertad

$\alpha$ : Nivel de significancia

Tt: "T" tabular de Student

Tc: "T" calculado

En resumen, los bloques analizados 1 y 2 del registro de datos de la estación de Yauri, no necesitan corrección por el análisis de diferencia de medias.

**- Análisis por desviación estándar.**

Para la comparación de los bloques analizados Villon, sugiere utilizar la prueba estadística de "F" de Fisher, con un nivel de significancia del 95%.

Para ello la hipótesis planteada:

$$H_p : \mu v_1 = \mu v_2 \quad (\text{varianzas}).$$

$$H_\sigma : \mu v_1 \neq \mu v_2 \quad \alpha = 0.05.$$

El cual para su corrección o no se debe cumplir con la siguiente condición:

Si:

$$|F_c| \leq F_t(95\%) \Rightarrow S_1 = S_2(\text{estadísticamente})$$

$$|F_c| > F_t(95\%) \Rightarrow S_1 \neq S_2(\text{estadísticamente})$$

- Si  $F_c$  es mayor a  $F_t$ , significa que: entre los bloques analizados, existen diferencias estadísticas al 95 % de significancia, por lo tanto, procede la corrección del bloque en análisis.
- Si  $F_c$  es menor a  $F_t$ , significa que: entre los bloques analizados, no existen diferencias estadísticas al 95 % de significancia, por lo tanto, no procede la corrección del periodo en análisis.

Villon, plantea el cumplimiento de las condiciones siguientes para el cálculo de  $F_c$ :

$$\text{Si } F_c = [s_1^2(x)]/[s_2^2(x)], \text{ Si } s_1^2(x) > s_2^2(x)$$

$$F_c = [s_2^2(x)]/[s_1^2(x)], \text{ Si } s_2^2(x) > s_1^2(x)$$

Donde:  $S^2_1, S^2_2$ , son valores de las Varianzas de cada bloque.

Realizando el procedimiento en hoja de cálculo, se tiene que:

**Tabla 30:**

*Variables estadísticas para consistencia en la desviación estándar.*

| Grados de libertad del numerador | Grados de libertad del denominador | Nivel de significancia | "F" tabular de Fisher | "F" calculado | Significancia  |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Gln                              | Gld                                | $\alpha$               | Ft                    | Fc            |  |
| 24                               | 28                                 | 0.05                   | 1.910                 | 2.57          | Si hay diferencia estadística al 95% de persistencia |

Entre los bloques analizados, al haber estas diferencias estadísticas a nivel de la comparación de su desviación estándar, necesita la corrección del bloque 1.

- **Proceso de corrección.**

Villon M. sugiere la siguiente relación matemática que corresponde al primer bloque a corregir:

$$X'_t = \left[ \frac{x - \bar{X}_1}{S_1} \right] * S_2 + \bar{X}_2$$

En rojo se observa los datos corregidos del nuevo registro de la estación de Yauri del año 1967 al 1991.

**Tabla 31**

*Serie de registro corregido por análisis de consistencia estación Yauri.*

| Año  | $\bar{X}_t$ | Ene    | Feb    | Mar    | Abr    | May   | Jun   | Jul   | Ago    | Sep   | Oct    | Nov    | Dic    | Total   |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|
| 1967 | 739.78      | 73.17  | 103.61 | 189.20 | 46.32  | 12.53 | 0.00  | 11.08 | 20.47  | 35.13 | 100.14 | 28.20  | 119.94 | 739.78  |
| 1968 | 816.03      | 250.72 | 99.89  | 104.06 | 14.58  | 0.00  | 4.69  | 13.54 | 16.35  | 10.94 | 73.33  | 134.06 | 93.85  | 816.03  |
| 1969 | 772.68      | 228.04 | 162.24 | 79.01  | 55.20  | 0.00  | 0.00  | 5.41  | 54.12  | 0.00  | 0.00   | 66.71  | 121.96 | 772.68  |
| 1970 | 739.55      | 56.30  | 287.86 | 44.32  | 72.74  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 6.16   | 77.78 | 11.19  | 21.82  | 161.38 | 739.55  |
| 1971 | 800.12      | 184.01 | 300.24 | 117.92 | 52.36  | 0.00  | 2.64  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 10.66  | 6.33   | 125.95 | 800.12  |
| 1972 | 878.92      | 192.54 | 179.22 | 143.84 | 33.80  | 0.00  | 0.00  | 16.10 | 8.55   | 25.25 | 52.88  | 64.02  | 162.72 | 878.92  |
| 1973 | 1231.93     | 306.11 | 305.94 | 211.04 | 158.54 | 13.25 | 0.00  | 2.80  | 5.01   | 58.79 | 21.07  | 60.41  | 88.95  | 1231.93 |
| 1974 | 950.73      | 236.80 | 241.08 | 178.77 | 60.70  | 2.47  | 17.70 | 0.00  | 109.79 | 26.83 | 22.17  | 11.61  | 42.81  | 950.73  |
| 1975 | 846.66      | 169.33 | 224.76 | 130.38 | 126.72 | 33.15 | 7.93  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 9.15   | 44.14  | 101.09 | 846.66  |
| 1976 | 811.10      | 201.65 | 190.77 | 124.57 | 27.61  | 12.34 | 39.12 | 0.00  | 33.26  | 80.53 | 1.67   | 24.68  | 74.89  | 811.10  |
| 1977 | 582.06      | 62.42  | 220.34 | 86.65  | 0.00   | 2.00  | 0.00  | 8.84  | 0.00   | 14.54 | 70.12  | 59.86  | 57.29  | 582.06  |
| 1978 | 670.72      | 248.79 | 47.52  | 53.61  | 33.38  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 12.30  | 275.12 | 670.72  |
| 1979 | 818.68      | 286.74 | 156.94 | 106.55 | 13.74  | 7.40  | 0.00  | 0.00  | 49.81  | 9.89  | 32.94  | 7.56   | 147.12 | 818.68  |
| 1980 | 799.47      | 213.46 | 191.68 | 131.85 | 52.67  | 9.76  | 0.00  | 0.00  | 58.22  | 8.25  | 2.06   | 23.66  | 107.86 | 799.47  |
| 1981 | 746.10      | 187.95 | 156.75 | 97.35  | 40.97  | -8.70 | 0.00  | 5.48  | 14.17  | 14.46 | 12.58  | 77.20  | 147.89 | 746.10  |
| 1982 | 733.15      | 168.10 | 89.14  | 133.42 | 43.17  | 19.21 | 5.07  | 9.26  | 0.00   | 2.46  | 7.18   | 43.43  | 212.71 | 733.15  |
| 1983 | 751.70      | 143.87 | 138.70 | 104.15 | 71.06  | 31.34 | 16.46 | 0.00  | 18.98  | 39.98 | 45.47  | 11.44  | 130.25 | 751.70  |
| 1984 | 940.65      | 178.10 | 228.43 | 130.56 | 168.13 | 8.38  | 0.00  | 10.13 | 7.86   | 21.03 | 33.05  | 28.57  | 126.41 | 940.65  |
| 1985 | 915.55      | 310.02 | 126.42 | 92.30  | 46.44  | 15.75 | 1.19  | 0.00  | 30.46  | 4.57  | 85.81  | 81.03  | 121.54 | 915.55  |
| 1986 | 765.61      | 182.94 | 149.46 | 255.59 | 18.94  | 5.38  | 5.10  | 2.50  | 0.00   | 1.95  | 9.72   | 15.80  | 118.23 | 765.61  |
| 1987 | 658.14      | 285.42 | 13.77  | 31.89  | 26.06  | 0.00  | 13.65 | 25.32 | 26.01  | 2.63  | 28.53  | 43.84  | 161.00 | 658.14  |
| 1988 | 891.57      | 291.68 | 194.04 | 112.90 | 105.42 | 15.26 | 9.94  | 6.70  | 0.00   | 6.21  | 23.95  | 13.50  | 111.95 | 891.57  |
| 1989 | 912.58      | 345.60 | 125.32 | 87.52  | 120.24 | 13.51 | 13.57 | 1.12  | 0.00   | 1.26  | 16.38  | 121.70 | 66.34  | 912.58  |
| 1990 | 833.90      | 178.82 | 246.45 | 106.85 | 42.88  | 9.24  | 0.00  | 9.60  | 9.66   | 20.27 | 27.19  | 60.78  | 122.15 | 833.90  |
| 1991 | 1145.82     | 237.01 | 174.50 | 96.58  | 29.78  | 13.80 | 41.05 | 0.00  | 0.00   | 48.82 | 7.19   | 381.93 | 115.15 | 1145.82 |

#### - Análisis de tendencias

Según Castro y Carvajal ,2013, se entiende por tendencia, a los cambios graduales de incremento o disminución en el tiempo de las variables de precipitación y temperatura.

Castro, D., y Carvajal, Y. (2013). Análisis de tendencia en la precipitación pluvial anual y mensual en el departamento del Valle del Cauca. Desarrollo Regional, 11(20),9–18.

Para el proceso de análisis de tendencias de la serie histórica, el registro de datos, se analiza de manera completa a través de la comparación de medias y por su desviación estándar.

Para el cálculo de la tendencia por comparación de medias, de tiene la siguiente relación matemática para valor de “T” calculado.

$$T_c = \frac{R * (n - 2)^{0.5}}{(1 - R^2)^{0.5}}$$

Dónde:

T<sub>c</sub> = Estadístico “T” calculado.

n = Número de datos.

r = Coeficiente de correlación.

Así mismo se tiene las ecuaciones de las líneas de pendiente de la recta de tendencia:

$$T_m = A_m + B_m * t$$
$$Y_t = X_t - (A_m + B_m * t) + \bar{X}$$

Dónde:

X<sub>t</sub> = Serie analizada.

Y<sub>t</sub> = Serie corregida.

t = Tamaño muestral.

**Tabla 32:**

*Variables estadísticas para análisis de tendencias por su diferencia de medias.*

| y      | n   | Sy     | t     | St      | ȳt       | R <sup>2</sup> | Gl  | Tc   | Tt    | Bm       | Am       |
|--------|-----|--------|-------|---------|----------|----------------|-----|------|-------|----------|----------|
| 69.177 | 648 | 77.538 | 324.5 | 187.206 | 22197.44 | 0.0003         | 646 | 0.44 | 1.645 | -0.00715 | 71.49787 |

DONDE:

y, Media de datos

n, Numero de datos

Sy, Desviación estándar

T, Media del tiempo como variable independiente

St, Desviación estándar del tiempo

ȳt, Promedio entre los datos y el tiempo

R2, Coeficiente de determinación

Gl, Grados de libertad

Tc, "T" calculado

Tt, "T" tabular de Student

Am y Bm, Coeficientes de polinomios de regresión

Según los resultados, no existe diferencias estadísticas al análisis por diferencia de medias, ( $T_c < T_t$ ), por tanto, el registro no necesita corrección:

Para el procedimiento del análisis de tendencias por su desviación estándar, se ha utilizado la formula siguiente:

$$T_s = A_s + B_s * t$$

**Tabla 33:**

*Variables estadísticas para análisis de tendencias por su desviación estándar.*

| y      | n  | Sy     | t    | St     | ȳt      | R <sup>2</sup> | G  | Tc    | Tt    | Bs     | As     |
|--------|----|--------|------|--------|---------|----------------|----|-------|-------|--------|--------|
| 78.674 | 54 | 14.794 | 27.5 | 15.732 | 2109.49 | 0.05           | 52 | 1.722 | 1.645 | -0.218 | 84.681 |

DONDE:

y, Media de datos

n, Numero de datos

Sy, Desviación estándar

T, Media del tiempo como variable independiente

St, Desviación estándar del tiempo

$\bar{y}_t$ , Promedio entre los datos y el tiempo

R2, Coeficiente de determinación

Gl, Grados de libertad

Tc, "T" calculado

Tt, "T" tabular de Student

As y Bs, Coeficientes de polinomios de regresión.

Según los resultados, existe diferencias estadísticas al análisis de la desviación estándar ( $F_c > F_t$ ), corresponde por tanto la corrección de datos de todo el registro mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$Tsd = Y * \bar{Y} / Tsi$$

Donde:

Tsd = Tendencia en la desviación estándar

Y = Valor de registro inicial del mes i.

$\bar{Y}$  = Promedio de los datos

Tsi = Tendencias parciales

En los Tablas siguientes, se presenta los nuevos valores históricos de precipitación para las estaciones de Anta, Yauri y Kayra, libre se saltos y tendencias y listos para proseguir con el proceso de regionalización.

Tabla 34:

Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Yauri.

| AÑO  | Ene    | Feb    | Mar    | Abr    | May   | Jun   | Jul   | Ago    | Sep   | Oct    | Nov    | Dic    |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 1967 | 76.34  | 108.09 | 197.38 | 48.32  | 13.07 | 0.00  | 11.56 | 21.36  | 36.65 | 104.47 | 29.41  | 125.13 |
| 1968 | 262.25 | 104.48 | 108.84 | 15.25  | 0.00  | 4.90  | 14.16 | 17.11  | 11.44 | 76.70  | 140.22 | 98.17  |
| 1969 | 239.14 | 170.13 | 82.85  | 57.88  | 0.00  | 0.00  | 5.67  | 56.76  | 0.00  | 0.00   | 69.95  | 127.90 |
| 1970 | 59.20  | 302.66 | 46.60  | 76.48  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 6.47   | 81.78 | 11.77  | 22.94  | 169.67 |
| 1971 | 193.97 | 316.50 | 124.31 | 55.20  | 0.00  | 2.78  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 11.24  | 6.68   | 132.77 |
| 1972 | 203.50 | 189.42 | 152.02 | 35.72  | 0.00  | 0.00  | 17.02 | 9.04   | 26.69 | 55.89  | 67.66  | 171.98 |
| 1973 | 324.39 | 324.21 | 223.64 | 168.00 | 14.05 | 0.00  | 2.97  | 5.31   | 62.30 | 22.33  | 64.01  | 94.26  |
| 1974 | 251.60 | 256.15 | 189.94 | 64.49  | 2.63  | 18.80 | 0.00  | 116.65 | 28.51 | 23.55  | 12.33  | 45.49  |
| 1975 | 180.39 | 239.43 | 138.89 | 134.99 | 35.32 | 8.45  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 9.75   | 47.02  | 107.69 |
| 1976 | 215.38 | 203.77 | 133.05 | 29.49  | 13.18 | 41.78 | 0.00  | 35.53  | 86.02 | 1.79   | 26.36  | 79.99  |
| 1977 | 66.85  | 235.97 | 92.80  | 0.00   | 2.14  | 0.00  | 9.46  | 0.00   | 15.57 | 75.10  | 64.11  | 61.36  |
| 1978 | 267.15 | 51.02  | 57.56  | 35.85  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 13.20  | 295.42 |
| 1979 | 308.72 | 168.97 | 114.71 | 14.79  | 7.97  | 0.00  | 0.00  | 53.63  | 10.65 | 35.46  | 8.14   | 158.39 |
| 1980 | 230.44 | 206.93 | 142.34 | 56.86  | 10.54 | 0.00  | 0.00  | 62.85  | 8.91  | 2.22   | 25.54  | 116.44 |
| 1981 | 203.45 | 169.67 | 105.38 | 44.35  | -9.42 | 0.00  | 5.93  | 15.34  | 15.65 | 13.62  | 83.57  | 160.09 |
| 1982 | 182.44 | 96.75  | 144.80 | 46.86  | 20.85 | 5.50  | 10.06 | 0.00   | 2.68  | 7.79   | 47.13  | 230.86 |
| 1983 | 156.57 | 150.95 | 113.34 | 77.33  | 34.11 | 17.91 | 0.00  | 20.66  | 43.51 | 49.48  | 12.45  | 141.75 |
| 1984 | 194.35 | 249.27 | 142.48 | 183.47 | 9.15  | 0.00  | 11.05 | 8.58   | 22.94 | 36.06  | 31.18  | 137.94 |
| 1985 | 339.22 | 138.33 | 101.00 | 50.81  | 17.23 | 1.31  | 0.00  | 33.33  | 5.00  | 93.89  | 88.67  | 132.99 |
| 1986 | 200.72 | 163.98 | 280.42 | 20.78  | 5.90  | 5.60  | 2.74  | 0.00   | 2.14  | 10.66  | 17.34  | 129.72 |
| 1987 | 314.01 | 15.15  | 35.09  | 28.67  | 0.00  | 15.02 | 27.85 | 28.62  | 2.90  | 31.39  | 48.23  | 177.13 |
| 1988 | 321.77 | 214.06 | 124.55 | 116.30 | 16.84 | 10.96 | 7.39  | 0.00   | 6.85  | 26.42  | 14.90  | 123.50 |
| 1989 | 382.29 | 138.63 | 96.82  | 133.01 | 14.94 | 15.01 | 1.24  | 0.00   | 1.40  | 18.12  | 134.62 | 73.39  |
| 1990 | 198.35 | 273.37 | 118.52 | 47.57  | 10.25 | 0.00  | 10.64 | 10.72  | 22.48 | 30.16  | 67.42  | 135.49 |
| 1991 | 263.62 | 194.09 | 107.42 | 33.13  | 15.35 | 45.66 | 0.00  | 0.00   | 54.30 | 8.00   | 424.82 | 128.08 |
| 1992 | 218.63 | 307.25 | 218.22 | 100.48 | 17.89 | 8.92  | 0.00  | 50.53  | 0.00  | 66.70  | 84.32  | 42.16  |
| 1993 | 301.20 | 119.90 | 149.42 | 130.30 | 6.15  | 0.00  | 0.89  | 16.78  | 8.61  | 104.80 | 194.27 | 175.71 |
| 1994 | 230.59 | 248.54 | 214.33 | 63.48  | 18.73 | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 24.90 | 14.69  | 74.47  | 112.83 |
| 1995 | 186.47 | 158.81 | 235.51 | 91.89  | 3.04  | 0.00  | 0.00  | 3.15   | 14.62 | 58.03  | 42.29  | 144.18 |
| 1996 | 180.90 | 211.81 | 123.16 | 109.29 | 19.06 | 0.00  | 0.00  | 22.89  | 15.34 | 34.96  | 57.63  | 118.42 |
| 1997 | 278.79 | 237.17 | 131.65 | 75.44  | 3.62  | 0.00  | 0.00  | 29.63  | 43.43 | 16.51  | 103.71 | 138.66 |
| 1998 | 246.23 | 170.58 | 101.85 | 15.65  | 0.00  | 2.84  | 0.00  | 4.08   | 0.91  | 54.78  | 53.31  | 54.44  |
| 1999 | 161.05 | 260.80 | 180.95 | 142.74 | 4.09  | 0.00  | 0.00  | 0.91   | 54.37 | 60.17  | 51.52  | 176.63 |
| 2000 | 183.29 | 221.96 | 184.55 | 46.88  | 4.79  | 6.39  | 0.00  | 14.49  | 7.07  | 89.54  | 30.57  | 191.39 |
| 2001 | 304.14 | 263.65 | 291.56 | 113.81 | 36.60 | 1.03  | 4.92  | 5.49   | 4.80  | 36.83  | 29.51  | 77.21  |
| 2002 | 127.78 | 337.58 | 169.77 | 77.54  | 28.33 | 0.57  | 19.16 | 0.00   | 46.46 | 64.24  | 94.22  | 163.80 |
| 2003 | 196.82 | 264.58 | 222.36 | 42.45  | 6.56  | 0.92  | 0.00  | 6.33   | 40.03 | 12.77  | 84.43  | 148.62 |
| 2004 | 248.84 | 192.08 | 97.48  | 55.84  | 0.00  | 2.08  | 12.34 | 20.42  | 29.53 | 29.65  | 65.41  | 121.59 |
| 2005 | 132.24 | 204.20 | 142.53 | 49.86  | 1.27  | 23.63 | 0.00  | 5.55   | 6.48  | 64.67  | 48.48  | 187.66 |
| 2006 | 342.28 | 139.12 | 203.74 | 53.14  | 1.62  | 6.27  | 0.00  | 11.25  | 21.58 | 68.57  | 74.37  | 142.25 |
| 2007 | 150.92 | 155.46 | 125.79 | 68.19  | 5.35  | 0.00  | 3.96  | 0.00   | 18.97 | 42.24  | 50.62  | 136.96 |
| 2008 | 230.94 | 125.45 | 84.61  | 1.40   | 5.72  | 6.77  | 0.00  | 0.00   | 0.23  | 50.65  | 28.94  | 120.55 |
| 2009 | 119.38 | 192.64 | 119.61 | 52.08  | 6.44  | 0.00  | 1.64  | 0.00   | 2.34  | 51.26  | 202.00 | 156.71 |
| 2010 | 202.59 | 194.49 | 134.87 | 37.56  | 15.96 | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 2.00  | 19.02  | 42.26  | 207.40 |
| 2011 | 149.50 | 292.18 | 163.39 | 86.76  | 11.77 | 0.00  | 2.24  | 0.00   | 42.50 | 19.89  | 88.17  | 161.98 |
| 2012 | 202.48 | 314.17 | 225.97 | 90.20  | 13.46 | 0.00  | 0.12  | 0.00   | 16.17 | 36.95  | 89.96  | 147.70 |
| 2013 | 200.11 | 195.50 | 96.62  | 10.18  | 3.20  | 17.05 | 4.03  | 23.80  | 0.00  | 33.87  | 62.76  | 184.84 |
| 2014 | 169.59 | 134.32 | 109.61 | 25.18  | 10.81 | 0.00  | 6.53  | 4.16   | 49.17 | 118.40 | 26.36  | 224.69 |
| 2015 | 219.40 | 134.24 | 139.72 | 156.51 | 16.32 | 0.60  | 1.79  | 20.61  | 24.54 | 35.85  | 31.44  | 169.85 |
| 2016 | 133.92 | 200.94 | 77.17  | 133.80 | 2.03  | 0.12  | 10.99 | 3.82   | 5.61  | 48.86  | 24.49  | 109.43 |
| 2017 | 201.29 | 126.53 | 201.41 | 81.95  | 27.08 | 0.12  | 3.83  | 0.00   | 14.50 | 69.13  | 79.44  | 187.39 |
| 2018 | 171.97 | 241.55 | 118.13 | 23.07  | 1.32  | 8.29  | 19.71 | 36.17  | 2.76  | 124.14 | 57.80  | 102.75 |
| 2019 | 144.77 | 219.83 | 82.84  | 83.13  | 7.58  | 0.00  | 4.53  | 0.00   | 10.85 | 52.23  | 43.17  | 172.13 |
| 2020 | 297.77 | 313.81 | 318.02 | 16.57  | 16.51 | 0.00  | 4.63  | 14.35  | 0.53  | 73.69  | 111.39 | 154.34 |

Nota: Adaptado y completados datos extraídos del SENAMHI



**Tabla 35:**

*Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Anta.*

| AÑO  | Ene    | Feb    | Mar    | Abr    | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct    | Nov    | Dic    |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1967 | 67.46  | 130.39 | 177.74 | 57.30  | 11.24 | 2.27  | 18.38 | 13.62 | 2.16  | 94.17  | 86.93  | 115.68 |
| 1968 | 121.15 | 148.24 | 119.20 | 34.46  | 3.25  | 2.17  | 37.93 | 9.10  | 23.41 | 37.71  | 177.93 | 115.95 |
| 1969 | 161.17 | 113.17 | 172.90 | 32.37  | 0.00  | 3.48  | 10.21 | 0.00  | 26.72 | 30.41  | 119.03 | 120.01 |
| 1970 | 177.98 | 137.59 | 104.06 | 84.69  | 1.52  | 0.00  | 3.27  | 0.00  | 48.55 | 60.96  | 87.52  | 227.94 |
| 1971 | 174.35 | 165.40 | 103.21 | 39.50  | 1.09  | 0.11  | 0.00  | 10.69 | 1.53  | 72.44  | 78.34  | 163.11 |
| 1972 | 226.58 | 57.08  | 164.79 | 46.58  | 0.66  | 0.00  | 13.34 | 30.18 | 21.65 | 13.78  | 85.62  | 138.66 |
| 1973 | 240.69 | 209.56 | 117.49 | 79.57  | 13.15 | 3.07  | 11.40 | 9.54  | 18.85 | 28.50  | 110.92 | 130.21 |
| 1974 | 160.83 | 205.10 | 157.09 | 66.79  | 10.11 | 19.55 | 0.00  | 45.26 | 11.86 | 31.86  | 42.18  | 111.17 |
| 1975 | 118.47 | 218.23 | 98.21  | 87.53  | 14.31 | 1.54  | 0.00  | 1.10  | 29.73 | 30.83  | 60.56  | 228.14 |
| 1976 | 158.59 | 123.71 | 153.18 | 57.83  | 12.14 | 11.48 | 29.80 | 0.00  | 32.00 | 10.15  | 52.97  | 99.32  |
| 1977 | 130.97 | 140.81 | 125.33 | 56.41  | 4.65  | 0.00  | 0.00  | 5.53  | 22.57 | 93.36  | 193.58 | 138.38 |
| 1978 | 190.92 | 103.33 | 158.32 | 67.08  | 14.64 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 18.29 | 8.20   | 114.20 | 115.97 |
| 1979 | 88.90  | 136.69 | 155.58 | 54.90  | 11.78 | 0.00  | 0.00  | 7.33  | 13.34 | 24.45  | 106.24 | 126.24 |
| 1980 | 109.16 | 131.44 | 172.43 | 17.15  | 4.46  | 0.00  | 1.11  | 2.45  | 2.67  | 85.55  | 102.48 | 104.48 |
| 1981 | 174.73 | 113.43 | 168.03 | 126.72 | 6.36  | 2.23  | 0.00  | 11.95 | 39.08 | 96.35  | 88.09  | 118.01 |
| 1982 | 264.89 | 157.57 | 131.34 | 34.54  | 0.20  | 2.91  | 18.69 | 2.86  | 21.52 | 91.49  | 152.31 | 143.14 |
| 1983 | 133.20 | 218.81 | 124.99 | 15.24  | 2.93  | 16.94 | 2.73  | 24.17 | 13.36 | 28.05  | 107.64 | 236.28 |
| 1984 | 99.80  | 137.85 | 112.85 | 35.98  | 13.14 | 15.25 | 0.00  | 0.43  | 25.52 | 124.48 | 73.08  | 103.70 |
| 1985 | 89.03  | 93.54  | 64.24  | 64.24  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 25.92 | 59.50  | 144.59 | 149.55 |
| 1986 | 113.08 | 171.82 | 130.81 | 50.61  | 21.12 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 28.02  | 70.60  | 91.28  |
| 1987 | 215.25 | 151.96 | 82.89  | 0.00   | 0.00  | 6.55  | 37.82 | 0.00  | 0.00  | 28.53  | 113.91 | 186.83 |
| 1988 | 253.45 | 157.20 | 274.10 | 106.24 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 9.19   | 48.81  | 121.79 |
| 1989 | 217.64 | 111.04 | 155.18 | 34.36  | 29.92 | 0.00  | 0.00  | 5.01  | 6.94  | 27.53  | 56.89  | 39.71  |
| 1990 | 148.03 | 67.63  | 28.05  | 3.65   | 0.00  | 41.74 | 0.00  | 18.93 | 17.11 | 139.59 | 98.99  | 41.74  |
| 1991 | 61.61  | 206.11 | 140.61 | 31.44  | 0.00  | 26.64 | 0.00  | 0.00  | 5.03  | 50.98  | 106.70 | 78.88  |
| 1992 | 149.65 | 155.84 | 46.75  | 21.54  | 4.35  | 19.25 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 1993 | 92.97  | 274.69 | 68.75  | 23.00  | 4.36  | 0.00  | 0.00  | 14.61 | 38.06 | 123.28 | 143.78 | 362.54 |
| 1994 | 360.90 | 235.75 | 257.11 | 30.14  | 19.95 | 0.00  | 0.00  | 0.18  | 24.24 | 53.40  | 114.16 | 156.94 |
| 1995 | 165.88 | 40.47  | 191.62 | 16.95  | 1.53  | 4.43  | 0.51  | 0.00  | 19.43 | 13.29  | 80.60  | 266.93 |
| 1996 | 300.72 | 260.81 | 89.09  | 21.18  | 3.48  | 0.44  | 0.15  | 9.65  | 13.64 | 31.92  | 63.34  | 169.77 |
| 1997 | 71.83  | 103.95 | 130.17 | 21.63  | 7.21  | 0.00  | 0.00  | 12.70 | 5.82  | 55.29  | 135.41 | 297.20 |
| 1998 | 164.90 | 129.54 | 132.56 | 76.69  | 0.00  | 3.42  | 0.00  | 0.30  | 11.58 | 63.26  | 61.04  | 65.58  |
| 1999 | 211.40 | 245.03 | 138.75 | 52.67  | 0.57  | 0.00  | 0.14  | 4.46  | 43.76 | 65.75  | 79.33  | 151.83 |
| 2000 | 156.85 | 175.79 | 119.98 | 34.04  | 1.33  | 15.44 | 0.50  | 4.51  | 11.60 | 123.23 | 36.38  | 158.27 |
| 2001 | 348.52 | 126.13 | 274.27 | 22.83  | 7.72  | 0.00  | 27.10 | 25.06 | 13.14 | 101.68 | 60.49  | 91.72  |
| 2002 | 135.14 | 216.26 | 160.43 | 57.22  | 18.66 | 12.32 | 55.40 | 7.22  | 43.59 | 77.12  | 83.68  | 124.49 |
| 2003 | 149.40 | 158.26 | 188.70 | 20.97  | 6.14  | 6.58  | 0.00  | 27.37 | 9.47  | 57.11  | 34.30  | 151.76 |
| 2004 | 224.64 | 162.88 | 47.66  | 42.66  | 2.23  | 24.01 | 22.94 | 9.91  | 31.42 | 46.32  | 76.93  | 109.60 |
| 2005 | 125.73 | 111.93 | 101.92 | 40.95  | 2.07  | 0.00  | 4.60  | 13.57 | 10.35 | 35.20  | 74.31  | 149.08 |
| 2006 | 193.27 | 130.73 | 130.45 | 62.54  | 0.27  | 12.36 | 0.00  | 1.45  | 4.91  | 62.18  | 91.73  | 105.73 |
| 2007 | 115.85 | 109.64 | 88.53  | 90.83  | 29.03 | 0.00  | 0.76  | 0.00  | 2.48  | 67.81  | 85.86  | 176.11 |
| 2008 | 139.48 | 118.28 | 85.28  | 17.21  | 7.80  | 1.43  | 0.00  | 8.08  | 13.88 | 116.75 | 153.07 | 111.91 |
| 2009 | 142.87 | 151.81 | 84.46  | 9.65   | 13.07 | 0.00  | 16.93 | 0.00  | 15.35 | 30.52  | 253.20 | 116.03 |
| 2010 | 246.13 | 165.39 | 126.47 | 22.48  | 1.02  | 4.43  | 2.90  | 2.98  | 10.31 | 76.31  | 46.59  | 157.47 |
| 2011 | 113.39 | 218.89 | 174.60 | 64.13  | 11.05 | 8.37  | 8.94  | 13.49 | 42.43 | 72.67  | 59.17  | 123.96 |
| 2012 | 124.95 | 163.00 | 101.39 | 43.55  | 1.65  | 2.57  | 4.03  | 0.00  | 41.34 | 24.57  | 124.03 | 181.24 |
| 2013 | 156.29 | 146.14 | 73.12  | 6.77   | 9.50  | 5.90  | 0.10  | 17.70 | 3.09  | 101.07 | 106.68 | 153.68 |
| 2014 | 146.86 | 133.21 | 77.63  | 50.56  | 9.72  | 0.00  | 0.00  | 1.42  | 12.56 | 68.68  | 41.06  | 175.58 |
| 2015 | 186.14 | 104.34 | 83.86  | 81.49  | 2.98  | 2.37  | 6.38  | 7.41  | 32.41 | 52.37  | 77.58  | 113.19 |
| 2016 | 145.19 | 237.95 | 70.27  | 24.78  | 7.23  | 0.30  | 2.97  | 17.54 | 13.14 | 70.96  | 87.31  | 97.92  |
| 2017 | 103.05 | 111.26 | 159.39 | 66.09  | 7.16  | 0.00  | 1.72  | 18.06 | 10.51 | 68.67  | 108.85 | 148.13 |
| 2018 | 142.43 | 186.04 | 137.13 | 36.93  | 3.05  | 23.77 | 19.35 | 27.01 | 8.35  | 72.30  | 61.59  | 70.23  |
| 2019 | 113.43 | 113.84 | 116.42 | 7.33   | 2.68  | 5.26  | 2.58  | 0.00  | 8.98  | 44.69  | 154.71 | 192.28 |
| 2020 | 146.74 | 192.67 | 159.56 | 3.48   | 31.81 | 0.40  | 0.00  | 0.80  | 5.47  | 39.97  | 59.55  | 147.44 |

Nota: Adaptado y completados datos extraídos del SENAMHI

**Tabla 36:**

*Registro pluviométrico libre de saltos y tendencias estación Yauri.*

| AÑO  | Ene    | Feb    | Mar    | Abr    | May   | Jun   | Jul   | Ago    | Sep   | Oct    | Nov    | Dic    |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 1967 | 76.34  | 108.09 | 197.38 | 48.32  | 13.07 | 0.00  | 11.56 | 21.36  | 36.65 | 104.47 | 29.41  | 125.13 |
| 1968 | 262.25 | 104.48 | 108.84 | 15.25  | 0.00  | 4.90  | 14.16 | 17.11  | 11.44 | 76.70  | 140.22 | 98.17  |
| 1969 | 239.14 | 170.13 | 82.85  | 57.88  | 0.00  | 0.00  | 5.67  | 56.76  | 0.00  | 0.00   | 69.95  | 127.90 |
| 1970 | 59.20  | 302.66 | 46.60  | 76.48  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 6.47   | 81.78 | 11.77  | 22.94  | 169.67 |
| 1971 | 193.97 | 316.50 | 124.31 | 55.20  | 0.00  | 2.78  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 11.24  | 6.68   | 132.77 |
| 1972 | 203.50 | 189.42 | 152.02 | 35.72  | 0.00  | 0.00  | 17.02 | 9.04   | 26.69 | 55.89  | 67.66  | 171.98 |
| 1973 | 324.39 | 324.21 | 223.64 | 168.00 | 14.05 | 0.00  | 2.97  | 5.31   | 62.30 | 22.33  | 64.01  | 94.26  |
| 1974 | 251.60 | 256.15 | 189.94 | 64.49  | 2.63  | 18.80 | 0.00  | 116.65 | 28.51 | 23.55  | 12.33  | 45.49  |
| 1975 | 180.39 | 239.43 | 138.89 | 134.99 | 35.32 | 8.45  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 9.75   | 47.02  | 107.69 |
| 1976 | 215.38 | 203.77 | 133.05 | 29.49  | 13.18 | 41.78 | 0.00  | 35.53  | 86.02 | 1.79   | 26.36  | 79.99  |
| 1977 | 66.85  | 235.97 | 92.80  | 0.00   | 2.14  | 0.00  | 9.46  | 0.00   | 15.57 | 75.10  | 64.11  | 61.36  |
| 1978 | 267.15 | 51.02  | 57.56  | 35.85  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 13.20  | 295.42 |
| 1979 | 308.72 | 168.97 | 114.71 | 14.79  | 7.97  | 0.00  | 0.00  | 53.63  | 10.65 | 35.46  | 8.14   | 158.39 |
| 1980 | 230.44 | 206.93 | 142.34 | 56.86  | 10.54 | 0.00  | 0.00  | 62.85  | 8.91  | 2.22   | 25.54  | 116.44 |
| 1981 | 203.45 | 169.67 | 105.38 | 44.35  | -9.42 | 0.00  | 5.93  | 15.34  | 15.65 | 13.62  | 83.57  | 160.09 |
| 1982 | 182.44 | 96.75  | 144.80 | 46.86  | 20.85 | 5.50  | 10.06 | 0.00   | 2.68  | 7.79   | 47.13  | 230.86 |
| 1983 | 156.57 | 150.95 | 113.34 | 77.33  | 34.11 | 17.91 | 0.00  | 20.66  | 43.51 | 49.48  | 12.45  | 141.75 |
| 1984 | 194.35 | 249.27 | 142.48 | 183.47 | 9.15  | 0.00  | 11.05 | 8.58   | 22.94 | 36.06  | 31.18  | 137.94 |
| 1985 | 339.22 | 138.33 | 101.00 | 50.81  | 17.23 | 1.31  | 0.00  | 33.33  | 5.00  | 93.89  | 88.67  | 132.99 |
| 1986 | 200.72 | 163.98 | 280.42 | 20.78  | 5.90  | 5.60  | 2.74  | 0.00   | 2.14  | 10.66  | 17.34  | 129.72 |
| 1987 | 314.01 | 15.15  | 35.09  | 28.67  | 0.00  | 15.02 | 27.85 | 28.62  | 2.90  | 31.39  | 48.23  | 177.13 |
| 1988 | 321.77 | 214.06 | 124.55 | 116.30 | 16.84 | 10.96 | 7.39  | 0.00   | 6.85  | 26.42  | 14.90  | 123.50 |
| 1989 | 382.29 | 138.63 | 96.82  | 133.01 | 14.94 | 15.01 | 1.24  | 0.00   | 1.40  | 18.12  | 134.62 | 73.39  |
| 1990 | 198.35 | 273.37 | 118.52 | 47.57  | 10.25 | 0.00  | 10.64 | 10.72  | 22.48 | 30.16  | 67.42  | 135.49 |
| 1991 | 263.62 | 194.09 | 107.42 | 33.13  | 15.35 | 45.66 | 0.00  | 0.00   | 54.30 | 8.00   | 424.82 | 128.08 |
| 1992 | 218.63 | 307.25 | 218.22 | 100.48 | 17.89 | 8.92  | 0.00  | 50.53  | 0.00  | 66.70  | 84.32  | 42.16  |
| 1993 | 301.20 | 119.90 | 149.42 | 130.30 | 6.15  | 0.00  | 0.89  | 16.78  | 8.61  | 104.80 | 194.27 | 175.71 |
| 1994 | 230.59 | 248.54 | 214.33 | 63.48  | 18.73 | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 24.90 | 14.69  | 74.47  | 112.83 |
| 1995 | 186.47 | 158.81 | 235.51 | 91.89  | 3.04  | 0.00  | 0.00  | 3.15   | 14.62 | 58.03  | 42.29  | 144.18 |
| 1996 | 180.90 | 211.81 | 123.16 | 109.29 | 19.06 | 0.00  | 0.00  | 22.89  | 15.34 | 34.96  | 57.63  | 118.42 |
| 1997 | 278.79 | 237.17 | 131.65 | 75.44  | 3.62  | 0.00  | 0.00  | 29.63  | 43.43 | 16.51  | 103.71 | 138.66 |
| 1998 | 246.23 | 170.58 | 101.85 | 15.65  | 0.00  | 2.84  | 0.00  | 4.08   | 0.91  | 54.78  | 53.31  | 54.44  |
| 1999 | 161.05 | 260.80 | 180.95 | 142.74 | 4.09  | 0.00  | 0.00  | 0.91   | 54.37 | 60.17  | 51.52  | 176.63 |
| 2000 | 183.29 | 221.96 | 184.55 | 46.88  | 4.79  | 6.39  | 0.00  | 14.49  | 7.07  | 89.54  | 30.57  | 191.39 |
| 2001 | 304.14 | 263.65 | 291.56 | 113.81 | 36.60 | 1.03  | 4.92  | 5.49   | 4.80  | 36.83  | 29.51  | 77.21  |
| 2002 | 127.78 | 337.58 | 169.77 | 77.54  | 28.33 | 0.57  | 19.16 | 0.00   | 46.46 | 64.24  | 94.22  | 163.80 |
| 2003 | 196.82 | 264.58 | 222.36 | 42.45  | 6.56  | 0.92  | 0.00  | 6.33   | 40.03 | 12.77  | 84.43  | 148.62 |
| 2004 | 248.84 | 192.08 | 97.48  | 55.84  | 0.00  | 2.08  | 12.34 | 20.42  | 29.53 | 29.65  | 65.41  | 121.59 |
| 2005 | 132.24 | 204.20 | 142.53 | 49.86  | 1.27  | 23.63 | 0.00  | 5.55   | 6.48  | 64.67  | 48.48  | 187.66 |
| 2006 | 342.28 | 139.12 | 203.74 | 53.14  | 1.62  | 6.27  | 0.00  | 11.25  | 21.58 | 68.57  | 74.37  | 142.25 |
| 2007 | 150.92 | 155.46 | 125.79 | 68.19  | 5.35  | 0.00  | 3.96  | 0.00   | 18.97 | 42.24  | 50.62  | 136.96 |
| 2008 | 230.94 | 125.45 | 84.61  | 1.40   | 5.72  | 6.77  | 0.00  | 0.00   | 0.23  | 50.65  | 28.94  | 120.55 |
| 2009 | 119.38 | 192.64 | 119.61 | 52.08  | 6.44  | 0.00  | 1.64  | 0.00   | 2.34  | 51.26  | 202.00 | 156.71 |
| 2010 | 202.59 | 194.49 | 134.87 | 37.56  | 15.96 | 0.00  | 0.00  | 0.00   | 2.00  | 19.02  | 42.26  | 207.40 |
| 2011 | 149.50 | 292.18 | 163.39 | 86.76  | 11.77 | 0.00  | 2.24  | 0.00   | 42.50 | 19.89  | 88.17  | 161.98 |
| 2012 | 202.48 | 314.17 | 225.97 | 90.20  | 13.46 | 0.00  | 0.12  | 0.00   | 16.17 | 36.95  | 89.96  | 147.70 |
| 2013 | 200.11 | 195.50 | 96.62  | 10.18  | 3.20  | 17.05 | 4.03  | 23.80  | 0.00  | 33.87  | 62.76  | 184.84 |
| 2014 | 169.59 | 134.32 | 109.61 | 25.18  | 10.81 | 0.00  | 6.53  | 4.16   | 49.17 | 118.40 | 26.36  | 224.69 |
| 2015 | 219.40 | 134.24 | 139.72 | 156.51 | 16.32 | 0.60  | 1.79  | 20.61  | 24.54 | 35.85  | 31.44  | 169.85 |
| 2016 | 133.92 | 200.94 | 77.17  | 133.80 | 2.03  | 0.12  | 10.99 | 3.82   | 5.61  | 48.86  | 24.49  | 109.43 |
| 2017 | 201.29 | 126.53 | 201.41 | 81.95  | 27.08 | 0.12  | 3.83  | 0.00   | 14.50 | 69.13  | 79.44  | 187.39 |
| 2018 | 171.97 | 241.55 | 118.13 | 23.07  | 1.32  | 8.29  | 19.71 | 36.17  | 2.76  | 124.14 | 57.80  | 102.75 |
| 2019 | 144.77 | 219.83 | 82.84  | 83.13  | 7.58  | 0.00  | 4.53  | 0.00   | 10.85 | 52.23  | 43.17  | 172.13 |
| 2020 | 297.77 | 313.81 | 318.02 | 16.57  | 16.51 | 0.00  | 4.63  | 14.35  | 0.53  | 73.69  | 111.39 | 154.34 |

Nota: Adantado v completados datos extraídos del SFNAMHI

### 8.1.3. PROCESO DE REGIONALIZACIÓN.

La configuración topográfica de la cuenca Miskiuno (cota mínima 3395 y cota máxima 4100 msnm), así como la posición altitudinal de las estaciones meteorológicas, (Anta a 3350 msnm, Kayra a 3220 msnm y Yauri a 3950 msnm), hace que la precipitación regional se comporte de manera orográfica, por lo tanto, influyen en las intensidad y frecuencia de la precipitación, desde la cabecera de cuenca hasta la zona baja. Así como en la mayor probabilidad de presentar precipitación sólida (granizo y nevadas) hacia la cabecera de la cuenca.

#### 8.1.3.1 Regionalización de la precipitación:

Es el proceso por el cual cuantificamos la precipitación de la zona de estudio en función a una red de estaciones meteorológicas cercanas o circundantes a la misma. Para cumplir con este propósito, existen varios procedimientos como: promedio aritmético, polígono de Thiessen, inverso a la distancia, etc, para nuestro caso utilizaremos el método de regresión precipitación -altitud (anual), y el modelo de regresión lineal múltiple para la regionalización mensual.

**Regionalización anual:** la selección de la ecuación que mejor se ajusta a la zona de estudio, está en función al mejor ajuste de coeficiente de correlación  $r$ .

**Tabla 37:**

*Ecuaciones de regresión que mejor se ajustan a la zona de estudio.*

| TIPO        | Ecuación           | Variables |         | Parámetros de Regresión |       | Precipitación mm/año |         |        |
|-------------|--------------------|-----------|---------|-------------------------|-------|----------------------|---------|--------|
|             |                    | a         | b       | R <sup>2</sup>          | r     | H. MIN.              | H. MED. | H. MAX |
| LINEAL      | $y = a x - b$      | 0.1929    | 170.5   | 0.988                   | 0.994 | 825.40               | 894.65  | 961.39 |
| EXPONENCIAL | $y = a e^{bx}$     | 385.27    | 0.0002  | 0.9853                  | 0.993 | 759.72               | 816.27  | 874.76 |
| LOGARITMICO | $y = a \ln(x) - b$ | 726.19    | -5177.3 | 0.992                   | 0.996 | 726.67               | 799.66  | 863.69 |
| POTENCIAL   | $y = a x^b$        | 1.1758    | 0.8062  | 0.9886                  | 0.994 | 825.84               | 895.55  | 961.52 |

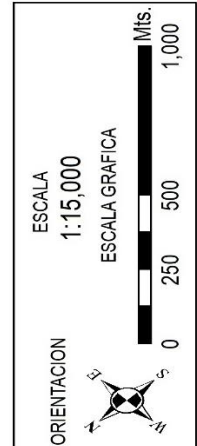
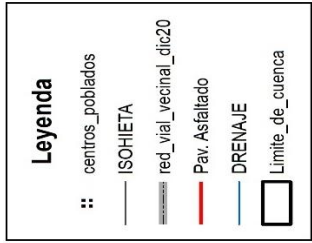
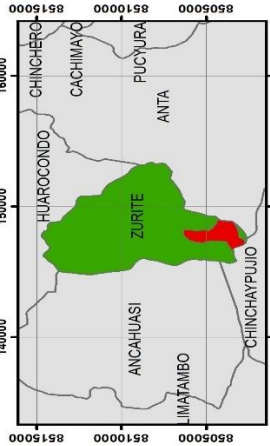
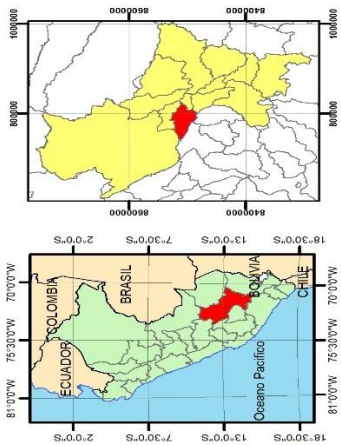
Según este resultado, todas tienen un alto ajuste de coeficiente de correlación “r” precipitación – altitud, sin embargo, la que muestra un mejor ajuste es la ecuación de tipo logarítmico con un  $r = 0.996$ . En base a esta ecuación, la cuenca Miskiuno, tiene un módulo pluviométrico hacia la parte baja de la cuenca de 726.67 mm/año, hacia la zona media de la cuenca de 799.66 mm/año y hacia la zona alta, una precipitación total anual de 863.69 mm/año. Así mismo en base a esta ecuación, se ha construido su propio mapa de isohietas para la cuenca del río Miskiuno.

**Regionalización mensual:** Para este procedimiento, se ha utilizado el método de regresión lineal múltiple, a través de factores de corrección: por ubicación geográfica, precipitación, altitud y distancia. Tal como se aprecia en el Tabla 38.

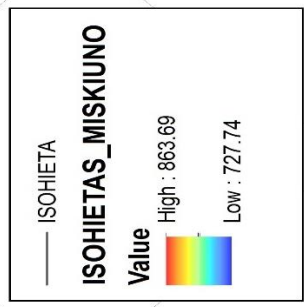
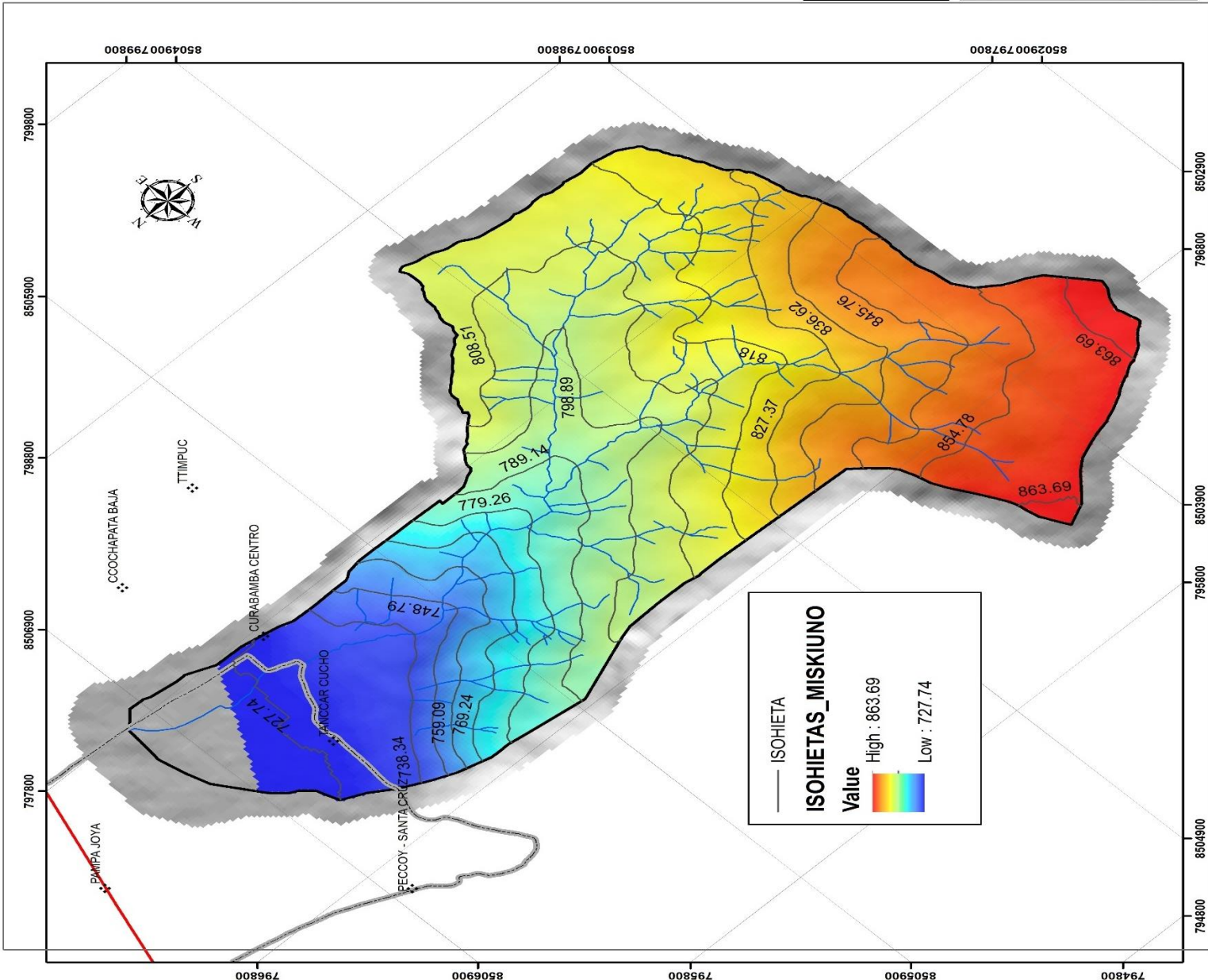
**Tabla 38:**

*Factores de influencia de regionalización mensual.*

| FACTORES DE INFLUENCIA   |  | ECUACION   | KAYRA         | ANTA          | YAURI         |
|--|--|--|---------------|---------------|---------------|
| FACTOR DE INFLUENCIA POR TRANSPORTE DE PRECIPITACIÓN N POR ALTITUD           |  | $F_p = \frac{P_{\text{correg}} \text{Cuenca.}}{P_{\text{correg}} \text{Estac.}}$ | 1.0195        | 0.9683        | 0.8589        |
| FACTORES DE INFLUENCIA POR DISTANCIA Y ALTITUD DE ESTACIONES A PUNTO INTERÉS | Proporción Inversa Distancia             | $f_{1i} = \sum (d_i)/d_i$  | 5.1924        | 41.1302       | 1.2770        |
|  |  | $F_d = (f_{1i} / \sum f_{1i})$   | 0.1091        | 0.8641        | 0.0268        |
|  | Proporción Inversa Diferencia De Alturas | $f_{2i} = \sum (h_i)/h_i$  | 2.1236        | 2.8069        | 5.7857        |
|  |  | $F_h = (f_{2i} / \sum f_{2i})$   | 0.1982        | 0.2619        | 0.5399        |
| Factor Influencia Por Dist. Y Altitud  |  | $F_{dh} = (F_d + F_h)/2$   | 0.1536        | 0.5630        | 0.2834        |
| FACTOR DE INFLUENCIA TOTAL   |  | $F_t = F_p * F_{dh}$   | <b>0.1566</b> | <b>0.5452</b> | <b>0.2434</b> |



|   |                   |
|---|-------------------|
|   |                   |
| <b>PROYECTO:</b><br>ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE EN LA ZONA DEL FORO CURABAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |                   |
| <b>MAPA:</b>  |                   |
| <b>ELABORADO:</b>   | <b>PROCESADO:</b> |
| Bach. Yuliana Pava Pava   | EN SIG            |
| Bach. Reynaldo Dejar Huamancán  | MAPA V            |
| <b>UBICACION:</b>   |                   |
| Cusco   |                   |
| Zurite  |                   |
| <b>DIST:</b>  |                   |
| Anta  |                   |
| <b>PROV:</b>  |                   |
| Cusco   |                   |
| <b>REP:</b>   |                   |
| Perú  |                   |
| <b>FECHA:</b>   | Junio 2024        |
| <b>PROYECCION:</b>  | UTM WGS84 Z 18    |
| <b>07</b>   |                   |



Finalmente se tiene la ecuación de regionalización de precipitación mensual que corresponde a la cuenca del río Miskiuno.

$$Y = 0.1566 * E_{KAYRA} + 0.5452 * E_{ANTA} + 0.2434 * E_{YAURI}$$

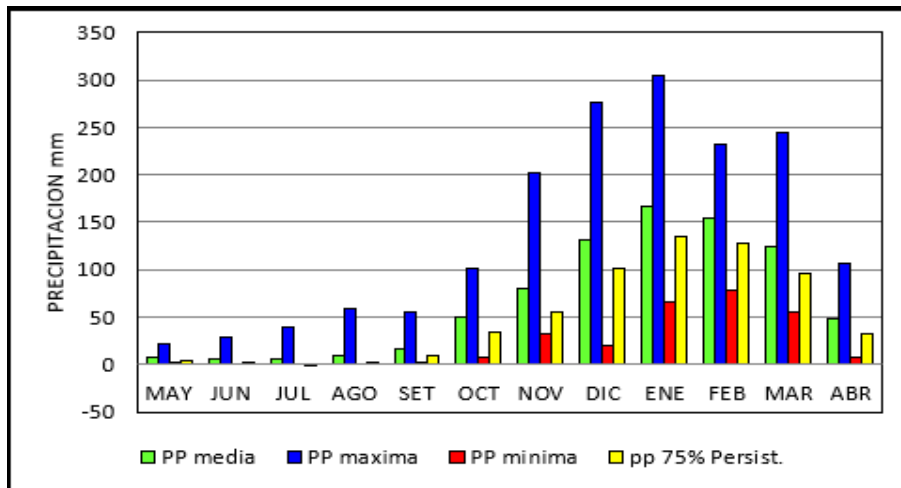
**Tabla 39:**

*Valores de precipitación acumulada mensual de la cuenca Miskiuno*

| Mes | PP media | PP máxima | PP mínima | PP 75% Persist. |
|-----|----------|-----------|-----------|-----------------|
| MAY | 7.57     | 22.6      | 0.3       | 3.59            |
| JUN | 5.10     | 28.5      | 0.0       | 0.47            |
| JUL | 5.51     | 39.6      | 0.0       | -0.32           |
| AGO | 9.17     | 59.6      | 0.0       | 2.57            |
| SET | 17.27    | 54.5      | 1.4       | 9.28            |
| OCT | 50.62    | 101.0     | 6.8       | 34.16           |
| NOV | 80.14    | 202.6     | 32.5      | 56.13           |
| DIC | 130.85   | 276.8     | 20.6      | 101.54          |
| ENE | 167.12   | 305.2     | 66.8      | 135.09          |
| FEB | 154.88   | 232.6     | 77.7      | 128.20          |
| MAR | 124.06   | 244.8     | 55.1      | 96.67           |
| ABR | 47.38    | 106.1     | 8.4       | 31.86           |

**Figura 52:**

*Gráfico de Histograma de precipitación mensual cuenca Miskiuno.*



De acuerdo con los datos obtenidos, nos indica que el 72.14 % de la precipitación anual, cae en periodo Húmedo (diciembre, enero, febrero y marzo); el 22.28% de la precipitación, cae en el periodo Subhúmedo (abril, octubre y noviembre) y el 11.91% de la precipitación anual, cae en el periodo Seco (mayo, junio julio, agosto y setiembre).

Y finalmente, aplicando la ecuación de regionalización mensual anteriormente indicada, se ha obtenido el registro de regionalización mensual de precipitación correspondiente a la cuenca Miskiuno (Tabla 40).

Tabla 40:

Planilla de registro de datos de precipitación mensual de 1697 al 2020, cuenca Miskiuno.

| <b>PRECIPITACION MEDIA MENSUAL - MISKIUNO (mm)</b> |       |       |       |   |       |      |      |      |      |   |       |       |       |        |
|--|-------|-------|-------|---|-------|------|------|------|------|---|-------|-------|-------|--------|
| <b>CUENCA MISKIUNO</b>                             |       |       |       | Latitud : 13°30'25.07" S<br>Longitud : 72°15'10.04" W<br>Altitud : 3,754 msnm |       |      |      |      |      | Departamento : CUSCO<br>Provincia : ANTA<br>Distrito : ZURITE |       |       |       |        |
| N° REG.  | AÑO   | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SET   | OCT   | NOV   | DIC   | TOTAL  |
| 1  | 1,967 | 66.8  | 120.3 | 172.1   | 46.7  | 9.7  | 1.4  | 15.0 | 16.3 | 16.4  | 90.5  | 65.6  | 117.8 | 738.6  |
| 2  | 1,968 | 158.7 | 126.8 | 107.8   | 29.2  | 3.0  | 3.4  | 30.1 | 10.8 | 18.7  | 55.6  | 147.9 | 97.6  | 789.5  |
| 3  | 1,969 | 173.9 | 118.1 | 131.4   | 35.0  | 0.6  | 2.5  | 8.3  | 14.6 | 19.0  | 22.3  | 92.5  | 110.6 | 728.6  |
| 4  | 1,970 | 144.2 | 166.5 | 93.5  | 81.3  | 1.3  | 0.2  | 2.5  | 2.2  | 54.5  | 44.9  | 62.6  | 199.6 | 853.2  |
| 5  | 1,971 | 166.9 | 198.1 | 102.5   | 42.6  | 0.9  | 0.8  | 0.0  | 6.9  | 1.5   | 52.9  | 54.1  | 145.6 | 772.9  |
| 6  | 1,972 | 209.7 | 90.0  | 137.8   | 39.8  | 1.0  | 0.0  | 12.7 | 23.9 | 20.6  | 22.6  | 72.7  | 136.6 | 767.3  |
| 7  | 1,973 | 252.3 | 216.2 | 137.4   | 98.6  | 13.3 | 1.7  | 8.7  | 8.7  | 28.2  | 33.4  | 93.0  | 112.3 | 1003.7 |
| 8  | 1,974 | 168.4 | 204.1 | 154.9   | 58.7  | 6.8  | 16.8 | 0.2  | 59.6 | 14.5  | 31.3  | 37.6  | 92.2  | 845.1  |
| 9  | 1,975 | 132.1 | 202.1 | 97.8  | 93.2  | 20.7 | 3.0  | 0.1  | 0.7  | 25.9  | 28.2  | 54.1  | 182.8 | 840.6  |
| 10   | 1,976 | 161.5 | 132.7 | 139.1   | 46.8  | 12.3 | 18.1 | 16.4 | 9.1  | 43.4  | 10.7  | 44.3  | 86.2  | 720.7  |
| 11   | 1,977 | 109.6 | 157.3 | 104.0   | 39.7  | 4.5  | 0.0  | 3.1  | 3.0  | 21.7  | 81.4  | 134.6 | 105.1 | 764.1  |
| 12   | 1,978 | 202.0 | 88.7  | 116.9   | 54.4  | 10.1 | 0.0  | 0.6  | 0.0  | 12.5  | 6.8   | 81.8  | 157.3 | 731.2  |
| 13   | 1,979 | 142.5 | 140.3 | 133.1   | 42.3  | 9.5  | 0.0  | 0.2  | 18.6 | 12.0  | 25.4  | 75.9  | 122.7 | 722.5  |
| 14   | 1,980 | 135.4 | 145.6 | 153.9   | 27.5  | 5.7  | 0.0  | 1.6  | 16.8 | 6.0   | 58.9  | 73.3  | 100.8 | 725.6  |
| 15   | 1,981 | 186.8 | 118.2 | 140.4   | 90.5  | 1.5  | 1.9  | 1.4  | 12.1 | 33.7  | 76.1  | 90.9  | 130.2 | 883.6  |
| 16   | 1,982 | 222.0 | 130.9 | 133.4   | 41.2  | 5.2  | 4.6  | 13.3 | 2.5  | 15.0  | 58.8  | 117.3 | 152.5 | 896.7  |
| 17   | 1,983 | 134.5 | 171.6 | 105.8   | 32.7  | 10.5 | 14.7 | 1.6  | 18.4 | 18.9  | 32.2  | 69.9  | 181.9 | 792.6  |
| 18   | 1,984 | 138.4 | 162.1 | 109.3   | 79.6  | 9.4  | 8.7  | 2.9  | 4.4  | 20.3  | 97.8  | 60.3  | 109.1 | 802.3  |
| 19   | 1,985 | 154.9 | 106.7 | 73.3  | 53.5  | 7.1  | 2.5  | 0.2  | 8.1  | 23.3  | 66.7  | 121.9 | 136.4 | 754.5  |
| 20   | 1,986 | 124.5 | 150.5 | 162.7   | 44.7  | 14.1 | 1.4  | 1.0  | 0.8  | 1.9   | 21.0  | 55.5  | 100.2 | 678.3  |
| 21   | 1,987 | 234.9 | 102.6 | 62.6  | 9.4   | 0.4  | 7.5  | 29.1 | 7.0  | 2.2   | 28.1  | 92.5  | 164.7 | 740.9  |
| 22   | 1,988 | 246.4 | 153.2 | 210.2   | 106.1 | 4.9  | 2.7  | 1.8  | 0.0  | 3.5   | 18.1  | 38.9  | 115.4 | 901.2  |
| 23   | 1,989 | 239.3 | 117.4 | 129.9   | 58.1  | 21.1 | 5.3  | 0.3  | 3.8  | 9.7   | 28.3  | 74.8  | 55.6  | 743.8  |
| 24   | 1,990 | 157.6 | 119.8 | 55.1  | 22.2  | 3.9  | 28.5 | 2.6  | 14.0 | 17.2  | 96.8  | 86.2  | 67.8  | 671.7  |
| 25   | 1,991 | 115.4 | 189.3 | 121.9   | 33.4  | 5.7  | 26.6 | 0.3  | 0.0  | 19.8  | 38.7  | 176.7 | 92.1  | 819.9  |
| 26   | 1,992 | 155.4 | 178.3 | 97.4  | 38.9  | 6.7  | 16.2 | 0.0  | 16.2 | 1.4   | 25.4  | 41.8  | 20.6  | 598.2  |
| 27   | 1,993 | 161.3 | 198.9 | 87.5  | 47.6  | 4.0  | 0.0  | 0.7  | 13.3 | 26.1  | 101.0 | 145.9 | 276.8 | 1063.1 |
| 28   | 1,994 | 284.7 | 218.5 | 223.6   | 40.1  | 17.6 | 0.0  | 0.0  | 0.1  | 23.9  | 39.9  | 87.6  | 134.6 | 1070.6 |
| 29   | 1,995 | 157.7 | 77.7  | 178.9   | 34.8  | 1.6  | 2.4  | 0.4  | 1.0  | 19.3  | 26.2  | 66.8  | 199.0 | 765.8  |
| 30   | 1,996 | 231.6 | 211.3 | 91.2  | 43.9  | 8.5  | 0.2  | 0.1  | 12.0 | 14.7  | 36.4  | 57.3  | 145.2 | 852.3  |
| 31   | 1,997 | 129.0 | 137.2 | 121.7   | 35.7  | 5.7  | 0.0  | 0.0  | 15.4 | 15.9  | 42.1  | 135.0 | 222.3 | 860.0  |
| 32   | 1,998 | 170.5 | 139.9 | 101.1   | 51.1  | 0.3  | 2.9  | 0.0  | 1.4  | 7.3   | 56.7  | 55.1  | 59.5  | 645.9  |
| 33   | 1,999 | 170.3 | 213.4 | 136.0   | 71.1  | 1.5  | 0.6  | 0.3  | 2.7  | 44.7  | 53.8  | 62.8  | 147.0 | 904.2  |
| 34   | 2,000 | 165.1 | 174.2 | 131.5   | 31.9  | 2.4  | 11.0 | 0.8  | 6.8  | 9.9   | 97.7  | 32.5  | 147.4 | 811.0  |
| 35   | 2,001 | 305.2 | 163.5 | 244.8   | 46.6  | 15.1 | 0.3  | 19.0 | 16.8 | 12.0  | 71.2  | 57.3  | 84.6  | 1036.2 |
| 36   | 2,002 | 128.5 | 232.6 | 148.6   | 53.9  | 19.9 | 7.3  | 39.6 | 4.6  | 36.9  | 71.5  | 85.8  | 131.1 | 960.3  |
| 37   | 2,003 | 158.2 | 174.5 | 182.1   | 31.7  | 5.3  | 4.9  | 0.0  | 20.2 | 15.6  | 40.3  | 43.3  | 140.7 | 816.7  |
| 38   | 2,004 | 213.5 | 157.6 | 61.4  | 40.5  | 1.6  | 17.2 | 18.5 | 11.9 | 28.1  | 37.0  | 68.5  | 104.8 | 760.6  |
| 39   | 2,005 | 125.3 | 133.6 | 111.3   | 40.2  | 2.0  | 5.8  | 2.7  | 9.5  | 8.0   | 41.8  | 62.7  | 144.9 | 687.7  |
| 40   | 2,006 | 224.1 | 132.2 | 146.2   | 54.2  | 0.6  | 9.1  | 0.0  | 5.4  | 9.2   | 63.2  | 79.9  | 117.9 | 842.1  |
| 41   | 2,007 | 124.4 | 107.8 | 97.5  | 82.4  | 18.1 | 0.0  | 2.1  | 0.0  | 6.1   | 52.3  | 71.8  | 144.7 | 707.4  |
| 42   | 2,008 | 151.1 | 114.0 | 78.3  | 11.0  | 7.2  | 2.8  | 0.0  | 5.1  | 10.0  | 84.9  | 106.1 | 113.2 | 683.8  |
| 43   | 2,009 | 126.4 | 148.4 | 88.8  | 21.6  | 9.6  | 0.0  | 10.2 | 0.1  | 11.6  | 30.6  | 202.6 | 115.7 | 765.6  |
| 44   | 2,010 | 229.8 | 166.6 | 124.1   | 24.3  | 4.7  | 2.4  | 1.8  | 2.4  | 7.5   | 58.3  | 42.6  | 166.1 | 830.7  |
| 45   | 2,011 | 116.0 | 221.3 | 157.7   | 67.7  | 9.6  | 5.1  | 6.1  | 7.4  | 40.2  | 51.0  | 64.1  | 126.0 | 872.1  |
| 46   | 2,012 | 129.5 | 194.1 | 117.4   | 54.0  | 4.9  | 1.6  | 2.2  | 0.0  | 29.6  | 25.7  | 113.3 | 165.6 | 838.1  |
| 47   | 2,013 | 164.8 | 150.8 | 76.3  | 8.4   | 10.3 | 8.4  | 1.4  | 17.6 | 2.8   | 81.3  | 88.2  | 156.1 | 766.3  |
| 48   | 2,014 | 149.0 | 125.2 | 75.2  | 39.7  | 9.7  | 0.0  | 2.1  | 2.8  | 21.0  | 76.0  | 33.9  | 176.4 | 710.9  |
| 49   | 2,015 | 183.8 | 114.5 | 91.1  | 94.4  | 8.8  | 2.1  | 5.7  | 9.8  | 26.4  | 40.5  | 58.2  | 122.3 | 757.7  |
| 50   | 2,016 | 129.4 | 204.7 | 66.3  | 50.2  | 4.9  | 0.2  | 5.1  | 10.6 | 9.7   | 64.1  | 58.3  | 95.3  | 698.9  |
| 51   | 2,017 | 124.0 | 111.8 | 156.2   | 64.6  | 12.4 | 1.0  | 1.9  | 11.3 | 12.5  | 60.0  | 89.1  | 143.6 | 788.4  |
| 52   | 2,018 | 145.7 | 187.7 | 128.3   | 29.2  | 2.0  | 17.7 | 17.3 | 24.7 | 6.8   | 83.3  | 62.0  | 79.4  | 784.0  |
| 53   | 2,019 | 117.5 | 136.9 | 111.4   | 30.8  | 8.1  | 3.1  | 3.1  | 0.0  | 9.2   | 51.0  | 113.7 | 170.4 | 755.2  |
| 54   | 2,020 | 173.4 | 207.2 | 180.4   | 11.3  | 22.6 | 1.1  | 2.5  | 4.1  | 5.6   | 42.7  | 66.5  | 141.5 | 858.8  |

La cuenca Miskiuno, tiene un módulo pluviométrico anual de 799.66 mm.



### 8.1.3.2. Regionalización de la Temperatura.

La selección de la ecuación de regresión que mejor se ajusta a la zona de estudio, está en función al mejor ajuste de coeficiente de correlación  $r$ .

**Tabla 41**

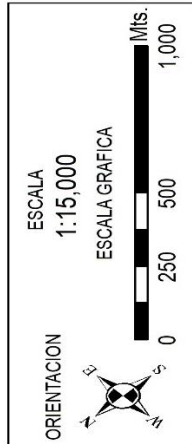
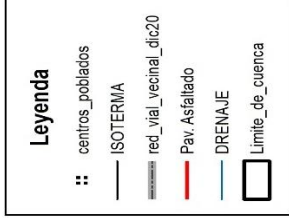
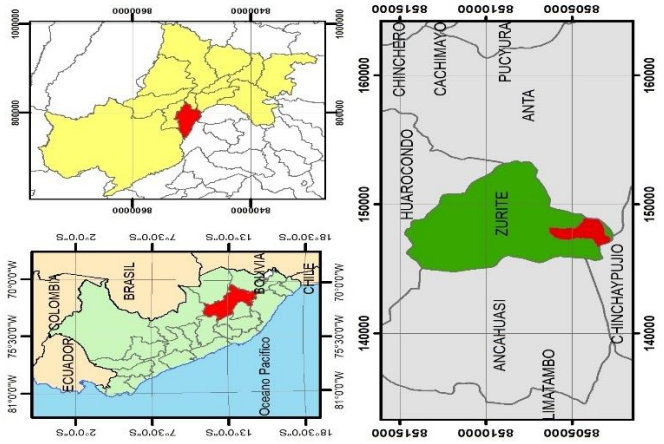
*Hoja de cálculo de regionalización de la temperatura método de regresión lineal.*

| ESTACION       | ALTITUD<br>msnm | MES / TEMPERATURA MEDIA |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |
|----------------|-----------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                |                 | ENE                     | FEB    | MAR    | ABR    | MAY    | JUN    | JUL    | AGO    | SET    | OCT    | NOV    | DIC    | MEDIA   |
|                |                 | °C                      | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C     | °C      |
| KAYRA          | 3,220           | 13.4                    | 13.5   | 13.2   | 12.2   | 10.7   | 9.6    | 9.3    | 10.6   | 12.2   | 13.4   | 13.8   | 13.5   | 12.1    |
| ANTA           | 3,350           | 12.4                    | 12.3   | 12.3   | 11.5   | 9.6    | 8.2    | 8.0    | 9.2    | 10.6   | 11.9   | 12.4   | 12.4   | 10.9    |
| YAURI          | 3,950           | 9.0                     | 8.8    | 8.8    | 7.8    | 5.5    | 3.4    | 3.4    | 4.3    | 6.6    | 8.0    | 9.0    | 9.0    | 7.0     |
| ZURITE         | 3,391           | 12.6                    | 12.7   | 12.4   | 11.7   | 10.5   | 9.5    | 9.3    | 10.4   | 11.7   | 13.1   | 13.4   | 13.0   | 11.7    |
| Promedio       | 3477.8          | 11.9                    | 11.8   | 11.6   | 10.8   | 9.1    | 7.7    | 7.5    | 8.6    | 10.3   | 11.6   | 12.2   | 12.0   | 10.4    |
| Desv. Estándar | 323.2           | 1.9                     | 2.1    | 2.0    | 2.1    | 2.4    | 2.9    | 2.8    | 2.9    | 2.5    | 2.4    | 2.2    | 2.0    | 2.4     |
| Coefic. a      |                 | 32.65                   | 33.98  | 32.74  | 32.78  | 34.53  | 38.09  | 38.80  | 39.29  | 38.68  | 37.12  | 34.95  | 33.55  | 35.25   |
| Coefic. b      |                 | -0.008                  | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.007 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.007 | -0.007 | -0.008 | -0.008 | -0.0071 |
| Coefic. r      |                 | -0.994                  | -0.993 | -0.997 | -0.992 | -0.974 | -0.969 | -0.966 | -0.972 | -0.972 | -0.969 | -0.974 | -0.984 | -0.981  |
| Altitud Media  | 3,754           | 10.2                    | 10.1   | 10.0   | 9.1    | 7.1    | 5.3    | 5.2    | 6.2    | 8.2    | 9.6    | 10.4   | 10.3   | 8.4     |
| Altitud Mínima | 3,395           | 12.4                    | 12.3   | 12.1   | 11.3   | 9.7    | 8.4    | 8.2    | 9.4    | 10.9   | 12.2   | 12.7   | 12.5   | 11.0    |
| Altitud Máxima | 4,100           | 8.1                     | 7.9    | 7.9    | 6.9    | 4.5    | 2.2    | 2.3    | 3.2    | 5.6    | 7.0    | 8.1    | 8.1    | 6.0     |

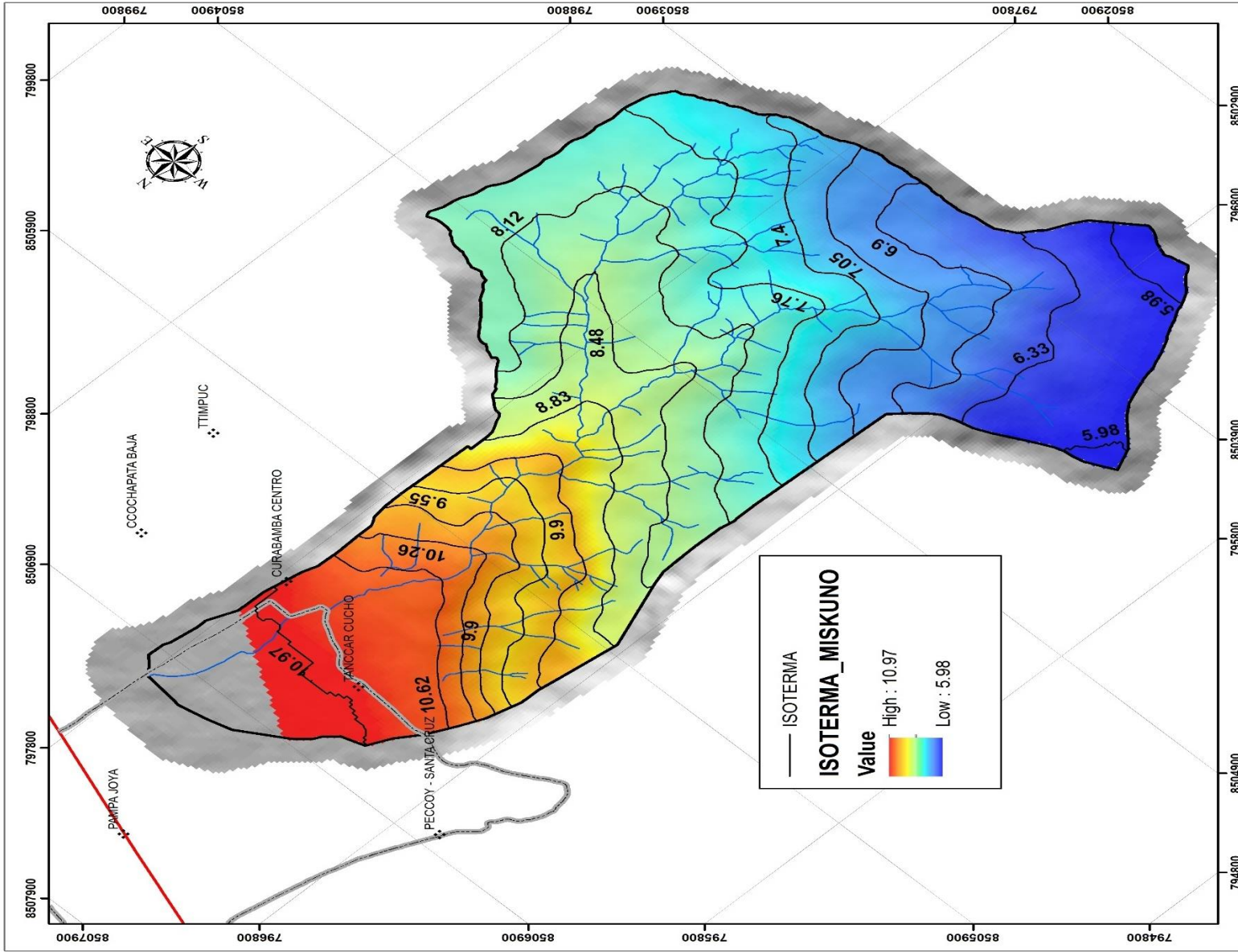
Nota: Adaptado de datos de temperatura del SENAMHI

La cuenca Miskiuno, presenta una temperatura media anual de 8.4°C, a una altitud media de 3754 msnm.

Así mismo en la siguiente lámina. Se puede apreciar el mapa de isotermas generado para la cuenca.



|  |  |                                 |  |
|--|--|---------------------------------|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO   |  | PROCESADO                       |  |
| FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA   |  | EN SIG                          |  |
| ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA  |  | MAPA N°                         |  |
| PROYECTO:  |  |                                 |  |
| ESTUDIO GEOLOGICO E HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO MISKUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE EN UNIDAD DEL SECTOR CURAMBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024 |  |                                 |  |
| MAPA:  |  |                                 |  |
| LABORATORIO:   |  | ISOTERMAS                       |  |
| UBICACION:   |  | Bach. Yuliana Paez Paez         |  |
| S.C.:  |  | Bach. Reynaldo Espar Huanamanca |  |
| INST.:   |  | Escuela de Trabajo Inductivo    |  |
| PROV.:   |  | Anta                            |  |
| IMP.:  |  | Escuela de Impresión: A3        |  |
|  |  | FECHA: Junio 2024               |  |
|  |  | PROTECCION: UTM WGS84 S 18      |  |



## 8.1.4 Generación de la intensidad de precipitación máxima de diseño

### 8.1.4.1 Información meteorológica.

Cerca de la cuenca Miskiuno, se encuentra las estaciones de Anta y zurite, con registro de precipitación máxima de 24 horas con extensión de datos de 1964 al 2017, para Anta y de 1964 a 1983 para la estación de Zurite; por esta razón es que tomamos la decisión de trabajar con la planilla de datos meteorológicos de 24 horas de la estación Anta.

**Tabla 42**

*Precipitación máxima de 24 horas estación Zurite.*

| Año  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN | JUL  | AGO  | SET  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| 1963 |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      | 22.0 | 39.9 |
| 1964 | 22.0 | 16.0 | 55.0 | 24.0 | 5.0  | 0.0 | 0.0  | 0.0  | 15.3 | 22.0 | 17.3 | 14.0 |
| 1965 | 32.0 | 15.0 | 21.5 | 17.0 | 0.0  | 0.0 | 3.4  | 1.4  | 9.8  | 5.0  | 11.6 | 29.0 |
| 1966 | 23.2 | 48.2 | 24.5 | 14.2 | 7.2  | 0.0 | 0.0  | 2.0  | 9.0  | 22.6 | 36.0 | 16.0 |
| 1967 | 13.2 | 11.0 | 31.0 | 7.1  | 3.0  | 2.2 | 11.2 | 5.3  | 11.0 | 23.2 | 20.1 | 16.2 |
| 1968 | 21.0 | 22.2 | 31.0 | 8.0  | 5.0  | 0.0 | 26.0 | 4.0  | 11.2 | 7.0  | 22.3 | 17.3 |
| 1969 | 33.0 | 36.0 | 23.0 | 12.3 | 0.0  | 7.0 | 9.1  | 4.3  | 4.0  | 16.0 | 26.0 | 30.0 |
| 1970 | 26.0 | 21.1 | 12.0 | 24.2 | 1.0  | 1.2 | 3.3  | 1.3  | 13.0 | 17.3 | 14.0 | 18.2 |
| 1971 | 21.0 | 27.0 | 23.0 | 12.0 | 2.1  | 0.3 | 0.0  | 13.0 | 1.0  | 23.0 | 15.0 | 30.0 |
| 1972 | 34.0 | 24.2 | 21.0 | 5.1  | 4.0  | 0.0 | 5.2  | 6.4  | 14.0 | 13.0 | 14.0 | 21.2 |
| 1973 | 33.3 | 21.0 | 19.0 | 25.1 | 6.0  | 3.0 | 7.0  | 8.2  | 16.0 | 25.0 | 29.0 | 18.2 |
| 1974 | 20.0 | 22.0 | 18.2 | 9.1  | 0.2  | 8.0 | 3.0  | 8.0  | 9.0  | 20.0 | 34.0 | 29.0 |
| 1975 | 30.0 | 36.0 | 22.6 | 19.4 | 8.0  | 1.2 | 1.3  | 1.0  | 12.0 | 16.0 | 13.2 | 40.0 |
| 1976 | 33.0 | 20.0 | 35.0 | 10.0 | 6.4  | 5.0 | 0.0  | 2.4  | 8.2  | 11.0 | 17.0 | 12.0 |
| 1977 | 27.0 | 23.2 | 42.0 | 16.2 | 1.0  | 0.0 | 1.0  | 0.0  | 7.0  | 21.2 | 21.0 | 32.0 |
| 1978 | 23.0 | 12.0 | 18.0 | 12.0 | 13.0 | 1.4 | 0.0  | 0.0  | 3.0  | 9.0  | 19.2 | 12.3 |
| 1979 | 14.0 | 29.0 | 16.0 | 8.0  | 8.0  | 0.0 | 1.0  | 4.0  | 7.0  | 12.0 | 18.2 | 0.0  |
| 1981 |      |      |      |      |      |     |      | 4.0  | 15.0 | 31.0 | 16.0 | 26.0 |
| 1982 | 28.0 | 10.2 | 28.0 | 11.0 | 0.0  | 2.3 | 2.3  | 6.0  | 11.6 | 17.0 | 25.0 | 16.0 |
| 1983 | 15.0 | 28.0 | 12.0 | 24.3 | 6.0  | 1.2 |      |      |      |      |      |      |

Fuente: DATOS SENAMHI

**Tabla 43**

*Precipitación máxima de 24 horas estación Anta.*

| Año  | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SET  | OCT  | NOV  | DIC  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1964 |      |      |      |      |      | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 25.0 | 16.5 | 13.0 | 13.5 |
| 1965 | 21.0 | 28.2 | 22.0 | 17.0 | 2.5  | 0.0  | 1.0  | 0.0  | 0.0  | 8.0  | 24.0 | 19.0 |
| 1966 | 23.7 | 24.5 | 12.2 | 27.3 | 7.8  |      |      | 2.0  | 13.3 | 12.2 | 24.2 | 11.3 |
| 1967 | 25.2 | 12.4 | 18.2 | 14.0 | 6.0  | 2.1  | 9.0  | 6.0  | 2.0  | 25.0 | 31.0 | 13.6 |
| 1968 | 23.0 | 21.6 | 23.0 | 16.2 | 2.0  | 2.0  | 35.0 | 4.0  | 10.0 | 15.0 | 25.0 | 22.4 |
| 1969 | 16.2 | 25.0 | 25.0 | 10.0 | 0.0  | 3.2  | 9.4  | 0.0  | 13.0 | 7.0  | 23.0 | 15.4 |
| 1970 | 22.0 | 18.6 | 14.6 | 18.0 | 1.4  | 0.0  | 2.0  | 0.0  | 10.0 | 16.4 | 26.2 | 24.0 |
| 1971 | 22.0 | 19.4 | 25.0 | 7.0  | 1.0  | 0.1  | 0.0  | 5.0  | 1.4  | 21.8 | 22.4 | 46.8 |
| 1972 | 26.6 | 13.0 | 20.0 | 10.0 | 0.6  | 0.0  | 6.6  | 9.0  | 12.0 | 5.0  | 31.7 | 28.8 |
| 1973 | 29.0 | 31.8 | 18.4 | 16.9 | 4.0  | 2.8  | 5.4  | 4.8  | 6.0  | 6.0  | 27.0 | 17.0 |
| 1974 | 23.0 | 28.0 | 30.0 | 14.0 | 5.4  | 10.8 | 0.0  | 10.0 | 6.0  | 13.0 | 10.0 | 18.0 |
| 1975 | 25.0 | 44.0 | 11.0 | 24.0 | 5.0  | 1.4  | 0.0  | 1.0  | 24.0 | 8.0  | 14.0 | 24.0 |
| 1976 | 16.0 | 13.4 | 22.0 | 10.0 | 7.0  | 4.0  | 26.0 | 0.0  | 8.0  | 3.2  | 26.0 | 13.0 |
| 1977 | 33.0 | 24.0 | 30.0 | 22.0 | 2.4  | 0.0  | 0.0  | 4.0  | 6.4  | 22.0 | 27.2 | 22.0 |
| 1978 | 22.0 | 13.6 | 25.0 | 21.8 | 11.0 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 7.3  | 6.0  | 40.0 | 23.0 |
| 1979 | 15.0 | 25.0 | 23.6 | 13.4 | 6.2  | 0.0  | 0.0  | 5.6  | 10.0 | 9.0  | 16.0 | 20.0 |
| 1980 | 25.0 | 38.0 | 38.0 | 10.4 | 4.0  | 0.0  | 1.0  | 2.2  | 2.4  | 19.0 | 15.0 | 21.0 |
| 1981 | 29.0 | 17.7 | 30.2 | 25.0 | 3.5  | 2.0  | 0.0  | 5.0  | 21.0 | 39.5 | 16.4 | 26.0 |
| 1982 | 32.0 | 24.5 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1984 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 12.0 |      |
| 1985 | 17.0 | 18.0 | 17.0 | 20.0 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 13.0 | 20.0 | 17.2 | 30.8 |
| 1986 | 26.4 | 24.4 | 14.8 | 23.2 | 8.9  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 8.4  | 16.7 | 17.4 |
| 1987 | 25.8 | 18.5 | 24.2 | 0.0  | 0.0  |      | 19.0 | 0.0  | 0.0  | 7.5  | 19.0 | 34.4 |
| 1988 | 27.0 | 24.8 | 29.0 | 27.6 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 4.3  | 23.8 | 21.4 |
| 1989 | 18.6 | 18.5 | 14.1 | 12.6 | 9.8  | 0.0  | 0.0  | 4.4  | 4.0  | 19.4 | 17.8 | 8.6  |
| 1990 | 17.0 | 13.0 | 8.8  | 3.2  | 0.0  | 11.6 | 0.0  | 12.4 | 13.5 | 21.8 | 21.2 | 12.1 |
| 1991 | 12.6 | 17.2 | 11.6 | 11.8 | 0.0  | 10.1 | 0.0  | 0.0  | 2.6  | 7.2  |      | 9.6  |
| 1992 | 13.2 | 18.4 | 10.2 | 10.2 | 3.8  | 11.1 | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 1993 | 12.9 | 39.4 | 23.1 | 10.8 | 4.8  | 0.0  | 0.0  | 8.4  | 22.6 | 23.4 | 20.8 | 32.3 |
| 1994 | 35.6 | 39.8 | 41.4 | 5.0  | 10.6 |      | 0.0  | 0.3  | 15.3 | 15.8 | 29.1 | 35.0 |
| 1995 | 25.2 | 9.4  | 27.2 | 18.6 | 1.5  | 3.6  | 0.4  | 0.0  | 14.2 | 15.6 | 24.3 | 36.0 |
| 1996 | 67.4 | 41.6 | 20.6 | 8.8  | 4.8  | 0.6  | 0.2  | 5.1  | 7.6  | 7.2  | 24.6 | 30.2 |
| 1997 |      | 19.4 | 35.7 | 13.8 | 8.8  | 0.0  | 0.0  | 12.4 | 6.1  | 22.2 | 23.5 | 56.7 |
| 1998 | 31.1 | 20.2 | 25.4 |      | 0.0  | 3.4  | 0.0  | 0.3  | 7.3  | 13.0 | 19.2 | 11.2 |
| 1999 | 34.5 | 53.1 | 38.7 | 18.6 | 0.8  | 0.0  | 0.2  | 3.4  | 16.4 | 24.2 | 18.6 | 32.8 |
| 2000 | 22.8 | 30.5 | 27.2 | 15.5 | 1.6  | 7.4  | 0.6  | 4.8  | 6.1  | 28.0 | 18.8 | 21.8 |
| 2001 | 31.7 | 29.4 | 47.2 | 11.0 | 5.7  | 0.0  | 20.6 | 12.2 | 10.8 | 26.4 | 38.2 | 18.6 |
| 2002 | 28.9 | 29.0 | 29.6 | 18.4 | 16.8 | 8.8  | 20.9 | 9.2  | 13.6 | 27.3 | 21.9 | 20.2 |
| 2003 | 33.9 | 22.4 | 22.8 | 10.8 | 4.7  | 5.7  | 0.0  | 10.4 | 8.3  | 25.8 | 8.2  | 24.8 |
| 2004 | 20.2 | 28.2 | 14.3 | 16.1 | 1.3  | 10.6 | 13.4 | 5.2  | 13.2 | 17.8 | 23.2 | 17.6 |
| 2005 | 16.1 | 22.9 | 22.6 | 17.8 | 1.8  | 0.0  | 3.6  | 5.8  | 6.2  | 12.6 | 14.3 | 21.2 |
| 2006 | 36.0 | 27.4 | 30.3 | 16.5 | 0.3  | 13.6 | 0.0  | 1.6  | 3.3  | 21.5 | 20.4 | 19.9 |
| 2007 | 28.9 | 19.5 | 29.7 | 13.5 | 28.1 | 0.0  | 0.6  | 0.0  | 2.6  | 21.8 | 20.5 | 36.8 |
| 2008 | 21.9 | 20.5 | 30.1 | 5.9  | 7.4  | 1.1  | 0.0  | 6.1  | 11.7 | 24.4 | 29.8 | 14.2 |
| 2009 | 20.2 | 27.2 | 20.5 | 8.2  | 14.9 | 0.0  | 5.9  | 0.0  | 5.5  | 12.3 | 40.1 | 24.3 |
| 2010 | 49.6 | 19.8 | 20.4 | 10.5 | 0.7  | 5.2  | 2.2  | 1.4  | 10.1 | 17.4 | 21.5 | 23.4 |
| 2011 | 24.6 | 54.3 | 31.7 | 16.7 | 8.2  | 6.1  | 9.1  | 15.1 | 13.5 | 31.0 | 17.4 | 16.1 |
| 2012 | 19.4 | 28.2 | 18.6 | 11.4 | 1.8  | 2.0  | 2.4  | 0.0  | 26.7 | 7.5  | 28.4 | 18.4 |
| 2013 | 35.7 | 28.7 | 17.1 | 1.9  |      | 1.8  | 0.1  | 8.1  | 1.3  | 25.2 | 21.3 | 29.1 |
| 2014 | 30.6 | 18.8 | 12.2 | 11.2 | 5.6  | 0.0  | 0.0  | 0.7  | 3.4  | 27.9 | 15.9 | 35.6 |
| 2015 | 30.3 | 20.5 | 20.8 | 14.2 | 1.6  | 2.3  | 5.1  | 3.1  | 7.5  | 20.2 | 21.3 | 12.9 |
| 2016 | 24.3 | 41.7 | 14.8 | 6.8  | 4.4  | 0.2  | 2.8  | 15.6 |      | 15.8 | 34.5 | 20.6 |
| 2017 | 22.9 | 13.1 | 36.2 | 33.3 | 3.8  | 0.0  | 1.8  |      | 8.5  | 15.5 |      |      |

Fuente: Extraído de SENAMHI

En nuestro caso la serie histórica de data de registro de precipitación máxima de 24 horas llega a 52 años superior a lo recomendado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011) que recomienda a partir de 20 a 25 años para cálculos rigurosos.

#### **A. Intensidad de precipitación máxima de 24 h.**

Para ello, se ha utilizado el método de análisis estadístico por distribuciones teóricas, que, para estudios hidrológicos, se recomienda utilizar la: (Distribución Normal, Distribución Log Normal 2 parámetros, Distribución Log Normal 3 parámetros, Distribución Gamma 2 parámetros, Distribución Gamma 3 parámetros, Distribución Log Pearson tipo III, Distribución Gumbel, Distribución Log Gumbel), tomando en consideración diversos periodos de retorno, así mismo a través la prueba de Smirnov Kolmogorov, se verificó cuál de las distribuciones retoricas se ajustan mejor para determinar la intensidad de precipitación máxima acumulada de 24 horas. Para llevar a cabo este análisis se ha utilizado el programa de **HIDROESTA**.

**Figura 53**

*Imagen de Programa HIDROESTA 2.0*



*Fuente: Captura de fondo de ingreso a programa*

En el siguiente Tabla, se detalla los resultados de la prueba de bondad de ajuste por Smirnov -Kolmogorov, para la planilla de datos de precipitación máxima de 24 h elegido para la cuenca de Miskiuno.

Como primer paso se extrapolaron los datos de precipitación máxima de 24 h, de la estación Anta a la cuenca Miskiuno por un factor de corrección.

**Tabla 44:**

*Factor de corrección  $f_c$ , para extrapolar datos.*

| FACTORES DE INFLUENCIA   | ECUACION   | ANTA        |
|--|--|-------------|
| Factor de influencia por transporte de precipitación por altitud | $F_p = \frac{P_{\text{correg}} \text{Cuenca.}}{p_{\text{correg}} \text{Estac.}}$ | 0.9683      |
| Factor influencia por distancia y altitud                        | $F_{dh} = (F_d + F_h) / 2$   | 0.563       |
| <b>FACTOR DE CORRECCIÓN</b>                                      | <b><math>f_c</math></b>  | <b>1.53</b> |

**Tabla 45**

*Precipitación máxima extrapolada estación Miskiuno.*

| AÑO  | P MAX 24H estación Anta | P MAX 24H estación Miskiuno |
|------|-------------------------|-----------------------------|
| 1964 | 25.0                    | 38.3                        |
| 1967 | 25.0                    | 38.3                        |
| 1968 | 25.6                    | 39.2                        |
| 1969 | 33.6                    | 51.4                        |
| 1970 | 40.5                    | 62.0                        |
| 1971 | 33.4                    | 51.1                        |
| 1973 | 35.4                    | 54.2                        |
| 1974 | 25.2                    | 38.6                        |
| 1980 | 26.6                    | 40.7                        |
| 1981 | 24.5                    | 37.5                        |
| 1982 | 26.4                    | 40.4                        |
| 1985 | 26.4                    | 40.4                        |
| 1987 | 25.7                    | 39.3                        |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1988 | 27.9 | 42.7 |
| 1989 | 45.0 | 68.9 |
| 1994 | 28.4 | 43.5 |
| 1996 | 31.5 | 48.2 |
| 1999 | 27.7 | 42.4 |
| 2000 | 36.6 | 56.0 |
| 2001 | 26.2 | 40.1 |
| 2002 | 27.5 | 42.1 |
| 2003 | 28.8 | 44.1 |
| 2004 | 25.2 | 38.6 |
| 2006 | 30.0 | 45.9 |
| 2007 | 28.1 | 43.0 |
| 2008 | 38.7 | 59.2 |
| 2009 | 38.3 | 58.6 |
| 2010 | 39.2 | 60.0 |
| 2011 | 33.6 | 51.4 |
| 2012 | 29.3 | 44.8 |
| 2013 | 36.6 | 56.0 |
| 2015 | 26.8 | 41.0 |
| 2016 | 25.0 | 38.3 |
| 2017 | 27.0 | 41.3 |

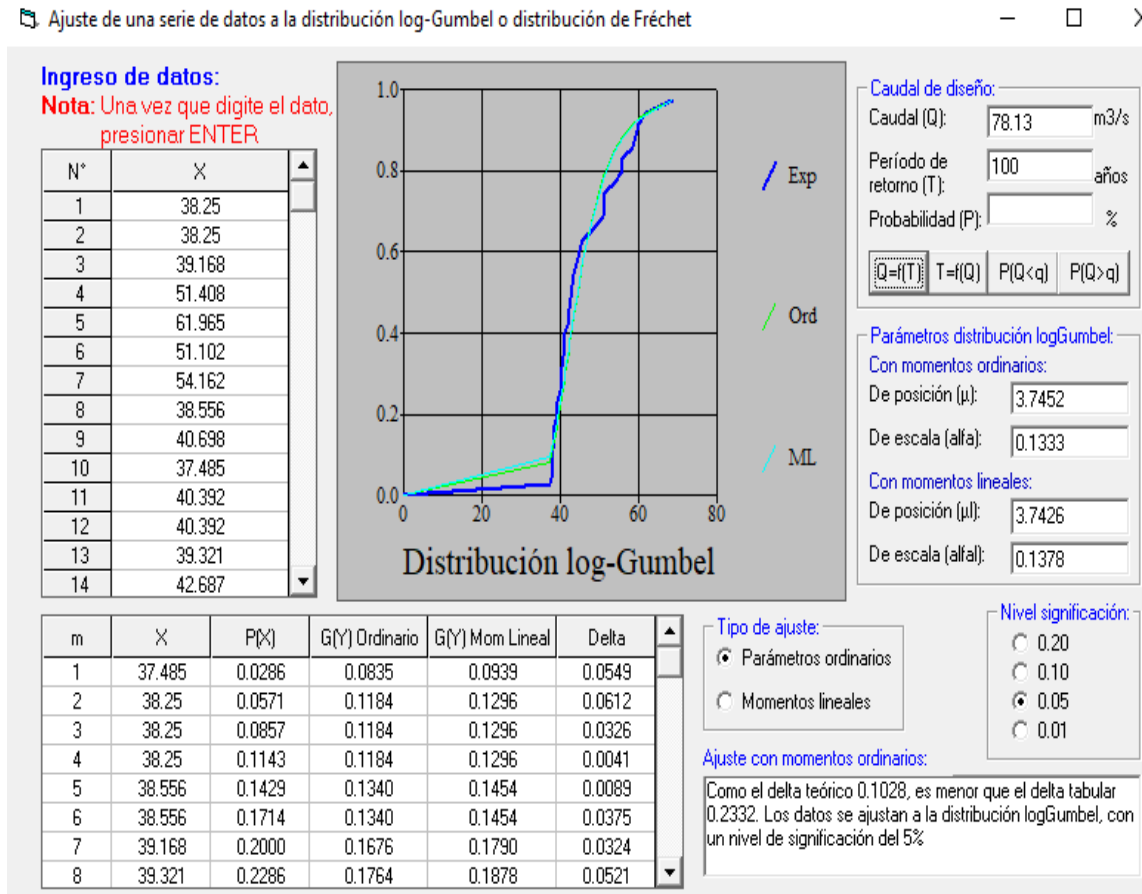
**Tabla 46**

*Valores de distribución de ajuste teórico.*

| DISTRIBUCION            | $\Delta$ TABULAR | $\Delta$ TEÓRICO |
|-------------------------|------------------|------------------|
| NORMAL                  | 0.2332           | 0.1798           |
| LOG NORMAL 2 PARÁMETROS | 0.2332           | 0.159            |
| LOG NORMAL 3 PARÁMETROS | 0.2332           | 0.1143           |
| GAMMA 2 PARÁMETROS      | 0.2332           | 0.168            |
| GAMMA 3 PARÁMETROS      | 0.2332           | 0.1216           |
| LOG PEARSON TIPO III    | 0.2332           | 0.11181          |
| GUMBEL                  | 0.2332           | 0.1268           |
| LOG GUMBEL O FRECHET    | 0.2332           | 0.1028           |

**Figura 54**

Hoja de cálculo de programa HIDROESTA. Para una distribución de Log Gumbel y periodo de retorno de 100 años.



**Nota:** Elaboración en hoja de cálculo de programa HIDROESTA

Según los resultados, el registro de 24 horas generado para la cuenca de Miskiuno, se ajusta una distribución teórica tipo Log Gumbel o Fréchet, calculando con ello, para cada periodo de retorno (2, 5, .....100, 500 y 10000 años) respectivamente la intensidad de precipitación máxima de 24 horas.



**Tabla 47**

*Precipitaciones máximas de 24h cuenca Miskiuno.*

| PERIODO DE RETORNO | PRECIPITACION MAXIMA |
|--------------------|----------------------|
| AÑOS               | 24 h (mm)            |
| 2                  | 44.44                |
| 5                  | 51.68                |
| 10                 | 57.12                |
| 25                 | 64.82                |
| 50                 | 71.19                |
| 100                | 78.13                |
| 140                | 81.73                |
| 200                | 85.73                |
| 500                | 96.88                |
| 1000               | 106.27               |

**B. Cálculo de la ecuación de intensidad duración y frecuencia.**

El conocimiento de la precipitación permite saber su distribución y evolución en el tiempo, los cuales son de gran utilidad para el planteamiento de diseños hidráulicos (defensas ribereñas, etc) entre otros. La determinación de las curvas IDF es la metodología más utilizada que ayuda a seleccionar la tormenta ideal de diseño, con relación a los parámetros de intensidad de lluvia, duración y recurrencia de la tormenta.

En nuestro caso su construcción de la curva IDF, será ideal pues el registro de datos de precipitación máxima de 24 horas de la zona de Miskiuno es extensa (34 años).

**Tabla 48:**

*Precipitaciones diarias máximas probables para diferentes periodos de retorno.*

| <b>Periodo<br/>Retorno</b> | <b>Variable<br/>Reducida</b> | <b>Precip.<br/>(mm)</b> |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>Años</b>                | <b>YT</b>                    | <b>XT'(mm)</b>          |
| 2                          | 0.3665                       | 44.4400                 |
| 5                          | 1.4999                       | 51.6800                 |
| 10                         | 2.2504                       | 57.1200                 |
| 25                         | 3.1985                       | 64.8200                 |
| 50                         | 3.9019                       | 71.1900                 |
| 100                        | 4.6001                       | 78.1300                 |
| 500                        | 6.2136                       | 96.8800                 |

**Tabla 49:**

*Procesamiento en análisis de datos.*

Regresión

Entrada

Rango Y de entrada: SOS3:SOS72

Rango X de entrada: SP\$3:SQ\$72

Rótulos  Constante igual a cero

Nivel de confianza: 95 %

Opciones de salida

Rango de salida:

En una hoja nueva:

En un libro nuevo

Residuales

Residuos  Gráfico de residuales

Residuos estándares  Curva de regresión ajustada

Probabilidad normal

Gráfico de probabilidad normal

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota: Hoja de cálculo Excel (Análisis de datos)

**Tabla 50:**

*Cálculo de las variables de la ecuación regresión múltiple de IDF.*

| Resumen                                      |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|--|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0.999361556               |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.998723521               |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0.998685417               |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| Error típico                                 | 0.009958821               |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| Observaciones                                | 70                        |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| 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                         | 5.199028                 | 2.599514                         | 26210.56            | 0.000                     |                     |                       |                       |
| Residuos                                     | 67                        | 0.006645                 | 0.000099                         |                     |                           |                     |                       |                       |
| Total  | 69                        | 5.205673                 |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|  | <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> |
| Intercepción                                 | 2.196055                  | 0.007818                 | 280.903525                       | 0.000000            | 2.180451                  | 2.211659            | 2.180451              | 2.211659              |
| Variable X 1                                 | 0.139803                  | 0.001575                 | 88.738819                        | 0.000000            | 0.136658                  | 0.142947            | 0.136658              | 0.142947              |
| Variable X 2                                 | -0.618849                 | 0.002932                 | -211.060511                      | 0.000000            | -0.624701                 | -0.612996           | -0.624701             | -0.612996             |

Intensidades de lluvia a partir de precipitación máxima diaria Pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma.

$$I = \frac{P(\text{mm})}{t_{\text{duración}}(\text{hr})}$$

$$I = \frac{157.056 * T^{0.13980}}{t^{0.6188}}$$

**Tabla 51:**

*Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno.*

| Tiempo de duración |      | Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno |        |         |         |         |          |          |
|--------------------|------|--|--------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Hr                 | min  | 2 años   | 5 años | 10 años | 25 años | 50 años | 100 años | 500 años |
| 24 hr              | 1440 | 1.852  | 2.153  | 2.380   | 2.701   | 2.966   | 3.255    | 4.037    |
| 18 hr              | 1080 | 2.247  | 2.613  | 2.888   | 2.881   | 3.599   | 3.950    | 4.898    |
| 12 hr              | 720  | 2.963  | 3.445  | 3.808   | 4.321   | 4.746   | 5.209    | 6.459    |
| 8 hr               | 480  | 3.777  | 4.393  | 4.855   | 5.510   | 6.051   | 6.641    | 8.235    |
| 6 hr               | 360  | 4.518  | 5.254  | 5.807   | 6.590   | 7.238   | 7.943    | 9.849    |
| 5 hr               | 300  | 5.066  | 5.892  | 6.512   | 7.389   | 8.116   | 8.907    | 11.044   |
| 4 hr               | 240  | 5.777  | 6.718  | 7.426   | 8.427   | 9.255   | 10.157   | 12.594   |
| 3 hr               | 180  | 6.814  | 7.924  | 8.758   | 9.939   | 10.916  | 11.980   | 14.855   |
| 2 hr               | 120  | 8.666  | 10.078 | 11.138  | 12.640  | 13.882  | 15.235   | 18.892   |
| 1 hr               | 60   | 13.332   | 15.504 | 17.136  | 19.446  | 21.357  | 23.439   | 29.064   |

En el Tabla siguiente se tiene los coeficientes de duración para una tormenta de duración entre 1 a 24 hr, del modelo de Dick Peschke

**Tabla 52:**

*Coeficientes de duración según Dick Peschke para tormentas de lluvia de 1 a 24 horas.*

| Duraciones, en horas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 8    | 12   | 18   | 24   |
| 0.30                 | 0.39 | 0.46 | 0.52 | 0.57 | 0.61 | 0.68 | 0.80 | 0.91 | 1.00 |

Así mismo se tiene las representaciones matemáticas de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno.

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Donde:

- I = Intensidad (mm/hr)
- t = Duración de la lluvia (min)
- T = Período de retorno (años)
- K, m, n = Parámetros de ajuste

Efectuamos un cambio de variable:

$$d = K \cdot T^m$$

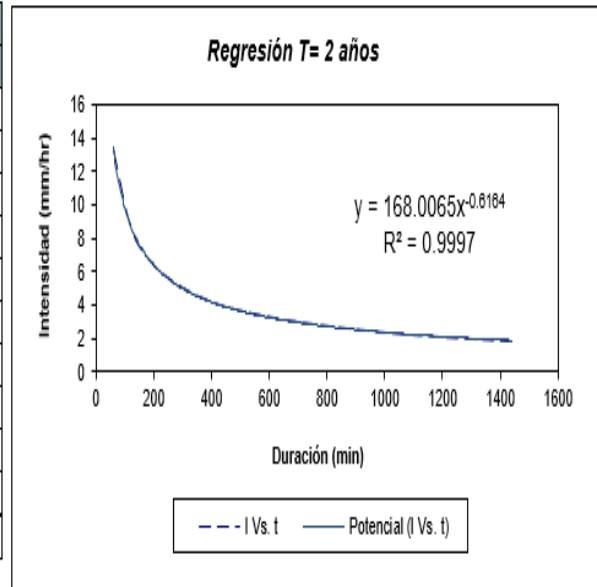
Reemplazando en la expresión anterior se obtiene

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

**Tabla 53:**

*Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma para diversos periodos de retorno (2, 50 y 100).*

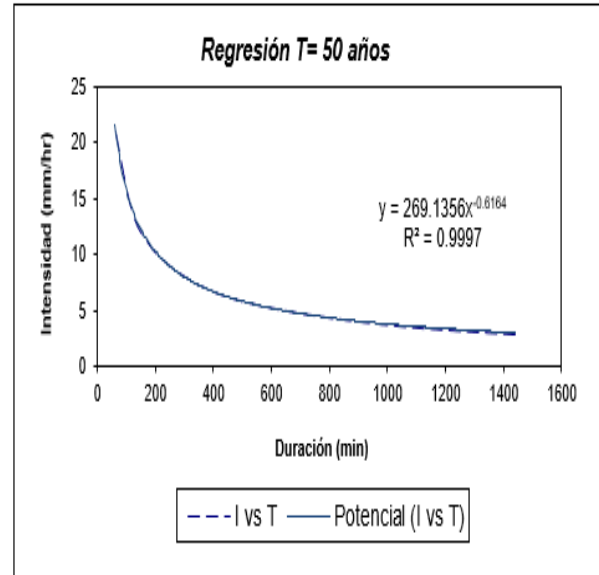
| Periodo de retorno para T = 2 años |              |            |                |            |                |          |
|------------------------------------|--------------|------------|----------------|------------|----------------|----------|
| Nº                                 | x            | y          | ln x           | ln y       | ln x * ln y    | (ln x)^2 |
| 1                                  | 1440         | 1.852      | 7.272          | 0.616      | 4.480          | 52.888   |
| 2                                  | 1080         | 2.247      | 6.985          | 0.809      | 5.654          | 48.786   |
| 3                                  | 720          | 2.963      | 6.579          | 1.086      | 7.146          | 43.287   |
| 4                                  | 480          | 3.777      | 6.174          | 1.329      | 8.205          | 38.116   |
| 5                                  | 360          | 4.518      | 5.886          | 1.508      | 8.877          | 34.646   |
| 6                                  | 300          | 5.066      | 5.704          | 1.623      | 9.255          | 32.533   |
| 7                                  | 240          | 5.777      | 5.481          | 1.754      | 9.613          | 30.037   |
| 8                                  | 180          | 6.814      | 5.193          | 1.919      | 9.965          | 26.967   |
| 9                                  | 120          | 8.666      | 4.787          | 2.159      | 10.338         | 22.920   |
| 10                                 | 60           | 13.332     | 4.094          | 2.590      | 10.605         | 16.764   |
| 10                                 | 4980         | 55.012     | 58.155         | 15.394     | 84.138         | 346.944  |
| <b>Ln (d) =</b>                    | <b>5.124</b> | <b>d =</b> | <b>168.007</b> | <b>n =</b> | <b>-0.6164</b> |          |



**Tabla 54:**

*Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma rara diversos periodos de retorno (2, 50 y 100).*

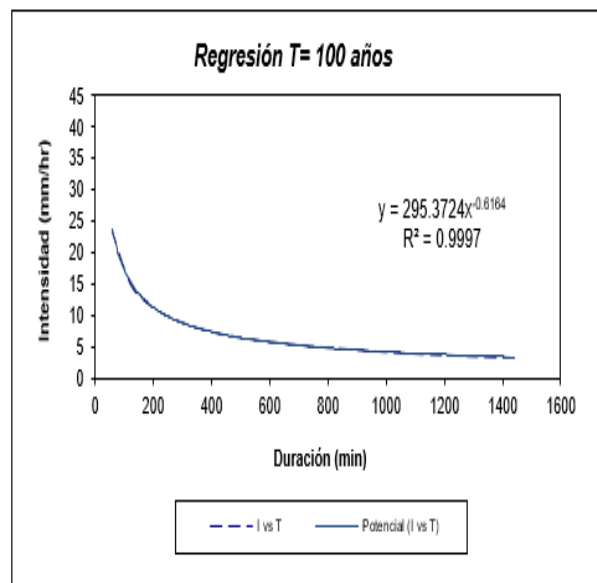
| Periodo de retorno para T = 50 años |              |            |                |            |                |         |
|-------------------------------------|--------------|------------|----------------|------------|----------------|---------|
| Nº                                  | x            | y          | ln x           | ln y       | ln x*ln y      | (lnx)^2 |
| 1                                   | 1440         | 2.966      | 7.272          | 1.087      | 7.907          | 52.888  |
| 2                                   | 1080         | 3.599      | 6.985          | 1.281      | 8.945          | 48.786  |
| 3                                   | 720          | 4.746      | 6.579          | 1.557      | 10.246         | 43.287  |
| 4                                   | 480          | 6.051      | 6.174          | 1.800      | 11.114         | 38.116  |
| 5                                   | 360          | 7.238      | 5.886          | 1.979      | 11.650         | 34.646  |
| 6                                   | 300          | 8.116      | 5.704          | 2.094      | 11.943         | 32.533  |
| 7                                   | 240          | 9.255      | 5.481          | 2.225      | 12.195         | 30.037  |
| 8                                   | 180          | 10.916     | 5.193          | 2.390      | 12.412         | 26.967  |
| 9                                   | 120          | 13.882     | 4.787          | 2.631      | 12.594         | 22.920  |
| 10                                  | 60           | 21.357     | 4.094          | 3.061      | 12.534         | 16.764  |
| 10                                  | 4980         | 88.125     | 58.155         | 20.106     | 111.541        | 346.944 |
| <b>Ln (d) =</b>                     | <b>5.595</b> | <b>d =</b> | <b>269.136</b> | <b>n =</b> | <b>-0.6164</b> |         |



**Tabla 55:**

*Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma rara diversos periodos de retorno (2, 50 y 100).*

| Periodo de retorno para T = 100 años |              |            |                |            |                |         |
|--------------------------------------|--------------|------------|----------------|------------|----------------|---------|
| Nº                                   | x            | y          | ln x           | ln y       | ln x*ln y      | (lnx)^2 |
| 1                                    | 1440         | 3.255      | 7.272          | 1.180      | 8.584          | 52.888  |
| 2                                    | 1080         | 3.950      | 6.985          | 1.374      | 9.595          | 48.786  |
| 3                                    | 720          | 5.209      | 6.579          | 1.650      | 10.858         | 43.287  |
| 4                                    | 480          | 6.641      | 6.174          | 1.893      | 11.689         | 38.116  |
| 5                                    | 360          | 7.943      | 5.886          | 2.072      | 12.198         | 34.646  |
| 6                                    | 300          | 8.907      | 5.704          | 2.187      | 12.473         | 32.533  |
| 7                                    | 240          | 10.157     | 5.481          | 2.318      | 12.705         | 30.037  |
| 8                                    | 180          | 11.980     | 5.193          | 2.483      | 12.895         | 26.967  |
| 9                                    | 120          | 15.235     | 4.787          | 2.724      | 13.039         | 22.920  |
| 10                                   | 60           | 23.439     | 4.094          | 3.154      | 12.915         | 16.764  |
| 10                                   | 4980         | 96.716     | 58.155         | 21.036     | 116.951        | 346.944 |
| <b>Ln (d) =</b>                      | <b>5.688</b> | <b>d =</b> | <b>295.372</b> | <b>n =</b> | <b>-0.6164</b> |         |



**Tabla 56:**

*Generación de coeficientes de regresión potencial para curvas IDF.*

| Regresión potencial |               |            |                |            |                |         |  |
|---------------------|---------------|------------|----------------|------------|----------------|---------|--|
| Nº                  | x             | y          | ln x           | ln y       | ln x*ln y      | (lnx)^2 |  |
| 1                   | 2             | 168.0065   | 0.6931         | 5.1240     | 3.5517         | 0.4805  |  |
| 2                   | 5             | 195.3775   | 1.6094         | 5.2749     | 8.4897         | 2.5903  |  |
| 3                   | 10            | 215.9436   | 2.3026         | 5.3750     | 12.3764        | 5.3019  |  |
| 4                   | 25            | 267.4273   | 3.2189         | 5.5888     | 17.9898        | 10.3612 |  |
| 5                   | 50            | 269.1356   | 3.9120         | 5.5952     | 21.8886        | 15.3039 |  |
| 6                   | 100           | 295.3724   | 4.6052         | 5.6882     | 26.1953        | 21.2076 |  |
| 7                   | 500           | 366.2573   | 6.2146         | 5.9033     | 36.6869        | 38.6214 |  |
| 7                   | 692           | 1777.5203  | 22.5558        | 38.5496    | 127.1784       | 93.8667 |  |
| <b>Ln (K) =</b>     | <b>5.0567</b> | <b>K =</b> | <b>157.064</b> | <b>m =</b> | <b>0.13979</b> |         |  |

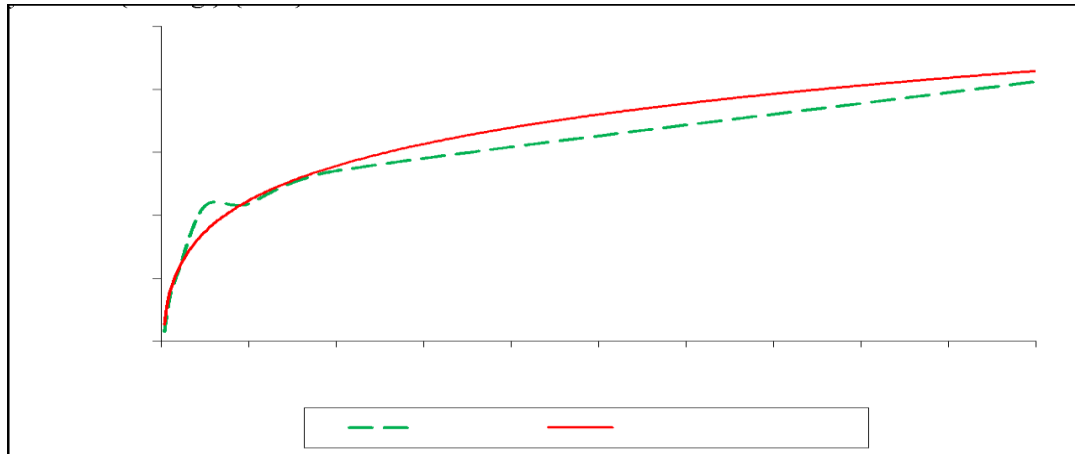
Constante de regresión (K) = 157.064

Coef. de regresión (m) = 0.13979

Coef. de regresión (n) = 0.61885

**Figura 55:**

*Gráfico de Constantes de determinación Vs periodo de retorno.*



Ecuación de curvas IDF para la precipitación de diseño.

$$I = \frac{157.064 * T^{0.13979}}{t^{0.61885}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

**Tabla 57:**

*Valores de intensidad de lluvia VS período de retorno.*

| Intensidades VS Tiempo de duración |                     |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Frecuencia                         | Duración en minutos |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |       |
| años                               | 5                   | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 37.6         | 40    | 45    | 50    | 55    | 60    |
| 2                                  | 63.91               | 41.62 | 32.38 | 27.10 | 23.61 | 21.09 | 18.34        | 17.65 | 16.41 | 15.37 | 14.49 | 13.73 |
| 5                                  | 72.65               | 47.31 | 36.81 | 30.81 | 26.83 | 23.97 | 20.84        | 20.06 | 18.65 | 17.47 | 16.47 | 15.61 |
| 10                                 | 80.04               | 52.12 | 40.55 | 33.94 | 29.56 | 26.41 | 22.96        | 22.10 | 20.55 | 19.25 | 18.15 | 17.20 |
| 25                                 | 90.98               | 59.24 | 46.10 | 38.58 | 33.60 | 30.02 | 26.10        | 25.12 | 23.36 | 21.88 | 20.63 | 19.55 |
| 50                                 | 100.23              | 65.27 | 50.79 | 42.50 | 37.02 | 33.07 | 28.76        | 27.68 | 25.73 | 24.11 | 22.73 | 21.54 |
| 100                                | 110.43              | 71.91 | 55.95 | 46.83 | 40.79 | 36.44 | <b>31.68</b> | 30.49 | 28.35 | 26.56 | 25.04 | 23.73 |
| 500                                | 138.29              | 90.06 | 70.07 | 58.64 | 51.08 | 45.63 | 39.68        | 38.19 | 35.50 | 33.26 | 31.36 | 29.71 |

Según el Tabla 57, para 30 minutos de duración de una tormenta, debe precipitar 36.44 mm, a un tiempo de retorno de 100 años. Para la cuenca del río Miskiuno, se tiene un tiempo de concentración de 37.6 min, que tarda en llegar la gota de agua desde el punto más distal de la cuenca a la zona de salida, debe precipitar una intensidad de 31.68 mm.

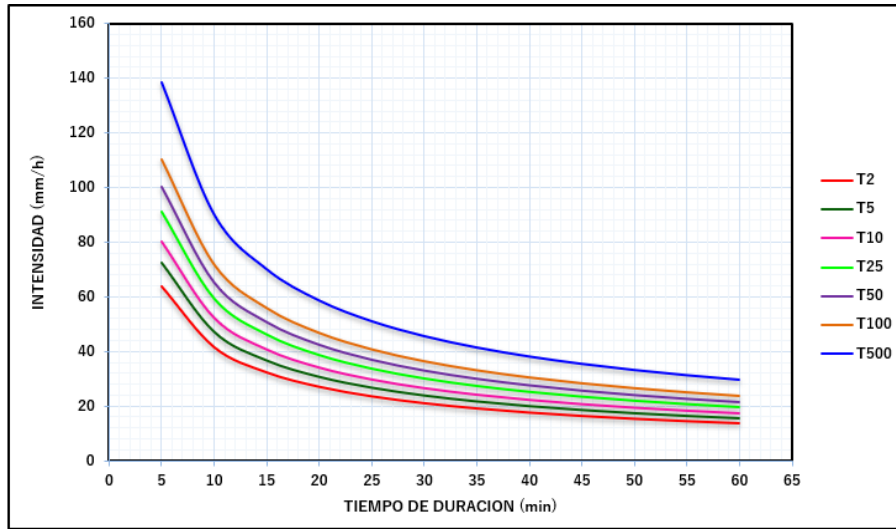
### 8.1.5 Hietograma

El hietograma de diseño refleja la distribución de las precipitaciones producidas a lo largo de las horas más lluviosas que se puede producir en ese punto con un cierto periodo de retorno. Para el diseño del hietograma, se ha utilizado el método de bloques alternos, para diversos periodos de retorno más representativos (25 años, 50 años y 100 años). Para lo cual previamente necesitamos la información siguiente:



**Figura 56:**

*Gráfico de Curva Intensidad Duración y Frecuencia.*



### 8.1.5.1 Tiempo de concentración Tc.

El tiempo que demora en concentrar una tormenta de lluvia hasta el punto de desembocadura de la cuenca es de 37.6 min, pero para fines de cálculo, utilizaremos un Tc = 40 min.

**Tabla 58:**

*Tiempo de concentración de la cuenca Miskiuno*

| METODO                    | Tiempo de concentración | Tiempo hr   | Tiempo min  |
|---------------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| GIANDIOTTI                | Tc                      | 0.667       | 40.04       |
| HATAWAY                   | Tc                      | 0.700       | 42.41       |
| SYNTHETIC UNIT HIDROGRAPH | Tc                      | 0.600       | 36.31       |
| KIRPICH                   | Tc                      | 0.576       | 34.54       |
| APARICIO                  | Tc                      | 0.600       | 34.62       |
| <b>TC PROMEDIO</b>        |                         | <b>0.63</b> | <b>37.6</b> |

### 8.1.5.2 Curva Número CN.

Desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, es ampliamente utilizado para determinar el umbral de escorrentía, a través de un número hidrológico o número de curva (CN). Este valor, va de 0 a 100, según su capacidad de generar escorrentía superficial. Valores cercanos a 0 representan condiciones de permeabilidad muy alta, mientras que valores cercanos a 100 representan condiciones de impermeabilidad.

Para el caso de la cuenca Miskiuno, por su configuración topográfica accidentada, poca cobertura vegetal, falta de acciones de regulación hídrica, suelos de cobertura superficiales (parte media y alta de la cuenca), ha permitido considerar una CN = 80.

### 8.1.5.3 Tiempo de retardo y abstracción inicial.

Se tiene estimado en el Tabla siguiente:

**Tabla 59:**

*Tiempo de retardo y abstracción inicial.*

| Tiempo de retardo<br>(Tlag) |       | Delta<br>Tiempo<br>(min) | CN | Abstracción<br>Inicial (mm) |
|-----------------------------|-------|--------------------------|----|-----------------------------|
| (horas)                     | (min) |                          |    |                             |
| 0.40                        | 24.00 | 6.96                     | 80 | 12.70                       |

Con estos parámetros, más la ecuación de las curvas IDF, se ha procedido a confeccionar los hietogramas para diversos periodos de retorno.

**Tabla 60:***Valores de Intensidad de precipitación según Duración de la misma y Frecuencia de repetición.*

| Duración (minutos) | Periodo de retorno (años) |       |       |       |        |        |        |
|--------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                    | 2                         | 5     | 10    | 25    | 50     | 100    | 500    |
| 5                  | 63.91                     | 72.65 | 80.04 | 90.98 | 100.23 | 110.43 | 138.30 |
| 10                 | 41.62                     | 47.31 | 52.12 | 59.24 | 65.27  | 71.91  | 90.06  |
| 15                 | 32.38                     | 36.81 | 40.55 | 46.10 | 50.79  | 55.95  | 70.07  |
| 20                 | 27.10                     | 30.81 | 33.94 | 38.58 | 42.50  | 46.83  | 58.64  |
| 25                 | 23.61                     | 26.83 | 29.56 | 33.60 | 37.02  | 40.79  | 51.08  |
| 30                 | 21.09                     | 23.97 | 26.41 | 30.02 | 33.07  | 36.44  | 45.63  |
| 35                 | 19.17                     | 21.79 | 24.01 | 27.29 | 30.06  | 33.12  | 41.48  |
| 40                 | 17.65                     | 20.06 | 22.10 | 25.12 | 27.68  | 30.49  | 38.19  |
| 45                 | 16.41                     | 18.65 | 20.55 | 23.36 | 25.73  | 28.35  | 35.50  |
| 50                 | 15.37                     | 17.47 | 19.25 | 21.88 | 24.11  | 26.56  | 33.26  |
| 55                 | 14.49                     | 16.47 | 18.15 | 20.63 | 22.73  | 25.04  | 31.36  |
| 60                 | 13.73                     | 15.61 | 17.20 | 19.55 | 21.54  | 23.73  | 29.71  |
| 65                 | 13.07                     | 14.85 | 16.37 | 18.60 | 20.50  | 22.58  | 28.28  |
| 70                 | 12.48                     | 14.19 | 15.63 | 17.77 | 19.58  | 21.57  | 27.01  |
| 75                 | 11.96                     | 13.60 | 14.98 | 17.03 | 18.76  | 20.67  | 25.88  |
| 80                 | 11.49                     | 13.06 | 14.39 | 16.36 | 18.02  | 19.86  | 24.87  |
| 85                 | 11.07                     | 12.58 | 13.86 | 15.76 | 17.36  | 19.13  | 23.95  |
| 90                 | 10.69                     | 12.15 | 13.38 | 15.21 | 16.76  | 18.46  | 23.12  |
| 95                 | 10.33                     | 11.75 | 12.94 | 14.71 | 16.21  | 17.85  | 22.36  |
| 100                | 10.01                     | 11.38 | 12.54 | 14.25 | 15.70  | 17.30  | 21.66  |
| 105                | 9.71                      | 11.04 | 12.16 | 13.83 | 15.23  | 16.78  | 21.02  |
| 110                | 9.44                      | 10.73 | 11.82 | 13.43 | 14.80  | 16.31  | 20.42  |
| 115                | 9.18                      | 10.44 | 11.50 | 13.07 | 14.40  | 15.86  | 19.87  |
| 120                | 8.94                      | 10.16 | 11.20 | 12.73 | 14.02  | 15.45  | 19.35  |

- Hietograma para TR-25 años.

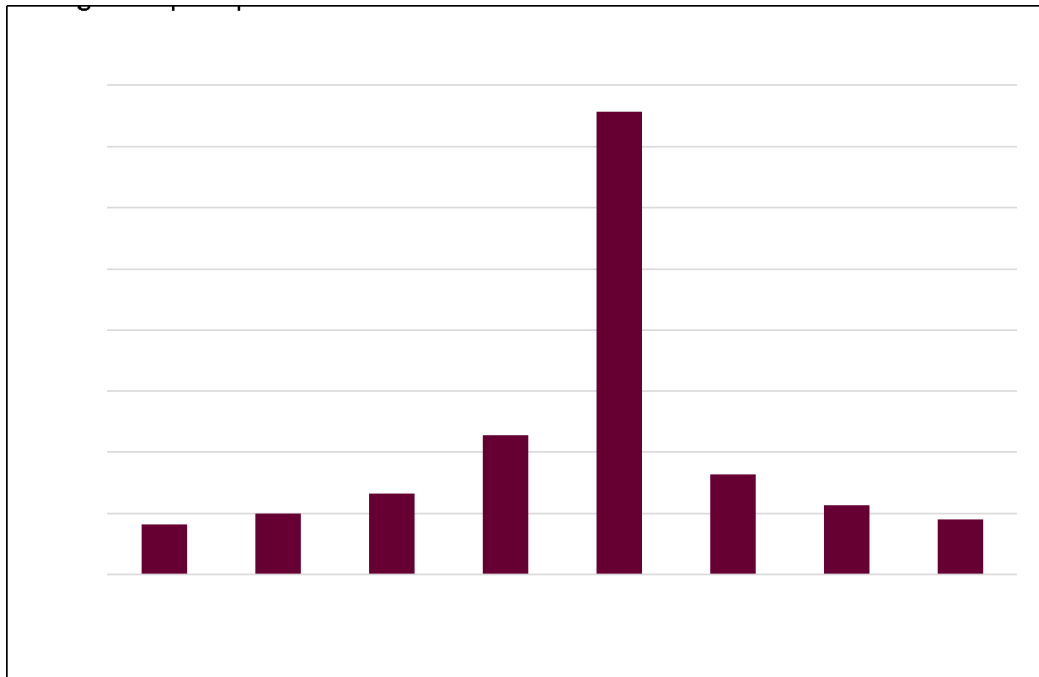
Tabla 61:

Precipitación de diseño para TR- 25 años.

| Instante (min) | Intensidad (mm/h) | Precipitación acumulada (mm) | Precipitación (mm) | Intensidad parcial (mm/h) | Precipitación Alternada (mm) | Int. Parcial Alternada (mm) |
|----------------|-------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5              | 90.98             | 7.58                         | 7.58               | 90.98                     | 0.83                         | 9.97                        |
| 10             | 59.24             | 9.87                         | 2.29               | 27.51                     | 1.01                         | 12.09                       |
| 15             | 46.10             | 11.52                        | 1.65               | 19.80                     | 1.34                         | 16.03                       |
| 20             | 38.58             | 12.86                        | 1.34               | 16.03                     | 2.29                         | 27.51                       |
| 25             | 33.60             | 14.00                        | 1.14               | 13.70                     | 7.58                         | 90.98                       |
| 30             | 30.02             | 15.01                        | 1.01               | 12.09                     | 1.65                         | 19.80                       |
| 35             | 27.29             | 15.92                        | 0.91               | 10.90                     | 1.14                         | 13.70                       |
| 40             | 25.12             | 16.75                        | 0.83               | 9.97                      | 0.91                         | 10.90                       |

Figura 57:

Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=25 años.



- Hietograma para Tr-50 años.

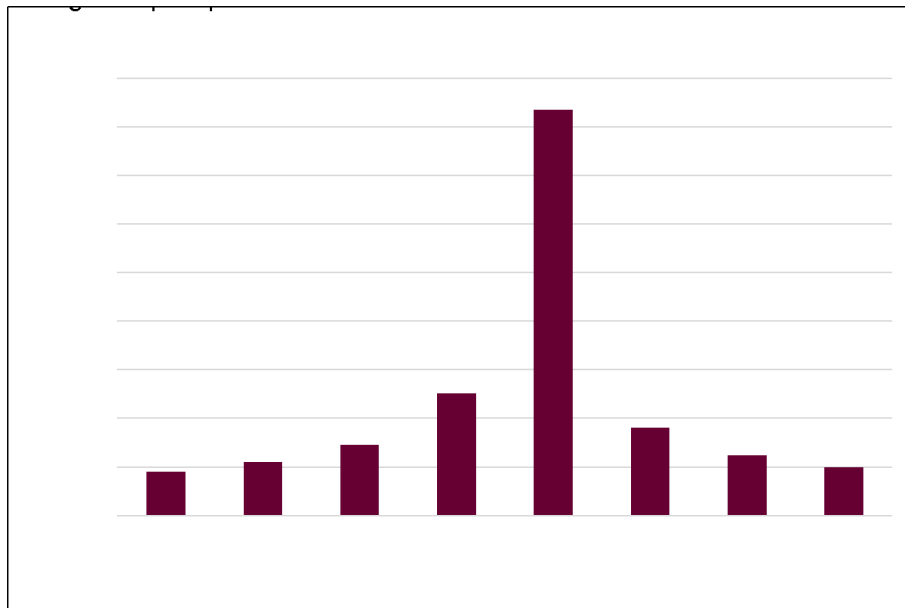
Tabla 62:

Precipitación de diseño para TR- 50 años.

| Instante (min) | Intensidad (mm/h) | Precipitación acumulada (mm) | Precipitación (mm) | Intensidad parcial (mm/h) | Precipitación Alternada (mm) | Int. Parcial Alternada (mm) |
|----------------|-------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5              | 100.23            | 8.35                         | 8.35               | 100.23                    | 0.92                         | 10.99                       |
| 10             | 65.27             | 10.88                        | 2.53               | 30.31                     | 1.11                         | 13.32                       |
| 15             | 50.79             | 12.70                        | 1.82               | 21.82                     | 1.47                         | 17.66                       |
| 20             | 42.50             | 14.17                        | 1.47               | 17.66                     | 2.53                         | 30.31                       |
| 25             | 37.02             | 15.43                        | 1.26               | 15.09                     | 8.35                         | 100.23                      |
| 30             | 33.07             | 16.54                        | 1.11               | 13.32                     | 1.82                         | 21.82                       |
| 35             | 30.06             | 17.54                        | 1.00               | 12.01                     | 1.26                         | 15.09                       |
| 40             | 27.68             | 18.45                        | 0.92               | 10.99                     | 1.00                         | 12.01                       |

Figura 58:

Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=50 años.



- Hietograma para Tr-100 años.

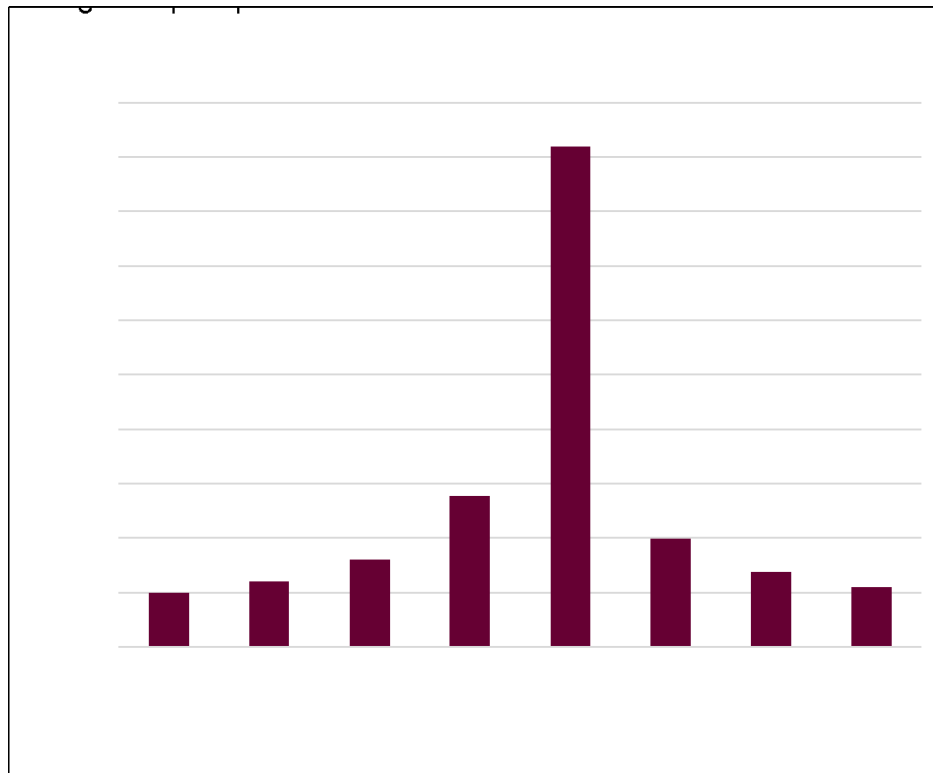
Figura 59:

*Precipitación de diseño para TR- 100 años.*

| Instante (min) | Intensidad (mm/h) | Precipitación acumulada (mm) | Precipitación (mm) | Intensidad parcial (mm/h) | Precipitación Alternada (mm) | Int. Parcial Alternada (mm) |
|----------------|-------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5              | 110.43            | 9.20                         | 9.20               | 110.43                    | 1.01                         | 12.11                       |
| 10             | 71.91             | 11.99                        | 2.78               | 33.39                     | 1.22                         | 14.68                       |
| 15             | 55.95             | 13.99                        | 2.00               | 24.04                     | 1.62                         | 19.45                       |
| 20             | 46.83             | 15.61                        | 1.62               | 19.45                     | 2.78                         | 33.39                       |
| 25             | 40.79             | 17.00                        | 1.39               | 16.63                     | 9.20                         | 110.43                      |
| 30             | 36.44             | 18.22                        | 1.22               | 14.68                     | 2.00                         | 24.04                       |
| 35             | 33.12             | 19.32                        | 1.10               | 13.23                     | 1.39                         | 16.63                       |
| 40             | 30.49             | 20.33                        | 1.01               | 12.11                     | 1.10                         | 13.23                       |

Figura 60:

*Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=100 años.*



- Hietograma para Tr-500 años.

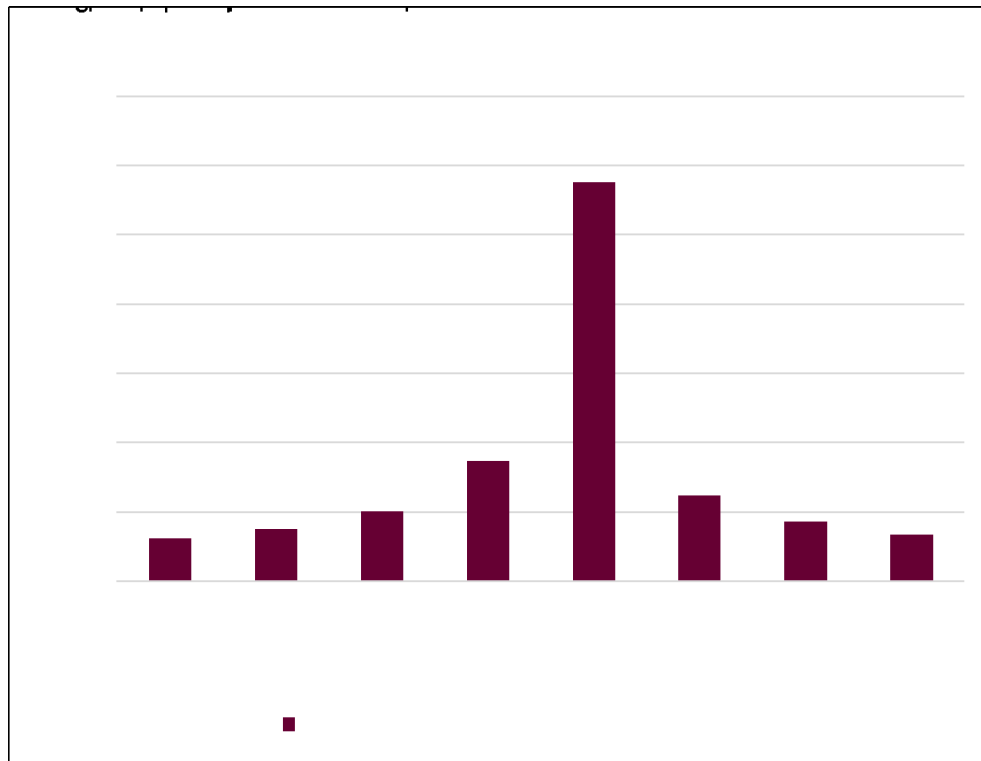
Tabla 63:

*Precipitación de diseño para TR- 500 años.*

| Instante (min) | Intensidad (mm/h) | Precipitación acumulada (mm) | Precipitación (mm) | Intensidad parcial (mm/h) | Precipitación Alternada (mm) | Int. Parcial Alternada (mm) |
|----------------|-------------------|------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5              | 138.30            | 11.52                        | 11.52              | 138.30                    | 1.26                         | 15.16                       |
| 10             | 90.06             | 15.01                        | 3.48               | 41.82                     | 1.53                         | 18.38                       |
| 15             | 70.07             | 17.52                        | 2.51               | 30.10                     | 2.03                         | 24.36                       |
| 20             | 58.64             | 19.55                        | 2.03               | 24.36                     | 3.48                         | 41.82                       |
| 25             | 51.08             | 21.28                        | 1.74               | 20.82                     | 11.52                        | 138.30                      |
| 30             | 45.63             | 22.81                        | 1.53               | 18.38                     | 2.51                         | 30.10                       |
| 35             | 41.48             | 24.20                        | 1.38               | 16.57                     | 1.74                         | 20.82                       |
| 40             | 38.19             | 25.46                        | 1.26               | 15.16                     | 1.38                         | 16.57                       |

Figura 61:

*Gráfico de Hietograma de diseño, para PR=500 años.*

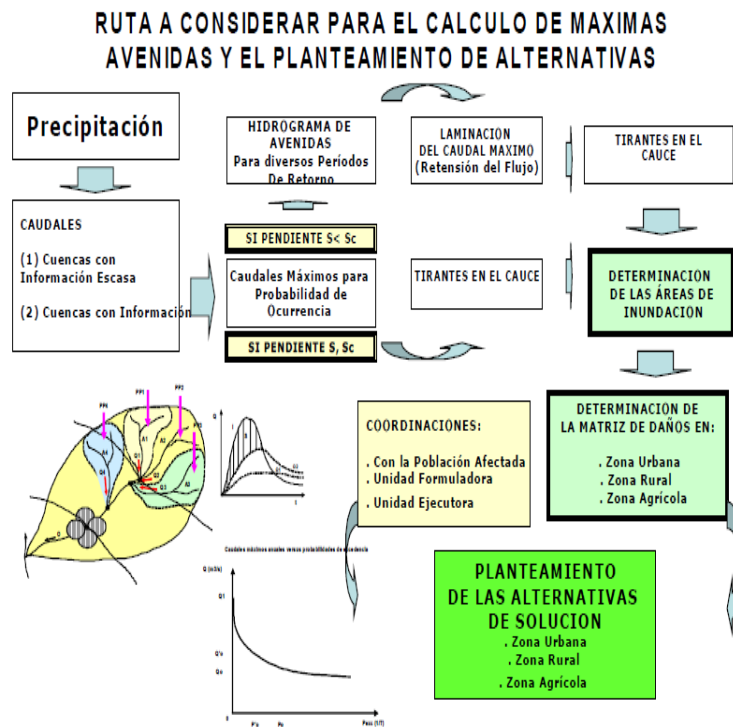


### 8.1.6 Caudales De Diseño.

En el siguiente Tabla se tiene un esquema general del procedimiento para el cálculo de máximas avenidas

**Figura 62:**

*Ruta para el cálculo de máximas avenidas*



*Nota:* Diagrama elaborado por tesisistas con datos de google

#### 8.1.6.1 Periodo de retorno:

Para obras de protección de defensa ribereña, el ministerio de economía y finanzas a través de la Guía Metodológica para Proyectos de Protección y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas, 2006; considera para los escenarios de inundación un periodo de retorno de 100 años para zona urbana y 50 años para zona agrícola. Habiendo considerado para nuestra cuenca un caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años.



Con la finalidad de hacer una comparación de resultados, se ha tomado como modelo una prueba con métodos empíricos como racional modificado vs el HEC-HMS.

Para este propósito, se ha utilizado en programa ampliamente recomendado del HEC-HMS.

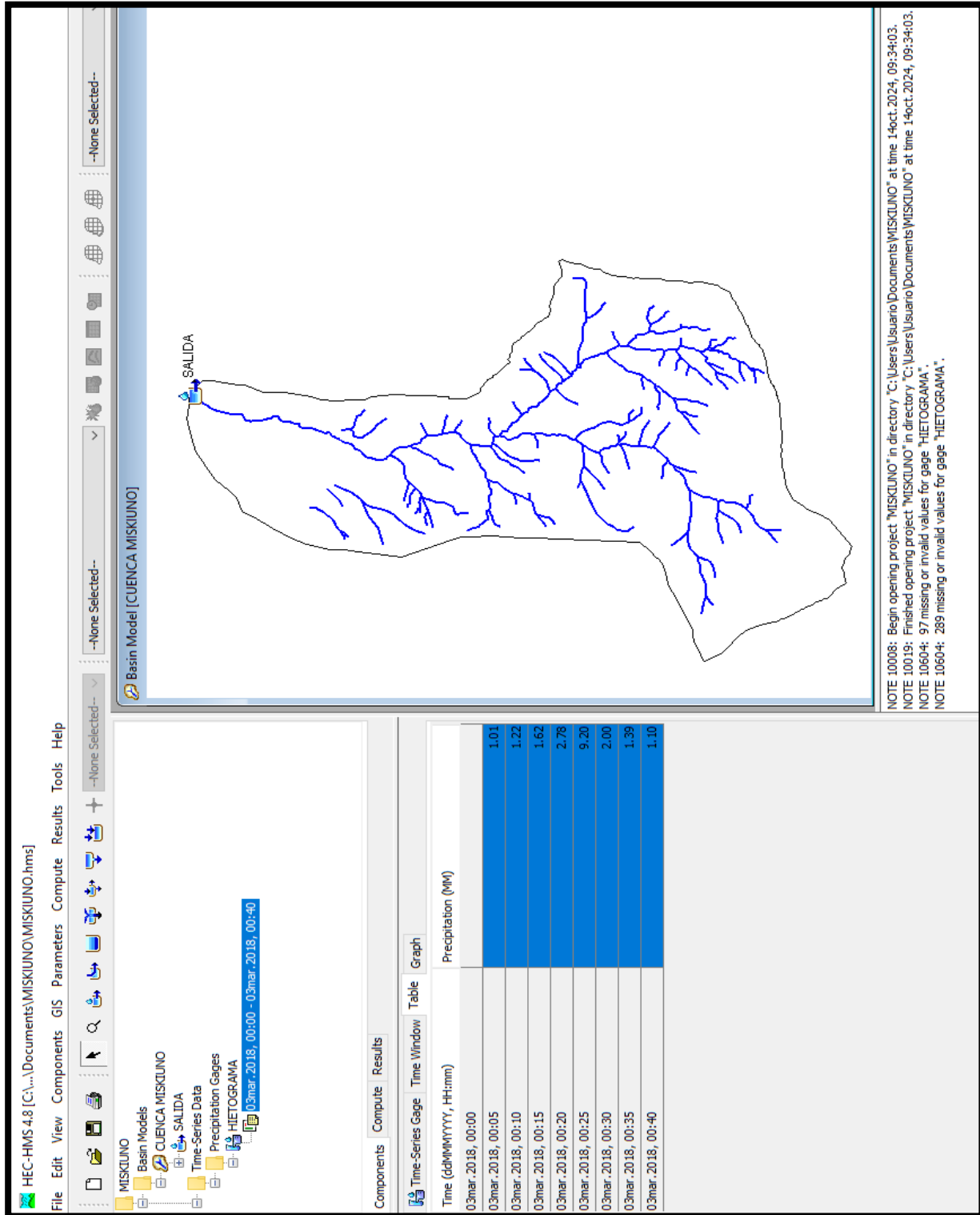
#### **8.1.6.2 Aplicación del HEC – HMS**

El programa HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) es un modelo lluvia-escorrentía. Ha sido creado para simular el hidrograma de escorrentía, que se genera en cualquier punto de la red fluvial, a consecuencia de una tormenta. Desde su origen el HEC-1, hasta el día de hoy con el HEC-HMS 4.8, por su versatilidad, es el más utilizado para este tipo de estudios hidrológicos de generación de caudales máximos.

Para empezar con el proceso de simulación hidrológica, se ha considerado los parámetros siguientes:

Figura 63:

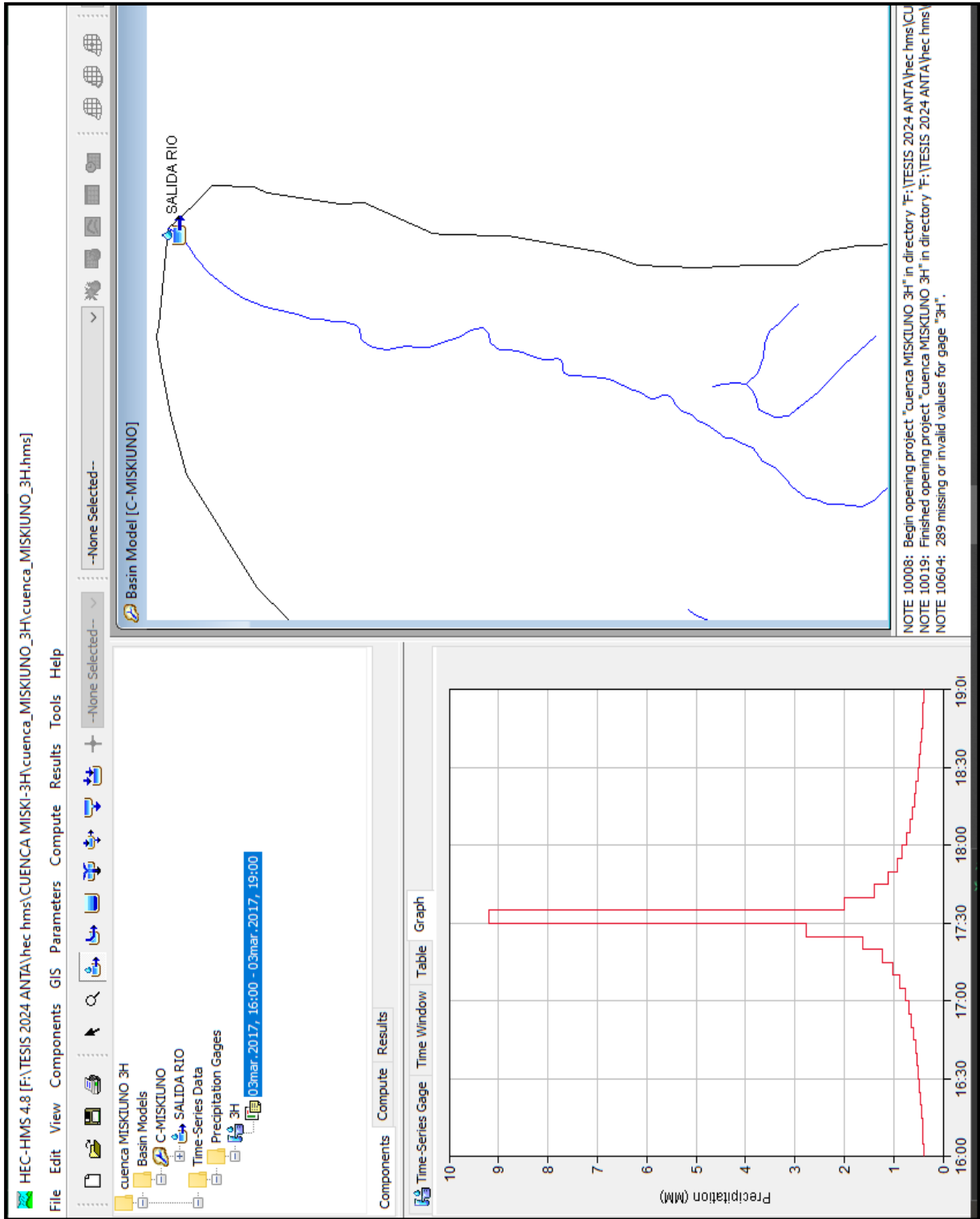
Imagen Añadido de la cuenca Miskiuno para generación de caudal al HEC HMS.



Nota: Datos procesados por testistas en HEC-HMS

**Figura 64:**

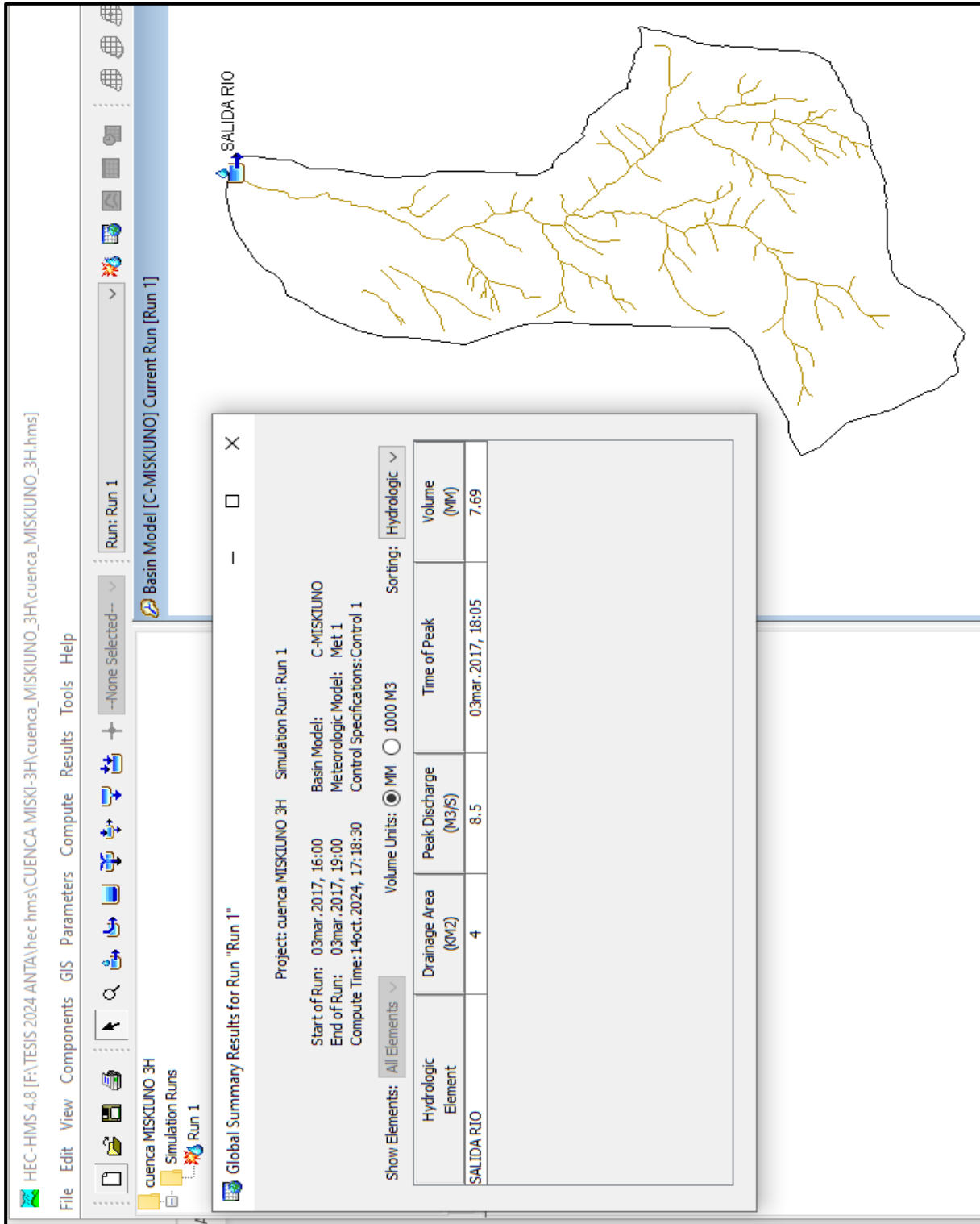
*Imagen de Hietograma de diseño procesado en HEC-HMS, Cuenca Miskiuno.*



Nota: Propia de tesis en HEC-HMS

**Figura 65:**

*Imagen de Hietograma de diseño procesado en HEC-HMS, Cuenca Miskiuno.*



Nota: Propia de tesistas en HEC-HMS

**Tabla 64:**

*Resultado de modelamiento hidrológico de caudal máxima para un PR=100 años, procesado en HEC-HMS.*

| Hydrologic Element | Drainage Area (KM2) | Peak Discharge (M3/S) | Time of Peak      | Volume (MM) |
|--------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| SALIDA RIO         | 4                   | 8.5                   | 03mar.2017, 18:05 | 7.69        |

Project: cuenca MISKIUNO 3H    Simulation Run: Run 1  
Start of Run: 03mar.2017, 16:00    Basin Model: C-MISKIUNO  
End of Run: 03mar.2017, 19:00    Meteorologic Model: Met 1  
Compute Time: 14oct.2024, 13:27:17    Control Specifications: Control 1  
Show Elements: All Elements    Volume Units:  MM     1000 M3    Sorting: Hydrologic

Nota: Procesado en HEC-HMS por los tesisistas

De acuerdo con los resultados, la cuenca del río Miskiuno, por su configuración topográfica, de fuerte pendiente, tiene la probabilidad de generar caudales máximos de hasta 8 m<sup>3</sup>/s, para un periodo de retorno de 100 años.

**Figura 66:**

*Fotografía de Cauce de río Miskiuno recortado por acción del huayco del año 2022.*



### 8.1.7 Capacidad transporte actual del cauce natural.

Al realizar una verificación del estado situacional del curso del drenaje principal del río Miskiuno, y sus afluentes, se observa que en general desde la cabecera de cuenca hasta el ingreso al poblado Caramba, tienen alta pendiente en promedio de 17.7% lo cual permite una concentración de caudal máximo de 8 m<sup>3</sup>/s en un tiempo de 40 min, por lo cual se podría decir que este río pertenece a la clase de ríos de montaña (Jarrett, 1990, pendiente longitudinal superior a 2 %).

Así mismo, a través de la verificación de su huella hídrica, como precedente histórico, muestra un perfil aluvional de terrazas altas y cono de deyección de basamento, desde la cabecera de ingreso a la población de Curamba Tumibamba.

**Figura 67:**

*Constitución de márgenes del río con terrazas fluvio aluviales de precedente histórico aluvional.*



El régimen del río Miskiuno es estacional (época de lluvias, noviembre a mediados de abril), con una descarga mínima de los sistemas de acuífero desde la zona media alta de la cuenca de 4 l/s (época de estío).

**Figura 68:**

*Ubicación de punto de manantes que general caudal base 4 l/s*



El comportamiento erosivo del río Miskiuno, es fuerte, con arrastre de sedimentos desde la parte media de la cuenca por progradación de los materiales aluvionales confinantes del cauce, hasta la zona de agradación ubicado en el poblado de Curamba (como lo ocurrido el año 2022).

**Figura 69:**

*Curso de río Miskiuno con pasarelas peatonales de madera con pircas de piedra como estribos.*



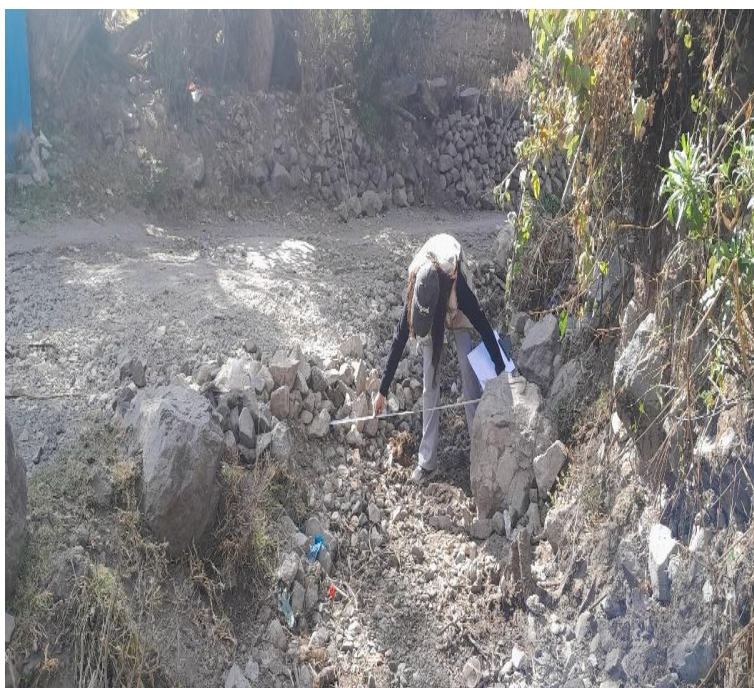
**Figura 70:**

*Medición de sección geométrica de cauce, para análisis de capacidad de transporte, modificado por los pobladores de la comunidad de Curamba.*



**Figura 71:**

*Medición de sección geométrica de cauce, para análisis de capacidad de transporte, modificado por los pobladores de la comunidad de Curamba.*





**Figura 72:**

*Alteración de sección natural de cauce de río, al limpiar material de escombros de huayco, para recuperación de vías y saneamiento básico.*

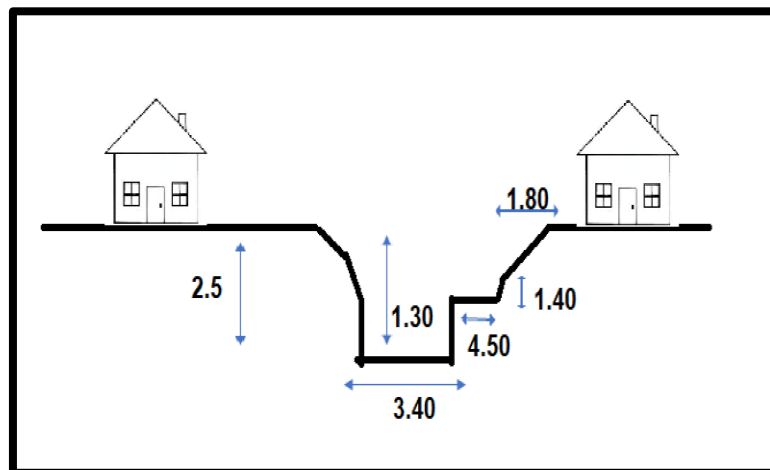


Finalmente aplicando la fórmula de Manning, para caudal instantáneo, se ha verificado la capacidad de transporte actual del cauce y para ello se ha utilizado el programa H-CANALES.

**- Punto De Evaluación 01.**

**Figura 73:**

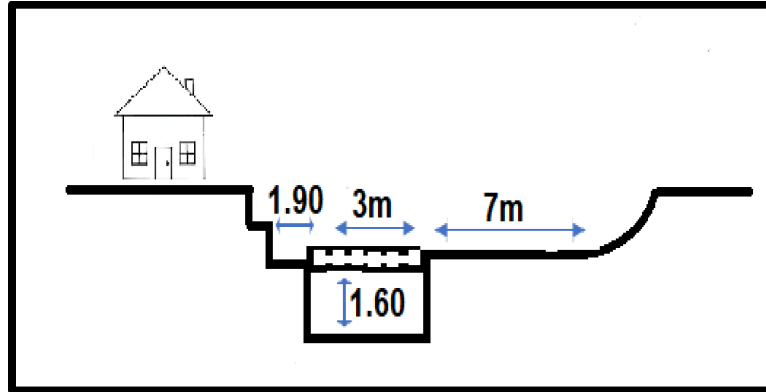
*Gráfico de Sección de cauce en (vivienda 01), Inicio de entrada a poblado de Curamba, terrazas altas de material flúvio aluvial.*



- Punto De Evaluación 02.

Figura 74:

Gráfico de Sección de cauce en (vivienda 02), centro poblado de Curamba, terrazas bajas de material fluvio aluvial.



Puente de madera rollizo nuevo, bajo el puente se encuentran troncos y raíces grandes que obstaculizan la circulación del agua y ocasionando desborde.

Tabla 65:

Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.

El programa muestra los siguientes datos de entrada y resultados:

| Lugar: CUENCA MISKIUNO         |                          | Proyecto: TESIS GEOLOGIA |                |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| Tramo: CASA 02                 |                          | Revestimiento:           |                |
| <b>Datos:</b>                  |                          |                          |                |
| Tirante (y):                   | 1.60 m                   |                          |                |
| Ancho de solera (b):           | 3 m                      |                          |                |
| Talud (Z):                     | 0                        |                          |                |
| Coefficiente de rugosidad (n): | 0.30                     |                          |                |
| Pendiente (S):                 | 0.1 m/m                  |                          |                |
| <b>Resultados:</b>             |                          |                          |                |
| Caudal (Q):                    | 4.2660 m <sup>3</sup> /s | Velocidad (v):           | 0.8887 m/s     |
| Area hidráulica (A):           | 4.8000 m <sup>2</sup>    | Perímetro (p):           | 6.2000 m       |
| Radio hidráulico (R):          | 0.7742 m                 | Espejo de agua (T):      | 3.0000 m       |
| Número de Froude (F):          | 0.2243                   | Energía específica (E):  | 1.6403 m-Kg/Kg |
| Tipo de flujo:                 | Subcrítico               |                          |                |

Botones de control: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora.

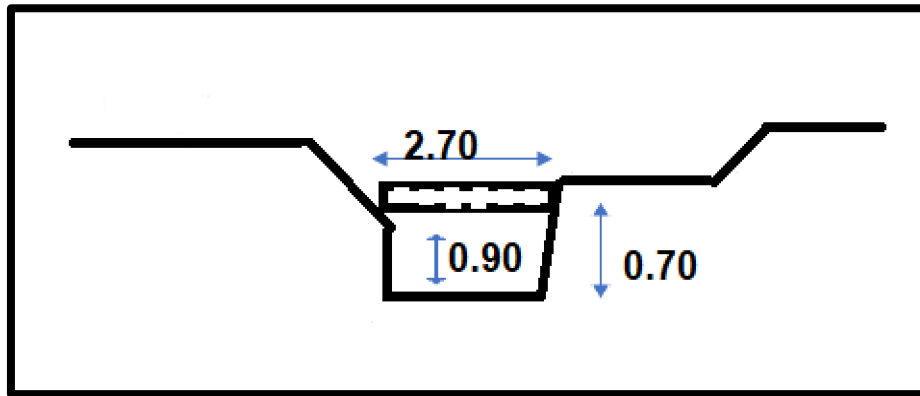
Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisistas

En este punto de evaluación, el canal de sección natural, puede transportar un caudal máximo de 4.27 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable.

- **Punto De Evaluación 03.**

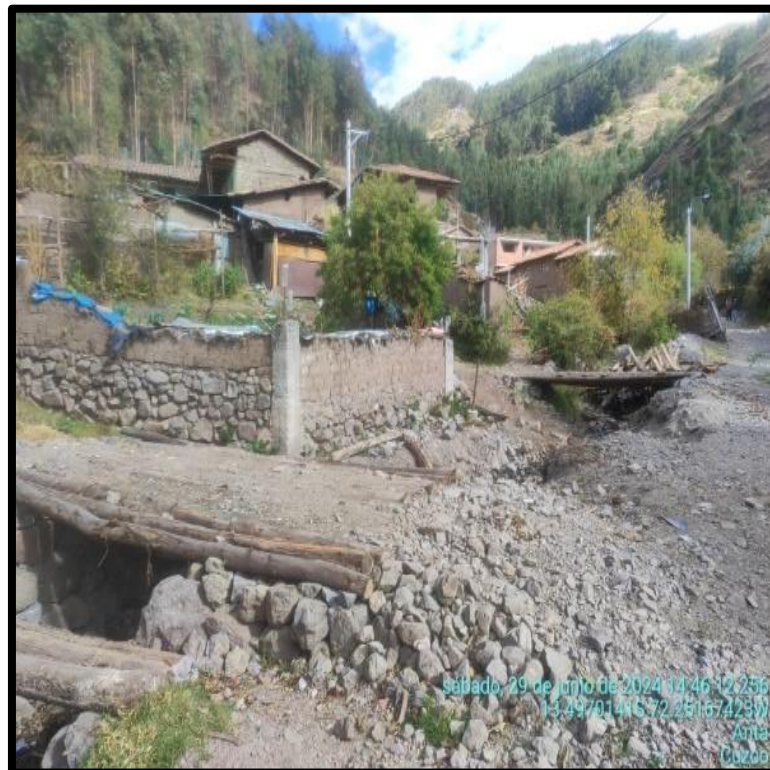
**Figura 75:**

*Gráfico de Sección de cauce, altura de calle 5ta cuadra.*



**Figura 76:**

*Puente de madera rollizo se encuentra en la 5ta cuadra.*



**Tabla 66:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, 5ta cuadra.*

The screenshot shows the 'Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular' window. It contains input fields for location, project, and channel data, a diagram of a trapezoidal channel, and a results table.

| Lugar:          |  | Proyecto:      |  |
|-----------------|--|----------------|--|
| CUENCA MISKIUNO |  | TESIS GEOLOGIA |  |
| Tramo:          |  | Revestimiento: |  |
| CASA 02         |  |                |  |

| Datos:                         |          |
|--------------------------------|----------|
| Tirante (y):                   | 0.90 m   |
| Ancho de solera (b):           | 2.7 m    |
| Talud (Z):                     | 0        |
| Coefficiente de rugosidad (n): | 0.25     |
| Pendiente (S):                 | 0.08 m/m |

| Resultados:           |                          |                         |                |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| Caudal (Q):           | 1.8231 m <sup>3</sup> /s | Velocidad (v):          | 0.7502 m/s     |
| Area hidráulica (A):  | 2.4300 m <sup>2</sup>    | Perímetro (p):          | 4.5000 m       |
| Radio hidráulico (R): | 0.5400 m                 | Espejo de agua (T):     | 2.7000 m       |
| Número de Froude (F): | 0.2525                   | Energía específica (E): | 0.9287 m-Kg/Kg |
| Tipo de flujo:        | Subcrítico               |                         |                |

Diagram: A trapezoidal channel cross-section with top width T, bottom width b, and water depth y.

Buttons: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora.

Footer: Retorna al Menú principal, 07:16, 16/10/2024

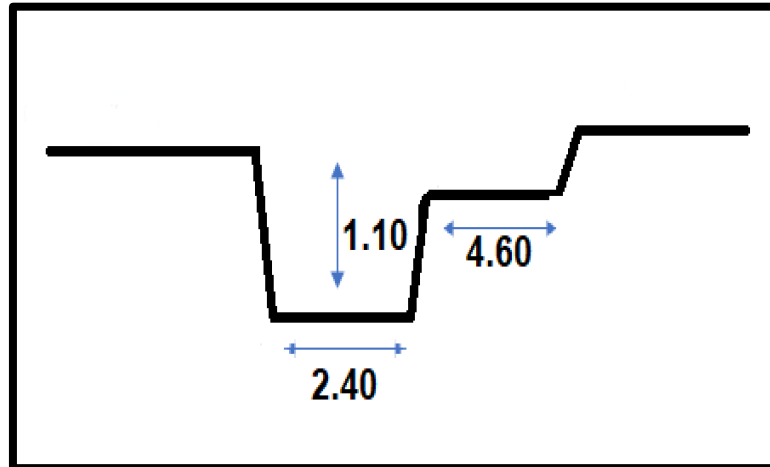
*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisas*

En este punto de evaluación, el canal de sección natural, puede transportar un caudal máximo de 1.82 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas.

- Punto de Evaluación 04.

**Figura 77:**

*Gráfico de Sección de cauce, altura de vivienda 06.*



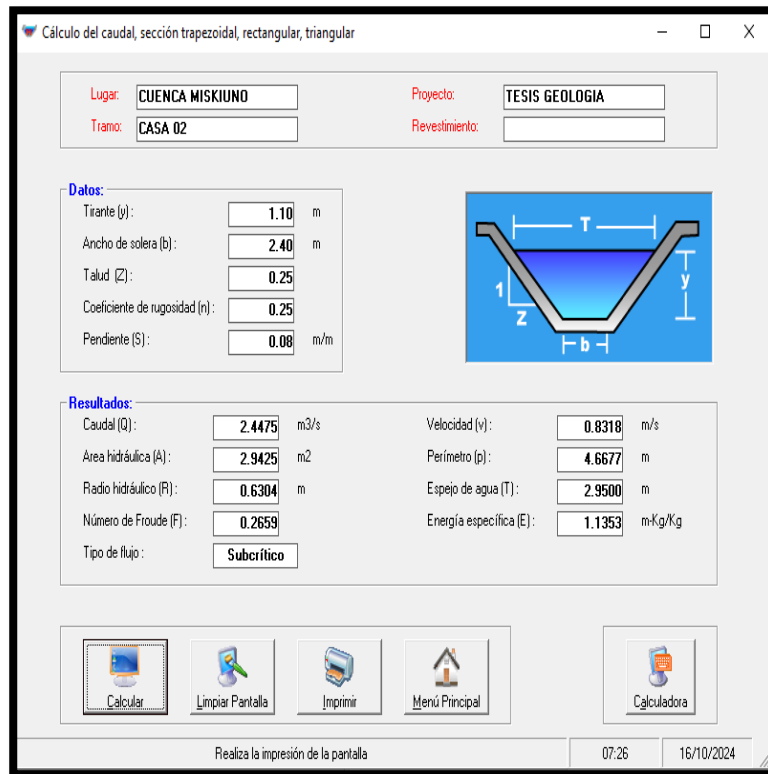
**Figura 78:**

*Fotografía de sección de cauce, a la altura de la 6ta vivienda.*



**Tabla 67:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, vivienda 6.*



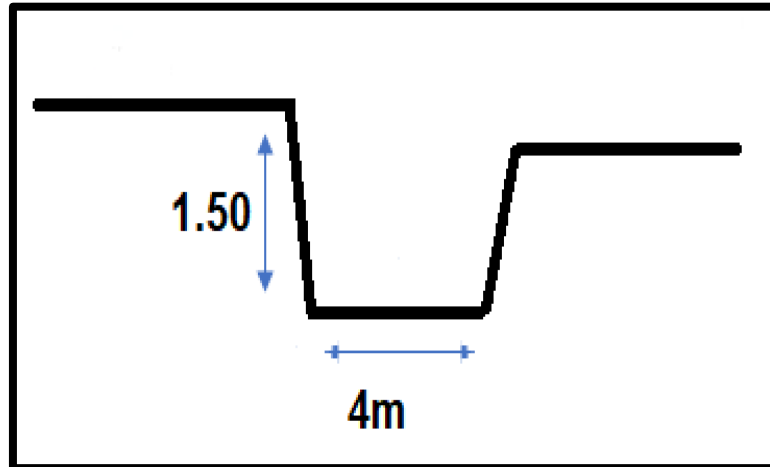
*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisas*

En este punto de evaluación, el canal de sección natural puede transportar un caudal máximo de 2.45 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas.

- Punto de Evaluación 05.

**Figura 79:**

*Gráfico de Sección de cauce, altura de vivienda 08.*



Con talud natural, margen derecha, con socavamiento y erosión lateral

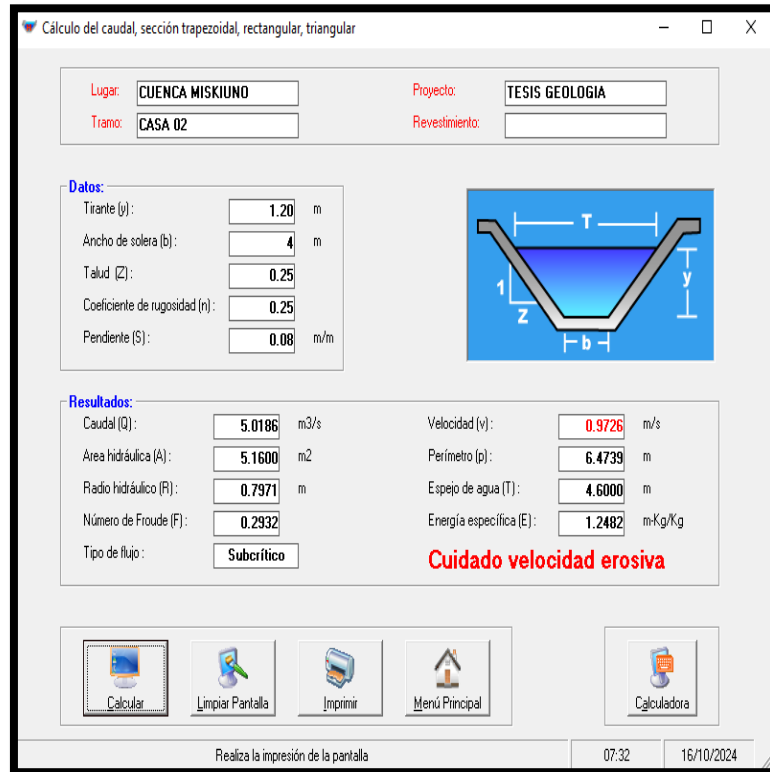
**Figura 80:**

*Fotografía de sección de cauce, a la altura de la 8va vivienda.*



**Tabla 68:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, vivienda 8.*



*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisistas*

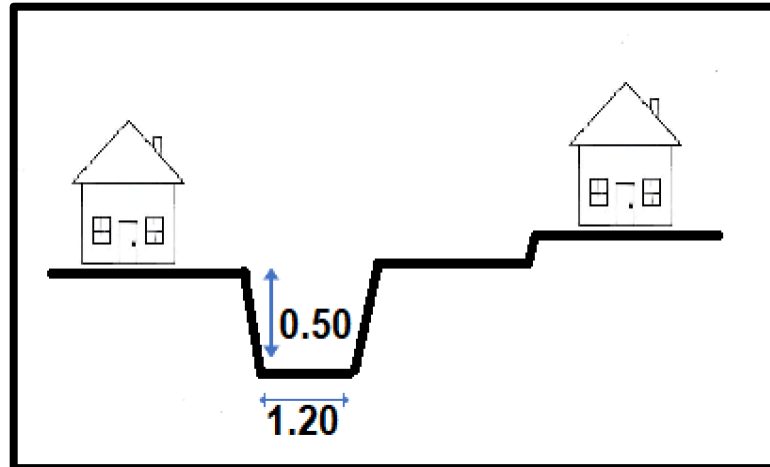
En este punto de evaluación, el canal de sección natural puede transportar un caudal máximo de 5.01 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas.



- Punto De Evaluación 06.

**Figura 81:**

*Gráfico de Sección de cauce, casi a nivel de la calle.*



Mas debajo de la misma vivienda donde continua el cauce del rio desfogando a la calle.

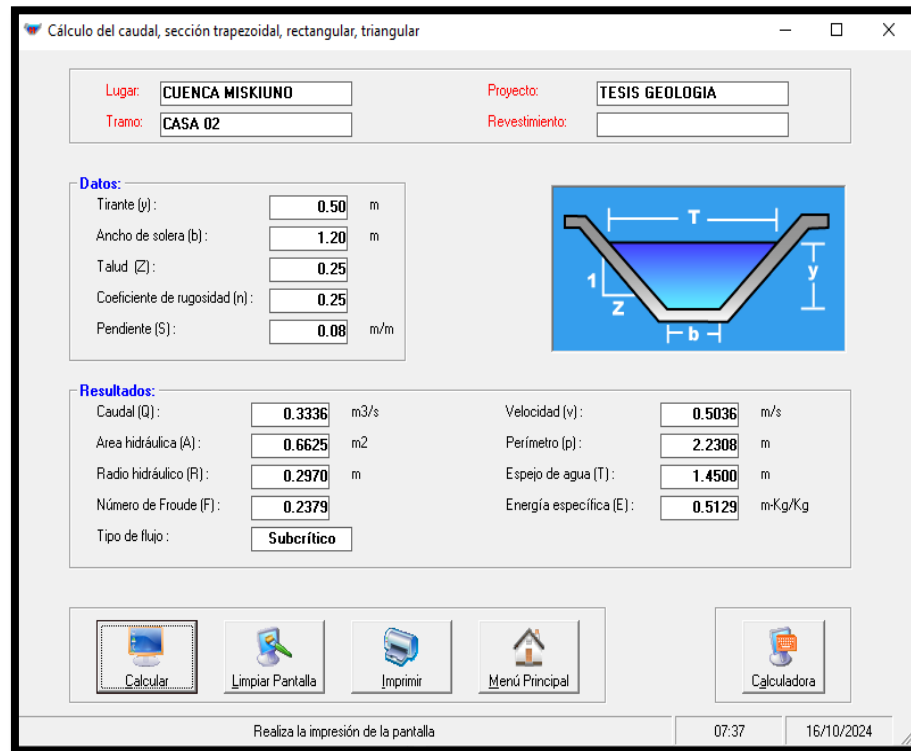
**Figura 82:**

*Fotografía de sección de cauce, casi a nivel de calle.*



Tabla 69:

Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES.



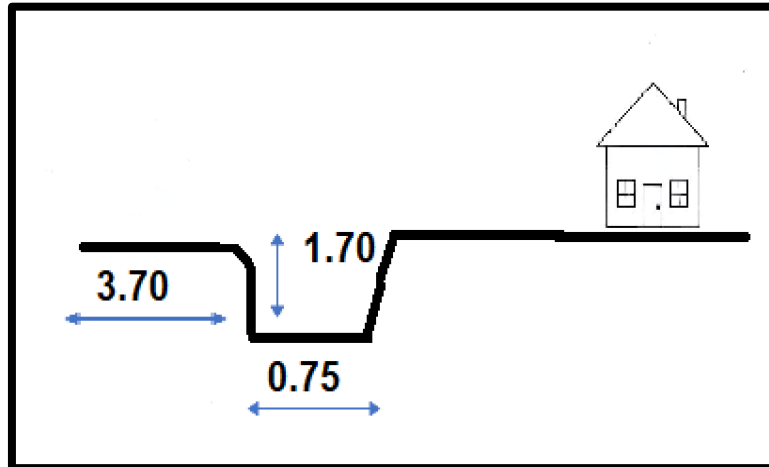
Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisas

En este punto de evaluación, el canal de sección natural puede transportar un caudal máximo de 0.33 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado muy altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas.

- Punto De Evaluación 07, E: 797595.2 N: 8506457

**Figura 83:**

*Gráfico de sección de cauce, frente a la casa de la señora vera bellido.*



**Figura 84:**

*Fotografía de Canal de circulación de caudal.*



Vivienda altamente vulnerable frente a la casa de la señora Vera Bellido

**Tabla 70:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES*

The screenshot shows the 'Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular' window. It contains the following data:

| Lugar:          |  | Proyecto:      |  |
|-----------------|--|----------------|--|
| CUENCA MISKIUNO |  | TESIS GEOLOGIA |  |
| Tramo:          |  | Revestimiento: |  |
| CASA 02         |  |                |  |

| Datos:                         |          |
|--------------------------------|----------|
| Tirante (y):                   | 0.75 m   |
| Ancho de solera (b):           | 1.70 m   |
| Talud (Z):                     | 0.25     |
| Coefficiente de rugosidad (n): | 0.25     |
| Pendiente (S):                 | 0.04 m/m |

| Resultados:           |                          |                         |                |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| Caudal (Q):           | 0.6513 m <sup>3</sup> /s | Velocidad (v):          | 0.4601 m/s     |
| Area hidráulica (A):  | 1.4156 m <sup>2</sup>    | Perímetro (p):          | 3.2462 m       |
| Radio hidráulico (R): | 0.4361 m                 | Espejo de agua (T):     | 2.0750 m       |
| Número de Froude (F): | 0.1778                   | Energía específica (E): | 0.7608 m·Kg/Kg |
| Tipo de flujo:        | Subcrítico               |                         |                |

At the bottom, there are icons for 'Calcular', 'Limpiar Pantalla', 'Imprimir', 'Menú Principal', and 'Calculadora'. The status bar at the bottom indicates 'Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos', the time '07:54', and the date '16/10/2024'.

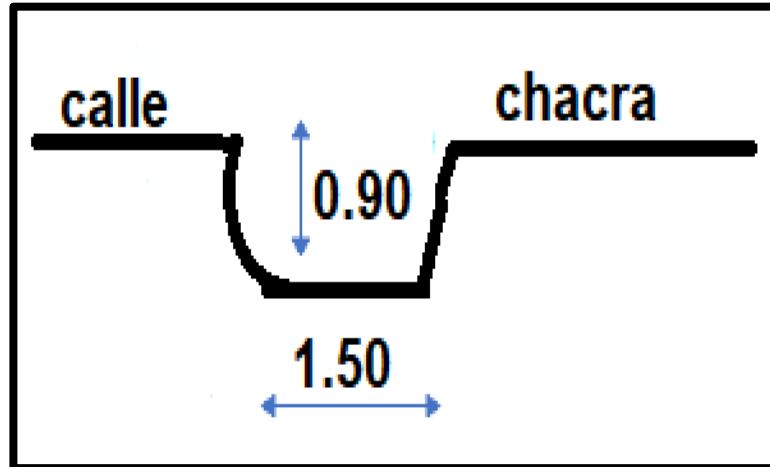
*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los testistas*

En este punto de evaluación, el canal de sección natural puede transportar un caudal máximo de 0.65 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado muy altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas Familia Bellido y otros.

- Punto De Evaluación 08, E: 797623 N: 8506457

**Figura 85:**

*Gráfico de Sección de cauce.*



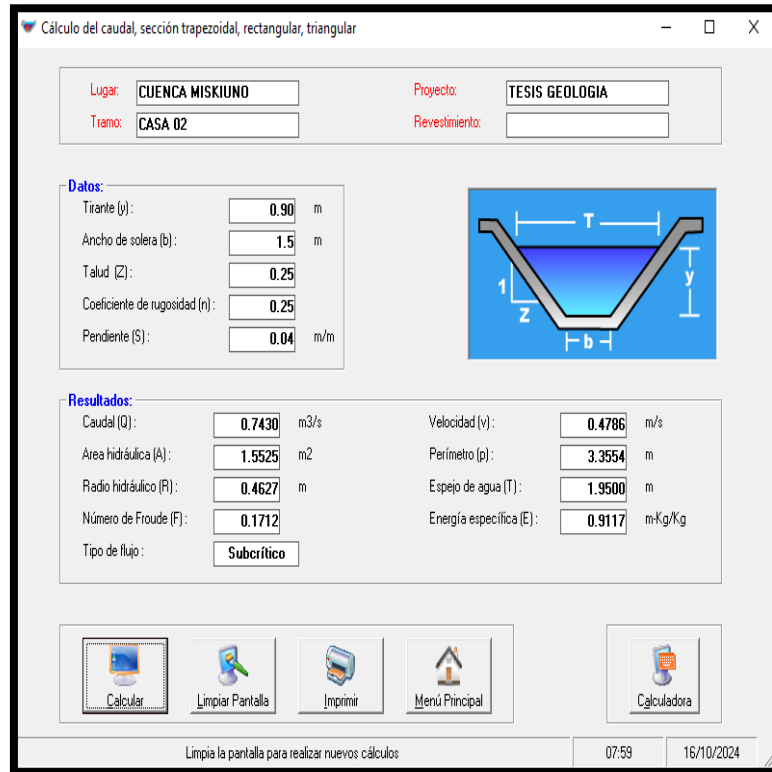
**Figura 86:**

*Fotografía de Canal de circulación de caudal.*



**Tabla 71:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES*



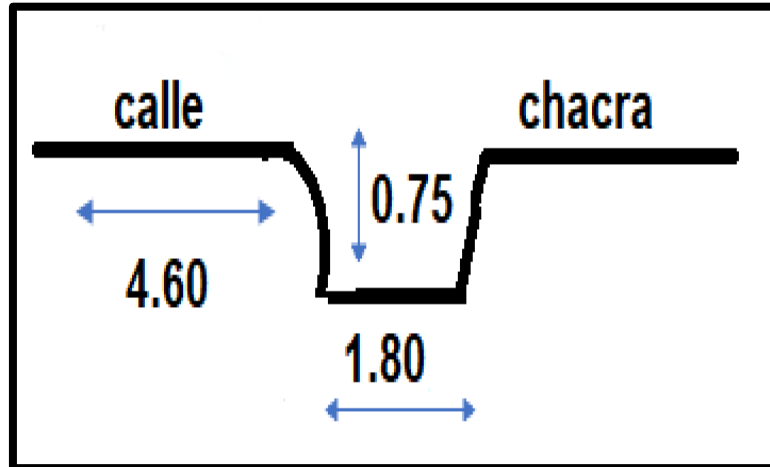
*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisistas*

En este punto de evaluación, el canal de sección natural puede transportar un caudal máximo de 0.74 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado muy altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas.

- Punto De Evaluación 09, E: 797625.9 N: 8506472.7

**Figura 87:**

*Gráfico de Sección de cauce.*



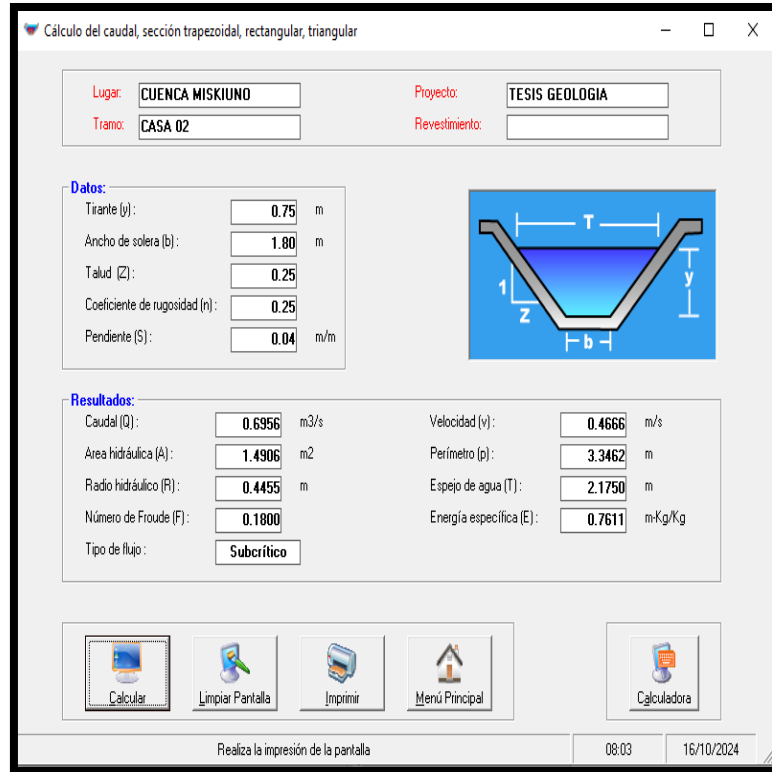
**Figura 88:**

*Fotografía de Canal de circulación de caudal.*



**Tabla 72:**

*Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES, parte baja de la cuenca.*



*Nota: Imagen generado en programa H-CANALES por los tesisistas*

En este punto de evaluación, el canal de sección natural, puede transportar un caudal máximo de 0.70 m<sup>3</sup>/s, siendo rebasado muy altamente por el caudal máximo generado por la cuenca (HEC-HMS) de 8.50 m<sup>3</sup>/s. saliendo a la trocha carrozable, afectando infraestructura de agua y desagüe, y viviendas aledañas Familia Bellido y otros.



## 8.2 Simulación Hidráulica

### 8.2.1 Metodología General

#### - Información topográfica.

Para el proceso de modelamiento hidráulico del río Miskiuno, se ha utilizado en primer lugar información cartográfica, realizada a través de un levantamiento Aero fotogramétrico con DRON. a través de un plan de vuelo, previamente definida en gabinete para el mallado de área de modelamiento.

#### Figura 89:

*Fotografía de Verificación de programa de vuelo, DRON con RTK.*



**Figura 90:**

*Fotografía de Posicionamiento de DRON para salida de trabajo.*



**Figura 91:**

*Fotografía de Posicionamiento de DRON para salida de trabajo.*



**Figura 92:**

*Fotografía de Envío a área de trabajo, DRON con RTK.*



La finalidad de este trabajo topográfico, con respecto al modelado hidráulico, es la definición de la geometría de la sección del río y los elementos de relieve alrededor de ella, para conocer hasta dónde llegaría el agua, si el caudal llegaría a un cierto valor, por lo tanto las interrogantes planteadas son: ¿será suficiente la sección de cauce principal del río Miskiuno, y hasta qué altura llegará el tirante hidráulico si este se desbordase?, ¿se inundarán áreas aledañas al cauce y cuál será su extensión?.

- **Información Hidrológica.**

Anticipando a la respuesta a la interrogante anteriormente planteada, está vinculada al caudal generado HEC-HMS (8.5 M<sup>3</sup>/S), ala forma del cauce (rectilíneo en su mayor parte) y de la pendiente de este (17.8% el promedio, 10%. 4%), la naturaleza del canal de tránsito (coeficiente de rugosidad). Todo ello se complica al presentar obstáculos como puentes provisionales (estribos de pircas de piedra y plataforma de palos), por necesidad de cruce de la población ha colocado en cruces de calles e ingresos a domicilios.

**Figura 93:**

*Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.*



**Figura 94:**

*Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.*



**Figura 95:**

*Fotografía de Presencia de obstáculos como puentes provisionales.*



En base a esta información de tipo geométrico y de caudal ya es posible correr con el modelado a través del HEC-RAS.

Según Ciancaglini, N. 1966, considerado utilizar el siguiente Tabla para la determinación del coeficiente de rugosidad de Manning

**Tabla 73:**

Valores de rugosidad "n" de Manning en canales.

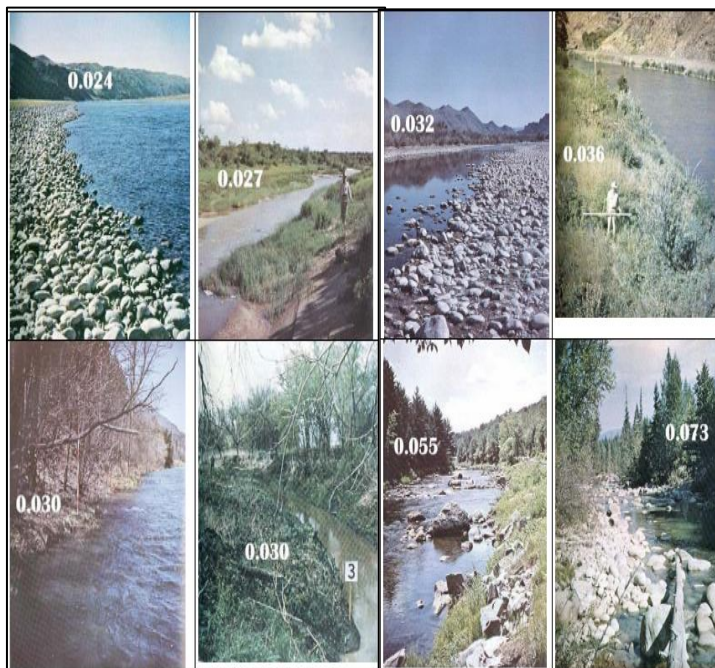
| Superficie   | Condiciones |        |           |       |
|--|-------------|--------|-----------|-------|
|  | Perfectas   | Buenas | Regulares | Malas |
| <b>Corrientes naturales</b>  |             |        |           |       |
| 1. Limpios, bordos rectos, llanos, sin hendiduras ni charcos profundos | 0.025       | 0.0275 | 0.030     | 0.033 |
| 2. Igual a 1, pero con algo de hierbas y piedra                        | 0.030       | 0.033  | 0.035     | 0.040 |
| 3. Sinuoso, algunos charcos y escollos limpios                         | 0.033       | 0.035  | 0.040     | 0.045 |
| 4. Igual a 3, de poco tirante con pendiente y sección menos eficientes | 0.040       | 0.045  | 0.050     | 0.055 |
| 5. Igual a 3, algo de hierba y piedras                                 | 0.035       | 0.040  | 0.045     | 0.050 |
| 6. Igual a 4, secciones pedregosas                                     | 0.045       | 0.050  | 0.055     | 0.060 |
| 7. Ríos perezosos, cauce enhierbado o con charcos profundos            | 0.050       | 0.060  | 0.070     | 0.080 |
| 8. Cauces muy enhierbados  | 0.075       | 0.100  | 0.125     | 0.150 |

Fuente: Canales de Desviación; Ciancaglini, N. 1966, Argentina, UNESCO

Así mismo Máximo Villon plantea en su libro Cálculos hidrológicos e hidráulicos, los siguientes valores de coeficiente de Manning:

**Figura 96:**

Imagen de Modelo de canales fluviales con diferentes coeficientes de Manning de forma ilustrativa.



Fuente: Libro Cálculos hidrológicos e hidráulicos, Máximo Villón

## **El Software Hec-Ras.**

Es un sistema de análisis preparado para ríos (RAS- River Analysis System), cuya funcionalidad permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers). (Máximo Villon,2016).

Para el funcionamiento del programa, como ya lo vimos anteriormente de ingreso de datos geométricos y de caudal; en el primer caso, la información más relevante son las secciones transversales, a lo largo del cauce, 400 ml, a través de cada cota de las secciones, que el programa se encarga de calcular la pendiente entre dos secciones próximas. En cuanto al caudal, para nuestro caso se ha considerado un valor constante de 8.5 m/s.

La metodología de trabajo del programa es:

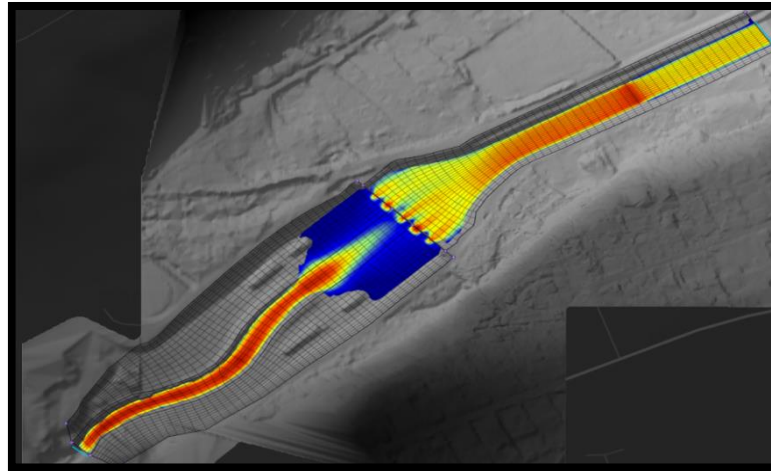
- Creación del nuevo proyecto. (File>> New.. Proyect....)
- Datos geométricos (Edit >> ..Geometric Data....)
- Datos de caudales y condiciones de contorno (Edit >> .Steady (Unsteady) Flow Data .....)
- Calculo (Run >> . Steady (Unsteady) Flow Analysis .....)
- Presentación de resultados (View >>. Varias opciones del menú)

## **Generación de malla.**

Permite definir la zona de modelamiento, creando en primer lugar el tamaño de celda, formas y tasas de crecimiento del área afectada.

**Figura 97:**

*Imagen de Mallado HEC-RAS 1D.*



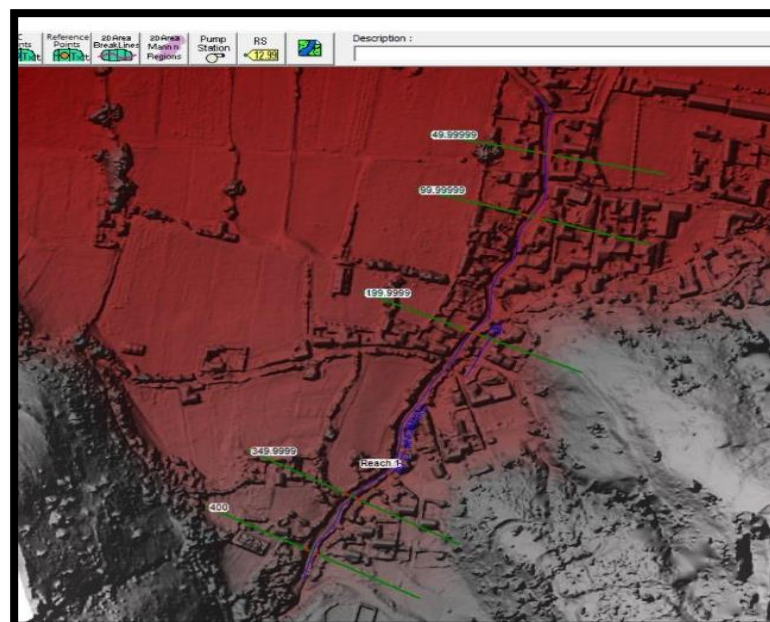
Nota: Elaboración de mallado por los tesistas en el programa HEC-RAS

### **Resultados del modelado:**

Habiendo transitado los caudales máximos generados por el cauce fluvial, se han obtenido los mapas siguientes por tramos de recorrido:

**Figura 98:**

*Imagen de Preparado de las secciones transversales y progresivas de control río Miskiuno.*

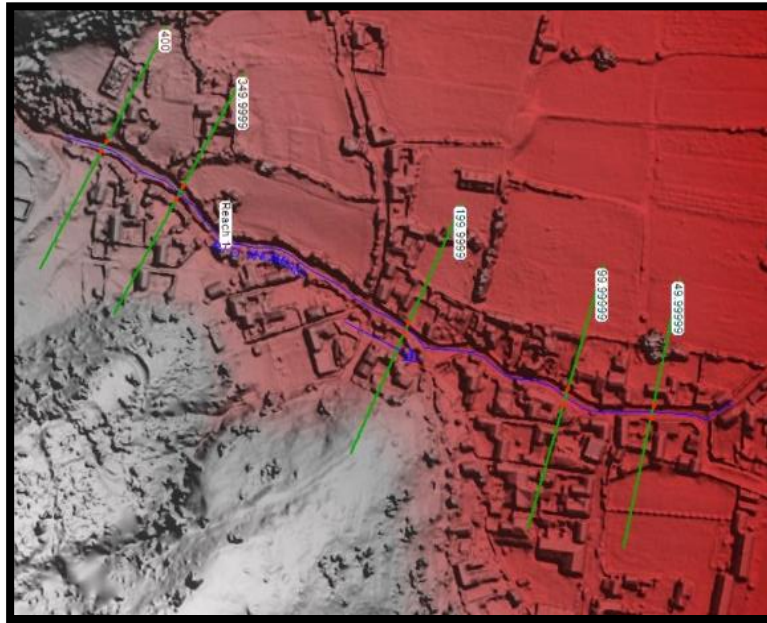


Nota: Elaboración de secciones por los tesistas en el programa HEC-RAS



**Figura 99:**

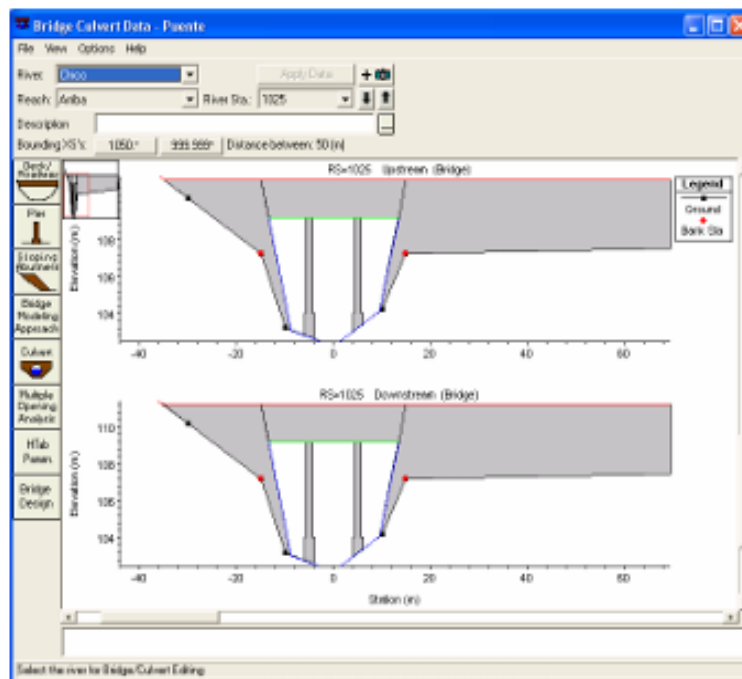
*Imagen de Preparado de las secciones transversales y progresivas de control rio Miskiuno.*



Nota: Elaboración de mallado por los tesisistas en el programa HEC-RAS

**Figura 100:**

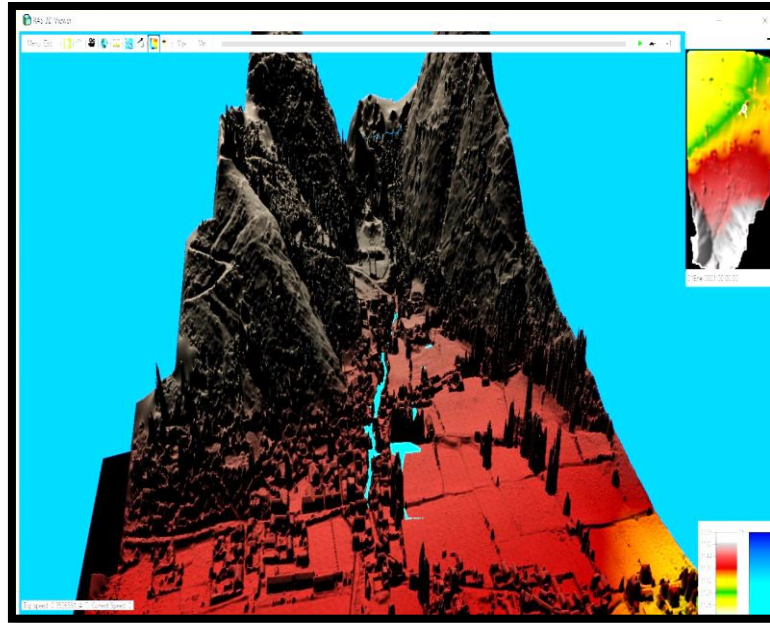
*Imagen de procesamiento de sección de tránsito de avenidas*



Nota: Elaboración de tránsito de avenida por los tesisistas en el programa HEC-RAS

**Figura 101:**

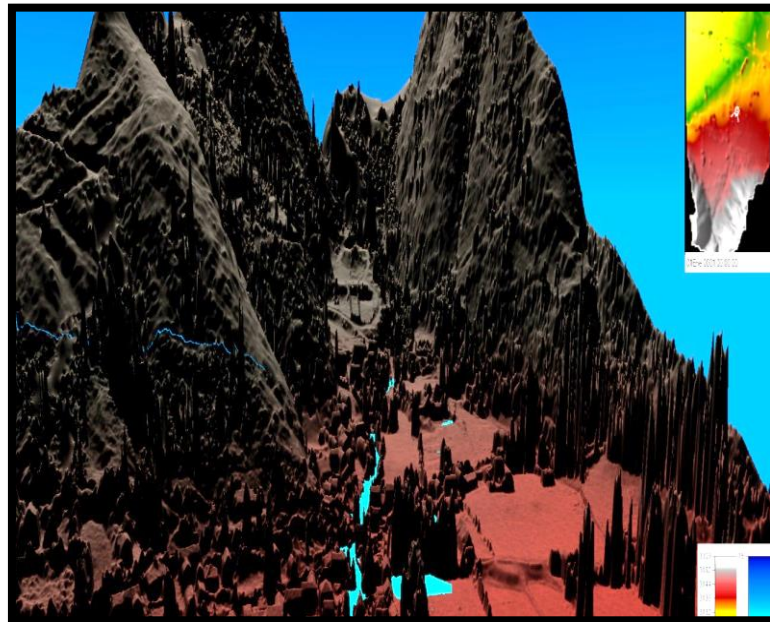
*Imagen de Modelación en 3D de proceso de simulación rio Miskiuno*



Nota: Elaboración de tránsito de avenida por los tesistas en el programa HEC-RAS

**Figura 102:**

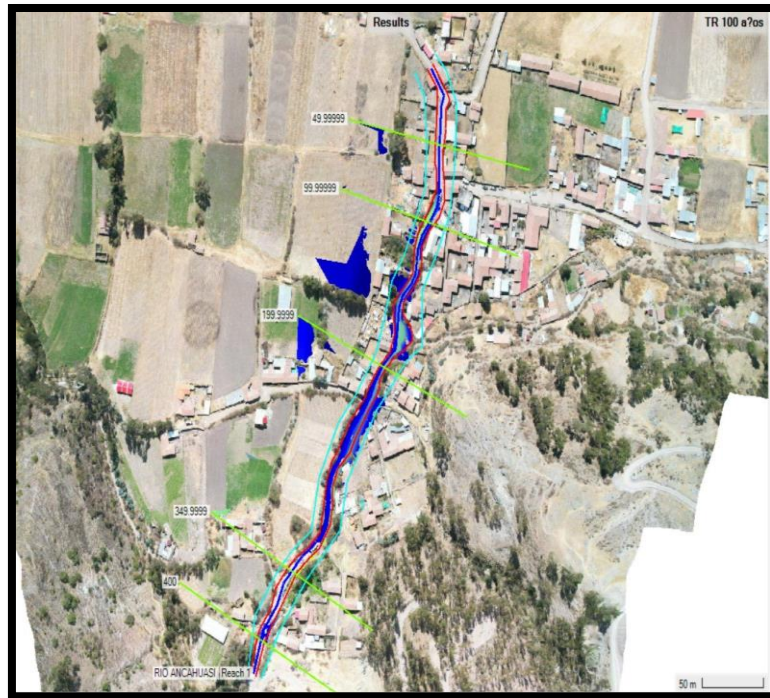
*Imagen de Modelación en 3d de proceso de simulación rio Miskiuno*



Nota: Elaboración de los tesistas en el programa HEC-RAS

**Figura 103:**

*Imagen de resultados de velocidades de flujo 5 m/s*



Nota: Elaboración de los tesis en el programa HEC-RAS

**Figura 104:**

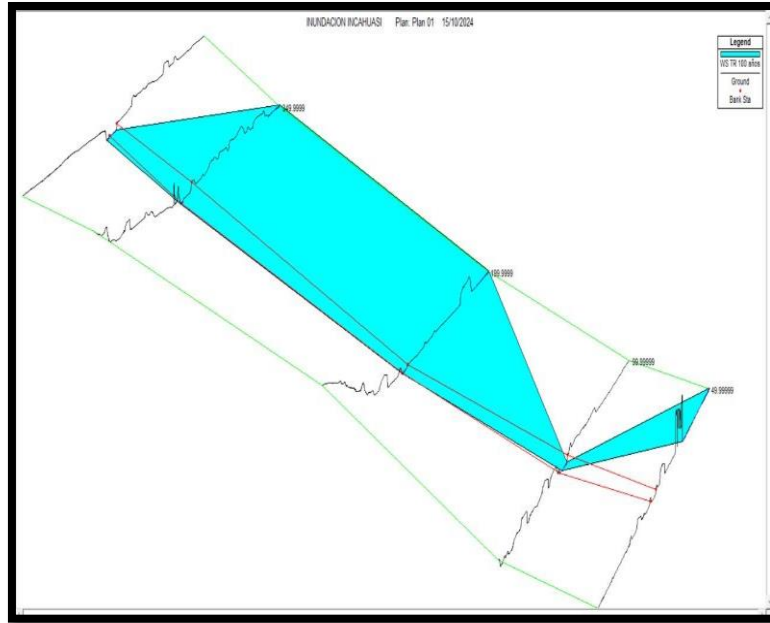
*Imagen de Área de inundación*



Nota: Elaboración de los tesis en el programa HEC-RAS

**Figura 105:**

*Imagen de Punto de desborde por progresiva 0+199, Viviendas y áreas agrícolas*



Nota: Elaboración de los testistas en el programa HEC-RAS

Finalmente se tiene los Tablas de resumen del proceso de desborde e inundación y tránsito de las avenidas máximas:

**Tabla 74:**

*Resumen general de alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva.*

| HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO ANCAHUASI Reach: Reach 1 Profile: TR 100 años |           |             |                     |           |           |           |           |            |          |                   |           | Reload Data  |
|--|-----------|-------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-------------------|-----------|--------------|
| Reach  | River Sta | Profile     | Q Total             | Min Ch El | W.S. Elev | Crit W.S. | E.G. Elev | E.G. Slope | Vel Chnl | Flow Area         | Top Width | Froude # Chl |
|  |           |             | (m <sup>3</sup> /s) | (m)       | (m)       | (m)       | (m)       | (m/m)      | (m/s)    | (m <sup>2</sup> ) | (m)       |              |
| Reach 1  | 400       | TR 100 años | 8.50                | 3166.58   | 3166.98   | 3167.17   | 3167.60   | 0.061577   | 2.93     | 2.52              | 7.03      | 1.78         |
| Reach 1  | 349.9999  | TR 100 años | 8.50                | 3160.90   | 3161.35   | 3161.58   | 3162.43   | 0.205528   | 5.02     | 1.92              | 9.62      | 2.77         |
| Reach 1  | 199.9999  | TR 100 años | 8.50                | 3151.98   | 3152.58   | 3152.67   | 3152.89   | 0.031903   | 2.86     | 4.04              | 18.33     | 1.34         |
| Reach 1  | 99.99999  | TR 100 años | 8.50                | 3146.38   | 3146.86   | 3147.13   | 3147.75   | 0.095171   | 4.18     | 2.03              | 5.87      | 2.27         |
| Reach 1  | 49.99999  | TR 100 años | 8.50                | 3144.92   | 3144.77   | 3144.82   | 3144.94   | 0.033475   |          | 4.65              | 33.95     | 0.00         |

Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS

**Tabla 75:**

*Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0+400.*

| Plan: Plan 01 RIO ANCAHUASI Reach 1 RS: 400 Profile: TR 100 años |          |                      |         |         |          |
|--|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)  | 3167.60  | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)   | 0.61     | Wt. n-Val.           |         | 0.035   | 0.035    |
| W.S. Elev (m)  | 3166.98  | Reach Len. (m)       | 50.30   | 50.00   | 49.30    |
| Crit W.S. (m)  | 3167.17  | Flow Area (m2)       |         | 1.30    | 1.22     |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.061577 | Area (m2)            |         | 1.30    | 1.22     |
| Q Total (m3/s)   | 8.50     | Flow (m3/s)          |         | 3.81    | 4.69     |
| Top Width (m)  | 7.03     | Top Width (m)        |         | 4.70    | 2.33     |
| Vel Total (m/s)  | 3.37     | Avg. Vel. (m/s)      |         | 2.93    | 3.84     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.76     | Hydr. Depth (m)      |         | 0.28    | 0.52     |
| Conv. Total (m3/s)   | 34.3     | Conv. (m3/s)         |         | 15.3    | 18.9     |
| Length Wtd. (m)  | 49.81    | Wetted Per. (m)      |         | 4.88    | 3.06     |
| Min Ch El (m)  | 3166.58  | Shear (N/m2)         |         | 160.66  | 241.11   |
| Alpha  | 1.05     | Stream Power (N/m s) |         | 471.20  | 926.92   |
| Frctn Loss (m)   | 5.12     | Cum Volume (1000 m3) | 0.50    | 0.45    | 0.07     |
| C & E Loss (m)   | 0.05     | Cum SA (1000 m2)     | 3.34    | 1.14    | 0.17     |

*Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS*

**Tabla 76:**

*Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0+350*

| Plan: Plan 01 RIO ANCAHUASI Reach 1 RS: 349.9999 Profile: TR 100 años |          |                      |         |         |          |
|---|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)   | 3162.43  | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)  | 1.07     | Wt. n-Val.           | 0.035   | 0.035   | 0.035    |
| W.S. Elev (m)   | 3161.35  | Reach Len. (m)       | 148.70  | 150.00  | 149.50   |
| Crit W.S. (m)   | 3161.58  | Flow Area (m2)       | 1.34    | 0.20    | 0.38     |
| E.G. Slope (m/m)  | 0.205528 | Area (m2)            | 1.34    | 0.20    | 0.38     |
| Q Total (m3/s)  | 8.50     | Flow (m3/s)          | 5.35    | 1.00    | 2.15     |
| Top Width (m)   | 9.62     | Top Width (m)        | 7.89    | 0.60    | 1.13     |
| Vel Total (m/s)   | 4.42     | Avg. Vel. (m/s)      | 3.99    | 5.02    | 5.65     |
| Max Chl Dpth (m)  | 0.51     | Hydr. Depth (m)      | 0.17    | 0.33    | 0.34     |
| Conv. Total (m3/s)  | 18.7     | Conv. (m3/s)         | 11.8    | 2.2     | 4.7      |
| Length Wtd. (m)   | 149.29   | Wetted Per. (m)      | 8.47    | 0.83    | 1.32     |
| Min Ch El (m)   | 3160.90  | Shear (N/m2)         | 319.55  | 486.19  | 580.11   |
| Alpha   | 1.08     | Stream Power (N/m s) | 1274.10 | 2440.37 | 3275.60  |
| Frctn Loss (m)  | 9.30     | Cum Volume (1000 m3) | 0.47    | 0.41    | 0.03     |
| C & E Loss (m)  | 0.24     | Cum SA (1000 m2)     | 3.14    | 1.01    | 0.08     |

*Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS*

**Tabla 77:**

*Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+200*

| Plan: Plan 01 RIO ANCAHUASI Reach 1 RS: 199.9999 Profile: TR 100 años |          |                      |         |         |          |
|---|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)   | 3152.89  | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)  | 0.31     | Wt. n-Val.           | 0.035   | 0.035   |          |
| W.S. Elev (m)   | 3152.58  | Reach Len. (m)       | 95.30   | 100.00  | 103.60   |
| Crit W.S. (m)   | 3152.67  | Flow Area (m2)       | 2.11    | 1.94    |          |
| E.G. Slope (m/m)  | 0.031903 | Area (m2)            | 2.11    | 1.94    |          |
| Q Total (m3/s)  | 8.50     | Flow (m3/s)          | 2.96    | 5.54    |          |
| Top Width (m)   | 18.33    | Top Width (m)        | 14.15   | 4.18    |          |
| Vel Total (m/s)   | 2.10     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.41    | 2.86    |          |
| Max Chl Dpth (m)  | 0.60     | Hydr. Depth (m)      | 0.15    | 0.46    |          |
| Conv. Total (m3/s)  | 47.6     | Conv. (m3/s)         | 16.6    | 31.0    |          |
| Length Wtd. (m)   | 99.18    | Wetted Per. (m)      | 14.56   | 4.61    |          |
| Min Ch El (m)   | 3151.98  | Shear (N/m2)         | 45.25   | 131.33  |          |
| Alpha   | 1.36     | Stream Power (N/m s) | 63.64   | 375.75  |          |
| Frctn Loss (m)  | 5.08     | Cum Volume (1000 m3) | 0.21    | 0.25    |          |
| C & E Loss (m)  | 0.06     | Cum SA (1000 m2)     | 1.50    | 0.65    |          |

*Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS*

**Tabla 78:**

*Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0+100*

| Plan: Plan 01 RIO ANCAHUASI Reach 1 RS: 99.99999 Profile: TR 100 años |          |         |         |          |       |
|---|----------|---------|---------|----------|-------|
| Element   |          | Left OB | Channel | Right OB |       |
| E.G. Elev (m)   | 3147.75  |         |         |          |       |
| Vel Head (m)  | 0.89     |         | 0.035   |          |       |
| W.S. Elev (m)   | 3146.86  | 48.50   | 50.00   |          | 49.90 |
| Crit W.S. (m)   | 3147.13  |         | 2.03    |          |       |
| E.G. Slope (m/m)  | 0.095171 |         | 2.03    |          |       |
| Q Total (m3/s)  | 8.50     |         | 8.50    |          |       |
| Top Width (m)   | 5.87     |         | 5.87    |          |       |
| Vel Total (m/s)   | 4.18     |         | 4.18    |          |       |
| Max Chl Dpth (m)  | 0.48     |         | 0.35    |          |       |
| Conv. Total (m3/s)  | 27.6     |         | 27.6    |          |       |
| Length Wtd. (m)   | 49.25    |         | 6.24    |          |       |
| Min Ch El (m)   | 3146.38  |         | 304.50  |          |       |
| Alpha   | 1.00     |         | 1271.97 |          |       |
| Frctn Loss (m)  | 2.60     | 0.11    | 0.05    |          |       |
| C & E Loss (m)  | 0.22     | 0.82    | 0.15    |          |       |

*Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS*

**Tabla 79:**

*Alturas de tirante hidráulico y Poder de socavación resumen por progresiva 0.+50*

| Plan: Plan 01 RIO ANCAHUASI Reach 1 RS: 49.99999 Profile: TR 100 años |          |         |         |          |  |
|---|----------|---------|---------|----------|--|
| Element   |          | Left OB | Channel | Right OB |  |
| E.G. Elev (m)   | 3144.94  |         |         |          |  |
| Vel Head (m)  | 0.17     |         | 0.035   |          |  |
| W.S. Elev (m)   | 3144.77  |         |         |          |  |
| Crit W.S. (m)   | 3144.82  |         | 4.65    |          |  |
| E.G. Slope (m/m)  | 0.033475 |         | 4.65    |          |  |
| Q Total (m3/s)  | 8.50     |         | 8.50    |          |  |
| Top Width (m)   | 33.95    |         | 33.95   |          |  |
| Vel Total (m/s)   | 1.83     |         | 1.83    |          |  |
| Max Chl Dpth (m)  | 0.41     |         | 0.14    |          |  |
| Conv. Total (m3/s)  | 46.5     |         | 46.5    |          |  |
| Length Wtd. (m)   |          |         | 34.36   |          |  |
| Min Ch El (m)   | 3144.92  |         | 44.42   |          |  |
| Alpha   | 1.00     |         | 81.20   |          |  |
| Frctn Loss (m)  |          |         |         |          |  |
| C & E Loss (m)  |          |         |         |          |  |

*Nota: Datos generados por el programa HEC-RAS*

## **CAPÍTULO IX: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO**

En el presente estudio, se ha considerado la evaluación de riesgo actual y futuro, habiéndose identificado un peligro significativo de origen natural de tipo hidrometeorológico, específicamente por desborde e inundación fluvial. Aunque en la cuenca también se presentan otros tipos de peligros, como los relacionados con la geodinámica interna y erosión de laderas, biológicos y aquellos inducidos por actividades humanas, no son relevantes a nivel de riesgo, por lo que, en la presente tesis de investigación, nos hemos enfocado exclusivamente en el peligro por desborde e inundación fluvial del río Miskiuno.

### 9.1 Metodología

En el caso de la zona urbana, ha sido necesario el levantamiento de información sobre la población que sería afectada considerando la situación actual de las viviendas y los servicios básicos, por ejemplo: tipo de viviendas, servicios de agua y desagüe, vías de acceso, puentes, instalaciones eléctricas, patrimonio cultural.

**Figura 106:**

*Fotografía de Área urbana del centro poblado de Curamba Centro.*





Para el caso de la zona rural, ha sido necesario el levantamiento de información sobre la población que sería afectada considerando la situación actual de las viviendas y los servicios básicos, por ejemplo: tipo de viviendas, servicios de agua y desagüe, vías de acceso, puentes, instalaciones eléctricas, patrimonio cultural.

Para el caso de la zona agrícola, se debió poner en atención en las áreas de cultivo y usos, así mismo, se tuvo que considerar las áreas rurales donde habita la población del lugar, especificando el tipo de vivienda y los servicios básicos con que cuentan.

**Figura 107:**

*Imagen de Áreas agrícolas del centro poblado de Curamba Centro.*



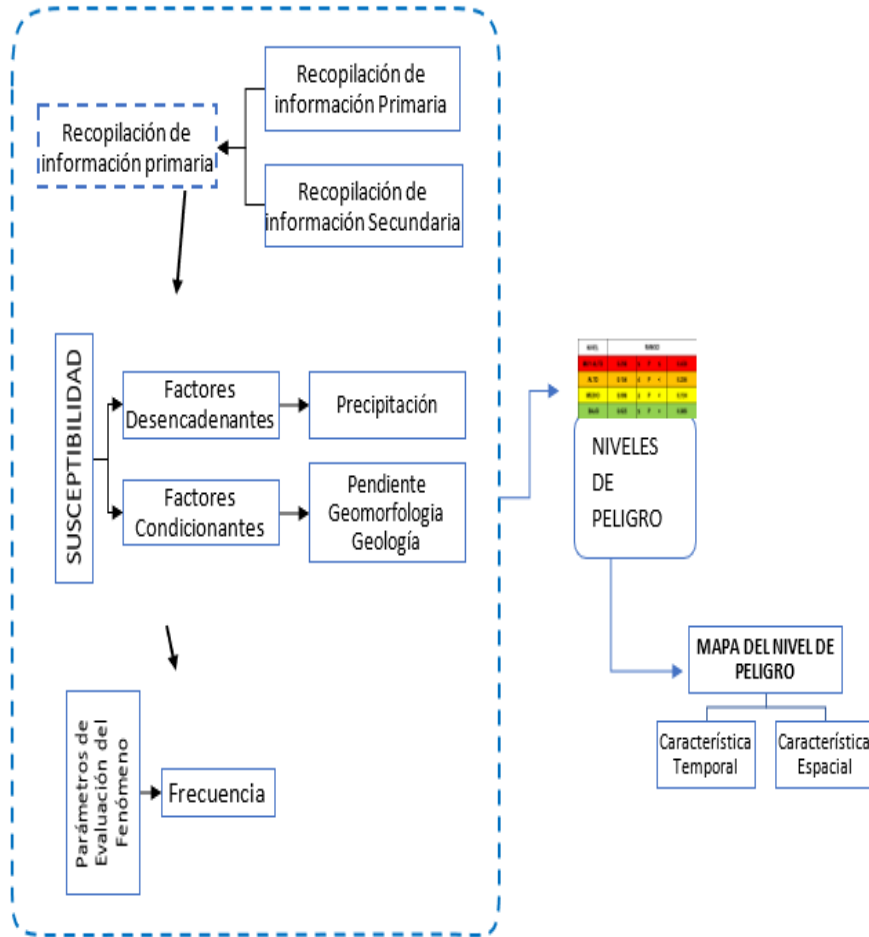
Nota: Adaptado imagen de Google Earth

El diagnóstico se inicia considerando la ubicación de la zona donde se encuentra la población afectada y que normalmente está tipificada como una zona de riesgo con recurrentes desbordes del cauce del río Miskiuno en zona poblacional y agrícola.

Para determinar los niveles de peligrosidad del área de estudio, por procesos de desborde e inundación se utilizó la metodología expresada en el siguiente diagrama:

**Figura 108:**

*Diagrama de Metodología general para determinar el nivel de peligro.*



Fuente: CENEPRED

## 9.2 Susceptibilidad Del Territorio

Para determinar la susceptibilidad del área de inundación por desborde del río Miskiuno en la comunidad de Curamba Centro (zona rural), se consideraron los siguientes factores:

**Tabla 80:**

*Factores de la Susceptibilidad.*

| <b>FACTORES CONDICIONANTES</b> |               |          | <b>FACTOR DESENCADENANTE</b> |
|--------------------------------|---------------|----------|------------------------------|
| Pendiente                      | Geomorfología | Geología | Precipitación                |

### 9.3 Análisis Factores Condicionantes

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 81:**

*Parámetros de los factores Condicionantes.*

| <b>PARÁMETROS</b> | <b>Nº DE PARÁMETROS</b> | <b>PARÁMETROS</b> |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| <b>FACT 1</b>     | 3                       | PENDIENTE         |
| <b>FACT 2</b>     |                         | GEOMORFOLOGIA     |
| <b>FACT 3</b>     |                         | LITOLOGÍA         |

Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

**Tabla 82:**

*Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.*

| <b>PARÁMETROS</b> | <b>FACT 1</b> | <b>FACT 2</b> | <b>FACT 3</b> |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>FACT 1</b>     | 1.00          | 3.00          | 5.00          |
| <b>FACT 2</b>     | 0.33          | 1.00          | 3.00          |
| <b>FACT 3</b>     | 0.20          | 0.33          | 1.00          |
| SUMA              | 1.53          | 4.33          | 9.00          |
| 1/SUMA            | 0.65          | 0.23          | 0.11          |

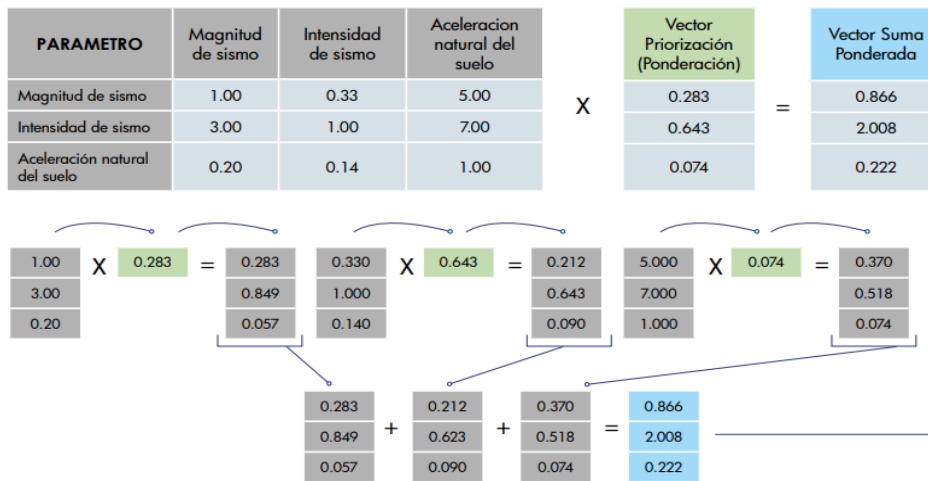
**Tabla 83:**

*Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes.*

| MATRIZ DE NORMALIZACIÓN |        |        |        |                     |
|-------------------------|--------|--------|--------|---------------------|
| PARÁMETROS              | FACT 1 | FACT 2 | FACT 3 | Vector Priorización |
| <b>FACT 1</b>           | 0.65   | 0.69   | 0.56   | 0.63                |
| <b>FACT 2</b>           | 0.22   | 0.23   | 0.33   | 0.26                |
| <b>FACT 3</b>           | 0.13   | 0.08   | 0.11   | 0.11                |
|                         | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000               |

**Figura 109**

*Metodología de cálculo de Vector Suma Ponderado*



Nota: Adaptado del Manual de CENEPRED

**Figura 110**

*Procedimiento para calcular  $\lambda_{max}$*

|                       |   |                                   |   |                 |
|-----------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| Vector Suma Ponderada | ÷ | Vector Priorización (Ponderación) | = | $\lambda_{max}$ |
| 0.866                 |   | 0.283                             |   | 3.060           |
| 2.008                 |   | 0.643                             |   | 3.123           |
| 0.222                 |   | 0.074                             |   | 3.000           |

$$\lambda_{max} = \frac{3.060 + 3.123 + 3.000}{3} = 3.061$$

Nota: Adaptado de Manual de CENEPRED

Cálculo del índice de consistencia

$$IC = \frac{3.061-3}{3-1} = 0.0305$$

Cálculo del índice relación de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.0305}{0.525} = 0.058$$

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>n</b>  | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    |
| <b>IA</b> | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | 1.513 | 1.535 | 1.555 | 1.570 | 1.583 | 1.595 |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes

|    |      |
|----|------|
| IC | 0.02 |
| RC | 0.04 |

### a) Parámetro: Pendiente

**Tabla 84:**

*Descriptores del parámetro pendiente de los factores condicionantes.*

| PARÁMETRO  | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES |
|------------|------------|--------------------|--------------|
| PENDIENTES | PEND 1     | 5                  | 00° - 01°    |
|            | PEND 2     |                    | 01° - 05°    |
|            | PEND 3     |                    | 05° - 15°    |
|            | PEND 4     |                    | 15° - 25°    |
|            | PEND 5     |                    | 25° - 45°    |

**Tabla 85:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Pendiente.*

| Pendientes | PEND 1 | PEND 2 | PEND 3 | PEND 4 | PEND 5 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PEND 1     | 1.00   | 2.00   | 3.00   | 4.00   | 5.00   |
| PEND 2     | 0.50   | 1.00   | 2.00   | 3.00   | 4.00   |
| PEND 3     | 0.33   | 0.50   | 1.00   | 2.00   | 3.00   |
| PEND 4     | 0.25   | 0.33   | 0.50   | 1.00   | 2.00   |
| PEND 5     | 0.20   | 0.25   | 0.33   | 0.50   | 1.00   |
| SUMA       | 2.28   | 4.08   | 6.83   | 10.50  | 15.00  |
| 1/SUMA     | 0.44   | 0.24   | 0.15   | 0.10   | 0.07   |

**Tabla 86:**

*Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente.*

| PENDIENTES | PEND1 | PEND2 | PEND3 | PEND4 | PEND5 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PEND1      | 0.44  | 0.49  | 0.44  | 0.38  | 0.33  |
| PEND2      | 0.22  | 0.24  | 0.29  | 0.29  | 0.27  |
| PEND3      | 0.15  | 0.12  | 0.15  | 0.19  | 0.20  |
| PEND4      | 0.11  | 0.08  | 0.07  | 0.10  | 0.13  |
| PEND5      | 0.09  | 0.06  | 0.05  | 0.05  | 0.07  |
| SUMA       | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Pendiente

|    |        |
|----|--------|
| IC | 0.0171 |
| RC | 0.0153 |

### b) Parámetro: Geomorfología

**Tabla 87.**

*Descriptores del Parámetro Geomorfología.*

| PARÁMETRO     | DESCRIPTOR | Nº DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES |
|---------------|------------|--------------------|--------------|
| GEOMORFOLOGIA | GEOM1      | 5                  | Mbcf, FVMo   |
|               | GEOM2      |                    | TMb          |
|               | GEOM3      |                    | PmMb         |
|               | GEOM4      |                    | VMb          |
|               | GEOM5      |                    | CMb          |

**Tabla 88:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología.*

| GEOMORFOLOGIA | GEOM1 | GEOM2 | GEOM3 | GEOM4 | GEOM5 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GEOM1         | 1.00  | 3.00  | 4.00  | 5.00  | 6.00  |
| GEOM2         | 0.33  | 1.00  | 3.00  | 4.00  | 5.00  |
| GEOM3         | 0.25  | 0.33  | 1.00  | 3.00  | 4.00  |
| GEOM4         | 0.20  | 0.25  | 0.33  | 1.00  | 3.00  |
| GEOM5         | 0.17  | 0.20  | 0.25  | 0.33  | 1.00  |
| SUMA          | 1.95  | 4.78  | 8.58  | 13.33 | 19.00 |
| 1/SUMA        | 0.51  | 0.21  | 0.12  | 0.08  | 0.05  |

**Tabla 89:***Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología.*

| GEOMORFOLOGIA | GEOM1 | GEOM2 | GEOM3 | GEOM4 | GEOM5 | VECTOR DE PRIORIZACIÓN |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| GEOM1         | 0.51  | 0.63  | 0.47  | 0.38  | 0.32  | 0.46                   |
| GEOM2         | 0.17  | 0.21  | 0.35  | 0.30  | 0.26  | 0.26                   |
| GEOM3         | 0.13  | 0.07  | 0.12  | 0.23  | 0.21  | 0.15                   |
| GEOM4         | 0.10  | 0.05  | 0.04  | 0.08  | 0.16  | 0.09                   |
| GEOM5         | 0.09  | 0.04  | 0.03  | 0.03  | 0.05  | 0.05                   |
| SUMA          | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00                   |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Fisiografía

|    |        |
|----|--------|
| IC | 0.0801 |
| RC | 0.0719 |

### c) Parámetro: Geología

**Tabla 90:***Descriptores del parámetro geología.*

| PARÁMETRO | DESCRIPTOR | Nº DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES           |
|-----------|------------|--------------------|------------------------|
| LITOLOGÍA | LITO 1     | 5                  | Fluvial                |
|           | LITO 2     |                    | Aluvial, Coluvial      |
|           | LITO 3     |                    | Fm. San Sebastián      |
|           | LITO 4     |                    | PN-ta/lbrc             |
|           | LITO 5     |                    | PN-ta/tbkl, PN-ta/tblt |



**Tabla 91:***Matriz de comparación de pares del parámetro Geología*

| DESCRPTORES | LITO 1 | LITO 2 | LITO 3 | LITO 4 | LITO 5 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| LITO 1      | 1.00   | 3.00   | 5.00   | 7.00   | 9.00   |
| LITO 2      | 0.33   | 1.00   | 3.00   | 5.00   | 7.00   |
| LITO 3      | 0.20   | 0.33   | 1.00   | 3.00   | 5.00   |
| LITO 4      | 0.14   | 0.20   | 0.33   | 1.00   | 3.00   |
| LITO 5      | 0.11   | 0.14   | 0.20   | 0.33   | 1.00   |
| SUMA        | 1.79   | 4.68   | 9.53   | 16.33  | 25.00  |
| 1/SUMA      | 0.56   | 0.21   | 0.10   | 0.06   | 0.04   |

**Tabla 92:***Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Geología.*

| LITOLÓGÍA | LITO1 | LITO2 | LITO3 | LITO4 | LITO5 | VECTOR DE PRIORIZACIÓN |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| LITO1     | 0.56  | 0.64  | 0.52  | 0.43  | 0.36  | 0.50                   |
| LITO2     | 0.19  | 0.21  | 0.31  | 0.31  | 0.28  | 0.26                   |
| LITO3     | 0.11  | 0.07  | 0.10  | 0.18  | 0.20  | 0.13                   |
| LITO4     | 0.08  | 0.04  | 0.03  | 0.06  | 0.12  | 0.07                   |
| LITO5     | 0.06  | 0.03  | 0.02  | 0.02  | 0.04  | 0.03                   |
|           | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00                   |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Geología

|    |        |
|----|--------|
| IC | 0.0607 |
| RC | 0.0544 |

## 9.4 Análisis Factor Desencadenante

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

### a) Parámetro: Precipitación

**Tabla 93**

*Descriptores del parámetro Precipitaciones Máximas.*

| PARÁMETRO                             | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES           |
|---------------------------------------|------------|--------------------|------------------------|
| PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL (MISKIUNO) | PPM1       | 5                  | RR > 26.3 mm           |
|                                       | PPM2       |                    | 17.6 mm < RR ≤ 26.3 mm |
|                                       | PPM3       |                    | 13.8 mm < RR ≤ 17.6 mm |
|                                       | PPM4       |                    | 8.2 mm < PM ≤ 13.8 mm  |
|                                       | PPM5       |                    | RR < 8.2 mm            |

**Tabla 94:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Precipitación.*

| DESCRIPTORES | PPM1 | PPM2 | PPM3 | PPM4  | PPM5  |
|--------------|------|------|------|-------|-------|
| PPM1         | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00  | 8.00  |
| PPM2         | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 5.00  | 7.00  |
| PPM3         | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 4.00  | 5.00  |
| PPM4         | 0.17 | 0.20 | 0.25 | 1.00  | 2.00  |
| PPM5         | 0.13 | 0.14 | 0.20 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA         | 2.04 | 3.84 | 7.45 | 16.50 | 23.00 |
| 1/SUMA       | 0.49 | 0.26 | 0.13 | 0.06  | 0.04  |

**Tabla 95:***Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación.*

| DESCRIP<br>PTORES | PPM1  | PPM2  | PPM3  | PPM4  | PPM5  | Vector<br>Priorización |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| PPM1              | 0.490 | 0.520 | 0.537 | 0.364 | 0.348 | 0.452                  |
| PPM2              | 0.245 | 0.260 | 0.268 | 0.303 | 0.304 | 0.276                  |
| PPM3              | 0.122 | 0.130 | 0.134 | 0.242 | 0.217 | 0.169                  |
| PPM4              | 0.082 | 0.052 | 0.034 | 0.061 | 0.087 | 0.063                  |
| PPM5              | 0.061 | 0.037 | 0.027 | 0.030 | 0.043 | 0.040                  |
|                   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00                   |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.033 |
| RC | 0.030 |

## 9.5 Parámetro De Evaluación

**Tabla 96***Parámetros de análisis de Susceptibilidad:*

| PARAMETROS | Nº DE<br>PARAMETROS | PARAMETROS               |
|------------|---------------------|--------------------------|
| Pr1        | 3                   | TRANSPORTE DE SEDIMENTOS |
| Pr2        |                     | CALADO                   |
| Pr3        |                     | VELOCIDAD                |

**Tabla 97:***Matriz de comparación de pares de los parámetros de susceptibilidad.*

| PARAMETROS | Pr1  | Pr2  | Pr3  |
|------------|------|------|------|
| Pr1        | 1.00 | 3.00 | 5.00 |
| Pr2        | 0.33 | 1.00 | 3.00 |
| Pr3        | 0.20 | 0.33 | 1.00 |
| SUMA       | 1.53 | 4.33 | 9.00 |
| 1/SUMA     | 0.65 | 0.23 | 0.11 |

**Tabla 98:***Matriz de normalización de pares de los parámetros de susceptibilidad.*

| PARAMETROS | Pr1   | Pr2   | Pr3   | Vector<br>Priorización |
|------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Pr1        | 0.652 | 0.692 | 0.556 | 0.633                  |
| Pr2        | 0.217 | 0.231 | 0.333 | 0.260                  |
| Pr3        | 0.130 | 0.077 | 0.111 | 0.106                  |
|            | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000                  |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Precipitación

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.019 |
| RC | 0.037 |

## a) Parámetro: TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

**Tabla 99:**

*Descriptores del parámetro Transporte de sedimentos.*

| PARÁMETRO                      | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                  |
|--------------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| TRANSPORTE<br>DE<br>SEDIMENTOS | TS1        | 5                  | Mayor a 750 N/m <sup>2</sup>  |
|                                | TS2        |                    | De 550 a 750 N/m <sup>2</sup> |
|                                | TS3        |                    | De 350 a 550 N/m <sup>2</sup> |
|                                | TS4        |                    | De 50 a 350 N/m <sup>2</sup>  |
|                                | TS5        |                    | De 0 a 50 N/m <sup>2</sup>    |

**Tabla 100:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro.*

| DESCRIPTOR | TS1  | TS2  | TS3  | TS4   | TS5   |
|------------|------|------|------|-------|-------|
| TS1        | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00  | 9.00  |
| TS2        | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00  | 7.00  |
| TS3        | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00  | 5.00  |
| TS4        | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00  | 3.00  |
| TS5        | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33  | 1.00  |
| SUMA       | 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |
| 1/SUMA     | 0.56 | 0.21 | 0.10 | 0.06  | 0.04  |

**Tabla 101:**

*Matriz de normalización.*

| DESCRIPTOR | TS1   | TS2   | TS3   | TS4   | TS5   | Vector de Priorización |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| TS1        | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503                  |
| TS2        | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260                  |
| TS3        | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134                  |
| TS4        | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068                  |
| TS5        | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035                  |
|            | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000                  |

Cálculo del índice de consistencia y relación de consistencia dan como resultado:

|      |        |
|------|--------|
| IC = | 0.0607 |
| RC = | 0.0544 |

**b) Parámetro: Calado**

**Tabla 102:**

*Descriptores del parámetro Calado.*

| PARAMETRO           | DESCRIPTOR | Nº DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES   |
|---------------------|------------|--------------------|----------------|
| TIRANTE<br>(CALADO) | CD1        | 5                  | Mayor a 0.80 m |
|                     | CD2        |                    | 0.60 a 0.80 m  |
|                     | CD3        |                    | 0.40 a 0.60 m  |
|                     | CD4        |                    | 0.20 a 0.40 m  |
|                     | CD5        |                    | 0.00 a 0.20 m  |

**Tabla 103:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro.*

| DESCRIPTOR | CD1  | CD2  | CD3  | CD4   | CD5   |
|------------|------|------|------|-------|-------|
| CD1        | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00  | 9.00  |
| CD2        | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00  | 7.00  |
| CD3        | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00  | 5.00  |
| CD4        | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00  | 3.00  |
| CD5        | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33  | 1.00  |
| SUMA       | 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |
| 1/SUMA     | 0.56 | 0.21 | 0.10 | 0.06  | 0.04  |

**Tabla 104***Matriz de normalización del parámetro Calado*

| DESCRIPTOR | CD1  | CD2  | CD3  | CD4  | CD5  | Vector de Priorización |
|------------|------|------|------|------|------|------------------------|
| CD1        | 0.56 | 0.64 | 0.52 | 0.43 | 0.36 | 0.50                   |
| CD2        | 0.19 | 0.21 | 0.31 | 0.31 | 0.28 | 0.26                   |
| CD3        | 0.11 | 0.07 | 0.10 | 0.18 | 0.20 | 0.13                   |
| CD4        | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.07                   |
| CD5        | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.03                   |
|            | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00                   |

El índice y relación de consistencia son:

|      |        |
|------|--------|
| IC = | 0.0607 |
| RC = | 0.0544 |

### c) Parámetro: Velocidad

**Tabla 105:***Descriptores del parámetro Velocidad.*

| PARAMETRO | DESCRIPTOR | Nº DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES      |
|-----------|------------|--------------------|-------------------|
| VELOCIDAD | VLC1       | 5                  | Mayor a 10.00 m/s |
|           | VLC2       |                    | 7.00 a 10.00 m/s  |
|           | VLC3       |                    | 4.00 a 7.00 m/s   |
|           | VLC4       |                    | 1.00 a 4.00 m/s   |
|           | VLC5       |                    | 0.00 a 1.00 m/s   |

**Tabla 106:***Matriz de comparación de pares de velocidad.*

| DESCRIPTOR | VLC1 | VLC2 | VLC3 | VLC4  | VLC5  |
|------------|------|------|------|-------|-------|
| VLC1       | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 7.00  | 9.00  |
| VLC2       | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00  | 7.00  |
| VLC3       | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00  | 5.00  |
| VLC4       | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 1.00  | 3.00  |
| VLC5       | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.33  | 1.00  |
| SUMA       | 1.79 | 4.68 | 9.53 | 16.33 | 25.00 |
| 1/SUMA     | 0.56 | 0.21 | 0.10 | 0.06  | 0.04  |

**Tabla 107:***Matriz de normalización de pares de velocidad.*

| DESCRIPTOR | VLC1 | VLC2 | VLC3 | VLC4 | VLC5 | Vector de Priorización |
|------------|------|------|------|------|------|------------------------|
| VLC1       | 0.56 | 0.64 | 0.52 | 0.43 | 0.36 | 0.50                   |
| VLC2       | 0.19 | 0.21 | 0.31 | 0.31 | 0.28 | 0.26                   |
| VLC3       | 0.11 | 0.07 | 0.10 | 0.18 | 0.20 | 0.13                   |
| VLC4       | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.07                   |
| VLC5       | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.03                   |
|            | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00                   |

El índice y relación de consistencia son:

|      |        |
|------|--------|
| IC = | 0.0607 |
| RC = | 0.0544 |



## 9.6 Niveles De Peligro

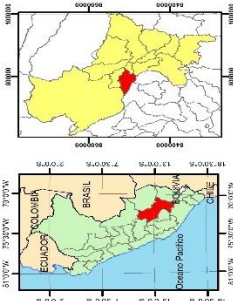
En el siguiente Tabla, se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

**Tabla 108:**

*Niveles de Peligro.*

| NIVEL           |       | RANGO |  |
|-----------------|-------|-------|--|
| <b>MUY ALTO</b> | 0.263 | 0.452 |  |
| <b>ALTO</b>     | 0.153 | 0.263 |  |
| <b>MEDIO</b>    | 0.082 | 0.153 |  |
| <b>BAJO</b>     | 0.049 | 0.082 |  |

Nota: Adaptado de CENEPRED



**Leyenda**

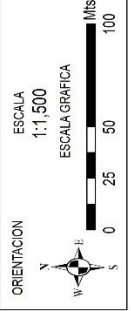
- Curva 2m
- drenaje 2
- CUADRAS MISKUNO
- limite\_Peligro
- peigro
  - Muy Alto
  - Alto
  - Medio
  - Bajo

**ORTOMOSAICO MISKUNO ANTA.tif**

**RGB**

- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

| NIVEL    | RANGO             |
|----------|-------------------|
| MUY ALTO | 0.263 ≤ P ≤ 0.423 |
| ALTO     | 0.153 ≤ P < 0.263 |
| MEDIO    | 0.082 ≤ P < 0.153 |
| BAJO     | 0.049 ≤ P < 0.082 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 PROYECTO: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INSTITUCION: INSTITUTO TECNICO DE INGENIERIA CIVIL

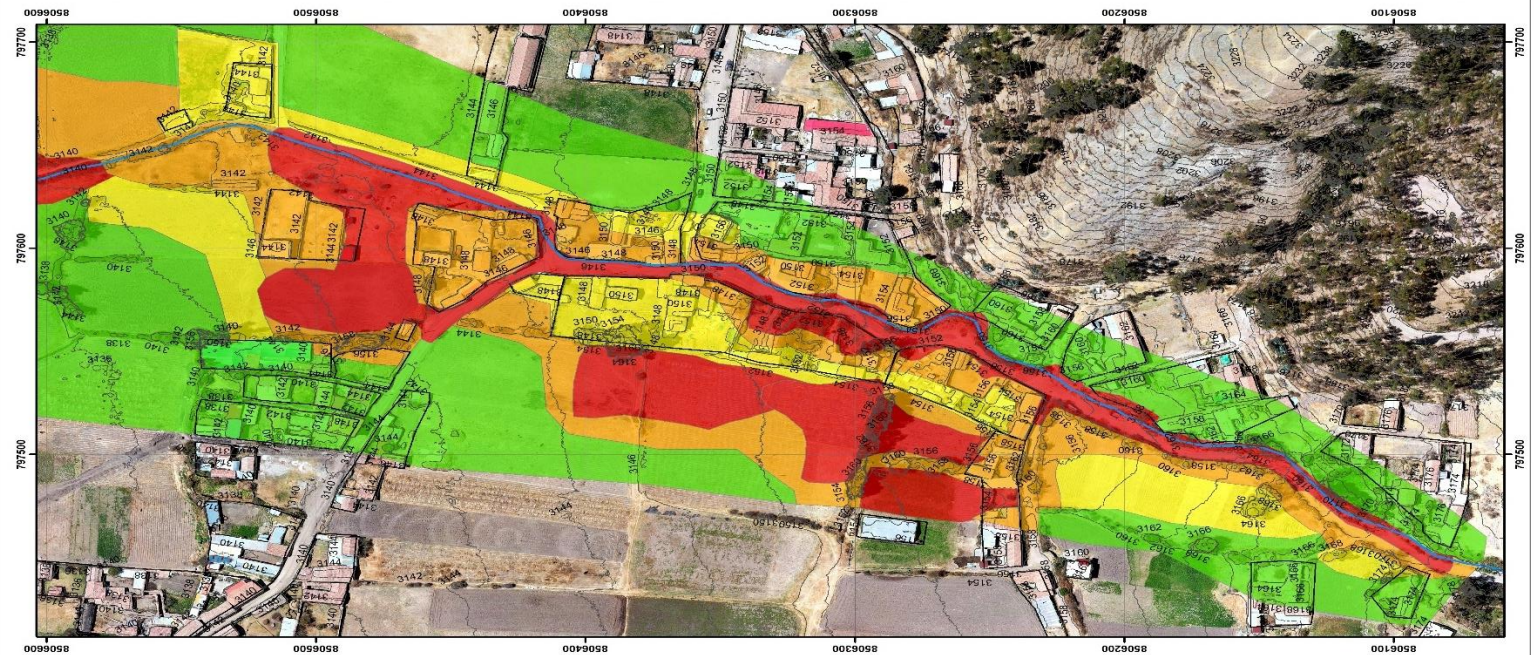
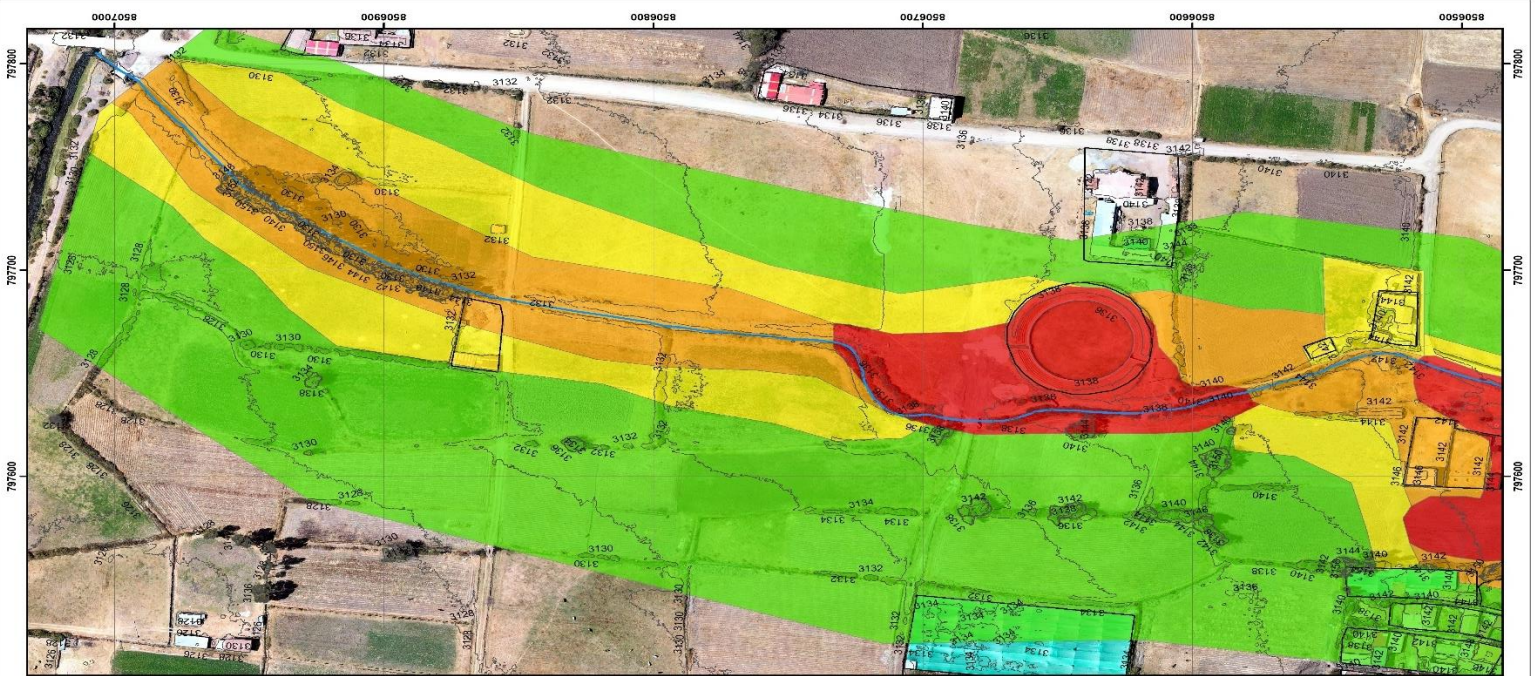
MAPA: PELIGRO

ELABORADO: Back, Yajima, Pico Puma

REVISADO: Back, Yajima, Pico Puma

PROYECTO: Back, Yajima, Pico Puma

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



## 9.7 Análisis de Elementos Expuestos

El elemento expuesto de la zona de estudio comprende a los elementos expuestos susceptibles (Población, viviendas, instituciones educativas, centros de salud, caminos rurales, servicios públicos básicos, entre otros) que se encuentren en la zona potencial del impacto al peligro por Inundación fluvial y que podrían sufrir los efectos ante la ocurrencia o manifestación del peligro.

### 9.7.1 Elementos expuestos susceptibles a nivel social

#### a) Población

La población asciende a 206 personas, de las cuales 58 tienen de 0 a 17 años, 111 son personas mayores de edad de 18 a 59 años y 37 personas mayores de edad pertenecientes a la tercera edad.

**Tabla 109:**

*Grupo etario del centro poblado de Curamba Centro.*

| Nombre         | ID centro poblado | Población total | Grupo etario   |                 |                  |
|----------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
|                |                   |                 | De 0 a 17 años | De 18 a 59 años | De 60 a más años |
| CURAMBA CENTRO | 803090011         | 206             | 58             | 111             | 37               |

**Nota:** Extraído del INEI Censo 2017

#### b) Vivienda

Se han identificado un total de 68 viviendas pertenecen al centro poblado de Curamba Centro, de las cuales 23 viviendas se encuentran en el área de influencia directa a las inundaciones fluviales por desborde del río Miskiuno.

**Tabla 110:***Número de viviendas don material predominante de paredes.*

| Material predominante en paredes exteriores |                              |       |                           |                  |                                   |       |       |
|---|------------------------------|-------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| Nombre                                      | Ladrillo o bloque de cemento | Adobe | Triplay/ calamina/ estera | Piedra con barro | Piedra o sillar con cal o cemento | Tapia | TOTAL |
| CURAMBA CENTRO                              | 2                            | 64    | 1                         | 0                | 0                                 | 1     | 68    |

**Nota: Adaptado INEI Censo 2017**

### c) Educación

Se han identificado dos instituciones educativas ubicadas en el área de estudio de acuerdo con los resultados obtenidos.

**Tabla 111:***Número de centros educativos ubicados dentro de centro poblado de Curamba centro*

| Nombre | ID, Local Escolar | Dep  | Prov. | Distrito | Dirección IE | Código IE | Total hombres | Total, mujeres | Total alumno | Total, docente | Nivel |
|--------|-------------------|------|-------|----------|--------------|-----------|---------------|----------------|--------------|----------------|-------|
| 50125  | 151640            | CUSC | ANTA  | ZURITE   | CURAMBA S/N  | 406066    | 21            | 14             | 35           | 4              | B0    |
| 416    | 151621            | CUSC | ANTA  | ZURITE   | CURAMBA S/N  | 930842    | 15            | 10             | 25           | 2              | A2    |

**Nota: Adaptado del INEI Censo 2017**

### d) Salud

En el área de estudio NO se ha identificado un establecimiento de Salud (Posta de Salud) que preste atención a la población, los habitantes, de Curamba centro van a sus atenciones de salud a la posta de Compone.

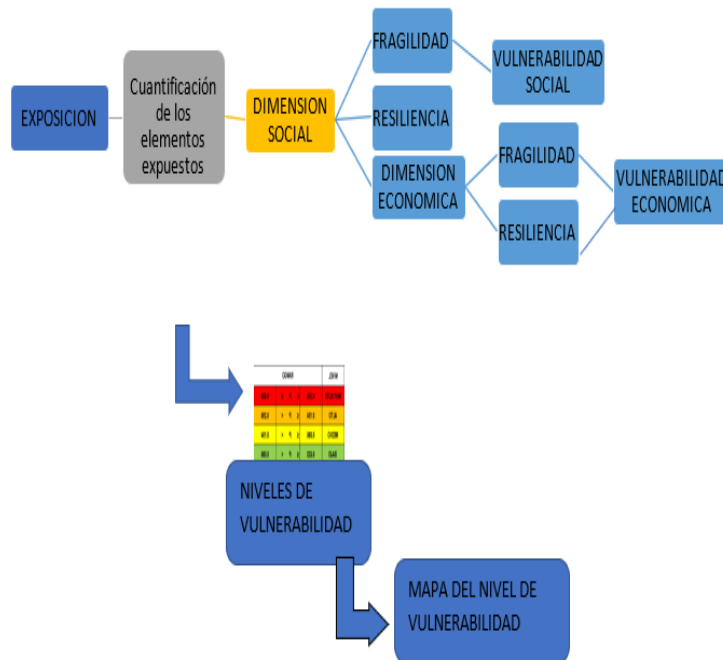
### 9.7.2 Análisis de vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad se realizó en base a la metodología realizada por el CENEPRED y publicado en su manual denominado manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales, basada en el reglamento de la ley N° 29664 que define a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física, o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (desborde del río Miskiuno).

Durante el desarrollo de esta tesis, la metodología usada se resume en el siguiente flujograma, el cual muestra el procedimiento y los criterios utilizados para el cálculo de los niveles de la vulnerabilidad a nivel del centro poblado de Curamba Centro.

Figura 111:

Diagrama de Metodología del análisis de vulnerabilidad



Nota: Diagrama realizado por tesistas con datos de Google y CENEPRED

La metodología graficada muestra el análisis de los parámetros de la vulnerabilidad que son la dimensión social y dimensión económica, de cada uno de ellos con su respectiva fragilidad y resiliencia de los centros poblados emplazados en las márgenes del río Miskiuno.

En la dimensión social se toma en consideración la población como grupo atareo, discapacidad, nivel educativo, tipo de seguro de los habitantes de la zona.

La dimensión económica contempla parámetros como el material predominante de las paredes, el material predominante de los techos y el tipo de vivienda.

### **9.7.3 Análisis De Los Factores De Vulnerabilidad**

#### **9.7.3.1 Exposición**

La exposición se refiere a las decisiones y acciones que colocan a las personas y sus medios de subsistencia en una situación de riesgo. Esta exposición surge de una relación inadecuada con el entorno, que puede ser causada por un crecimiento demográfico desorganizado, migraciones descontroladas, una urbanización mal gestionada y/o políticas económicas insostenibles. A mayor exposición, mayor es la vulnerabilidad.

#### **9.7.3.2 Fragilidad**

La fragilidad se refiere a las condiciones de desventaja o debilidad relativa de las personas y sus medios de vida ante un riesgo. Generalmente, se enfoca en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y tiene causas internas, como los métodos de construcción inadecuados, el incumplimiento de normativas actuales sobre construcción y/o materiales, entre otros factores. Cuanto mayor es la fragilidad, mayor es la vulnerabilidad.

### 9.7.3.3 Resiliencia

Se refiere al impacto que un peligro puede tener sobre las personas y sus medios de vida. Está relacionada con las condiciones sociales y la organización de la población. A mayor resiliencia, menor es la vulnerabilidad.

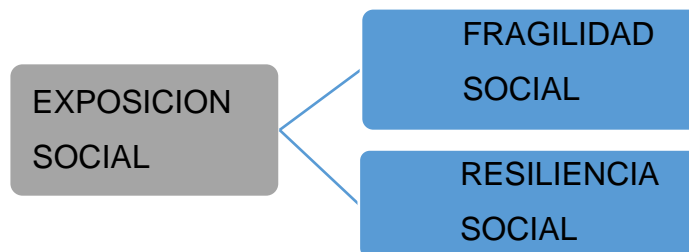
### 9.7.4 Análisis de Elementos Expuestos

La exposición se refiere a las decisiones y prácticas que colocan a las personas y sus medios de vida en una situación vulnerable frente a un peligro. Esta exposición surge de una interacción inadecuada con el entorno, que puede deberse a un crecimiento demográfico desorganizado, migraciones desordenadas, urbanización sin una adecuada planificación territorial y/o políticas económicas insostenibles. A mayor exposición, mayor es la vulnerabilidad.

### 9.7.5 Análisis de la Dimensión Social

Figura 112:

*Diagrama flujograma de la exposición social*



Nota: Adaptado de CENEPRED

#### 9.7.5.1 Exposición Social.

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:

**Tabla 112:***Parámetros de la Dimensión Social.*

| DIMENSIÓN SOCIAL |                 |
|------------------|-----------------|
| FRAGILIDAD       | RESILIENCIA     |
| GRUPO ETARIO     | NIVEL EDUCATIVO |
| DISCAPACIDAD     | TIPO DE SEGURO  |

## Análisis de la Fragilidad en la Dimensión Social

### A. Parámetro: Grupo Etario

La cuenca Miskiuno consta de 1 centro poblado, la población habitante presente según el censo 2017, que hacen un total de 206 personas entre niños y adultos mayores de los cuales se observa en el siguiente Tabla:

**Tabla 113:***Grupo etario*

| Grupo etario      |                 |                |                 |                  |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Nombre            | Población total | De 0 a 17 años | De 18 a 59 años | De 60 a más años |
| CURAMBA<br>CENTRO | 206             | 58             | 111             | 37               |

**Tabla 114:***Descriptores utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Social.*

| PARAMETRO       | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                       |
|-----------------|------------|--------------------|------------------------------------|
| GRUPO<br>ETAREO | GE1        | 4                  | De 0 a 5 años y mayores de 60 años |
|                 | GE2        |                    | de 6 a 17 años y 51 a 59 años      |
|                 | GE3        |                    | De 18 a 39 años                    |
|                 | GE4        |                    | De 40 a 50 años                    |



**Tabla 115:***Matriz de comparación de pares del parámetro Grupo Etario*

| GRUPO ETAREO | GE1  | GE2  | GE3  | GE4   |
|--------------|------|------|------|-------|
| GE1          | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00  |
| GE2          | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 5.00  |
| GE3          | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00  |
| GE4          | 0.20 | 0.20 | 0.50 | 1.00  |
| SUMA         | 2.03 | 3.70 | 6.50 | 13.00 |
| 1/SUMA       | 0.49 | 0.27 | 0.15 | 0.08  |

**Tabla 116:***Matriz de normalización de pares del parámetro Grupo Etario.*

| GRUPO ETAREO | GE1   | GE2   | GE3   | GE4   | VECTOR DE PRIORIZACION |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| GE1          | 0.492 | 0.541 | 0.462 | 0.385 | 0.470                  |
| GE2          | 0.246 | 0.270 | 0.308 | 0.385 | 0.302                  |
| GE3          | 0.164 | 0.135 | 0.154 | 0.154 | 0.152                  |
| GE4          | 0.098 | 0.054 | 0.077 | 0.077 | 0.077                  |
| SUMA         | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000                  |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Grupo Etario

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.014 |
| RC | 0.015 |

## B. Parámetro: Discapacidad

**Tabla 117:**

*Descriptorios utilizados en el Factor Fragilidad de la Dimensión Discapacidad.*

| PARAMETRO    | DESCRIPTOR | N° DE<br>DESCRIPTORIOS | DESCRIPTORIOS              |
|--------------|------------|------------------------|----------------------------|
| DISCAPACIDAD | D1         | 5                      | Mental o Intelectual       |
|              | D2         |                        | Visual                     |
|              | D3         |                        | Para usar brazos y piernas |
|              | D4         |                        | Para oír y/o Hablar        |
|              | D5         |                        | No tiene                   |

**Tabla 118:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Discapacidad.*

| DISCAPACIDAD | D1   | D2   | D3   | D4    | D5    |
|--------------|------|------|------|-------|-------|
| D1           | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00  | 7.00  |
| D2           | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00  | 5.00  |
| D3           | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00  | 4.00  |
| D4           | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00  | 2.00  |
| D5           | 0.14 | 0.20 | 0.25 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA         | 2.09 | 3.95 | 7.75 | 12.50 | 19.00 |
| 1/SUMA       | 0.48 | 0.25 | 0.13 | 0.08  | 0.05  |

**Tabla 119:**

*Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad.*

| DISCAPACIDAD | D1    | D2    | D3    | D4    | D5    | VECTOR DE<br>PRIORIZACION |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
| D1           | 0.478 | 0.506 | 0.516 | 0.400 | 0.368 | 0.454                     |
| D2           | 0.239 | 0.253 | 0.258 | 0.320 | 0.263 | 0.267                     |
| D3           | 0.119 | 0.127 | 0.129 | 0.160 | 0.211 | 0.149                     |
| D4           | 0.096 | 0.063 | 0.065 | 0.080 | 0.105 | 0.082                     |
| D5           | 0.068 | 0.051 | 0.032 | 0.040 | 0.053 | 0.049                     |
| SUMA         | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                         |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Discapacidad.

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.008 |
| RC | 0.007 |

### **Análisis de la Resiliencia en la Dimensión Social**

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 120:**

*Parámetros utilizados en el Factor Resiliencia de la Dimensión Social.*

| DIMENSIÓN SOCIAL   | PARAMETRO | Nº DE PARÁMETROS | PARAMETRO       | PONDERAC |
|--------------------|-----------|------------------|-----------------|----------|
| RESILIENCIA SOCIAL | RS1       | 2                | Nivel Educativo | 0.5      |
|                    | RS2       |                  | Tipo de Seguro  | 0.5      |

#### **A. Parámetro: Nivel Educativo**

**Tabla 121:**

*Matriz de caracterización de descriptores del nivel educativo*

| DESCRIPTOR | Nº DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                                       |
|------------|--------------------|--|
| NE1        | 5                  | Ningun Nivel y/o Inicial                           |
| NE2        |                    | Primaria   |
| NE3        |                    | Secundaria   |
| NE4        |                    | Superior no Universitaria                          |
| NE5        |                    | Superior Universitario y/o posgrado u Otro Similar |

**Tabla 122:***Matriz de comparación de pares del parámetro Nivel Educativo.*

| NIVEL EDUCATIVO | E1   | E2   | E3   | E4    | E5    |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|
| NE1             | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00  | 7.00  |
| NE2             | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00  | 5.00  |
| NE3             | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00  | 3.00  |
| NE4             | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00  | 2.00  |
| NE5             | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA            | 2.09 | 3.95 | 7.83 | 12.50 | 18.00 |
| 1/SUMA          | 0.48 | 0.25 | 0.13 | 0.08  | 0.06  |

**Tabla 123:***Matriz de normalización de pares del parámetro Nivel Educativo.*

| NIVEL EDUCATIVO | NE1  | NE2  | NE3  | NE4   | NE5   |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|
| NE1             | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 5.00  | 7.00  |
| NE2             | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00  | 5.00  |
| NE3             | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00  | 3.00  |
| NE4             | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00  | 2.00  |
| NE5             | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA            | 2.09 | 3.95 | 7.83 | 12.50 | 18.00 |
| 1/SUMA          | 0.48 | 0.25 | 0.13 | 0.08  | 0.06  |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Nivel Educativo

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.013 |
| RC | 0.012 |

## B. Parámetro: Tipo de Seguro

**Tabla 124:**

*Matriz de caracterización de descriptores del Tipo de Seguro.*

| PARÁMETRO      | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES            |
|----------------|------------|--------------------|-------------------------|
| TIPO DE SEGURO | TS1        | 5                  | No tiene                |
|                | TS2        |                    | SIS                     |
|                | TS3        |                    | Essalud                 |
|                | TS4        |                    | FFAA - PNP              |
|                | TS5        |                    | Seguro Privado y/u otro |

**Tabla 125:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Seguro.*

| TIPO DE SEGURO | TS1  | TS2  | TS3  | TS4   | TS5   |
|----------------|------|------|------|-------|-------|
| TS1            | 1.00 | 3.00 | 5.00 | 6.00  | 7.00  |
| TS2            | 0.33 | 1.00 | 3.00 | 5.00  | 6.00  |
| TS3            | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 3.00  | 5.00  |
| TS4            | 0.17 | 0.20 | 0.33 | 1.00  | 3.00  |
| TS5            | 0.14 | 0.17 | 0.20 | 0.33  | 1.00  |
| SUMA           | 1.84 | 4.70 | 9.53 | 15.33 | 22.00 |
| 1/SUMA         | 0.54 | 0.21 | 0.10 | 0.07  | 0.05  |

**Tabla 126:**

*Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Seguro.*

| TIPO DE SEGURO | TS1   | TS2   | TS3   | TS4   | TS5   | VECTOR DE PRIORIZACION |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| TS1            | 0.543 | 0.638 | 0.524 | 0.391 | 0.318 | 0.483                  |
| TS2            | 0.181 | 0.213 | 0.315 | 0.326 | 0.273 | 0.261                  |
| TS3            | 0.109 | 0.071 | 0.105 | 0.196 | 0.227 | 0.141                  |
| TS4            | 0.090 | 0.043 | 0.035 | 0.065 | 0.136 | 0.074                  |
| TS5            | 0.078 | 0.035 | 0.021 | 0.022 | 0.045 | 0.040                  |
| SUMA           | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                      |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Tipo de Seguro

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.082 |
| RC | 0.073 |

### 9.7.6 Análisis de la Dimensión Económica

**Tabla 127:**

*Parámetros de la Dimensión Económica.*

| DIMENSIÓN ECONÓMICA              |                  |
|----------------------------------|------------------|
| FRAGILIDAD                       | RESILIENCIA      |
| MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES | TIPO DE VIVIENDA |
| MATERIAL PREDOMINANTE EN TECHO   |                  |

**Tabla 128:**

*Parámetros y Ponderación de la Dimensión Económica.*

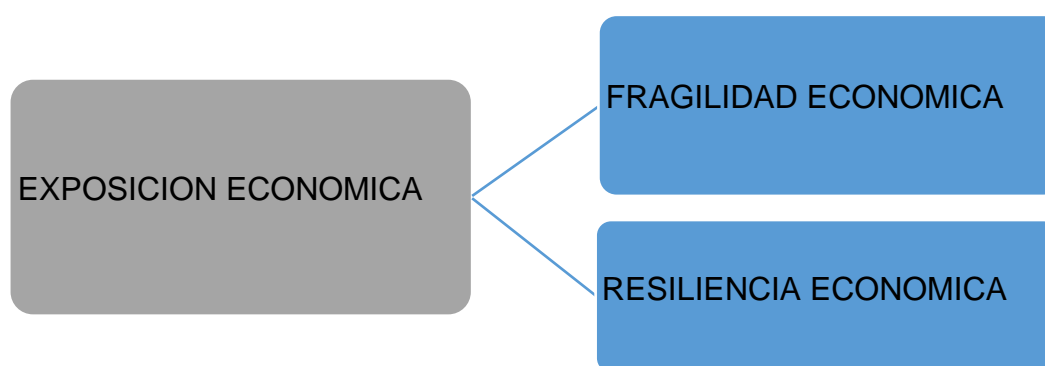
| DIMENSIÓN<br>ECONÓMICA  | PARÁMETRO | Nº DE<br>PARÁMETROS | PARAMETRO                           | PONDERAC |
|-------------------------|-----------|---------------------|-------------------------------------|----------|
| FRAGILIDAD<br>ECONÓMICA | P1        | 2                   | MATERIAL PREDOMINANTE<br>EN PAREDES | 0.5      |
|                         | P2        |                     | MATERIAL PREDOMINANTE<br>EN TECHO   | 0.5      |

### 9.7.6.1 Exposición Económica

En la cuenca Miskiuno donde se encuentran 1 centro poblado, la exposición económica se determina en función de la actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de estudio y por ende en el área susceptible a este paso del análisis de vulnerabilidad, continúa el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica que posteriormente será definida en este capítulo.

**Figura 113:**

*Diagrama Exposición Económica*



Nota: Adaptado de CENEPRED

### 9.7.6.2 Fragilidad Económica

#### A. Parámetro: Material Predominante de las Paredes

**Tabla 129:**

*Material predominante de las paredes del centro poblado de Curamba Centro.*

| Material predominante en paredes exteriores |                              |         |                           |                  |                                   |       |       |  |
|---|------------------------------|---------|---------------------------|------------------|-----------------------------------|-------|-------|--|
| Nombre                                      | Ladrillo o bloque de cemento | o Adobe | Triplay/ calamina/ estera | Piedra con barro | Piedra o sillar con cal o cemento | Tapia | TOTAL |  |
| CURAMBA CENTRO                              | 2                            | 64      | 1                         | 0                | 0                                 | 1     | 68    |  |

**Tabla 130:**

*Matriz de caracterización de los descriptores.*

| PARÁMETRO               | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES   |
|-------------------------|------------|--------------------|--|
| MATERIAL DE LAS PAREDES | MP1        | 5                  | Tapia  |
|                         | MP2        |                    | Estera u otro material   |
|                         | MP3        |                    | Piedra con barro   |
|                         | MP4        |                    | Adobe  |
|                         | MP5        |                    | Ladrillo o bloque de cemento y/o piedra o sillar con cal o cemento |

**Tabla 131:**

*Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante de las Paredes.*

| MATERIAL DE LAS PAREDES | MP1  | MP2  | MP3  | MP4   | MP5   |
|-------------------------|------|------|------|-------|-------|
| MP1                     | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 6.00  | 8.00  |
| MP2                     | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00  | 5.00  |
| MP3                     | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 2.00  | 3.00  |
| MP4                     | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 1.00  | 2.00  |
| MP5                     | 0.13 | 0.20 | 0.33 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA                    | 2.04 | 3.95 | 7.83 | 13.50 | 19.00 |
| 1/SUMA                  | 0.49 | 0.25 | 0.13 | 0.07  | 0.05  |



**Tabla 132:**

*Matriz de normalización de pares del parámetro Material Predominante de las Paredes.*

| MATERIAL DE LAS PAREDES | MP1   | MP2   | MP3   | MP5   | VECTOR DE PRIORIZACIÓN |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| MP1                     | 0.490 | 0.506 | 0.511 | 0.421 | 0.474                  |
| MP2                     | 0.245 | 0.253 | 0.255 | 0.263 | 0.263                  |
| MP3                     | 0.122 | 0.127 | 0.128 | 0.158 | 0.137                  |
| MP4                     | 0.082 | 0.063 | 0.064 | 0.105 | 0.078                  |
| MP5                     | 0.061 | 0.051 | 0.043 | 0.053 | 0.049                  |
| SUMA                    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                      |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material Predominante de las Paredes.

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.009 |
| RC | 0.008 |

## **B. Parámetro: Material Predominante de Techos**

**Tabla 133:**

*Número de viviendas con material predominante de techo.*

| Material predominante en techos |                 |       |        |  |       |
|---------------------------------|-----------------|-------|--------|--|-------|
| Nombre                          | Concreto armado | Tejas | Madera | Planchas de calamina, fibra de cemento o similares | TOTAL |
| CURAMBA                         | 1               | 64    | 0      | 3  | 68    |
| CENTRO                          |                 |       |        |  |       |

Nota: Adaptado de Censo INEI 2017

**Tabla 134:***Matriz de elección de descriptores del parámetro Material Predominante de Techos.*

| PARAMETRO              | DESCRIPTOR | N° DE DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                                |
|------------------------|------------|--------------------|---|
| MATERIAL DE LOS TECHOS | MT1        | 5                  | Otro material (cartón, Plástico, similares) |
|                        | MT2        |                    | Estera y/o paja, hojas de palmera           |
|                        | MT3        |                    | Madera y/o Caña o estera con torta de Barro |
|                        | MT4        |                    | Plancha de Calamina y/o Tejas               |
|                        | MT5        |                    | Concreto Armado                             |

**Tabla 135:***Matriz de comparación de pares del parámetro Material Predominante de Techos.*

| MATERIAL DE LOS TECHOS | MT1  | MT2  | MT3  | MT4   | MT5   |
|------------------------|------|------|------|-------|-------|
| MT1                    | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00  | 7.00  |
| MT2                    | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 4.00  | 5.00  |
| MT3                    | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 2.00  | 3.00  |
| MT4                    | 0.20 | 0.25 | 0.50 | 1.00  | 2.00  |
| MT5                    | 0.14 | 0.20 | 0.33 | 0.50  | 1.00  |
| SUMA                   | 2.18 | 3.95 | 6.83 | 12.50 | 18.00 |
| 1/SUMA                 | 0.46 | 0.25 | 0.15 | 0.08  | 0.06  |

| MATERIAL DE LOS TECHOS | MT1   | MT2   | MT3   | MT4   | MT5   | VECTOR DE PRIORIZACIÓN |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| MT1                    | 0.460 | 0.506 | 0.439 | 0.400 | 0.389 | 0.439                  |
| MT2                    | 0.230 | 0.253 | 0.293 | 0.320 | 0.278 | 0.275                  |
| MT3                    | 0.153 | 0.127 | 0.146 | 0.160 | 0.167 | 0.151                  |
| MT4                    | 0.092 | 0.063 | 0.073 | 0.080 | 0.111 | 0.084                  |
| MT5                    | 0.066 | 0.051 | 0.049 | 0.040 | 0.056 | 0.052                  |
| SUMA                   | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                      |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Material Predominante de las Paredes.

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>IC</b> | 0.010 |
| <b>RC</b> | 0.009 |

### 9.7.6.3 Resiliencia Económica

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 136:**

*Matriz de descripción de parámetros y ponderación de Resiliencia Económica.*

| DIMENSIÓN<br>ECONÓMICA   | PARÁMETRO | Nº DE<br>PARÁMETROS | PARÁMETRO           | PONDERAC |
|--------------------------|-----------|---------------------|---------------------|----------|
| RESILIENCIA<br>ECONÓMICA | P1        | 1                   | Tipo de<br>Vivienda | 1        |

#### A. Parámetro: Tipo de Vivienda

**Tabla 137:**

*Matriz de descripción de los descriptores de Resiliencia Económica de Tipo de Vivienda.*

| PARÁMETRO           | DESCRIPTOR | Nº DE<br>DESCRIPTORES | DESCRIPTORES                                    |
|---------------------|------------|-----------------------|---|
| TIPO DE<br>VIVIENDA | TV1        | 5                     | No destinado para habitación, otro tipo         |
|                     | TV2        |                       | Choza o Cabaña, Vivienda improvisada            |
|                     | TV3        |                       | Vivienda en quinta y/o vivienda en casa vecinal |
|                     | TV4        |                       | Departamento en edificio                        |
|                     | TV5        |                       | Casa Independiente                              |

**Tabla 138:***Matriz de comparación de pares del parámetro Tipo de Vivienda.*

| TIPO DE VIVIENDA | TV1  | TV2  | TV3  | TV4   | TV5   |
|------------------|------|------|------|-------|-------|
| TV1              | 1.00 | 2.00 | 3.00 | 5.00  | 7.00  |
| TV2              | 0.50 | 1.00 | 2.00 | 5.00  | 7.00  |
| TV3              | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 5.00  | 5.00  |
| TV4              | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 1.00  | 3.00  |
| TV5              | 0.14 | 0.14 | 0.20 | 0.33  | 1.00  |
| SUMA             | 2.18 | 3.84 | 6.40 | 16.33 | 23.00 |
| 1/SUMA           | 0.46 | 0.26 | 0.16 | 0.06  | 0.04  |

**Tabla 139:***Matriz de normalización de pares del parámetro Tipo de Vivienda.*

| TIPO DE VIVIENDA | TV1   | TV2   | TV3   | TV4   | TV5   | VECTOR DE PRIORIZACION |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|
| TV1              | 0.460 | 0.520 | 0.469 | 0.306 | 0.304 | 0.412                  |
| TV2              | 0.230 | 0.260 | 0.313 | 0.306 | 0.304 | 0.283                  |
| TV3              | 0.153 | 0.130 | 0.156 | 0.306 | 0.217 | 0.193                  |
| TV4              | 0.092 | 0.052 | 0.031 | 0.061 | 0.130 | 0.073                  |
| TV5              | 0.066 | 0.037 | 0.031 | 0.020 | 0.043 | 0.040                  |
| SUMA             | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1                      |

Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del Proceso de Análisis Jerárquico para el parámetro Tipo de Vivienda.

|    |       |
|----|-------|
| IC | 0.061 |
| RC | 0.055 |

### 9.7.7 Niveles De Vulnerabilidad

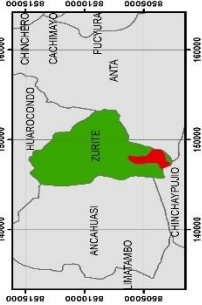
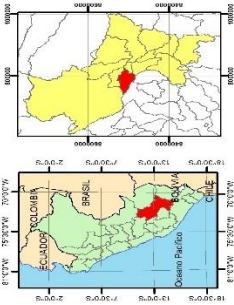
En el siguiente Tabla, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.

**Tabla 140:**

*Niveles de Vulnerabilidad.*

| <b>NIVEL</b>    | <b>RANGO</b> |               |       |
|-----------------|--------------|---------------|-------|
| <b>MUY ALTO</b> | 0.275        | $\leq P \leq$ | 0.450 |
| <b>ALTO</b>     | 0.157        | $\leq P <$    | 0.275 |
| <b>MEDIO</b>    | 0.078        | $\leq P <$    | 0.157 |
| <b>BAJO</b>     | 0.040        | $\leq P <$    | 0.078 |

Nota: Adaptado de CENEPRED



**Leyenda**

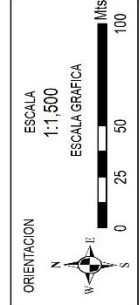
- Cuadra 2m
- desagüe 2
- vulnera
- Muy Alto
- Alto
- Medio
- Bajo

**ORTOMOSAICO MISKIUNO ANTA.tif**

**RGB**

- Red: Band\_1
- Green: Band\_2
- Blue: Band\_3

| NIVEL    | RANGO VULNERABILIDAD   |
|----------|------------------------|
| MUY ALTO | $0.275 \leq P < 0.463$ |
| ALTO     | $0.157 \leq P < 0.275$ |
| MEDIO    | $0.078 \leq P < 0.157$ |
| BAJO     | $0.040 \leq P < 0.078$ |



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Y GANADERA DE CHILE  
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO:** ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA OBRERA DEL AGRO MISKIUNO ANTA, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD DEL AGRO MISKIUNO ANTA, EN BASE A LOS INDICADORES DEL SIG Y CONCEPTOS DE RIESGO DEL AGRO MISKIUNO ANTA.

**MAPA:** VULNERABILIDAD

**ELABORADO:** Dany Valdeola Díaz Domínguez

**PROCESADO:** P. N. B. G.

**UBICACIÓN:** Dany Valdeola Díaz Domínguez

**S.C.:** Orosko

**FECHA:** 2021

**INSTITUCIÓN:** Facultad de Ingeniería Civil

**TÍTULO:** VULNERABILIDAD

**FECHA DE ELABORACIÓN:** 2021

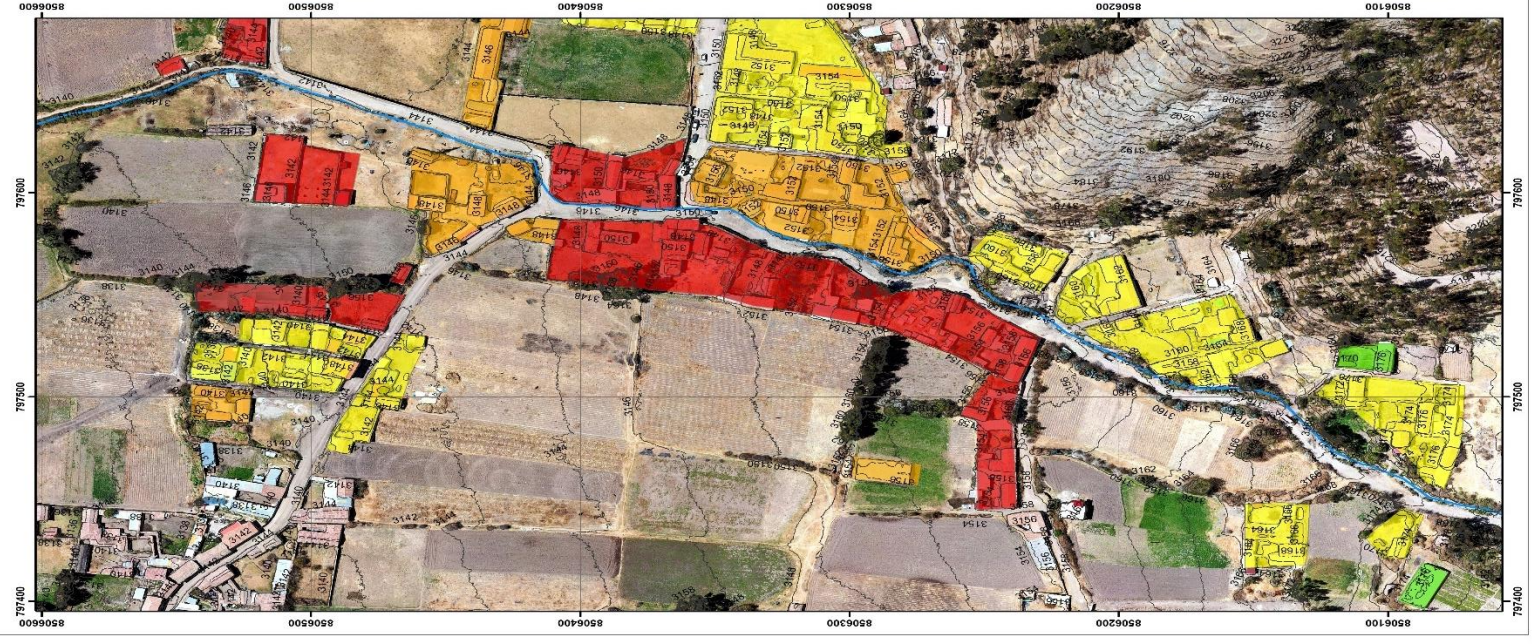
**PROYECTO:** VULNERABILIDAD

**PROFESOR:** Dany Valdeola Díaz Domínguez

**ESTUDIANTE:** Dany Valdeola Díaz Domínguez

**PROFESOR:** Dany Valdeola Díaz Domínguez

**PROFESOR:** Dany Valdeola Díaz Domínguez



### 9.7.7.1 Cálculo Del Riesgo

Finalmente, al haber identificado y analizado el nivel de peligro que puede generar un evento combinado de deslizamiento e inundación, a los que está expuesta la población de Curamba, según el análisis del impacto de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o periodo de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, así como el análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad a través de la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

**Tabla 141:**

*Matriz del nivel del Riesgo.*

| MATRIZ DEL NIVEL DE RIESGO |       |       |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                            |       | 0.04  | 0.078 | 0.157 | 0.275 |
| PMA                        | 0.43  | 0.017 | 0.034 | 0.068 | 0.118 |
| PA                         | 0.256 | 0.010 | 0.020 | 0.040 | 0.070 |
| PM                         | 0.154 | 0.006 | 0.012 | 0.024 | 0.042 |
| PB                         | 0.086 | 0.003 | 0.007 | 0.014 | 0.024 |
|                            |       | 0.078 | 0.157 | 0.275 | 0.45  |
|                            |       | VB    | VM    | VA    | VMA   |

Nota: Adaptado de CENEPRED

### 9.7.7.2 Determinación de los Niveles de Riesgos

**Tabla 142:**

*Cálculo de los niveles de riesgo.*

| VALOR DE PELIGRO | VALOR DE VULNERABILIDAD | VALOR DE RIESGO |
|------------------|-------------------------|-----------------|
| 0.430            | 0.450                   | 0.193           |
| 0.256            | 0.275                   | 0.070           |
| 0.154            | 0.157                   | 0.024           |
| 0.086            | 0.078                   | 0.007           |
| 0.052            | 0.040                   | 0.002           |
| 0.023            | 0.040                   | 0.001           |

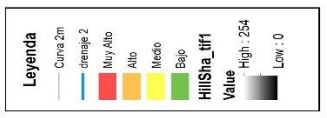
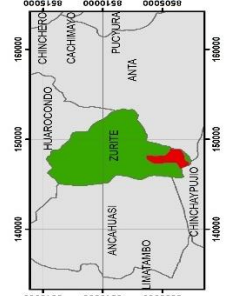
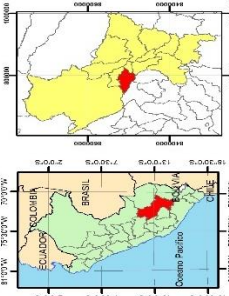
**Tabla 143:**

*Niveles de Riesgo*

| NIVEL DE RIESGO | RANGO |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|
| MUY ALTO        | 0.070 | ≤ P ≤ | 0.193 |
| ALTO            | 0.024 | ≤ P < | 0.070 |
| MEDIO           | 0.007 | ≤ P < | 0.024 |
| BAJO            | 0.001 | ≤ P < | 0.007 |

Nota: Adaptado de CENEPRED

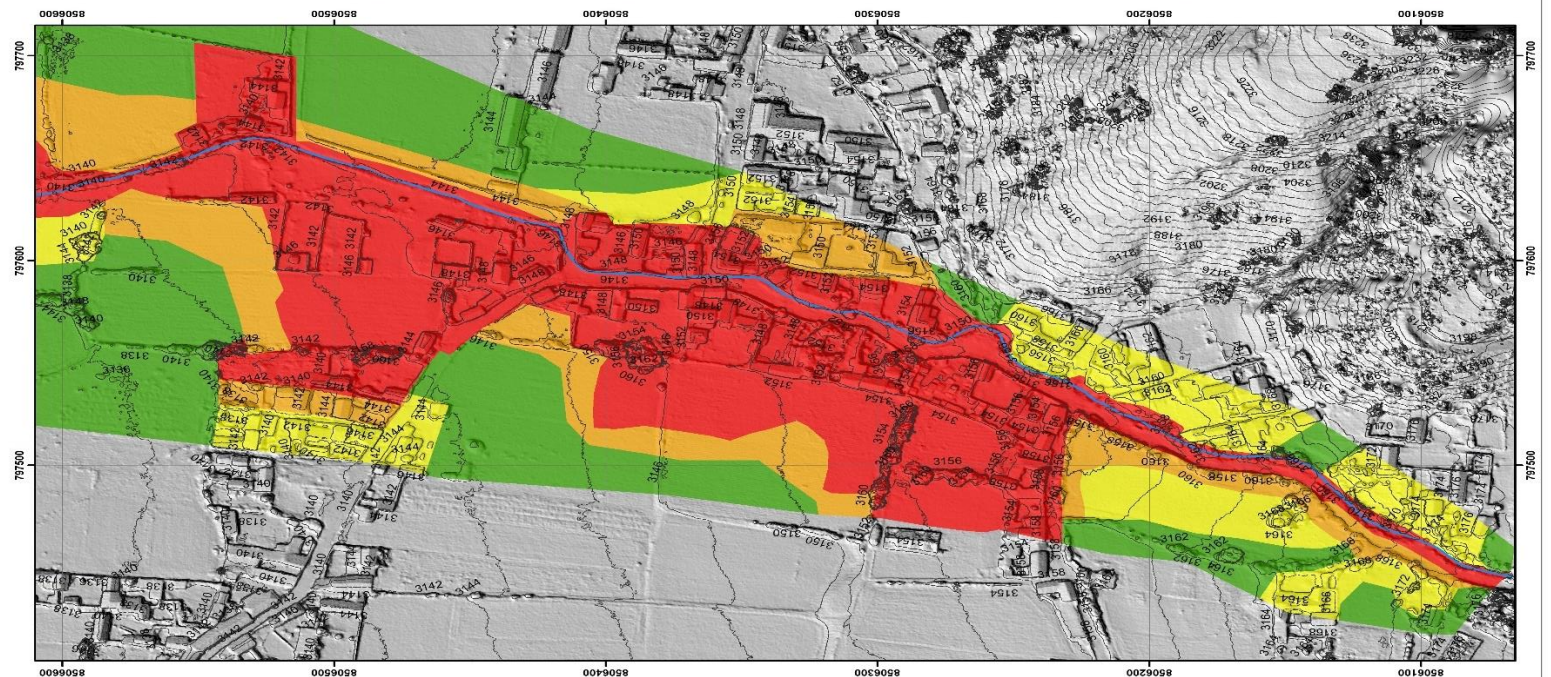
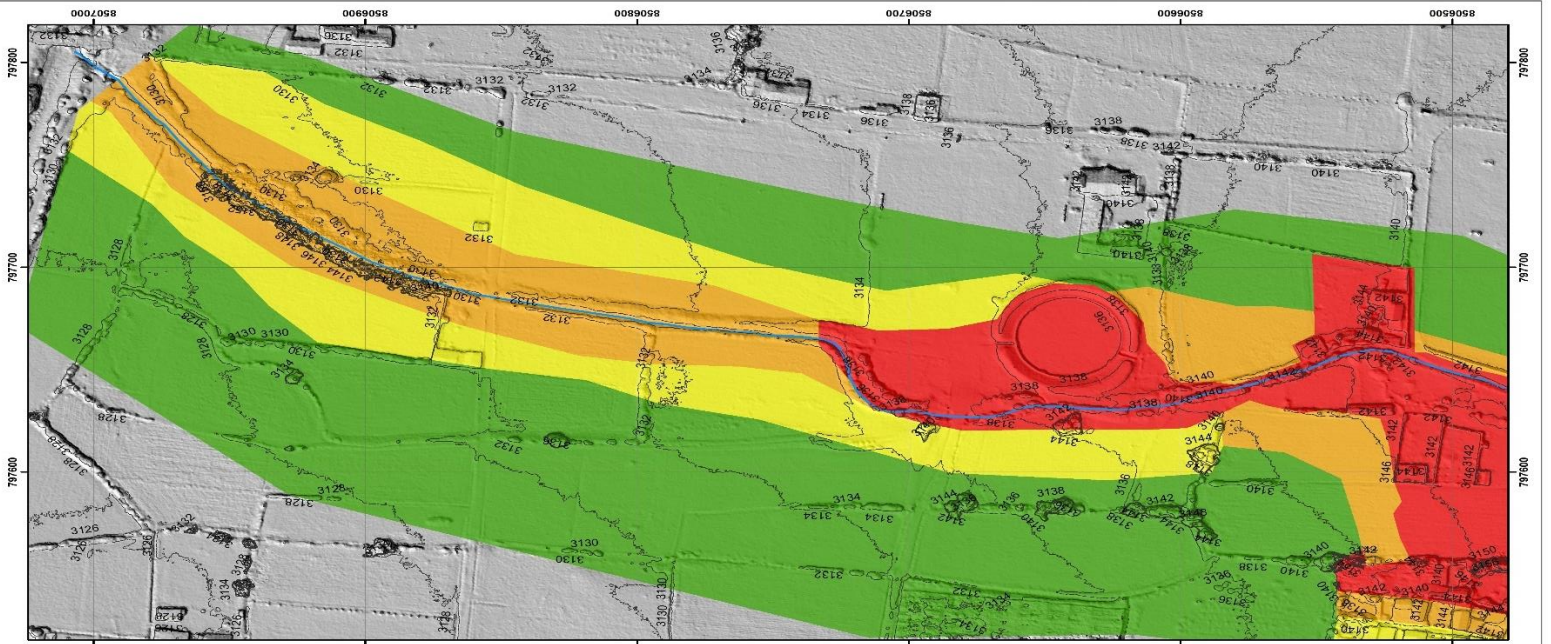




| NIVEL DE RIESGO | RANGO             |
|-----------------|-------------------|
| MUY ALTO        | 0.070 ≤ P ≤ 0.193 |
| ALTO            | 0.024 ≤ P < 0.070 |
| MEDIO           | 0.007 ≤ P < 0.024 |
| BAJO            | 0.001 ≤ P < 0.007 |



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
 FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
 DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
 MATERIA: RIESGO DE INUNDACION POR DESBORDE  
 AUTOR: [Nombre del autor]  
 FECHA: [Fecha]  
 TÍTULO: [Título]



## **CAPÍTULO X: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

Los resultados de esta investigación proporcionan una visión integral del riesgo de inundación en Curamba, combinando la simulación de escorrentía con un análisis de vulnerabilidad.

### **10.1 Resultados de Hidrología**

Para un tratamiento hidrostático de la precipitación se debe conocer el comportamiento hidrológico de la cuenca Miskiuno y para ello se siguen los siguientes pasos: completados de datos, análisis de consistencia y tendencias, utilizando información hidrometeorológica recopilando información de las estaciones de Anta, Kayra y Yauri.

#### **10.1.1 Resultados para Completado y extendido de información pluviométrica**

Para este paso de la investigación de tesis nosotros hemos utilizado el modelo de función de densidad de probabilidad, y para ello se ha utilizado el software EasyFit, etc. cuyos resultados obtenidos de estos procesos se muestran en las Tablas **N° 26 y 27**.

Continuando con el **análisis de consistencia** que son procedimientos para el análisis de consistencia de información metrológica, en el orden siguiente: primero la Identificación de la consistencia a través del salto, segundo la Evaluación y cuantificación del salto y tercero la Corrección y eliminación del salto, cumpliendo con el procedimiento tenemos los nuevos valores históricos de precipitación para las estaciones de Anta, Yauri y Kayra, libre se saltos y tendencias (Tabla 34, 35 y 36) y listos para proseguir con el proceso de regionalización.

#### **10.1.2 Resultados de proceso de regionalización**

- Para este caso utilizamos el método de regresión precipitación -altitud (anual), y el modelo de regresión lineal múltiple para la regionalización mensual.

- Para el proceso de **regionalización anual** se utilizó la ecuación de tipo logarítmico con un  $r = 0.996$ , que es la que mejor se ajusta (Tabla 37), con esta ecuación, la cuenca Miskiuno, tiene un módulo pluviométrico hacia la parte baja de la cuenca de 726.67 mm/año, hacia la zona media de la cuenca de 799.66 mm/año y hacia la zona alta, una precipitación total anual de 863.69 mm/año.

- Para el proceso de la **regionalización mensual** se utilizó el método de regresión lineal múltiple mediante factores de corrección que indica lo siguientes el 72.14 % de la precipitación anual, cae en periodo Húmedo (diciembre, enero, febrero y marzo); el 22.28% de la precipitación, cae en el periodo Subhúmedo (abril, octubre y noviembre) y el 11.91% de la precipitación anual, cae en el periodo Seco (Mayo, junio julio, agosto y setiembre) y finalmente, aplicando la ecuación de regionalización mensual anteriormente indicada, se ha obtenido el registro de regionalización mensual de precipitación correspondiente a la cuenca Miskiuno (Tabla 40), entonces la cuenca Miskiuno, tiene un módulo pluviométrico anual de 799.66 mm.

Realizando una **regionalización de la Temperatura** la cuenca Miskiuno, presenta una temperatura media anual de 8.4°C, a una altitud media de 3754 msnm.

- Para el tema de la **Generación de la intensidad de precipitación máxima** de diseño en el análisis de la **Intensidad de precipitación máxima de 24 h** se utilizó el programa de HIDROESTA, siguiendo el procedimiento indicado para 30 minutos de duración de una tormenta, debe precipitar 36.44 mm, a un tiempo de retorno de 100 años entonces en la cuenca del río Miskiuno, se tiene un tiempo de concentración de 37.6 min, que tarda en llegar la gota de agua desde el punto más distal de la cuenca a la zona de salida, debe precipitar una intensidad de 31.68 mm.

- Para la **distribución de las precipitaciones producidas** a lo largo de las horas más lluviosas realizamos el cálculo de **tiempo de concentración** siendo de  $t_c = 40$  min; entonces tenemos una intensidad de precipitación de diseño de 30.49 mm/hr.

- El caudal máximo fue determinado considerando parámetros como  $CN = 80$ , un (Tr) de 24 minutos y una abstracción inicial de 12,70 minutos. Utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS para transformar la corriente en caudal, se obtuvo un caudal de diseño de caudal de diseño de  $Q_{max} = 8,5$  m<sup>3</sup>/s, para un periodo de retorno de 100 años.

- En el análisis hidráulico con HEC-RAS, se identificó que el tránsito del caudal máximo genera un tirante hidráulico de 1.20m y una velocidad de 5.10 m/s en las progresivas entre 0+000 y 0+163, mientras que en las progresivas restantes hasta el ingreso a la población, el tirante disminuye a 0,75 m. Este escenario podría impactar viviendas, infraestructura de agua y saneamiento, redes eléctricas y vías (incluyendo calles y puentes rústicos).

### **10.1.3 Resultados de peligro, vulnerabilidad y riesgo**

Se realizó siguiendo la metodología del manual de inundaciones del CENEPRED, a través de comparación de pares de SAATY para los vectores de priorización.

- En la Tabla 108 se muestran los niveles de peligro y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico
- Se han identificado un total 23 viviendas se encuentran en el área de influencia directa a las inundaciones fluviales por desborde del río Miskiuno.

Para determinar la vulnerabilidad realizo en base a la metodología realizada por el CENEPRED y publicado en su manual denominado manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales, basada en el reglamento de la ley N° 29664. Prosiguiendo con el análisis de factores de vulnerabilidad, el análisis de elementos expuestos y análisis de dimensión social utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico para obtener los resultados de los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos que se muestran en la Tabla 140.

El centro poblado de Curamba es altamente susceptible a fenómenos de desborde e inundación, con 2.21 ha de área con peligro Muy Alto, 2.95 ha a peligro Alto, 2.64 ha a peligro Medio y 8.45 ha a peligro bajo. En cuanto a la Vulnerabilidad, el 16859 m<sup>2</sup> tiene vulnerabilidad Muy alta, 10172 m<sup>2</sup>, tiene vulnerabilidad Alta, 16568 m<sup>2</sup>, tiene vulnerabilidad Media y 11.890 ha tiene vulnerabilidad Baja. por lo tanto según los resultados anteriores de peligro y vulnerabilidad obtenidos, el nivel de riesgo para la comunidad de Curamba es alto.

#### 10.1.4 Demostración de hipótesis

- Existe una relación significativa entre las características geológicas/hidrológicas de la cuenca y el nivel de riesgo alto por desborde e inundación.
- Mediante un análisis de las características geológicas, hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca del río Miskiuno, se realizó pruebas de infiltración en campo que confirman la baja capacidad de infiltración del suelo. Además, el Modelo Digital de Elevación (MDE) identifica pendientes pronunciadas ( $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) que favorecen el escurrimiento superficial. Usando el software HEC-HMS, se simulan lluvias intensas y se evalúa el aumento del caudal. Los resultados, validados con registros históricos y observaciones de campo, demuestran que las condiciones físicas de la cuenca agravan los efectos de las precipitaciones extremas sobre el caudal del río.
- El análisis de registros históricos de lluvias estacionales y eventos extremos, que confirman la frecuencia de precipitaciones intensas en la cuenca del río Miskiuno y estudios de campo muestran una acumulación significativa de sedimentos en el cauce, reduciendo su capacidad hidráulica y aumentando el riesgo de desbordes, lo que agrava el impacto de los flujos elevados. Estos factores combinados, validados mediante modelado hidráulico, **evidencian el alto nivel de peligro de inundación en la cuenca.**

- La evaluación en la comunidad de Curamba - Tumibamba de las viviendas situadas cerca del cauce del río Miskiuno, indican un aumento de su exposición a desbordes e inundaciones. Se observa la falta de infraestructura de protección, como diques o muros de contención, y la exposición directa de viviendas (predominancia con tipología de construcción de adobe) y cultivos a los flujos de agua. Además, el análisis hidráulico muestra la insuficiencia del cauce para manejar grandes caudales, lo que, combinado con la falta de encauzamiento adecuado, incrementa la vulnerabilidad en la comunidad ante inundaciones.
- La demostración de la capacidad de la sección del cauce del río Miskiuno se realiza mediante un modelado hidráulico, que simula diferentes escenarios de lluvias intensas y evalúa la capacidad de la sección del río para manejar caudales elevados. Los resultados muestran la capacidad del cauce es insuficiente para transportar los caudales generados por las precipitaciones altas, lo que aumenta el riesgo de desbordes. Estos puntos se identifican y validan con datos históricos de inundaciones, confirmando que la infraestructura natural del río no es adecuada para manejar caudales extremos.

## **CONCLUSIONES**

### **PRIMERA:**

La evaluación del nivel de riesgo ante procesos de desborde e inundación en la comunidad de Curamba - Tumibamba, provocado por lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno, muestra un nivel de riesgo alto debido a la interacción de factores naturales y la falta de infraestructura adecuada. La geografía de la cuenca, caracterizada por pendientes pronunciadas y suelos de baja infiltración, agrava el escurrimiento superficial y el aumento del caudal durante lluvias extremas.

### **SEGUNDA:**

La cuenca del río Miskiuno presenta características geológicas e hidrológicas que incrementan el riesgo de inundaciones. Geológicamente, la presencia de rocas y suelos de baja permeabilidad reduce la infiltración del agua, lo que genera un rápido escurrimiento hacia el río durante lluvias intensas. Hidrológicamente, las precipitaciones estacionales, concentradas en los meses de verano, aumentan el caudal del río. Además, la geomorfología de la cuenca, con pendientes pronunciadas y poca vegetación ribereña, facilita el rápido transporte de agua hacia el cauce, lo que eleva la probabilidad de desbordes e inundaciones.

### **TERCERA:**

El nivel de peligro por desborde e inundación en la cuenca del río Miskiuno es alto debido a la combinación de factores como la presencia de pendientes pronunciadas, suelos de baja infiltración, y un régimen hidrológico caracterizado por precipitaciones intensas estacionales, lo que incrementa el caudal y la probabilidad de desbordes e inundación.



#### **CUARTA:**

La comunidad de Curamba – Tumibamba se encuentra en una situación de alta vulnerabilidad física ante desbordes e inundaciones del río Miskiuno debido a varios factores como: La cercanía de las viviendas de la comunidad al cauce del río, la falta de infraestructura de protección adecuada, y la exposición directa de viviendas y áreas agrícolas a los flujos de agua que aumentan la susceptibilidad al impacto de desborde e inundaciones. Además, la escasa capacidad del cauce para manejar grandes caudales, la ausencia de un sistema de encauzamiento adecuado y predominancia de material de adobe en la construcción de las viviendas agravan aún más la situación.

#### **QUINTA:**

La sección del cauce del río Miskiuno no tiene la capacidad hidráulica suficiente para gestionar caudales extremos, lo que eleva el riesgo de desbordes e inundaciones en la zona. La sección del cauce presenta limitaciones en términos de ancho y profundidad, lo que reduce su capacidad para transportar grandes volúmenes de agua durante eventos de lluvia extrema. Esta deficiencia se ve agravada por la acumulación de sedimentos en el cauce, la falta de mantenimiento adecuado y la construcción de puentes improvisados en el cauce por los pobladores.

## **RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA:**

Se recomienda para el paso de caudales extremos una sección de infraestructura con ancho de solera 2.02m y tirante de 3.5m en concreto con emboquillado de piedra en longitud de 500 m.

### **SEGUNDA:**

Desde la progresiva 0+500 hasta la 0+750, se propone la apertura del cauce con la construcción de un camellón de tierra y la incorporación de protección vegetal, asegurando la continuidad hasta su confluencia con el río y manteniendo la sección previamente recomendada.

### **TERCERA:**

A nivel de cuenca, es necesario realizar acciones estructurales (zanjas de infiltración), y acciones no estructurales (forestación, recuperación de humedales) para retener un gran volumen de escurrimiento superficial, (ampliamente demostrada en la literatura técnica y científica) y/o posterior monitoreo de las actividades

### **CUARTA:**

Para controlar el aporte de sedimentos y erosión de fondo y márgenes, se recomienda la construcción de diques transversales en cauce aguas arriba de la progresiva 0+400.

## BIBLIOGRAFÍA




- ANA (2012) *Ley 29869 De Reasentamiento Poblacional*.
- CENEPED (2014). *Centro Nacional De Estimación, Prevención Y Reducción Del Riesgo De Desastres*.
- EDITORIAL MACRO (2011) *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*
- Galdos Huaco, J. , Carrascco Viza, S (2002). *MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL CUADRÁNGULO DE TAMBOBAMBA” (28-r). (I. G. METALURGICO, Ed.) Lima, Perú.*
- *Gobierno regional de Cusco (2015) Información del Proyecto FOT*
- *Instituto Nacional De Estadística e Informática INEI (2015) Sistema De Información Estadístico.*
- *Morassutti F () Manual de Diseño de Estructuras de Corrección de Torrentes y Retención de Sedimentos,.*
- *Victor, Carlotto; Willy, Gil; José, Cardenas; Richard, Chávez; (1996) GEOLOGIA DE LOS CUADRÁNGULOS DE URUBAMBA Y CALCA. Lima, Perú: INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO.*
- *SINAGERD (2011) Ley 29664 Ley Que Crea El Sistema Nacional De Gestión De Riesgo De Desastres*
- *Pma: Gca, 2007 Proyecto Multinacional Andino: Geociencias Para Las Comunidades Andinas,).*




**Consultas web:**

- <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigrid>
- <http://www.ingemmet.gob.pe/carta-geológica-nacional>




## APÉNDICES Y ANEXOS.

Tabla 144 Cuadro de Infraestructuras afectadas en la zona de riesgo principal

| N° | VIVIENDAS Y ESTRUCTURAS   | DESCRIPCION  |
|----|---|--|
| 01 |    | <p>La vivienda está afectada por problemas de socavación, se ubica en la margen derecha, suelo aluvial. Cause con procesos de profundización.</p>  |
| 02 |   | <p>La vivienda está construida de concreto y adobe, tiene un puente de manera que sirve de pase con 3m. de largo y 1.60m. de altura. La vivienda se encuentra en la margen izquierda en una calle elevada con socavamiento en la base.</p>                                     |
| 03 |  | <p>En esta calle en ambas márgenes se encuentran chacras, la chacra de la margen se encuentra conectada a la calle con un puente de madera, bajo este puente se encuentran troncos de gran tamaño y raíces los cuales obstaculizan la circulación de manera normal el rio.</p> |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 04 |    | <p>La vivienda está construida sobre una base de muro de rocas, se encuentra al borde del cauce del río, cuenta con dos pisos un garage y tiene un pase de madera, se realizó la encuesta al sr. Bellido propietario de la vivienda.</p> |
| 05 |   | <p>Entre la vivienda N°3 y N°4 se encuentra un pase de desagüe con una altura de 1.20 y un diámetro 2.60, el ancho de la calle es de 5m.</p>   |
| 06 |  | <p>Esta vivienda se encuentra en la 3ra cuadra de la calle con un patio a la calle.</p>  |


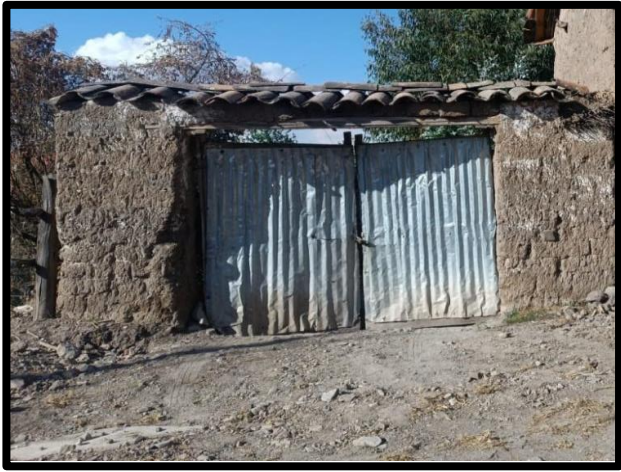

|    |   |  |
|----|---|--|
| 07 |    | <p>Entre la 3ra cuadra y 4ta cuadra se encuentra un tubo de concreto para desagüe ubicado en el mismo cauce del río.</p>   |
| 08 |   | <p>La vivienda se encuentra con un cerco muy cerca a orillas del río con una alta exposición a ser erosionado y socavado por el río. Entre la vivienda N°3 y N°4 se encuentra un pase de desagüe con una altura de 1.20 y un diámetro 2.60, el ancho de la calle es de 5m.</p> |
| 09 |  | <p>En la 5ta cuadra de la calle camino a k'iskirumi se observa un pasa de madera rollizo y también se encuentra un pase de desagüe.</p>  |


|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 |    | <p>Esta vivienda se encuentra en la margen izquierda de la calle afectada, la cual presenta un cerco de enrocado en la base y la parte superior de adobe.</p> |
| 11 |   | <p>La vivienda abandonada se encuentra en la margen izquierda y presenta un cerco de madera.</p>  |
| 12 |  | <p>El cementerio de la comunidad Curamba-Tumibamba se encuentra a la margen derecha de la calle, presenta un cerco de concreto.</p>                           |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 |    | <p>En la margen derecha donde se encuentra la vivienda se puede observar un talud natural con socavamiento y erosión, la vivienda tiene un cerco de palos y calamina esta vivienda se encuentra en la curva.</p> |
| 14 |   | <p>La vivienda se encuentra en la margen izquierda y está construida con un muro de adobe y roca en la base, cuenta con dos pisos con patio a la calle.</p>  |
| 15 |  | <p>La vivienda se encuentra a la margen izquierda está construida por cerco de palo y piso de cemento a partir de esa vivienda el cauce del rio desfoga a la calle.</p>  |

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| <p>16</p> |  <p>28 jul 2024 3:08:11 p. m.<br/>18L 797574 8506341<br/>Anta<br/>Cuzco<br/>Altitud: 3419.1 m<br/>Velocidad: 0.2 km/h<br/>Número de índice: 12</p> | <p>La vivienda se encuentra en la margen izquierda se encuentra con cerca de adobe y piedra en la base, el propietario es el sr. Afan quien fue encuestado.</p>            |
| <p>17</p> |   | <p>La vivienda se encuentra en la margen izquierda, está construida con una cerca de adobe y techo de calamina en la base de la pared presenta erosión y socavamiento.</p> |
| <p>18</p> |  <p>28 jul 2024 3:24:54 p. m.<br/>18L 797575 8506425<br/>Anta<br/>Cuzco<br/>Altitud: 3405.1 m<br/>Velocidad: 0 km/h<br/>Número de índice: 28</p> | <p>La vivienda se encuentra en la margen izquierda en una casa al interior con patio en la calle con cerca de adobe y roca en la base.</p>                                 |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 19 |    | <p>La vivienda se encuentra en la margen derecha, está construida de concreto de dos pisos con puerta celeste de metal.</p> |
| 20 |   | <p>Vivienda de adobe de un solo piso</p>  |
| 21 |  | <p>Vivienda de dos pisos construida de adobe y fachada de yeso.</p>   |

|           |   |   |
|-----------|---|---|
| <p>22</p> |    | <p>Vivienda de dos pisos, propietarios familia Bellido Vera ubicado en la esquina de la calle</p>   |
| <p>23</p> |  <p>28 Jul 2024 3:21:39 p. m.<br/>181 797566 8506327<br/>Anta<br/>Cuzco<br/>Altitud: 3378.3m<br/>Velocidad: 12.0km/h<br/>Número de índice: 18</p> | <p>La vivienda se encuentra en la margen izquierda, construida con adobe y dos pisos esta vivienda es la más afectada por el desborde del río, las paredes de la vivienda se fracturaron a causa del remojado haciendo la casa inhabitable.</p> |

**Figura 114:**

*Fotografía del Ingreso a la comunidad campesina de Curamba Tumibamba*



**Figura 115**

*Fotografía de Preparación de equipo para levantamiento de curvas de nivel*



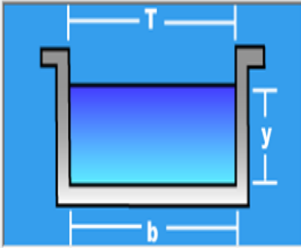
**Figura 116**

*Fotografía de Proceso inicio para el levantamiento de curvas de nivel*



**Figura 117:**

*Imagen de Cálculo de capacidad de transporte de canal actual programa H-CANALES 1*

| Cálculo del ancho solera (b)   |   | Cálculo de la pendiente (S) |  | Cálculo de la rugosidad (n) |                                     |         |  |
|--|---|-----------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------------|---------|--|
| <b>Datos:</b>  |   |                             |  |                             |                                     |         |  |
| Caudal (Q):  | <input type="text" value="8"/>          | m <sup>3</sup> /s           |  |                             |                                     |         |  |
| Tirante (y):   | <input type="text" value="3.5"/>        | m                           |  |                             |                                     |         |  |
| Talud (Z):   | <input type="text"/>                    |                             |  |                             |                                     |         |  |
| Rugosidad (n):   | <input type="text" value="0.15"/>       |                             |  |                             |                                     |         |  |
| Pendiente (S):   | <input type="text" value="0.04"/>       | m/m                         |  |                             |                                     |         |  |
|  |   |                             |  |                             |                                     |         |  |
| <b>Resultados:</b>   |   |                             |  |                             |                                     |         |  |
| Ancho de solera (b):   | <input type="text" value="2.0177"/>     | m                           |  | Perímetro (p):              | <input type="text" value="9.0177"/> | m       |  |
| Área hidráulica (A):   | <input type="text" value="7.0620"/>     | m <sup>2</sup>              |  | Radio hidráulico (R):       | <input type="text" value="0.7831"/> | m       |  |
| Espejo de agua (T):  | <input type="text" value="2.0177"/>     | m                           |  | Velocidad (v):              | <input type="text" value="1.1328"/> | m/s     |  |
| Número de Froude (F):  | <input type="text" value="0.1933"/>     |                             |  | Energía específica (E):     | <input type="text" value="3.5654"/> | m-Kg/Kg |  |
| Tipo de flujo:   | <input type="text" value="Subcrítico"/> |                             |  |                             |                                     |         |  |

*Nota: Elaboración en H-CANALES por los tesisistas*

**Figura 118**

*Fotografía de Propuesta de canal para transporte de caudal máximo según resultados obtenidos*



**Figura 119**

*Fotografía del canal para recomendación con profundización y paredes protegidas*



**Figura 120**

*Fotografía de Canal natural actual en la parte baja de la comunidad de Curamba -Tumibamba*



**Figura 121**

*Fotografía de la vista de canal con delimitación del ancho del cauce para propuesta de recomendaciones.*





# MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** “ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA-TUMIBAMBA, DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA – CUSCO, 2024.”

| MARCO TEORICO - CONCEPTUAL   | PROBLEMA   | OBJETIVOS   | HIPOTESIS   | REPRESENTACION DE VARIABLE  | METODOLOGIA   |
|--|--|---|---|---|---|
| <p><b>Peligro</b> “Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un período específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología”.</p> <p><b>Vulnerabilidad</b> “Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la posible ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total”.</p> <p><b>Riesgo</b> “la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un período específico y un área conocida.”</p> <p><b>Inundación</b> “Es el fenómeno natural o inducido por actividades humanas que se produce cuando una gran cantidad de agua ocupa temporalmente áreas que normalmente están libres de ella, generando impactos en las personas, los ecosistemas y la infraestructura. Es uno de los riesgos más comunes y puede ser consecuencia de múltiples procesos geológicos, hidrológicos y climáticos”</p> <p><b>Desborde</b> “Es el fenómeno en el cual un elemento natural, como un río, lago o cuerpo de agua, excede su capacidad de contención y provoca inundaciones”</p> | <p><b>PROBLEMA GENERAL</b><br/>¿Cuál es el nivel de riesgo de inundación por desborde en el sector Curamba – Tumibamba producido por las lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b><br/>¿Cuáles son las características geológicas e hidrológicas en la cuenca del río Miskiuno?<br/>¿Cuál es el nivel de peligro de inundación por desborde en la cuenca del río Miskiuno?<br/>¿Cuál es la vulnerabilidad física de la comunidad de Curamba - Tumibamba ante un posible desborde?<br/>¿Cuál es la capacidad de la sección del cauce del río Miskiuno ante caudales extremos?</p> | <p><b>OBJETIVO GENERAL</b><br/>Determinar el nivel de riesgo ante procesos de desborde e inundación sobre la comunidad de Curamba - Tumibamba, generado por lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar y describir las características geológicas e hidrológicas de la cuenca del río Miskiuno.</li> <li>Determinar el nivel de peligro por desborde e inundación en la cuenca del río Miskiuno.</li> <li>Determinar el nivel de vulnerabilidad física que tiene actualmente la comunidad de Curamba – Tumibamba frente a posibles inundaciones por desbordes del río Miskiuno.</li> <li>Analizar la capacidad hidráulica de la sección del cauce del río Miskiuno ante caudales extremos.</li> </ul> | <p>El nivel de riesgo de inundación por desborde en el sector Curamba – Tumibamba, producido por las lluvias intensas en la cuenca del río Miskiuno, es alto debido a la interacción de factores geológicos, hidrológicos y climáticos, como la pendiente del terreno, la capacidad de infiltración del suelo, y el aumento del caudal durante los eventos de precipitación extrema, afectando tanto a las viviendas como a las áreas agrícolas, infraestructura local y servicios básicos (agua-desagüé, eléctricos, etc.).</p> <p style="text-align: center;"><b>JUSTIFICACIÓN</b></p> <p>Para determinar el nivel riesgo, la vulnerabilidad de los elementos expuestos, se utilizará una gama de técnicas desde cartografiados geológicos (geomorfológicos, litológicos y estructurales), topográficos (a través de procesamiento de imágenes de satelitales ALOSPALSAR, y de Dron), uso de herramientas computacionales software actualizados para el procesamiento de datos hidrológicos e hidráulicos, ajustados a los Reglamentos de procedimientos establecidos en los manuales de MINAM, ANA, MTC y Reglamento Nacional de Edificaciones. Todo ello, integrado a los manuales del CENEPRED, para finalmente, en base a un análisis multitemporal de variables dependientes e independientes, por vectores de priorización de Saaty, podamos estimar las zonas de mayor riesgo a procesos de desborde e inundación del sector poblado de Curamba – Tumibamba.</p> | <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geología e Hidrología</li> </ul> <p><b>DIMENCIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geomorfología</li> <li>Estratigrafía</li> <li>Litología</li> <li>Parámetros morfométricos</li> <li>Precipitación Media Anual</li> <li>Precipitación Máxima</li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Riesgo</li> </ul> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Peligro</li> <li>Vulnerabilidad</li> <li>Niveles de Riesgo por inundación</li> </ul> <p><b>VARIABLE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desborde e Inundación</li> </ul> <p><b>DIMENSIONES INTERVINIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de Caudales</li> <li>Análisis Morfohidraulico</li> <li>Periodos de retorno</li> <li>Caudal Máximo</li> <li>Cobertura vegetal y uso de suelo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Enfoque de la tesis:</b> Mixto, porque recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación para responder a un planteamiento del problema.</li> <li><b>Alcance de la tesis:</b> Correlacional y descriptivo             <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Correlacional</i> porque nos permite analizar y estudiar la relación que hay entre los hechos y las variables con el fin de conocer su nivel de influencia que podría tener en la comunidad Curamba.</li> <li><i>Descriptivo</i> porque consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos como son y se manifiestan. Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.</li> </ul> </li> <li><b>Tipo y Diseño de la Investigación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Tipo transversal</i> porque la toma de variables e indicadores se da en un momento determinado de tiempo.</li> <li><i>Diseño No experimental</i> porque el investigador no manipula deliberadamente las variables independientes, sino que observa y analiza los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural. En este tipo de estudio, las relaciones entre variables se establecen a partir de la observación, sin intervenir directamente en el entorno o las condiciones del fenómeno estudiado.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>PROCEDIMIENTO</b><br/>La metodología se divide en 3 fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fase de gabinete I</li> <li>Fase de campo</li> <li>Fase de gabinete II</li> </ul> <p><b>TÉCNICAS:</b><br/>Toda la información, adquirida y generada de tipo cualitativos o cuantitativos, serán procesados con el uso de herramientas estadísticas y convertidas a diagramas.</p> |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 001

CORDENADA: ESTE (X): 797438.98 NORTE (Y): 8506083.15N (MD)

SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

DEPARTAMENTO: Cusco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite - Anta  
 CENTRO POBLADO: Curamba - Tumibamba

B. DIRECCION DE LA VIVIENDA

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta: \_\_\_\_\_ Interior \_\_\_\_\_ Manzana \_\_\_\_\_ Lote \_\_\_\_\_

C. NUMERO DE HOGARES

Total de Hogares en la vivienda 01

SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

1. TIPO DE VIVIENDA:

- POR OBSERVACIÓN DIRECTA
- A. VIVIENDA PARTICULAR
- 1  Casa independiente
- 2  Departamento en edificio
- 3  Vivienda en quinta
- 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)
- 5  Choza o cabaña
- 6  Vivienda improvisada
- 7  Local no destinado para habitación humana
- 8  Otro tipo
- B. VIVIENDA COLECTIVA
- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión
- 10  Establecimiento de salud
- 11  Establecimiento penitenciario
- 12  Centro de atención residencial para adultos mayores
- 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes
- 14  Conventos, monasterios o similares
- 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.
- 16  Otro tipo

2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:

- A. OCUPADA ADICIONAL
- 1  Con personas presentes
- 2  Con personas ausentes
- 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA
- 4  En alquiler o venta
- 5  En construcción o reparación
- 6  Abandonada o cerrada
- 7  Otra causa

4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:

- 1  Concreto armado?
- 2  Madera?
- 3  Tejas?
- 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?
- 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?
- 6  Triplay / estera / carízo?
- 7  Paja, hoja de palmera y similares?
- 8  Otro material?

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?
- 2  Piedra o sillar con cal o cemento?
- 3  Adobe?
- 4  Tapia?
- 5  Quincha (caña con barro)?
- 6  Piedra con barro?
- 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 8  Triplay / calamina / estera?
- 9  Otro material?

5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:

- 1  Parquet o madera pulida?
- 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?
- 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?
- 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 5  Cemento?
- 6  Tierra?
- 7  Otro material?

6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?

- 1  Sí 2  No

7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?

- 1  Sí 2  No

8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?

- 1  Sí 2  No

9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?

total de habitaciones 002

10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:

- 1  Alquilada?
- 2  Propia, ¿sin título de propiedad?
- 3  Propia, ¿con título de propiedad?
- 4  Cedida?
- 5  Otra forma?

SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR

HOMBRES: \_\_\_\_\_  
 MUJERES: \_\_\_\_\_  
 TOTAL: \_\_\_\_\_

Grupo Etereo:  
 De 0 a 17 años: \_\_\_\_\_  
 De 18 a 59 años: \_\_\_\_\_  
 De 60 a más años: \_\_\_\_\_

11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?
- 1  Sin nivel
- 2  Inicial
- 3  Primaria
- 4  Secundaria
- 5  Básica especial
- 6  Superior no universitaria incompleta
- 7  Superior no universitaria completa
- 8  Superior universitaria incompleta
- 9  Superior universitaria completa
- 10  Maestría / Doctorado

12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?

- 1  Sí 2  No

13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?

- 1  Sí 2  No

14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?

- 1  Sí 2  No
- Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  Otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes |  | Cargo que ocupa |  |  |
|---|--|-----------------|--|--|
|   |  | poblador        |  |  |
|   |  |                 |  |  |
|   |  |                 |  |  |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha |     |     |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|
|                                      | Día   | Mes | Año |
| Raymundo Bejar Huamanricra           | 28    | 07  | 24  |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 002

CORDENADA: ESTE (X): 797447.87 NORTE (Y): 8506105.61 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: CUSCO  
 PROVINCIA: ANTA  
 DISTRITO: ZURITE  
 CENTRO POBLADO: CURAMBA

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 02

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

- POR OBSERVACIÓN DIRECTA  
**A. VIVIENDA PARTICULAR**  
 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Chozas o cabafía  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

- A. OCUPADA ADICIONAL**  
 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA**  
 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones 003

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma?

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 04  
 MUJERES: 03  
 TOTAL: 07

Grupo Etnico: \_\_\_\_\_  
 De 0 a 17 años: 03  
 De 18 a 59 años: 04  
 De 60 a más años:     

**11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**

- 1  Sin nivel  
 2  Inicial  
 3  Primaria  
 4  Secundaria  
 5  Básica especial  
 6  Superior no universitaria incompleta  
 7  Superior no universitaria completa  
 8  Superior universitaria incompleta  
 9  Superior universitaria completa  
 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

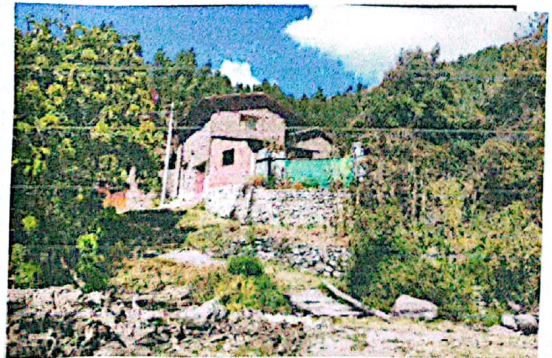
1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha |     |     |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|
|                                      | Día   | Mes | Año |
| Raymundo Bejar Huamanricra           | 28    | 07  | 24  |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 003

CORDENADA: ESTE (X): 797488.78 NORTE (Y): 8506158.69 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: CUSCO  
 PROVINCIA: ANTA  
 DISTRITO: ZURITE  
 CENTRO POBLADO: \_\_\_\_\_

**B. DIRECCIÓN DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta: Interior  Manzana  Lote

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 05

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

POR OBSERVACIÓN DIRECTA

**A. VIVIENDA PARTICULAR**

- 1  Casa independiente
- 2  Departamento en edificio
- 3  Vivienda en quinta
- 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)
- 5  Choza o cabaña
- 6  Vivienda improvisada
- 7  Local no destinado para habitación humana
- 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión
- 10  Establecimiento de salud
- 11  Establecimiento penitenciario
- 12  Centro de atención residencial para adultos mayores
- 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes
- 14  Conventos, monasterios o similares
- 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.
- 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

**A. OCUPADA ADICIONAL**

- 1  Con personas presentes
- 2  Con personas ausentes
- 3  De uso ocasional

**B. DESOCUPADA**

- 4  En alquiler o venta
- 5  En construcción o reparación
- 6  Abandonada o cerrada
- 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?
- 2  Piedra o sillar con cal o cemento?
- 3  Adobe?
- 4  Tapia?
- 5  Quincha (caña con barro)?
- 6  Piedra con barro?
- 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 8  Triplay / calamina / estera?
- 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?
- 2  Madera?
- 3  Tejas?
- 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?
- 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?
- 6  Triplay / estera / carrizo?
- 7  Paja, hoja de palmera y similares?
- 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?
- 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?
- 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?
- 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 5  Cemento?
- 6  Tierra?
- 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

- 1  Sí
- 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

- 1  Sí
- 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

- 1  Sí
- 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones 006

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?
- 2  Propia, ¿sin título de propiedad?
- 3  Propia, ¿con título de propiedad?
- 4  Cedida?
- 5  Otra forma?

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 02  
 MUJERES: 04  
 TOTAL: 06

Grupo Etareo:  
 De 0 a 17 años: 03  
 De 18 a 59 años: 03  
 De 60 a más años: -

**11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**

- 1  Sin nivel
- 2  Inicial
- 3  Primaria
- 4  Secundaria
- 5  Básica especial
- 6  Superior no universitaria incompleta
- 7  Superior no universitaria completa
- 8  Superior universitaria incompleta
- 9  Superior universitaria completa
- 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

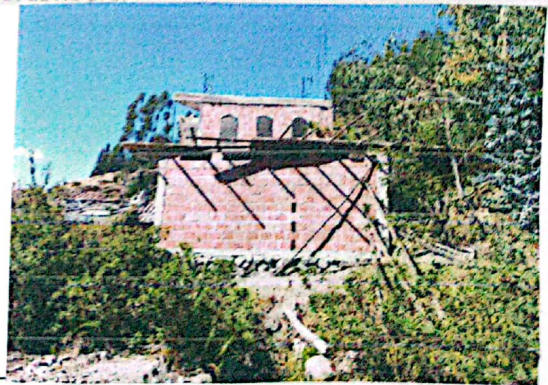
- 1  Sí
- 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

- 1  Sí
- 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí 2  No

- Solo 1 vez
- anual
- más de 5 veces
- Otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
| <u>Bellido</u>                                  | <u>poblador</u> |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |             |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-------------|
|                                      | Día       | Mes       | Año         |
| <u>Juliana Pazo Pama</u>             | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>2024</u> |

- Alumbrado publico alejado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKILINO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 004

CORDENADA: ESTE (X): 797514.33 NORTE (Y): 8506207.14 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: Cusco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite  
 CENTRO POBLADO: Curamba

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares  
 en la vivienda 01

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

**POR OBSERVACIÓN DIRECTA**

**A. VIVIENDA PARTICULAR**

- 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Cailejón, solar o corralón)  
 5  Chozo o cabaña  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

**A. OCUPADA ADICIONAL**

- 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional

**B. DESOCUPADA**

- 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

**CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR**

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones 002

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma? \_\_\_\_\_

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 04  
 MUJERES: 03  
 TOTAL: 07

Grupo Etereo:  
 De 0 a 17 años: 02  
 De 18 a 59 años: 04  
 De 60 a más años: 01

**11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**

- 1  Sin nivel  
 2  Inicial  
 3  Primaria  
 4  Secundaria  
 5  Básica especial  
 6  Superior no universitaria incompleta  
 7  Superior no universitaria completa  
 8  Superior universitaria incompleta  
 9  Superior universitaria completa  
 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACIÓN?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  Otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   | <u>poblador</u> |
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Raymundo Bejar Huamanicora</u>    | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |

Cuadra 03



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 005

CORDENADA: ESTE (X): 797515.98 NORTE (Y): 8506221.97 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: CUSCO  
 PROVINCIA: ANTA  
 DISTRITO: ZURITE  
 CENTRO POBLADO: CURAMBAMBA

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:     Interior     Manzana     Lote    

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 01

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

- POR OBSERVACIÓN DIRECTA  
**A. VIVIENDA PARTICULAR**  
 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Chozas o cabañas  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

- A. OCUPADA ADICIONAL**  
 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA**  
 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

**CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR**

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones

002

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma?

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 02  
 MUJERES: 02  
 TOTAL: 04

Grupo Etnico: \_\_\_\_\_  
 De 0 a 17 años: 02  
 De 18 a 59 años: 02  
 De 60 a más años:    

**11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**

- 1  Sin nivel 6  Superior no universitaria incompleta  
 2  Inicial 7  Superior no universitaria completa  
 3  Primaria 8  Superior universitaria incompleta  
 4  Secundaria 9  Superior universitaria completa  
 5  Básica especial 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACIÓN?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro:



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Yuliana Pazo Ruma</u>             | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 006

CORDENADA: ESTE (X): 797521.93 NORTE (Y): 8506230.54 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: CUSCO  
 PROVINCIA: ANTA  
 DISTRITO: ZURITE  
 CENTRO POBLADO: \_\_\_\_\_

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 03

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

POR OBSERVACIÓN DIRECTA

**A. VIVIENDA PARTICULAR**

- 1  Casa independiente
- 2  Departamento en edificio
- 3  Vivienda en quinta
- 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)
- 5  Chozo o cabaña
- 6  Vivienda improvisada
- 7  Local no destinado para habitación humana
- 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión
- 10  Establecimiento de salud
- 11  Establecimiento penitenciario
- 12  Centro de atención residencial para adultos mayores
- 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes
- 14  Conventos, monasterios o similares
- 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.
- 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

**A. OCUPADA ADICIONAL**

- 1  Con personas presentes
- 2  Con personas ausentes
- 3  De uso ocasional

**B. DESOCUPADA**

- 4  En alquiler o venta
- 5  En construcción o reparación
- 6  Abandonada o cerrada
- 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?
- 2  Piedra o sillar con cal o cemento?
- 3  Adobe?
- 4  Tapia?
- 5  Quincha (caña con barro)?
- 6  Piedra con barro?
- 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 8  Triplay / calamina / estera?
- 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?
- 2  Madera?
- 3  Tejas?
- 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?
- 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?
- 6  Triplay / estera / carrizo?
- 7  Paja, hoja de palmera y similares?
- 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?
- 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?
- 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?
- 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 5  Cemento?
- 6  Tierra?
- 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí      2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí      2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí      2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones 004

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?
- 2  Propia, ¿sin título de propiedad?
- 3  Propia, ¿con título de propiedad?
- 4  Cedida?
- 5  Otra forma? \_\_\_\_\_

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 04  
 MUJERES: 04  
 TOTAL: 08

Grupo Etareo:  
 De 0 a 17 años: 03  
 De 18 a 59 años: 04  
 De 60 a más años: 01

- 11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**
- 1  Sin nivel
  - 2  Inicial
  - 3  Primaria
  - 4  Secundaria
  - 5  Básica especial
  - 6  Superior no universitaria incompleta
  - 7  Superior no universitaria completa
  - 8  Superior universitaria incompleta
  - 9  Superior universitaria completa
  - 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí      2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí      2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACIÓN?**    1  Sí    2  No  
 Solo 1 vez     anual     más de 5 veces     otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha |     |     |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|
|                                      | Día   | Mes | Año |
| Raymundo Bejar Huamarricra           | 28    | 07  | 24  |

+ En margen izquierdo inician viviendas



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 007

CORDENADA: ESTE (X): 797913.45 NORTE (Y): 8506268.97 (MI)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACION GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: CUSCO  
 PROVINCIA: ANTA  
 DISTRITO: ZURITE  
 CENTRO POBLADO: CURAMBA

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 02

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

POR OBSERVACION DIRECTA

**A. VIVIENDA PARTICULAR**

- 1  Casa independiente
- 2  Departamento en edificio
- 3  Vivienda en quinta
- 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)
- 5  Choza o cabaña
- 6  Vivienda improvisada
- 7  Local no destinado para habitación humana
- 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión
- 10  Establecimiento de salud
- 11  Establecimiento penitenciario
- 12  Centro de atención residencial para adultos mayores
- 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes
- 14  Conventos, monasterios o similares
- 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.
- 16  Otro tipo Cementerio

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

**A. OCUPADA ADICIONAL**

- 1  Con personas presentes
- 2  Con personas ausentes
- 3  De uso ocasional

**B. DESOCUPADA**

- 4  En alquiler o venta
- 5  En construcción o reparación
- 6  Abandonada o cerrada
- 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?
- 2  Piedra o sillar con cal o cemento?
- 3  Adobe?
- 4  Tapia?
- 5  Quincha (caña con barro)?
- 6  Piedra con barro?
- 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 8  Triplay / calamina / estera?
- 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?
- 2  Madera?
- 3  Tejas?
- 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?
- 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?
- 6  Triplay / estera / carrizo?
- 7  Paja, hoja de palmera y similares?
- 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?
- 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?
- 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?
- 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?
- 5  Cemento?
- 6  Tierra?
- 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones         

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?
- 2  Propia, ¿sin título de propiedad?
- 3  Propia, ¿con título de propiedad?
- 4  Cedida?
- 5  Otra forma?

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: \_\_\_\_\_  
 MUJERES: \_\_\_\_\_  
 TOTAL: \_\_\_\_\_

Grupo Etereo: \_\_\_\_\_  
 De 0 a 17 años: \_\_\_\_\_  
 De 18 a 59 años: \_\_\_\_\_  
 De 60 a más años: \_\_\_\_\_

- 11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**
- 1  Sin nivel
  - 2  Inicial
  - 3  Primaria
  - 4  Secundaria
  - 5  Básica especial
  - 6  Superior no universitaria incompleta
  - 7  Superior no universitaria completa
  - 8  Superior universitaria incompleta
  - 9  Superior universitaria completa
  - 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
| <u>Cementerio de la Comunidad</u>               | _____           |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Raymundo Bejar Huamann'ora</u>    | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°:

CORDENADA: ESTE (X): 797549.15 NORTE (Y): 8506271.97 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: Cusco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite  
 CENTRO POBLADO: Curamba

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

POR OBSERVACIÓN DIRECTA

**A. VIVIENDA PARTICULAR**

- 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Choza o cabaña  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

**A. OCUPADA ADICIONAL**

- 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional

**B. DESOCUPADA**

- 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí      2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí      2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí      2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma? \_\_\_\_\_

HOMBRES: 06  
 MUJERES: 05  
 TOTAL: 11

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

Grupo Étnico:

De 0 a 17 años: 06  
 De 18 a 59 años: 04  
 De 60 a más años: 01

**11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**

- 1  Sin nivel      6  Superior no universitaria incompleta  
 2  Inicial      7  Superior no universitaria completa  
 3  Primaria      8  Superior universitaria incompleta  
 4  Secundaria      9  Superior universitaria completa  
 5  Básica especial      10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí      2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí      2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí      2  No

Solo 1 vez       anual       más de 5 veces       Otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   | <u>poblador</u> |
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Yuliana Poro Puma</u>             | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 009

CORDENADA: ESTE (X): 797548.95 NORTE (Y): 8506288.75 (MT)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: Cusco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite  
 CENTRO POBLADO: Curambo

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta: Interior Manzaná Lote

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda  
01

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

- POR OBSERVACION DIRECTA  
**A. VIVIENDA PARTICULAR**  
 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Chozo o cabaña  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

- A. OCUPADA ADICIONAL**  
 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA**  
 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

**CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR**

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones

002

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma?

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 02  
 MUJERES: 02  
 TOTAL: 04

Grupo Etareo:  
 De 0 a 17 años: 02  
 De 18 a 59 años: 02  
 De 60 a más años: -

- 11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBO?**  
 1  Sin nivel  
 2  Inicial  
 3  Primaria  
 4  Secundaria  
 5  Básica especial  
 6  Superior no universitaria incompleta  
 7  Superior no universitaria completa  
 8  Superior universitaria incompleta  
 9  Superior universitaria completa  
 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Yuliana Pozo Puma</u>             | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |

Fundación en Marzo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 010

CORDENADA: ESTE (X): 797559.06 NORTE (Y): 8506303.62 (MD)

**SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES**

**A. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

DEPARTAMENTO: Cusco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite  
 CENTRO POBLADO: Curamba

**B. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta: Interior  Manzana  Lote

**C. NUMERO DE HOGARES**

Total de Hogares en la vivienda 01

**SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA**

**1. TIPO DE VIVIENDA:**

- POR OBSERVACION DIRECTA  
**A. VIVIENDA PARTICULAR**  
 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Chozo o cabaña  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

**2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:**

- A. OCUPADA ADICIONAL**  
 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA**  
 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

**CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR**

**3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:**

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material? ladrillo / madera

**4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:**

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

**5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:**

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

**6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?**

1  Sí 2  No

**7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?**

1  Sí 2  No

**8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?**

1  Sí 2  No

**9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?**

total de habitaciones 003

**10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:**

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida?  
 5  Otra forma? \_\_\_\_\_

**SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR**

HOMBRES: 04  
 MUJERES: 02  
 TOTAL: 06

Grupo Etareo:  
 De 0 a 17 años: 03  
 De 18 a 59 años: 03  
 De 60 a más años: \_\_\_\_\_

- 11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?**  
 1  Sin nivel  
 2  Inicial  
 3  Primaria  
 4  Secundaria  
 5  Básica especial  
 6  Superior no universitaria incompleta  
 7  Superior no universitaria completa  
 8  Superior universitaria incompleta  
 9  Superior universitaria completa  
 10  Maestría / Doctorado

**12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?**

1  Sí 2  No

**13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?**

1  Sí 2  No

**14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION?** 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro: \_\_\_\_\_



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Raymundo Bazar Huamanriora</u>    | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 011

CORDENADA: ESTE (X): 797563.75 NORTE (Y): 8506317.41 (MD)

SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

DEPARTAMENTO: Cusco  
PROVINCIA: Anta  
DISTRITO: Zurite  
CENTRO POBLADO: Curamba

B. DIRECCION DE LA VIVIENDA

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
N° de Puerta:     Interior     Manzana     Lote    

C. NUMERO DE HOGARES

Total de Hogares en la vivienda 02

SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

1. TIPO DE VIVIENDA:

POR OBSERVACION DIRECTA

- A. VIVIENDA PARTICULAR
- 1  Casa independiente  
2  Departamento en edificio  
3  Vivienda en quinta  
4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
5  Choza o cabaña  
6  Vivienda improvisada  
7  Local no destinado para habitación humana  
8  Otro tipo

B. VIVIENDA COLECTIVA

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
10  Establecimiento de salud  
11  Establecimiento penitenciario  
12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
14  Conventos, monasterios o similares  
15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
16  Otro tipo

2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:

A. OCUPADA ADICIONAL

- 1  Con personas presentes  
2  Con personas ausentes  
3  De uso ocasional

B. DESOCUPADA

- 4  En alquiler o venta  
5  En construcción o reparación  
6  Abandonada o cerrada  
7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
3  Adobe?  
4  Tapia?  
5  Quincha (caña con barro)?  
6  Piedra con barro?  
7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
8  Triplay / calamina / estera?  
9  Otro material?

4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:

- 1  Concreto armado?  
2  Madera?  
3  Tejas?  
4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
6  Triplay / estera / carízo?  
7  Paja, hoja de palmera y similares?  
8  Otro material?

5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:

- 1  Parquet o madera pulida?  
2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
3  Loetas, terrazos, cerámicos o similares?  
4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
5  Cemento?  
6  Tierra?  
7  Otro material?

6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?

1  Sí 2  No

7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?

1  Sí 2  No

8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?

1  Sí 2  No

9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?

total de habitaciones 002

10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:

- 1  Alquilada?  
2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
3  Propia, ¿con título de propiedad?  
4  Cedida?  
5  Otra forma?

SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR

HOMBRES: 03  
MUJERES: 02  
TOTAL: 05

Grupo Etereo:

De 0 a 17 años: 02  
De 18 a 59 años: 02  
De 60 a más años: 01

11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?

- 1  Sin nivel  
2  Inicial  
3  Primaria  
4  Secundaria  
5  Básica especial  
6  Superior no universitaria incompleta  
7  Superior no universitaria completa  
8  Superior universitaria incompleta  
9  Superior universitaria completa  
10  Maestría / Doctorado

12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?

1  Sí 2  No

13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?

1  Sí 2  No

14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION? 1  SI 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro:



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Raymundo Fejar Huamanchuca</u>    | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIBAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 012

CORDENADA: ESTE (X): 797573.56 NORTE (Y): 8506340.3 (MD)

SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

DEPARTAMENTO: CUSCO  
PROVINCIA: ANTA  
DISTRITO: ZURITE-ANTA  
CENTRO POBLADO: CURAMBA

B. DIRECCION DE LA VIVIENDA

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
N° de Puerta:      Interior      Manzana      Lote     

C. NUMERO DE HOGARES

Total de Hogares en la vivienda 02

SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

1. TIPO DE VIVIENDA:

- POR OBSERVACION DIRECTA  
A. VIVIENDA PARTICULAR  
1  Casa independiente  
2  Departamento en edificio  
3  Vivienda en quinta  
4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
5  Chozo o cabaña  
6  Vivienda improvisada  
7  Local no destinado para habitación humana  
8  Otro tipo

B. VIVIENDA COLECTIVA

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
10  Establecimiento de salud  
11  Establecimiento penitenciario  
12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
14  Conventos, monasterios o similares  
15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
16  Otro tipo

2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:

A. OCUPADA ADICIONAL

- 1  Con personas presentes  
2  Con personas ausentes  
3  De uso ocasional

B. DESOCUPADA

- 4  En alquiler o venta  
5  En construcción o reparación  
6  Abandonada o cerrada  
7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
3  Adobe?  
4  Tapia?  
5  Quincha (caña con barro)?  
6  Piedra con barro?  
7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
8  Triplay / calamina / estera?  
9  Otro material?

4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:

- 1  Concreto armado?  
2  Madera?  
3  Tejas?  
4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
6  Triplay / estera / carrizo?  
7  Paja, hoja de palmera y similares?  
8  Otro material?

5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:

- 1  Parquet o madera pulida?  
2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
5  Cemento?  
6  Tierra?  
7  Otro material?

6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?

- 1  Sí 2  No

7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?

- 1  Sí 2  No

8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?

- 1  Sí 2  No

9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?

total de habitaciones 004

10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:

- 1  Alquilada?  
2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
3  Propia, ¿con título de propiedad?  
4  Cedida?  
5  Otra forma?

SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR

HOMBRES: 03  
MUJERES: 04  
TOTAL: 07

Grupo Etereo:

De 0 a 17 años: 03  
De 18 a 59 años: 03  
De 60 a más años: 01

11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?
- 1  Sin nivel  
2  Inicial  
3  Primaria  
4  Secundaria  
5  Básica especial  
6  Superior no universitaria incompleta  
7  Superior no universitaria completa  
8  Superior universitaria incompleta  
9  Superior universitaria completa  
10  Maestría / Doctorado

12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?

- 1  Sí 2  No

13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?

- 1  Sí 2  No

14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACION? 1  Sí 2  No

- Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro:



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
|   |                 |
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Juliana Pozo Pama</u>             | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINAS Y METALURGICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS: "ESTUDIO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO MISKIUNO, PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO ANTE PROCESOS DE DESBORDE E INUNDACIÓN DE LA COMUNIDAD DE CURAMBA TUMIRAMBA DISTRITO DE ZURITE, PROVINCIA DE ANTA - 2024".

VIVIENDA N°: 013

CORDENADA: ESTE (X): 799583.2 NORTE (Y): 8506362.02 (MS)

SECCION I: LOCALIZACION DE LA VIVIENDA Y NUMERO DE HOGARES

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

DEPARTAMENTO: Cuzco  
 PROVINCIA: Anta  
 DISTRITO: Zurite  
 CENTRO POBLADO: Curamba

B. DIRECCION DE LA VIVIENDA

Tipo de vía:  Avenida  Calle  Jirón  Pasaje  Otro  
 Nombre de la vía: \_\_\_\_\_  
 N° de Puerta: Interior Manzana Lote

C. NUMERO DE HOGARES

Total de Hogares en la vivienda 02

SECCION II: CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

1. TIPO DE VIVIENDA:

- FOR OBSERVACION DIRECTA  
**A. VIVIENDA PARTICULAR**  
 1  Casa independiente  
 2  Departamento en edificio  
 3  Vivienda en quinta  
 4  Vivienda en casa de vecindad (Callejón, solar o corralón)  
 5  Choza o cabaña  
 6  Vivienda improvisada  
 7  Local no destinado para habitación humana  
 8  Otro tipo

**B. VIVIENDA COLECTIVA**

- 9  Hotel, hostel, hospedaje, casa pensión  
 10  Establecimiento de salud  
 11  Establecimiento penitenciario  
 12  Centro de atención residencial para adultos mayores  
 13  Centro de atención residencial para niñas/os y adolescentes  
 14  Conventos, monasterios o similares  
 15  Cuartel, campamento, base de FF.AA. o PNP.  
 16  Otro tipo

2. CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA:

- A. OCUPADA ADICIONAL**  
 1  Con personas presentes  
 2  Con personas ausentes  
 3  De uso ocasional
- B. DESOCUPADA**  
 4  En alquiler o venta  
 5  En construcción o reparación  
 6  Abandonada o cerrada  
 7  Otra causa

CONTINÚE LA ENTREVISTA CON EL JEFE O JEFA DEL HOGAR

3. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LAS PAREDES EXTERIORES ES DE:

- 1  Ladrillo o bloque de cemento?  
 2  Piedra o sillar con cal o cemento?  
 3  Adobe?  
 4  Tapia?  
 5  Quincha (caña con barro)?  
 6  Piedra con barro?  
 7  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 8  Triplay / calamina / estera?  
 9  Otro material?

4. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS TECHOS ES DE:

- 1  Concreto armado?  
 2  Madera?  
 3  Tejas?  
 4  Planchas de calamina, fibra de cemento o similares?  
 5  Caña o estera con torta de barro o cemento?  
 6  Triplay / estera / carrizo?  
 7  Paja, hoja de palmera y similares?  
 8  Otro material?

5. EN LA VIVIENDA, ¿EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN PREDOMINANTE EN LOS PISOS ES DE:

- 1  Parquet o madera pulida?  
 2  Láminas asfálticas, vinílicos o similares?  
 3  Losetas, terrazos, cerámicos o similares?  
 4  Madera (pona, tornillo, etc.)?  
 5  Cemento?  
 6  Tierra?  
 7  Otro material?

6. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE AGUA?

1  Sí 2  No

7. ¿PAGAN POR EL SERVICIO DE DESAGUE?

1  Sí 2  No

8. ¿LA VIVIENDA TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA?

1  Sí 2  No

HOMBRES: 3

MUJERES: 4

TOTAL: (7)

9. ¿CUÁNTAS HABITACIONES EN TOTAL TIENE LA VIVIENDA, SIN CONTAR EL BAÑO, LA COCINA, LOS PASADIZOS, NI EL GARAJE?

total de habitaciones

008

10. ¿LA VIVIENDA QUE OCUPA ES:

- 1  Alquilada?  
 2  Propia, ¿sin título de propiedad?  
 3  Propia, ¿con título de propiedad?  
 4  Cedida? familiar  
 5  Otra forma?

SECCION III: PERSONAS QUE CONFORMAN EL HOGAR

Grupo Etereo:

De 0 a 17 años: 2

De 18 a 59 años: 4

De 60 a más años: 1

11. ¿CUÁL FUE EL ÚLTIMO NIVEL Y GRADO O AÑO DE ESTUDIOS QUE APROBÓ?

- 1  Sin nivel  
 2  Inicial  
 3  Primaria  
 4  Secundaria  
 5  Básica especial  
 6  Superior no universitaria incompleta  
 7  Superior no universitaria completa  
 8  Superior universitaria incompleta  
 9  Superior universitaria completa  
 10  Maestría / Doctorado

12. ¿CONOCE USTED LAS RUTAS DE EVACUACIÓN?

1  Sí 2  No

13. ¿CONOCE USTED LAS ÁREAS SEGURAS?

1  Sí 2  No

14. ¿SU VIVIENDA HA SUFRIDO EVENTOS DE INUNDACIÓN? 1  Sí 2  No

Solo 1 vez  anual  más de 5 veces  otro:



| Nombres y Apellidos de las personas Informantes | Cargo que ocupa |
|---|-----------------|
| <u>Martlane Bellido Vera</u>                    | <u>poblador</u> |
|   |                 |
|   |                 |

| Nombres y Apellidos del Empadronador | Fecha     |           |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                      | Día       | Mes       | Año       |
| <u>Raymundo Rojas Juamancera</u>     | <u>28</u> | <u>07</u> | <u>24</u> |