

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**PLAN DE TESIS**

“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD  
DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÍO ILABAYA, EN EL TRAMO  
DE CHEJAYA – OCONCHAY, CUENCA LOCUMBA, REGIÓN TACNA  
HACIENDO USO DE UN SIG”

**PARA OPTAR**  
**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. JOSÉ ALEJANDRO CRUZ TERROBA**

TACNA – PERU

2019

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**


**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**TESIS**


**“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE  
VULNERABILIDAD DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÍO  
ILABAYA, EN EL TRAMO DE CHEJAYA – OCONCHAY, CUENCA LOCUMBA,  
REGIÓN TACNA HACIENDO USO DE UN SIG”**

Tesis sustentada y aprobada el 09 de diciembre de 2019; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Oscar Segundo Angulo Salas


**SECRETARIO:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Richard Sabino Lazo Ramos

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
Mtra. Milagros Herrera Rejas

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Carmen Rosa Román Arce

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo JOSÉ ALEJANDRO CRUZ TERROBA, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 76613291

**Declaro bajo juramento que:**

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÍO ILABAYA, EN EL TRAMO DE CHEJAYA – OCONCHAY, CUENCA LOCUMBA, REGIÓN TACNA HACIENDO USO DE UN SIG”

la misma que presento para optar el: **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 09 de diciembre Del 2019.



Bach. Cruz Terroba José Alejandro  
DNI: 76613291

**DEDICATORIA**

A mi padre por su sentarme las bases  
intelectuales e incentivar me el espíritu  
crítico

A mi madre por el constante apoyo  
emocional y empatía

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mi familia, quienes representan el refuerzo de mis convicciones y mantenimiento de mis principios

A mi asesora Ing. Carmen Román Arce, por su guía, consejos y profesionalidad en el desarrollo de esta investigación. Siempre estaré muy agradecido

## ÍNDICE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Formulación general del problema.....	3
1.2.2. Formulación específica del problema.....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Hipótesis Específica.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Estudios a nivel Internacional.....	6
2.1.2. Estudios a nivel Nacional.....	7
2.1.3. Estudios a nivel Local.....	9
2.2. Bases teóricas.....	9

2.2.1. Cambio climático.....	9
2.2.2. Peligro Ambiental.....	11
2.2.3. Vulnerabilidad Ambiental.....	15
2.2.4. Riesgo ambiental .....	17
2.3. Definición de términos .....	19
2.4. Ubicación de la zona de estudio .....	21
2.4.1. Características físicas de la zona de estudio.....	21
2.4.2. Geología .....	22
2.4.3. Geomorfología .....	28
2.4.4. Pendiente.....	29
2.4.5. Meteorología .....	31
2.4.6. Cobertura vegetal.....	35
2.4.7. Fisiografía .....	37
2.4.8. Suelos.....	39
2.4.9. Hidrología .....	41
2.4.10. Características Biológicas .....	41
2.4.11. Características sociales:.....	44
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO .....	49
3.1. Tipo y nivel de la investigación .....	49
3.1.1. Tipo de investigación .....	49
3.1.2. Nivel de investigación .....	49
3.2. Población y/o muestra de estudio .....	49
3.3. Operacionalización de variables .....	50
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	50
3.4.1. Técnicas para la recolección de datos .....	50
3.4.2. Materiales y/o instrumentos .....	53

3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	54
3.5.1. Caracterización del entorno geográfico inmediato.....	54
3.5.2. Caracterización física, biológica y climática del territorio .....	58
3.5.3. Análisis de peligro, vulnerabilidad y riesgos .....	64
CAPÍTULO V: RESULTADOS .....	72
4.1. Análisis de la caracterización del entorno geográfico inmediato .....	72
4.1.1. Condiciones del medio físico.....	72
4.1.2. Identificación de peligros.....	73
4.1.3. Aspectos socioeconómicos .....	74
4.2. Análisis de la caracterización física, biológica y climática del Territorio .....	76
4.2.1. Climáticas del territorio.....	76
4.2.2. Análisis integrado de las condiciones del medio físico, biológico y climático	77
4.2.3. Análisis Multivariable de las variables físicas, biológicas y climáticas .....	78
4.3. Análisis y evaluación de peligros .....	84
4.3.1. Identificación de los peligros en la zona .....	84
4.3.2. Análisis y evaluación de Peligros asociados al Cambio climático.....	85
4.3.3. Visualización 3d .....	88
4.4. Análisis y evaluación de la vulnerabilidad .....	88
4.4.1. Análisis y evaluación de los factores de la vulnerabilidad.....	88
4.5. Estimación y evaluación de los escenarios de Riesgos .....	90
4.5.1. Preparación de la información temática .....	90
CAPÍTULO VI: DISCUSIONES .....	92
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	98



ANEXOS..... 102

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>TABLA 01</b> Identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos naturales	12
<b>TABLA 02</b> Unidades geológicas en la zona de estudio	25
<b>TABLA 03</b> Clasificación de Fases por Pendiente	29
<b>TABLA 04</b> Descripción de la estación meteorológica comprendida en la zona de estudio	31
<b>TABLA 05</b> Unidades Fisiográficas Identificadas en la zona de estudio	37
<b>TABLA 06</b> Población (Edad en grupos, cada 10 años) - Provincia Jorge Basadre	44
<b>TABLA 07</b> Población (Edad en grupos quinquenales) - Distrito Ilabaya	44
<b>TABLA 08</b> Población en la zona de estudio	45
<b>TABLA 09</b> Vivienda, Tipo de material predominante – Distrito de Ilabaya	46
<b>TABLA 10</b> Ocupación, vivienda – Zona de estudio	46
<b>TABLA 11</b> Cobertura y Déficit de alcantarillado por red pública – Distrito de Ilabaya	47
<b>TABLA 12</b> Cobertura y Déficit de agua por red pública domiciliaria – Distrito Ilabaya	47
<b>TABLA 13</b> Servicio de agua, todos los días de la semana – Distrito Ilabaya	47
<b>TABLA 14</b> La vivienda tiene alumbrado eléctrico por red pública – Distrito Ilabaya	47
<b>TABLA 15</b> Medios de comunicación, equipamiento - Distrito Ilabaya	48
<b>TABLA 16</b> Medios de comunicación, conexión a internet y tv - Distrito Ilabaya	48
<b>TABLA 17</b> Descripción de los tipos de análisis para el modelamiento	52
<b>TABLA 18</b> Condiciones del medio físico	55
<b>TABLA 19</b> Estructuración de peligro	56
<b>TABLA 20</b> Condiciones económicas y sociales	56
<b>TABLA 21</b> Condiciones climáticas	58
<b>TABLA 22</b> Criterios de valoración	59
<b>TABLA 23</b> Fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física	62
<b>TABLA 24</b> Peligros asociados al cambio climático	65
<b>TABLA 25</b> Nivel de riesgo	70
<b>TABLA 26</b> Resultados de las condiciones del Medio Físico	72
<b>TABLA 27</b> Resultados de la estructuración de peligros	73
<b>TABLA 28</b> Resultado de las condiciones económicas y sociales	74
<b>TABLA 29</b> Resultado de las condiciones climáticas	76
<b>TABLA 30</b> Variables climáticas	77
<b>TABLA 31</b> Variables climáticas	78
<b>TABLA 32</b> Cuadro de ponderaciones	82
<b>TABLA 33</b> Identificación tabular del nivel de riesgo	90
<b>Figura 01</b> Esquema general de la gestión de riesgo de desastres	18

<b>Figura 02</b> Esquema del riesgo considerando el cambio climático	19
<b>Figura 03</b> Ubicación política de la zona de estudio	21
<b>Figura 04</b> Mapa de Geología-Litología de la zona de estudio	27
<b>Figura 05</b> Mapa Geomorfológico de la zona de estudio	28
<b>Figura 06</b> Mapa de pendientes de la zona de estudio	30
<b>Figura 07</b> Temperaturas máximas media mensuales	32
<b>Figura 08</b> Temperaturas mínimas media mensuales	32
<b>Figura 09</b> Humedad relativa media mensual	33
<b>Figura 10</b> Precipitación Total Mensual	33
<b>Figura 11</b> Mapa de clima de la zona de estudio	34
<b>Figura 12</b> Mapa de vegetación de la zona de estudio	36
<b>Figura 13</b> Mapa fisiográfico de la zona de estudio	38
<b>Figura 14</b> Mapa de suelos de la zona de estudio	40
<b>Figura 15</b> Modelamiento SIG para identificar los cambios del Río Ucayali y su influencia ambiental	51
<b>Figura 16</b> Diagrama para la caracterización del entorno geográfico inmediato	57
<b>Figura 17</b> Diagrama de flujo para la obtención de unidades temáticas en datos ráster	60
<b>Figura 18</b> Diagrama para la caracterización física, biológica y climática del territorio	63
<b>Figura 19</b> Análisis y evaluación de peligros	66
<b>Figura 20</b> Esquema para el análisis de la vulnerabilidad	68
<b>Figura 21</b> Análisis y evaluación de vulnerabilidad	69
<b>Figura 22</b> Estimación y evaluación de los escenarios de Riesgos	71
<b>Figura 23</b> Mapa de susceptibilidad física	84
<b>Figura 24</b> Mapa de Identificación de Peligros Geodinámicos y de Remoción	86
<b>Figura 25</b> Mapa de Peligros	87
<b>Figura 26</b> superposición de la zona identificada con un peligro Muy Alto en la zona de estudio	88
<b>Figura 27</b> Mapa de vulnerabilidad	89
<b>Figura 28</b> Mapa de riesgos	91

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna, mediante el uso de un Sistema de Información Geográfico se tuvo como propósito realizar una simplificación del análisis de vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en la zona de estudio, para ello fue necesario la elaboración de mapas temáticos para la identificación de la susceptibilidad física, así como la evaluación de los peligros asociados al cambio climático y el nivel de vulnerabilidad de los elementos que conforman el sistema social y estructural involucrados, obteniendo de esta manera el nivel de riesgo en el contexto de cambio climático.

Para lo cual se realizó una caracterización del entorno geográfico inmediato, considerando los componentes y condiciones físicas del territorio, además del análisis de las condiciones climáticas, obteniendo las unidades temáticas necesarias para la generación del mapa de susceptibilidad física, mediante una superposición ponderada utilizando un Sistema de Información Geográfico, esta información fue utilizada para valorar el nivel de peligro. El análisis de la vulnerabilidad en la zona de estudio, consideró las condiciones socioeconómicas de los actores sociales involucrados. Teniendo como resultado un nivel de Riesgo Medio frente al Cambio Climático, debido a que el nivel de Peligrosidad fue Muy Alto y el nivel de Vulnerabilidad obtenido fue Muy Bajo.

**Palabras claves:** Cambio climático, Evaluación de Riesgo, Peligro, Vulnerabilidad, Sistema de Información Geográfico

## ABSTRACT

The present investigation was conducted in the Ilabaya River, in the Chejaya - Oconchay section, Locumba watershed, Tacna region, through the use of a Geographic Information System, it was intended to simplify the risk vulnerability analysis due to climate change in the study area, for this it was necessary to prepare thematic maps for the identification of physical susceptibility, as well as the evaluation of the hazards associated with climate change and the level of vulnerability of the social and structural elements involved in the system, thus obtaining the level of risk in the context of climate change.

For which a characterization of the immediate geographical environment was carried out, considering the components and physical conditions of the territory, in addition to the analysis of the climatic conditions, obtaining the thematic units necessary for the generation of the physical susceptibility map, by means of a weighted overlay using a System Geographic Information, this information was used to assess the level of hazards. The vulnerability analysis in the study area considered the socioeconomic conditions of the social actors involved. Having as a result a Moderate Risk level against Climate Change, because the level of Danger was Very High and the level of Vulnerability obtained was Very Low.

**Keywords:** Climate change, Risk Assessment, Hazards, Vulnerability, Geographic Information System

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país frente al Cambio climático presenta una alta vulnerabilidad, siendo el tercer estado soberano con más alto riesgo frente a los desastres físicos y naturales, además de ser uno de los más atrasados en cuanto a medidas de prevención y adecuación frente a la mayor amenaza ambiental, por su escala global.

En la región de Tacna en el Diagnostico para la Gestión del Cambio Climático, refleja que una ligera variación la precipitación y la temperatura, elementos del clima, tiene como resultado cambios en los eventos extremos.

La falta de integración de la información relacionada con la gestión de riesgo de desastres, la actuación integral frente al Cambio Climático, el diagnóstico y evaluación de los peligros geológicos, requiere la implementación metodológica de la evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al Cambio Climático, ejecutando la herramienta de análisis anteriormente mencionada en el río Ilabaya en el tramo Chejaya – Oconchay, es que se busca simplificar la identificación de los potenciales Peligros y evaluar el nivel de Vulnerabilidad de riesgo.

Es por ello que el principal objetivo de esta investigación es elaborar una metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo mediante el uso de un Sistema de Información Geográfico, para lo cual es necesario generar mapas temáticos que mediante una superposición ponderada se obtendrá la Susceptibilidad física, necesaria para evaluar el nivel de Peligro y Vulnerabilidad de la zona de estudio, resultando en nivel de Riesgo frente al Cambio Climático.

Para llevar dicho análisis, mediante un Sistema de Información Geográfico, se requirió de la caracterización del entorno geográfico inmediato, mediante la sistematización de la información contextual, el análisis de la zona de estudio y su zona de influencia, la superposición ponderada de los mapas temáticos y el análisis del nivel de Riesgo frente al Cambio Climático.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción del problema

El sistema climático está sufriendo una interferencia humana que se refleja en la alteración de la composición atmosférica mundial, el cambio climático, inducido por el aumento de la concentración de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero; la probabilidad de generación de impactos diversos que afecten los sistemas naturales y humanos asociados al cambio climático, según la Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático intitulado como Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad (IPCC, 2014) indica que se debe estudiar mediante la focalización del riesgo; por tanto la gestión de riesgo, considerando al ámbito sectorial de estudio, en un horizonte temporal, debe considerar la vulnerabilidad de sus elementos, la susceptibilidad física del entorno frente a los potenciales peligros generados por el cambio climático.

En las conclusiones del Diagnóstico para la gestión del cambio climático en Tacna (MINAM, 2013), se hace referencia a que Tacna tiene una limitación en los recursos hídricos, el informe también menciona que, los pequeños cambios en los elementos del clima como la precipitación y la temperatura, se reflejará como importantes cambios en los eventos extremos; pese a que el objetivo del diagnóstico es poner a disposición información disponible de la región Tacna, junto con otros informes públicos y/o privados, no existe una integración de la información recopilada con el análisis de la gestión de riesgo asociado al cambio climático.

La propuesta de la metodología para el análisis de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, tiene por finalidad la simplificación de la evaluación, mediante la identificación del nivel de vulnerabilidad de los elementos que conforman el sistema frente a los potenciales peligros, considerando el nivel y el grado de impacto en la zona de estudio; para la elaboración de mapas temáticos

relacionados a la gestión de riesgo, generados por el análisis de un Sistema de Información Geográfico, se debe definir qué factores, relacionados a la peligrosidad asociada al cambio climático, y la vulnerabilidad sectorial se relacionan con el análisis.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Formulación general del problema**

¿Cómo poder simplificar el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG?

### **1.2.2. Formulación específica del problema**

- ¿Cómo poder determinar el riesgo producido en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay?
- ¿Cómo determinar el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio?
- ¿Cómo visualizar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

El cambio climático tiene que ser estudiado desde un enfoque de gestión de riesgo, considerando la peligrosidad de los fenómenos derivados, frente a la vulnerabilidad, tanto del entorno natural, y de los actores sociales, como la afección de sus actividades económicas, según la Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático intitulado como Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad (IPCC, 2014)

En el Perú, la RM N° 008-2016-MINAM, expone el procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, estima que la



descripción de los elementos conceptuales y metodológicos, como las características, escalas y la forma de representación de peligros, vulnerabilidades y riesgos, para los fenómenos asociados al cambio climático, considerando los términos del impacto, frecuencia y mitigación, en la zona de estudio.

El presente proyecto tiene como objetivo simplificar la metodología de análisis de las posibles amenazas asociadas al cambio climático y determinar el grado de riesgo y vulnerabilidad en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, Región Tacna, esto con la finalidad de evitar que ocurran desastres como inundaciones, deslizamientos, etc., para poder realizar esta evaluación se hará uso de un Sistema de Información Geográfico, herramienta que nos sirve para poder generar mapas temáticos e identificar zonas vulnerables. También se pretende establecer una metodología que permita la evaluación riesgo, a través del análisis de las variables físicas, registro histórico de temperatura y precipitaciones, por su naturaleza de factores desencadenantes de los fenómenos asociados al cambio climático, también la caracterización del sistema urbano competente en la zona de estudio, para el análisis de la vulnerabilidad, junto con la caracterización y mapeo de los elementos sociales y ambientales expuestos.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar una propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar las variables de riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay
- Realizar una simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio

- Generar mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General**

Realizar la proposición de la metodología para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG

### **1.5.2. Hipótesis Específica**

- Al determinar las variables, nos servirá para analizar el riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay
- Realizar una simplificación de la metodología, nos servirá para determinar el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio
- La generación mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico, es importante para visualizar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Estudios a nivel Internacional.

Jiménez (2018) en “Estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de montaña”, desarrolló una metodología para poder obtener la estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en la subcuenca del Machángara, ubicada al sur de Ecuador, obteniendo una metodología adaptable a diferentes enfoques, escenario y considerando la información disponible, dicha metodología se expresa en una escala numérica, donde el mayor valor representa una mayor vulnerabilidad; determinándose que existe un nivel medio de vulnerabilidad en la mayor parte de la extensión geográfica de la zona de estudio, en ambos escenarios climático, el base y el futuro, además de lograr determinar importantes recomendaciones para que a futuro se pueda realizar un análisis más detallado de la vulnerabilidad de los riesgos en la zona estudiada.

Moreno, Mondragón, Cáceres y Carias (2016) en “Identificación de los riesgos por desastres naturales en las cuencas hidrográficas Matasnillo (Panamá) y Goascorán (Honduras), y su relación con el cambio climático utilizando Tecnologías de Información Geográfica”, mediante la aplicación de tecnologías de Información Geográfica, estableciendo estrategias y acciones para la reducción de riesgos de desastres naturales en las cuencas hidrográficas de los Ríos Matasnillo, Golfo de Panamá, y la cuenca del Río Goascorán, Golfo de Fonseca, Honduras, y la relación con el cambio climático, como eje transversal con el involucramiento de los actores claves en la zona de estudio; la metodología desarrollada pretende facilitar la identificación, la clasificación y el análisis de los riesgos, mediante la identificación de las amenazas y vulnerabilidades de las zonas de estudio.

Valencia y otros (2014) en “Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática”, formula una metodología para el análisis de la vulnerabilidad de Poyapán y Cajibío (cuencas abastecedoras a nivel regional), teniendo en cuenta: la incorporación de indicadores para fuentes abastecedoras de acueductos municipales, conocimientos locales sobre la percepción, el clima e identificación de la problemática relacionada, para el cálculo de la vulnerabilidad se consideró procedimientos matemáticos y ajustes algorítmicos para su cálculo y la planificación territorial; obteniendo así que, la subcuenca del río Michicao presenta una vulnerabilidad media alta, por su baja presencia institucional con una nula inversión ambiental, además de la desarticulación social y que, en la subcuenca del río Las Piedras presenta una vulnerabilidad media baja, por la capacidad adaptativa de los actores sociales mediante procesos sinérgicos.

### **2.1.2. Estudios a nivel Nacional**

Núñez del Prado, Peñalva (2017), en “Identificación de vulnerabilidades, gestión de riesgos de inundaciones y adaptación al cambio climático en el norte de Arequipa: avances y perspectivas (2014 -2016)”, se hace una evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático, a través del análisis de sus componentes, para una correcta planificación de la adaptación. Con la identificación de seis tipos de vulnerabilidad: Social, Económica, Técnica, Institucional, Cultural y Física que presenta la población de la zona de estudio ante el recurrente riesgo de inundaciones. Proponiéndose medidas para reducir la vulnerabilidad basándose en la estimación de riesgo por inundación, con la priorización de la participación de los actores sociales, mediante la implementación de políticas y estrategias para responder a las múltiples amenazas.

Según Martínez (2017), en “Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín”, dio a conocer los niveles de riesgo por inundaciones en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín,

presentando dos técnicas para la evaluación de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad, centrándose en las inundaciones al ser fenómeno recurrente, mediante un diagnóstico de las condiciones físicas, biológicas y sociales, utilizando el Método de Saaty (Método de Análisis Jerárquico), valorando así las variables de peligro y de vulnerabilidad, obteniendo de las matrices originadas de la confrontación de las variables en filas por columnas dando por una prioridad de la importancia a cada una de ellas, valores llamados “Vector Priorización Ponderado” para cada variable y sus respectivas características. Estos datos obtenidos son utilizados en el sistema de información geográfica, mediante la representación de mapas con información alfanumérica, con un Análisis multicriterio, se realiza la sobreposición de los mapas obteniendo los niveles de peligro y vulnerabilidad. Los resultados muestran que existe un riesgo por inundación en la zona de estudio, siendo de un nivel muy alto, siendo los niveles más altos en zonas donde confluyen los ríos de estudio.

Vilcanqui (2016) en “Modelación hidrológica con fines de gestión de riberas en la cuenca del río Caplina - Tacna”, mediante un programa de simulación hidrológica tipo evento , lineal y semidistribuido, con la finalidad de estimar las hidrógrafas de salida de la cuenca y el modelamiento para la pronosticación de caudales de la cuenca del río Caplina; con el desarrollo de la modelación hidrológica, para la gestión de riberas de la zona de estudio, en la caracterización geomorfológica superficial, por su forma indica, se concluye que está ligada estrechamente a las crecientes súbitas, con el análisis estadístico para la medida y variación de los registros, se lograron ajuste en distribuciones LOGNORMAL y LOGPEARSON TIPO III con resultados favorables. Con la modelación hidrológica y loas observaciones en la estación hidrométrica Bocatoma Clientes, se logró analizar y comparar los caudales promedios mensuales en la ribera de la zona de estudio.

### **2.1.3. Estudios a nivel Local**

No se registraron estudios relacionados con el tema de investigación.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. Cambio climático**

Las emisiones antropógenas de determinados gases que retienen parte de la energía que el suelo emite, después de haber sido calentada por energía solar, es el fenómeno conocido como efecto invernadero, cuando la energía emitida del sol a la tierra no es devuelta de forma inmediata a espacio, genera un efecto similar al que se puede observar en un invernadero. (IPCC, 2014) Esto altera gravemente la composición atmosférica a nivel mundial, también ha agravado la variabilidad natural del clima; los efectos de dichas emisiones (gases de efecto invernadero), que son componentes atmosféricos, de origen natural como producidos por la industrialización humana, junto con otros factores antropógenos, son la probable causa de los efectos adversos detectados en el sistema climático planetario. (Wieland, 2017)

#### **2.2.1.1. Escenario climático**

Es una proyección a futuro verídica y simplificada, del clima en un escenario específico, tomando en consideración un conjunto de relaciones climatológicas internamente consistente; la modelación de los impactos originados por el cambio climático, sirve para investigar las potenciales consecuencias de este fenómeno en la zona de estudio. Según el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007), el escenario de cambio climático es la diferencia existente entre el escenario climático (proyección climática), y el clima actual, de la zona de estudio.

### **2.2.1.2. Cambio climático y variabilidad climática**

Cuando la variación del clima tiene un carácter prolongado en el tiempo, pudiendo darse por su propia variabilidad natural, o por alteración de origen antropógeno, existe una importante variación estadística persistente a largo plazo, en comparación con el estado medio del clima, este fenómeno se define como cambio climático. (IPCC, 2014) Mientras que la variabilidad climática, son las variaciones en el estado medio del clima, en las escalas tanto temporales como espaciales, que van más allá de fenómenos meteorológicos determinados o climáticos, si persiste en el tiempo es probable que origine cambios en el clima. (Barros, 2005)

### **2.2.1.3. Impacto del cambio climático en el Perú**

Los ecosistemas comprendidos en el territorio peruano, presentan siete de los nueve criterios de vulnerabilidad dadas por el Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), siendo: Zonas áridas y semiáridas, zonas costeras bajas, zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación, ecosistemas montañosos frágiles, zonas propensas a desastres, zonas con alta contaminación atmosférica urbana y economías dependientes en gran medida de los ingresos generados por la producción y uso de combustible fósiles. (MINAM, 2015)

El cambio climático en el territorio peruano, relacionado con la reducción de la vulnerabilidad, presenta un importante esquema de desarrollo, (MINAM, 2015) pues al ser altamente vulnerable por los factores estructurales exacerbados por la pobreza y la inequidad, adicionalmente la natural condición vulnerable de los ecosistemas. (Interclima, 2013)

### **2.2.1.3.1. Impacto del cambio climático en Tacna**

Según el Diagnostico para la gestión del cambio climático en Tacna (2013) mediante la utilización de modelos climáticos, para estudiar la incertidumbre del cambio climático, llegaron a las siguientes conclusiones: Tacna al tener una limitación en los recursos hídricos, por el desarrollo socioeconómico creciente, los conflictos relacionados con el agua podrían tender a incrementarse. Los pequeños cambios en los promedios de los elementos del clima como la precipitación y temperatura, se entienden como grandes cambios en los eventos extremos. En periodos Niño tanto moderado como fuerte, es alta la probabilidad que ocurran lluvias intensas de corta duración en las áreas costera y desértica, sin embargo, en la sierra existirá deficiencia en las lluvias.

### **2.2.2. Peligro Ambiental**

Peligro es una situación con el potencial de causar daño, estas situaciones se originan por 2 causas: de origen natural o antrópico, y la combinación de ambas causas (Lema, Zuk, & Rojas-Bracho, 2010); Ante el caso de que un fenómeno, de origen natural, potencialmente dañino, se presente en un zona específica, se denomina peligro ambiental, con una intensidad variable y en un periodo de tiempo determinado (Soto, 2010), estos pueden agravarse por la acción y dejación por parte de los agentes sociales, o por peligros subjetivos agravados por la naturaleza. (CENEPRED, 2015)

CENEPRED (2015) la identificación de las zonas que tienen una probabilidad considerable de ser afectada por un peligro, se debe basar sobre el conocimiento histórico, en relación a los fenómenos estudiados y de interés en la zona, de los impactos producidos anteriormente referentes al mismo fenómeno en otro marco temporal. Una vez



determinada y delimitada el área de influencia, se debe considerar una identificación y caracterización del peligro, mediante parámetros:

**Tabla 01**

Identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos naturales

<b>Identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos naturales</b>	
<b>Parámetros generales de evaluación</b>	<b>Definición</b>
Magnitud	Valor (numérico) de acuerdo a la escala para cada peligro
Intensidad	Nivel de afección o daño (escalas o porcentajes de pérdidas)
Frecuencia	Número de veces de aparición dentro de un periodo ( $f = 1/T$ )
Periodo de retorno	Tiempo en el cual se esperaría la aparición del evento (basado en dato estadísticos)
Duración	Tiempo de exposición del elemento vulnerable

**Fuente:** Parámetros para la identificación y caracterización del peligro (CENEPRED, 2015)

Los peligros se pueden clasificar según el origen, los inducidos por la acción humana (peligros físicos, químicos y biológicos) y los generados por fenómenos de origen natural, que se clasifica en: Peligro originados por fenómenos de geodinámica interna (vulcanismo, tsunamis o sismos), peligros originados por fenómenos de geodinámica externa (volcamiento, deformaciones gravitacionales profundas, volcamiento, deslizamientos o flujo) y peligros originados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos (tormentas eléctricas, desglaciaciones, el fenómeno El Niño, el fenómeno La Niña, sequias, inundaciones, lluvias intensas o erosiones). (Isla, 2018)

### 2.2.2.1. Evaluación cualitativa y cuantitativa

- Informe Cualitativo de evaluación de riesgos, se debe realizar mediante la revisión de registros históricos, también de estudios técnicos, que representan la observación y la experiencia frente a los peligros de estudio, la evaluación de riesgos del potencial fenómeno natural, así como conocer, sobre el área de estudio, los elementos potencialmente expuestos como sus vulnerabilidades.
- Informe Semi Cuantitativo de evaluación de riesgos, mediante el conocimiento y asimilación de los estudios técnicos precedentes, que presentan en el área evaluada relación directa o indirecta con el fenómeno de origen natural; estudio de ecosistemas, estudios de suelo, por su utilidad pueden llegar a ser incorporados al informe de evaluación de riesgo.
- Informe Cuantitativo de evaluación de riesgos, para la generación de información actualizada, se debe considerar, respecto al ámbito de estudio, información, para la aplicación de diversos estudios técnico in situ (estudios hidrometeorológicos, de suelos, geológicos, etc.) (SNET, 2014)

Para el análisis cuantitativo de peligros, se debe considerar la recurrencia y viabilidad espacial del fenómeno, que puede ser: Impactan siempre en la misma área, impactan en áreas diferentes o impactan una vez solamente, para los que tienden a ser cíclicos temporalmente en el mismo espacio geográfico (tsunamis, deslizamientos o inundaciones) se puede realizar un análisis de frecuencia en función o no de la magnitud y simulaciones a través de métodos determinísticos o probabilísticos; para aquellos fenómenos que impactan en distintas áreas (flujos de lava o terremotos), un análisis en espacial o espacial y de frecuencias en función o no de la

magnitud, simulaciones a través de métodos determinísticos o probabilísticos; y para los que impactan solo 1 vez (desastres), modelización con métodos determinísticos o probabilísticos. (CENEPRED, 2015)

#### **2.2.2.2. Inundaciones**

Originada por factores como las lluvias intensas o continuas, deshielos, fallas en el sistema hidráulico, subidas en el nivel del mar, desbordamiento de lagos, cambios en los cauces de ríos, por la intensidad del viento contrario a la dirección del río (Isla, 2018), produciendo un crecimiento del río que sobrepasa la capacidad de campo del suelo, también ocasionan el desbordamiento del cauce del río, al exceder la capacidad del río de mantener el agua en su cauce, al ocurrir lo anteriormente descrito, las áreas circundantes son cubiertas, debido a la escasa o nula pendiente y los drenajes naturales no son significativos, variando el tiempo en que puede transcurrir este desastre, como una extensión del cuerpo de agua afectado. (Gascón, 2005)

Las inundaciones clasificadas por la duración, pueden ser dinámicas, generalmente las cuencas de los ríos en los que ocurre este fenómeno tiene una fuerte pendiente, por ende, es de corta duración, pero al ser repentinas los daños son mayores, al no poder existir un tiempo de respuesta adecuado, el tipo de lluvia que origina este desastre natural son las lluvias intensas; en comparación con las inundaciones estáticas, producidas por lluvias generalizadas y persistentes, generan un incremento constante del caudal desbordando el río en las zonas circundantes (llanuras de inundación). La otra clasificación es por su origen, siendo fluviales, pluviales y lacustres; cuando el aumento del volumen del agua es brusco y sobrepasa el límite de transporte del río, origina el

desbordamiento y la posterior inundación, se denomina inundaciones fluviales, tras lluvias intensas, en una zona geográfica se acumula el agua resultante, generando un desbordamiento, otra de las causas es la de lluvias moderadas pero en un lapso prolongado de tiempo, el suelo es poco permeable; cuando el desbordamiento es de un lago, se denomina inundaciones lacustres. (CENEPRED, 2015)

### **2.2.3. Vulnerabilidad Ambiental**

El grado de susceptibilidad tanto de un ecosistema, como entidad física, o de sus componentes bióticos y abióticos, para actuar ante la exposición de amenazas físicas, pudiendo desarrollarse ante la interacción con el agente externo mediante una anticipación, una recuperación o resistir al proceso destructivo (Grijalbo, 2017); la vulnerabilidad, entonces, se interpreta como la interfaz entre el daño (amenaza física), y la capacidad del entorno y de los actores involucrados para controlarlo o mitigarlo. (Blaikie, Cannon, Davis, & Wisner, 1996) (Aguilar & Iza, 2009)

#### **2.2.3.1. Factores que determinan el grado de vulnerabilidad**

Según Grijalbo (2017), existen 6 factores que determinan el grado de vulnerabilidad: medios de protección, determinado en cómo actúa el sistema afectado, si presenta defensas que puedan reducir el daño generado por un agente externo; reacción inmediata, este factor interactúa directamente con otros 2 factores, la sensibilidad, que es la fragilidad del medio, y el grado, determinado como el tiempo en el que el sistema ha sido expuesto ante el agente peligroso, pues la reacción inmediata, ante el daño producido, consiste en su facultad para poder actuar, evitar y protegerse ante la situación peligrosa; y la capacidad de adaptación, relacionada con la reacción inmediata, pues después de reaccionar de forma inmediata, se

da la mitigación de los daños, y posterior ajuste, como sistema, al cambio externo.

Para poder determinar y definir el sistema afectado frente a la ocurrencia, debemos atender a los elementos que lo conforman, pues Cardona (2015) define que, frente a un elemento desestabilizador, pudiendo ser tanto de origen antropogénico o natural, una comunidad (agentes sociales) presenta un grado de susceptibilidad tanto social, económica o física, definida como vulnerabilidad; entonces, tanto el espacio material y los agentes sociales, son los elementos del sistema que están bajo riesgo, siendo los recursos y los servicios por un lado, y la población respectivamente. (Maskrey, 1993).

#### **2.2.3.1.1. Sensibilidad, resiliencia y escenario**

La sensibilidad y la fragilidad, que es la capacidad de un sistema que, frente a situaciones, que van a afectar el equilibrio establecido, pudiendo ser de forma beneficiosa o adversa, en el caso de que el agente externo, sea el cambio climático y la variabilidad del sistema frente a este fenómeno, puede ser directo (p. ej. frente a la variabilidad de la temperatura, el cambio en la cosecha) o indirecto (p. ej. frente a la frecuencia de inundaciones costeras, los daños causados por este incremento) (IPCC, 2014), entonces, el sistema o los elementos que conforman el sistema, son frágiles cuando sus características establecidas son alteradas o se pierden totalmente, de manera parcial o total. (Grijalbo, 2017)

La resiliencia, frente a eventos amenazantes o adversos, la habilidad o capacidad de respuesta del sistema, pudiendo desarrollar distintos mecanismos como la anticipación, la absorción y adaptación del daño, este mecanismo, tiene como objetivo que tanto la identidad, las funciones

esenciales y la estructura se mantengan o no se alteren de tal manera que no pueda existir una recuperación, que en el caso social está asociada al nivel de organización y a las condiciones sociales. (IPCC, 2012)

La exposición, es el lugar donde pueden desarrollarse los potenciales peligros, debido a la falta de planificación territorial o la mala gestión de las autoridades competentes, refiriéndose a la ubicación de los agentes sociales. (CENEPRED, 2015)

#### 2.2.4. Riesgo ambiental

La interacción de los elementos vulnerables expuestos, tomando en consideración el análisis de la fragilidad, exposición y la resiliencia, con los potenciales peligros, evaluando los parámetros para la identificación y caracterización del peligro (tabla 1), es que se puede determinar el riesgo, que es una condición potencial definida, que, al relacionar estos 2 conceptos, teniendo por finalidad poder determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales, frente a un fenómeno. (MINAM, 2016)

$$R_{ie} = f(P_i \times V_e)$$

**Ecuación 01:** Determinación de Riesgo (Ley N° 29664)

**R=** Riesgo

**f=** En función

**P<sub>i</sub>** = Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un período de exposición *t*

**V<sub>e</sub>** = Vulnerabilidad de un elemento expuesto *e*

Según la Ley N° 29664 (2011), que utiliza la anterior ecuación, ampliamente aceptada, que expresa el riesgo en función del peligro y la vulnerabilidad.

### 2.2.4.1. Gestión de riesgo

Para poder realizar la estimación de riesgo se debe considerar la evaluación del peligro y la evaluación de la vulnerabilidad (Figura 1). Aunque el análisis solo pueda actuar en la reducción de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, más no directamente sobre el peligro potencial; al actuar en los 2 componentes (vulnerabilidad y peligrosidad), se genera acciones estratégicas tanto preventivas como correctivas. (MINAM, 2016)

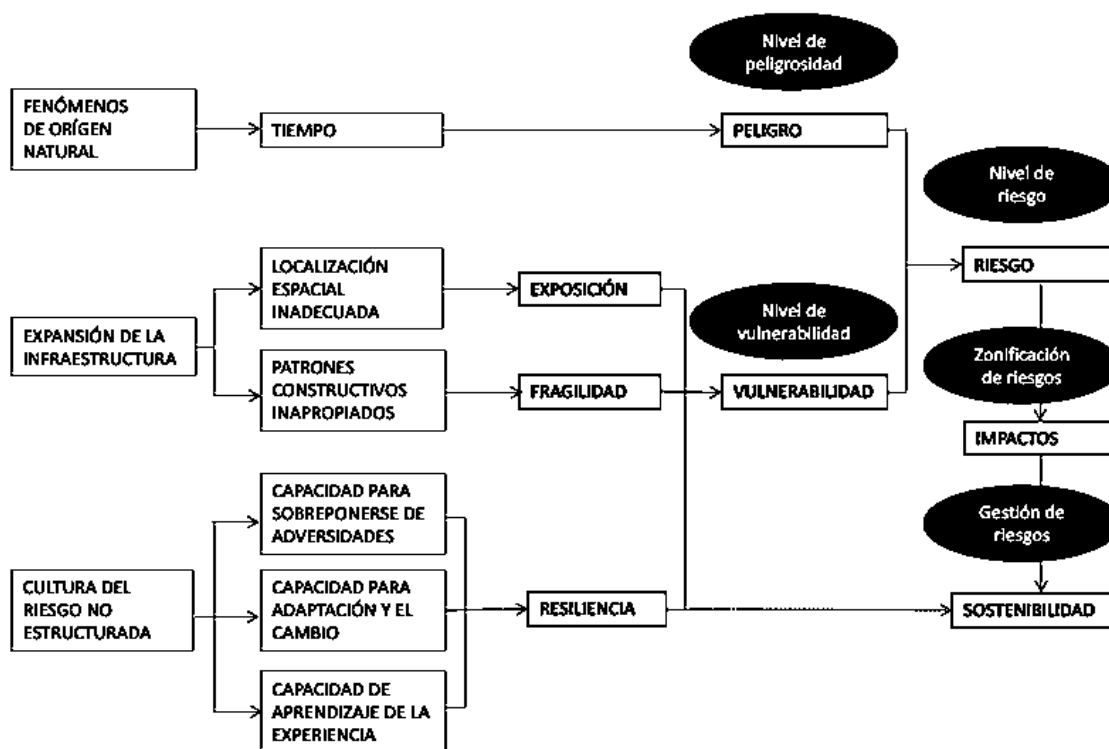


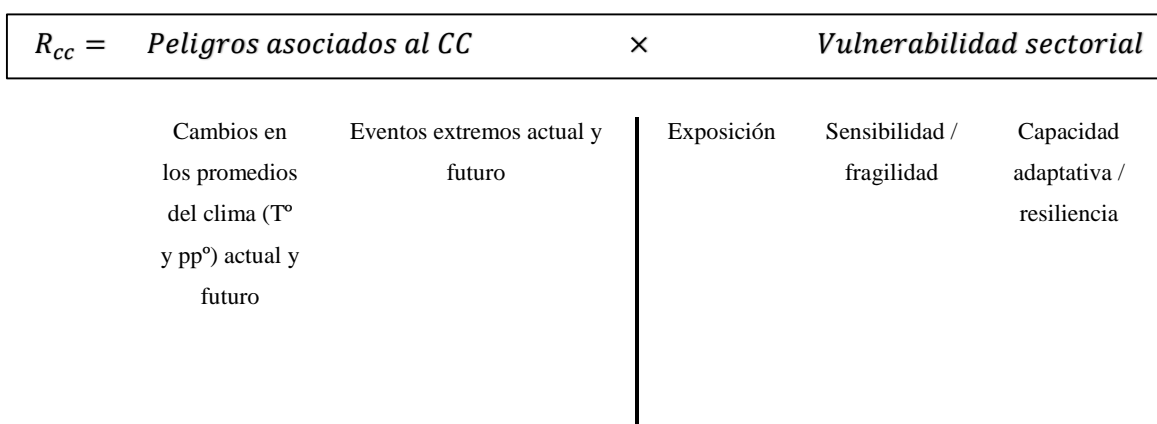
Figura 01: Esquema general de la gestión de riesgo de desastres. Fuente: (Isla, 2018)

### 2.2.4.2. Gestión de riesgo en el contexto de cambio climático

El análisis de riesgo se debe analizar con un enfoque sectorial, considerando un horizonte temporal, tanto histórico como futuro, considerando los elementos vulnerables, así como la

susceptibilidad física del entorno, los peligros y la vulnerabilidad (figura 2). (Ley N° 29664, 2011)

La gestión de riesgo con una implicancia directa sobre el cambio climático, como principal fuente de peligro (refiriéndose a los fenómenos asociados delimitados sectorialmente), se debe considerar la gravedad, así como el periodo de tiempo en el que impactaran los fenómenos derivados. (IPCC, 2014)



**Figura 02:** Esquema del riesgo considerando el cambio climático. **Fuente:** (MINAM, 2016)

### 2.3. Definición de términos

- **Adaptación al cambio climático:** Frente a un estímulo climático, actual o esperado, es el ajuste que realizan los sistemas humanos o naturales, moderando los daños o explotando las oportunidades beneficiosas. (IPCC, 2013)
- **Amenaza:** Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno peligroso, en un tiempo y lugar determinado. (MINAM, 2013)
- **Cambio climático:** Variación del estado del clima, mediante la identificación de las variaciones del valor medio o los cambios identificables en sus propiedades, con una duración temporal de varios decenios o incluso periodos más largos. (IPCC, 2014)



- **Capacidad de adaptación:** Habilidad de un sistema, humano o natural, a reaccionar frente a factores climáticos. (MINAM, 2013)
- **Escenario:** Lugar potencial donde se pueden desarrollar fenómenos peligrosos, considerando los agentes sociales y el territorio mismo, como elemento principal de estudio de las dimensiones del riesgo. (CENEPRED, 2015)
- **Fragilidad:** Es el grado de alteración de un sistema, cuando sus características establecidas se pueden perder total o parcialmente, frente a situaciones peligrosas. (Grijalbo, 2017)
- **Peligro:** Probabilidad de que, en un lugar específico, un fenómeno potencialmente dañino de origen natural o humano, se presente con una intensidad definida, en un periodo de tiempo y frecuencia definida. (CENEPRED, 2015)
- **Resiliencia:** Capacidad de respuesta de un sistema natural o humano que, frente a fenómenos peligrosos, desarrollan mecanismos de anticipación, de adaptación o absorción del daño. (IPCC, 2012)
- **Variabilidad climática:** las variaciones en el estado medio del clima, junto con otras estadísticas como: ocurrencia de extremos o desviación estándar, es escala temporal y espacial, más que con eventos climáticos individuales. (Barros, 2005)
- **Vulnerabilidad:** Predisposición de un sistema natural o humano a ser afectado negativamente, entendiéndose como la susceptibilidad o incapacidad a hacer frente a los efectos adversos de los fenómenos extremos y la variabilidad climática. (IPCC, 2007)

## 2.4. Ubicación de la zona de estudio

### 2.4.1. Características físicas de la zona de estudio

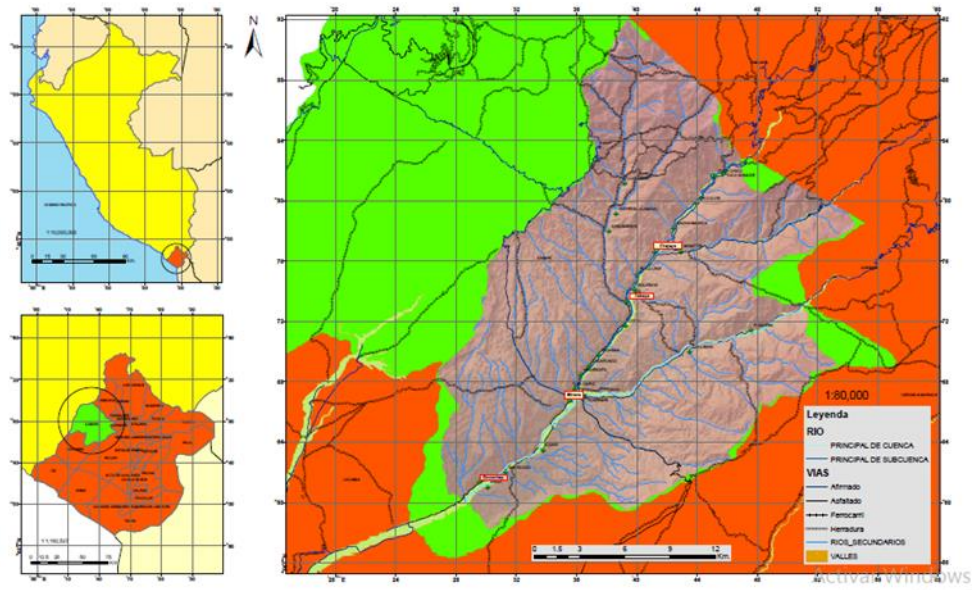
#### 2.4.1.1. Localización

La zona de estudio se ubica en:

**Región:** Tacna

**Provincia:** Jorge Basadre Grohmann

**Distrito:** Ilabaya.



**Figura 03:** Ubicación política de la zona de estudio. **Fuente:** (Elaboración propia)

#### 2.4.1.2. Vías de acceso

La principal ruta de acceso es la vía departamental (Pampa gallinazos – Aricota) que intersecta con la Carretera Panamericana Sur/Carretera 1S, de superficie ligera, y por la red vial vecinal parte del tramo de la Carretera a Locumba.

## 2.4.2. Geología

La descripción de la geología, comprende la cuenca del río Locumba desde la localidad de Margarata, con un área aproximada de 1 360 km<sup>2</sup>.

En la cuenca del río Ilabaya afloran unidades con edades comprendidas entre el Cretácico a Cuaternario. Los estratos más antiguos corresponden a los sedimentarios de la Formación Hualhuani. Las manifestaciones estructurales más importantes están asociadas a la falla regional Incapuquio.

Las definiciones estratigráficas y el cartografiado geológico presentadas en este capítulo tienen como base los trabajos de revisión y actualización de la carta geológica nacional llevado a cabo por INGEMMET en el año 2000.

### 2.4.2.1. Formaciones

En la zona de estudio se encuentran las siguientes formaciones:

- **Formación Hualhuani**

Corresponde a la unidad más antigua que aflora en la región. Su distribución se restringe a los alrededores del pueblo de Cairani, en la parte inferior de ambos flancos del valle, en el eje de un suave pliegue anticlinal. Los afloramientos corresponden a la parte superior de la unidad, estando compuesta por una intercalación de cuarcitas, areniscas, limonitas y limo arcillitas gris a gris oscuras. El contacto superior de la unidad es en discordancia angular con los volcánicos del miembro Samanape del Grupo Toquepala. Por relaciones estratigráficas a esta unidad se le asigna una edad de Cretácico inferior.

Salinas (1985) indica que se han reportado en esta unidad fauna fósil (trigonias) de edad Barremiano - Aptiano en el sector de Lagunillas.

- **Formación Matalaque:** Los afloramientos de la Formación Matalaque se distribuyen en la zona central de la región, en la parte inferior de los flancos de los valles, entre las localidades de Chejaya y Chintari. La unidad está compuesta por gruesos paquetes de tobas litocristalinas y cristalolíticas, intercaladas con coladas andesíticas de textura afanítica. No se tiene dataciones de la Formación Matalaque. La edad de la unidad ha sido asignada al Cretácico inferior, ya que en otras localidades se la observa suprayaciendo a la Formación Hualhuani. Salinas (1985) sugiere por relaciones estratigráficas el rango Aptiano a Coniaciano para dicha unidad.
- **Grupo Toquepala:** El Grupo Toquepala fue definido por Bellido (1962) como un conjunto de rocas volcánicas con intercalaciones de sedimentos gruesos, que suprayace a la serie Jurásica. Acorde a Martínez & Zuluaga (2000), dicho grupo en el área de estudio está conformado por las siguientes unidades:
  - Formación Paralaque.
  - Formación Quellaveco.
- **Formación Tarata:** La Formación Tarata tiene sus afloramientos en el sector sureste de la región, en los alrededores de las localidades de Chintari y Curibaya, presentando un mayor desarrollo hacia el pueblo de Tarata. La unidad está conformada por piroclásticos, flujos de bloque e interacciones de areniscas y limolitas. De acuerdo con De la Cruz & De la Cruz (2000), las intercalaciones sedimentarias se restringen a la parte inferior de la unidad. En la región, la unidad se presenta en contacto erosional sobre los volcánicos del miembro Samanape del Grupo Toquepala, e infrayace en igual relación tanto a los detríticos de la Formación Moquegua inferior

como a los volcánicos de la Formación Huaylillas. La edad de la Formación Tarata aún es controversial. En los alrededores de Tarata se han datado niveles volcánicos asignados a dicha unidad en 28 y 19 Ma, mientras la edad de la suprayacente Formación Moquegua inferior es Oligoceno inferior.

Considerando sus relaciones estratigráficas se prudente asignarle por el momento una edad de Eoceno.

- **Grupo Moquegua:** El Grupo Moquegua ha sido definido por Marocco et al. (1985) como aquella serie clástica continental desarrollada al suroeste de la falla Incapuquio, que suprayace al Grupo Toquepala. El grupo está conformado por dos secuencias, que disminuyen en tamaño de grano hacia el suroeste:
  - Formación Moquegua inferior
  - Formación Moquegua superior
- **Formación Huaylillas:** La Formación Huaylillas aflora en las partes altas de los interfluvios de la región, formando una superficie plana ondulada. Se la observa suprayaciendo a la Formación Moquegua superior y en la región noreste en discordancia con estratos Cretácicos. Esta unidad comprende una sucesión de tobas riolíticas y riódacíticas, con locales intercalaciones de areniscas y conglomerados. Las tobas contienen fragmentos juveniles, líticos y cristales libres de biotita y cuarzo. La Formación Huaylillas cuenta con varias dataciones en las zonas cercanas al área de estudio, siendo la más antigua de 23 Ma y la más joven de 18 Ma (Tosdal et al., 1981; France et al., 1985), estas edades corresponden al Mioceno inferior.
- **Grupo Barroso:** El Grupo Barroso asocia todos los productos erupcionados por los aparatos volcánicos ubicados en la

Cordillera Occidental. La unidad está conformada por coladas andesíticas, traquiandesíticas, dacíticas, flujos de bloque, tobas riolíticas, y otros piroclásticos. Esta unidad suprayace a las tobas de la Formación Huaylillas y volcánicos del Grupo Toquepala, en muchos casos se la observa relleno de antiguos valles. En la región se ha obtenido edades radiométricas de  $3.23 \pm 0.5$  y  $0.7 \pm 0.02$  Ma para diferentes niveles volcánicos del Grupo Barroso.

- **Depósitos Recientes:** En la región cordillerana son característicos los depósitos de morrenas producidas por la intensa glaciación, como también el desarrollo de depósitos aluviales. Depósitos de escombros rocosos producidos por los deslizamientos de los flancos de valles son observados en las localidades de Curibaya y Camilaca. Al suroeste, restringidos a los pisos de los valles de los ríos Ilabaya, Salado y Locumba, se desarrollan depósitos fluviales acumulados en forma de terrazas a distinta altitud. Los agricultores de la zona aprovechan las terrazas no inundables para desarrollar campos agrícolas. Las quebradas secas que aportan a estos ríos principales han generado numerosos depósitos aluviales en forma de abanico o conos de deyección. La mayoría de pueblos a lo largo de estos valles están asentados sobre estos abanicos aluviales. (Jaén, Geología del cuadrángulo de Tarata (hoja 35.v), 1962)

**Tabla 02**

Unidades geológicas en la zona de estudio

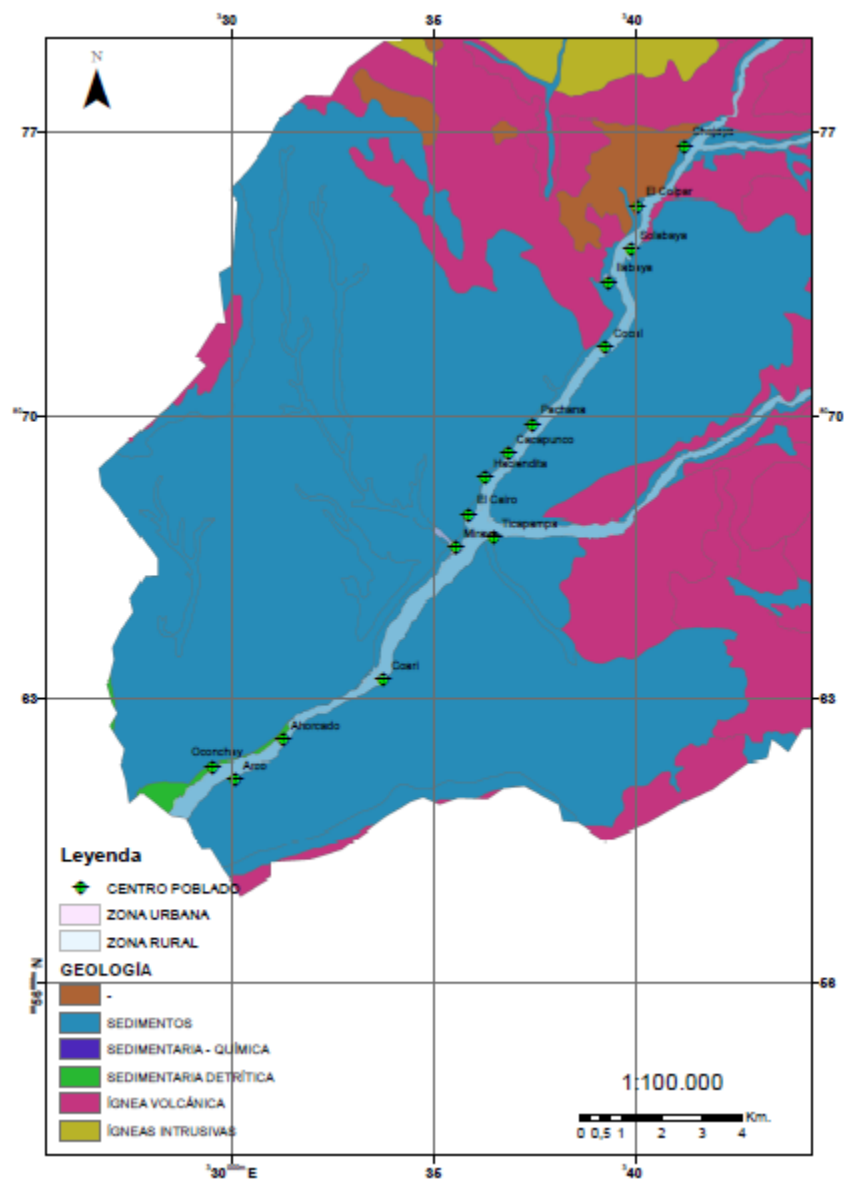
Tipo de roca	Unidad Geológica
Ígneas intrusivas	Diorita
Sedimentos	Conglomerados (polimicticos) en matriz de arena limosa inconsolidado
Sedimentos	Conglomerados (polimicticos) en matriz de arena limosa consolidado
Sedimentos	Conglomerados (clastos) en matriz de arena arcillosa
Sedimentos	Tobas retrabajadas
Sedimentos	Conglomerados (polimicticos) con tobas retrabajadas
Sedimentos	Conglomerados (clastos) en matriz de arena limosa

<b>Sedimentaria - química</b>	Conglomerados (clastos) en matriz de areno arcillosa
<b>Sedimentarios detrítica</b>	Tobas retrabajadas
<b>Ígneas intrusivas</b>	Tobas
<b>Ígneas intrusivas</b>	Tobas porfíricas
<b>Ígneas intrusivas</b>	Tobas Cristalíticas
<b>Ígneas intrusivas</b>	Riolita
<b>Ígneas intrusivas</b>	Lavas porfíricas
<b>Ígneas intrusivas</b>	Intercalación de lavas porfíricas y aglomerados
<b>Ígneas intrusivas</b>	Flujos de lava
<b>Ígneas intrusivas</b>	Clastos volcánicos
<b>Ígneas intrusivas</b>	Dacita
-	Alteración hidrotermal
-	Clastos volcánicos

**Fuente:** Geología del cuadrángulo de Tarata (hoja 35.v) (Jaén, 1962)

#### **2.4.2.2. Fallas**

Falla regional reconocida, que desde la frontera de Chile ingresa al cuadrángulo de Tarata por el borde Sur a inmediaciones de la hacienda Putina, de donde continúa con rumbo N 50° O por la esquina Suroccidental de la hoja hasta salir de ella por la localidad de Chejaya, ubicada en la zona de estudio.



**Figura 04:** Mapa de Geología-Litología de la zona de estudio **Fuente:** (Elaboración propia)



### 2.4.3. Geomorfología

La zona de estudio está comprendida por una terraza aluvial en su mayoría, propia del río Ilabaya, constituida por plataformas sedimentarias en el valle fluvial, originado por los sedimentos de río depositados en el mismo. En todos los flancos circundantes predomina zonas de Flanco Disectado de los Andes, Caracterizado por tener una topografía muy abrupta, esta unidad geomorfológica presenta un terreno muy accidentado, con un predominio de fuertes pendientes.

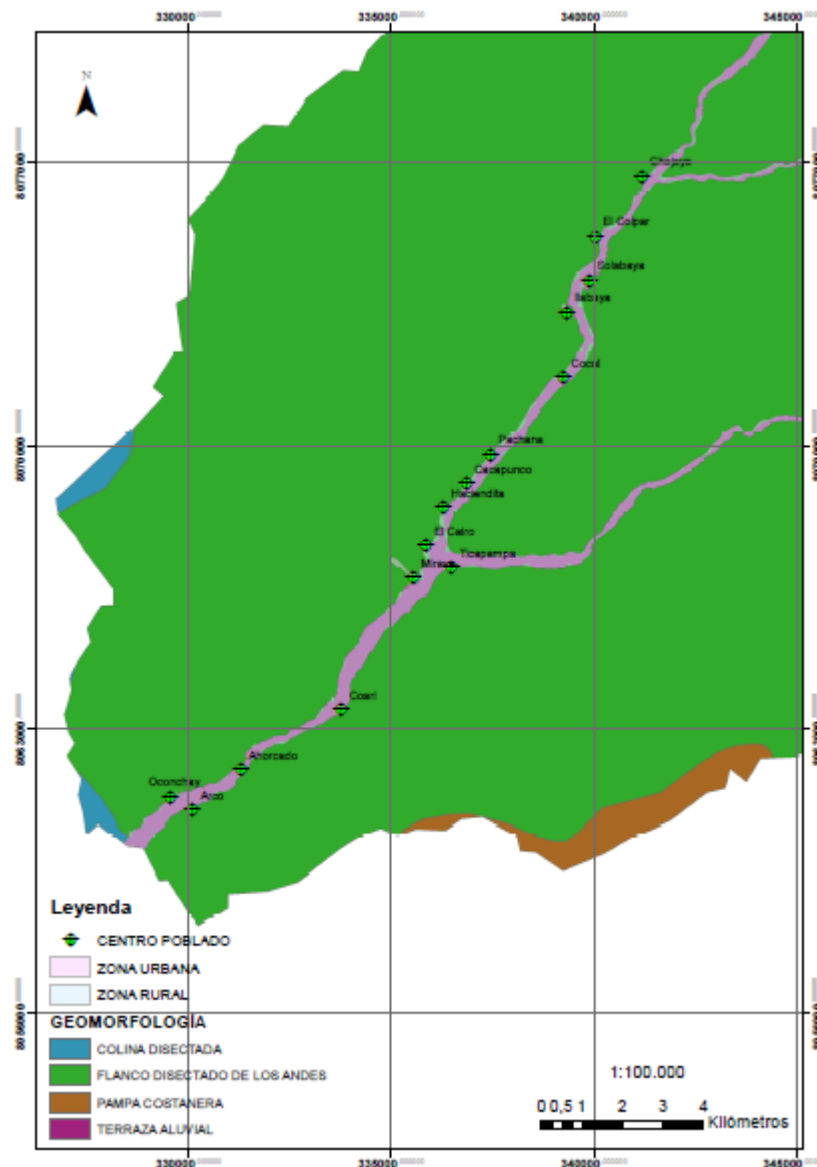


Figura 05: Mapa Geomorfológico de la zona de estudio. Fuente (elaboración propia)

#### 2.4.4. Pendiente

Entendiéndose como la inclinación de la superficie del suelo respecto a la horizontal, en el Reglamento de Clasificación de Tierras (MINAG, 2002), mediante una diferenciación de 100 metros, expresada en porcentajes, teniendo el cuadro de clasificación de fases por pendiente.

**TABLA 03**

Clasificación de Fases por Pendiente

<i>Término Descriptivo</i>	<i>Rango (%)</i>	<i>Símbolo</i>
<i>Plana o Casi a Nivel</i>	0 - 2	A
<i>Ligeramente inclinada</i>	2 - 4	B
<i>Moderadamente inclinada</i>	4 - 8	C
<i>Fuertemente inclinada</i>	8 - 15	D
<i>Moderadamente empinada</i>	15 - 25	E
<i>Empinada</i>	25 - 50	F
<i>Muy empinada</i>	50 - 75	G
<i>Extremadamente empinada</i>	> 75	H

**Fuente:** Reglamento de Clasificación de Tierras (MINAG, 2002)

La zona de estudio está comprendida principalmente por la cuenca del río Ilabaya, según la clasificación, una pendiente empinada en el centro poblado de Chejaya, y el Colpar, una pendiente moderadamente empinada en Solabaya Cocal, Haciendita y Coari, y una pendiente moderadamente empinada en los centros poblados de Oconchay, Arco, Ahorcado, Mirave Ticapampa, el Cairo, Cacapunco, Pachana y Cocal

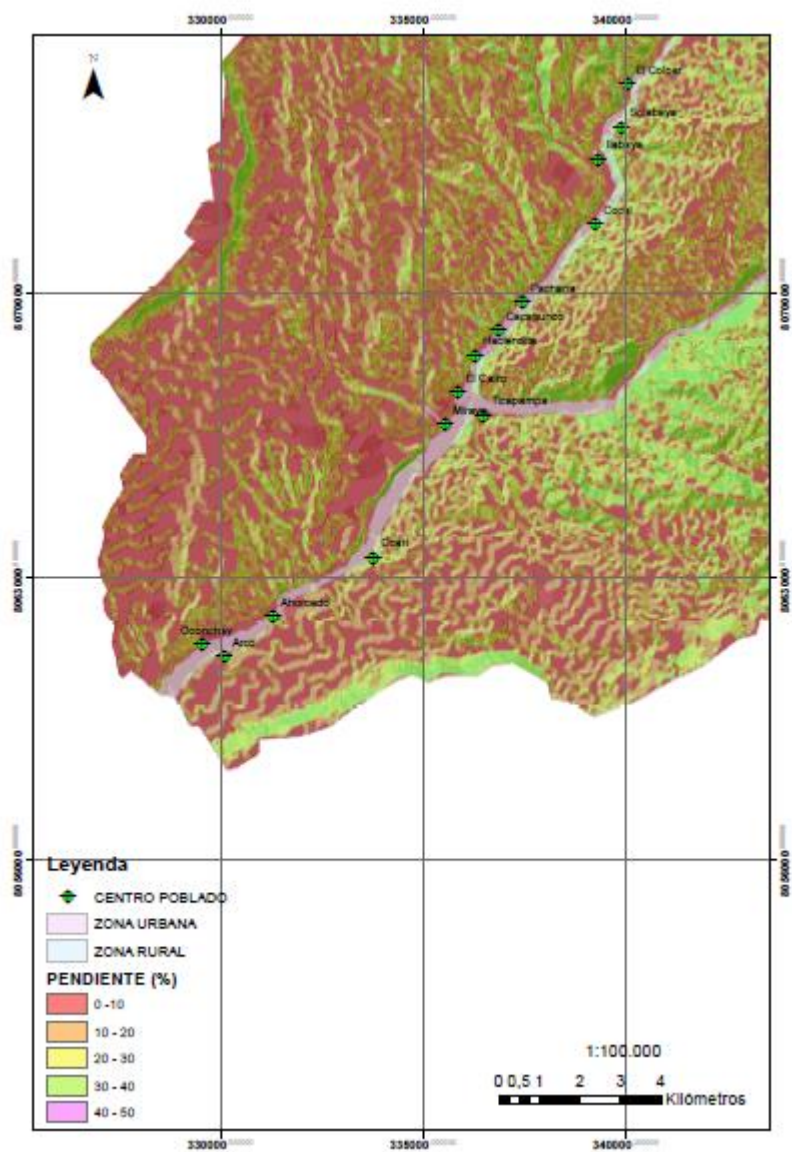


Figura 06: Mapa de pendientes de la zona de estudio. Fuente (elaboración propia)

### 2.4.5. Meteorología

Para caracterizar el clima del área de estudio, se analizan parámetros tales como: temperatura mínima y máxima, humedad relativa y precipitación, tomando información de la estación Ilabaya entre los años 2000 y 2019

**TABLA 04**

Descripción de la estación meteorológica comprendida en la zona de estudio

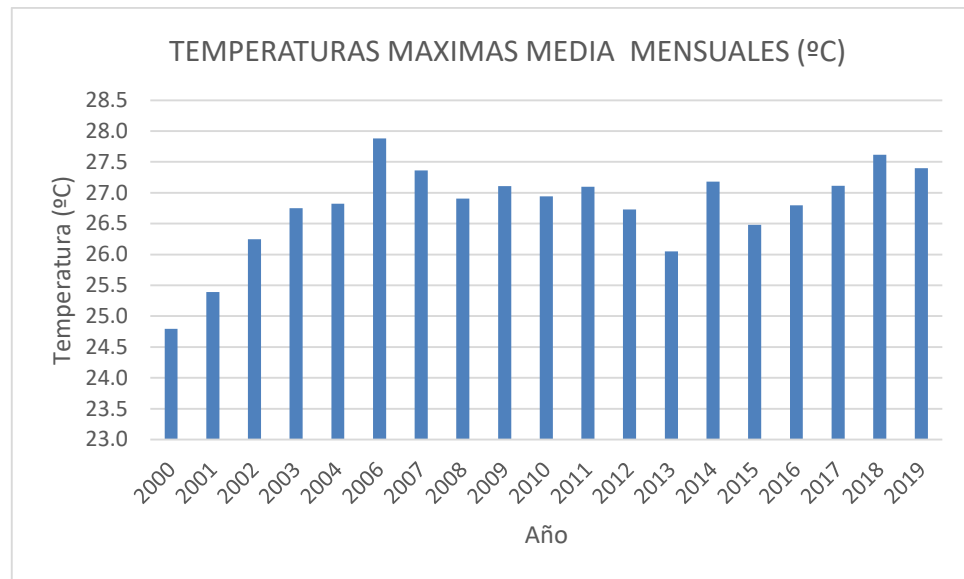
Estación	Tipo	Ubicación		Provincia	Altitud msnm
		Lat. S	Long. W		
Ilabaya	Meteorológica	17° 24	70° 31	Jorge Basadre	1645

Fuente: Senamhi, 2016

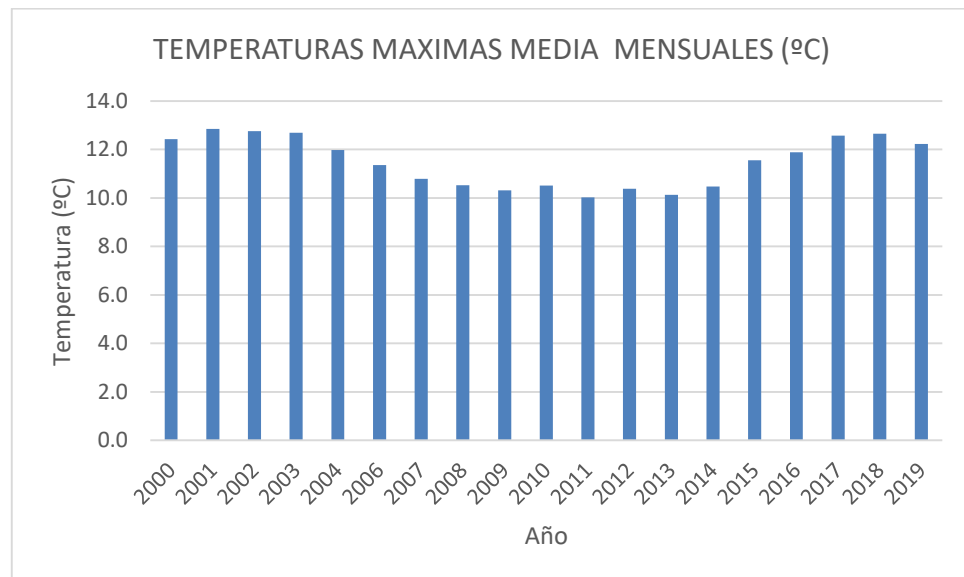
El clima de la zona de estudio, es árido y templado, con estaciones secas, caracterizado por su condición de aridez durante el año debido a que las precipitaciones son nulas o escasas, con déficit hídrico durante todo el año.

#### 2.4.5.1. Temperatura

En la estación Ilabaya. El año que se registró la mayor temperatura media fue el 2006 con un valor de 27,9 °C. Y el año en el que se registró la mínima temperatura media fue 2013 con un valor de 10,1 °C.



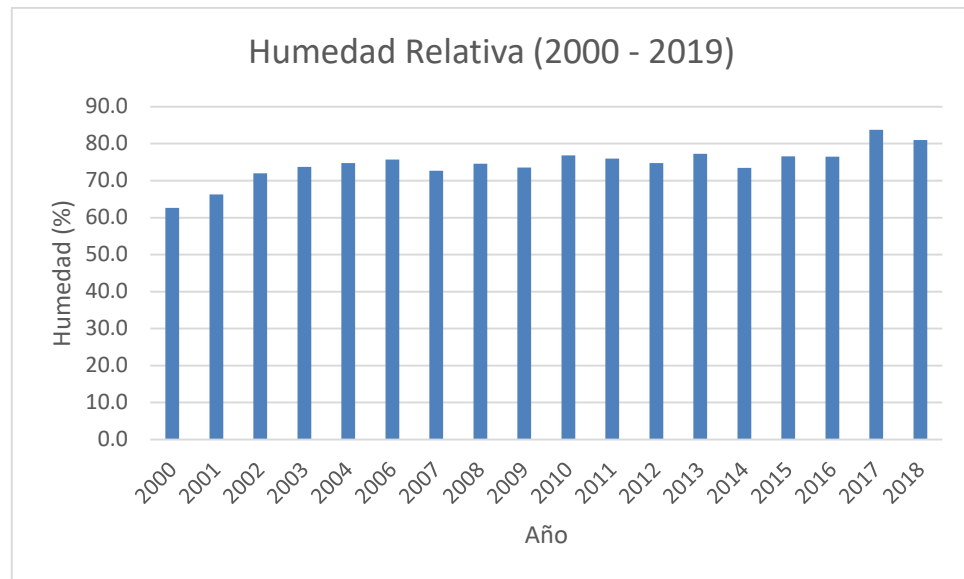
**Figura 07:** Temperaturas máximas media mensuales. **Fuente:** (Senamhi,2019)



**Figura 08:** Temperaturas mínimas media mensuales. **Fuente:** (Senamhi,2019)

#### 2.4.5.2. Humedad relativa

La mayor humedad relativa (H%) registrada en la estación Ilabaya entre los años de estudio fue el 2017 con un valor de 83,7. Y el mínimo fue de 62,6 registrado en el año 2000.

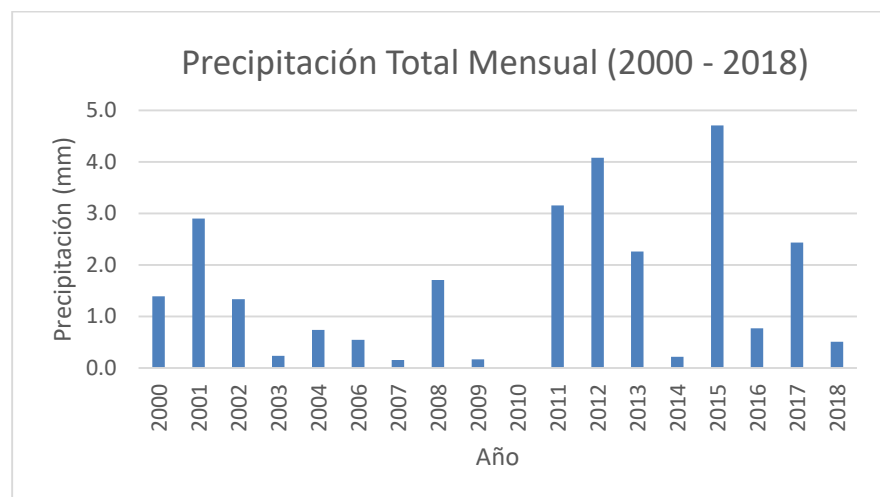


**Figura 09:** Humedad relativa media mensual. **Fuente:** (Senamhi, 2019)

### 2.4.5.3. Precipitación

La información empleada corresponde a los registros de la precipitación total mensual dentro de 2000 a 2019, años escogidos para el estudio.

El mayor valor de precipitación que se registró en la estación Ilabaya fue en 2015, con un valor promedio de 4,7 mm, pero en el mes de febrero de 2019 se registró un valor de 50,4 mm, siendo el máximo mensual en el periodo de estudio.



**Figura 10:** Precipitación Total Mensual **Fuente:** (Senamhi, 2019)

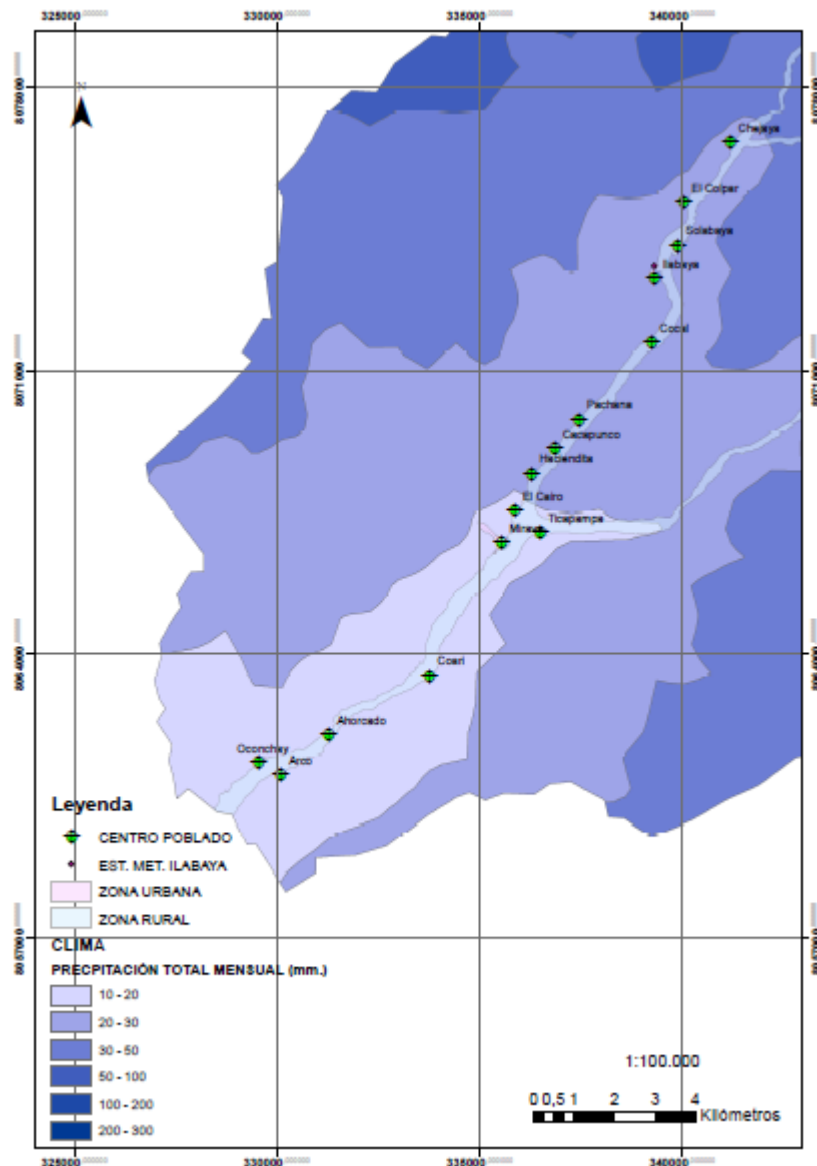


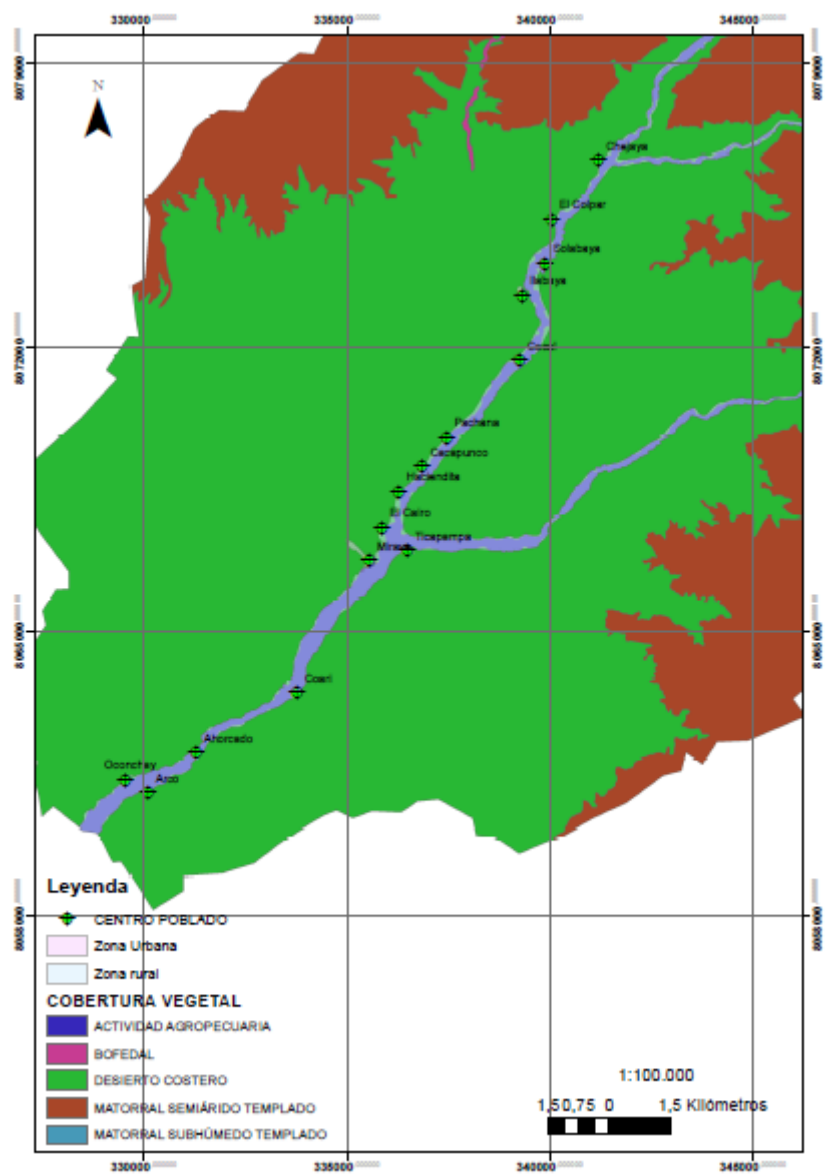
Figura 11: Mapa de clima de la zona de estudio. Fuente: (elaboración propia)

#### 2.4.6. Cobertura vegetal

Para la determinación del tipo de cobertura vegetal presente en la zona de estudio, se consideró la información obtenida por la Zonificación Ecológica Económica del departamento de Tacna, y según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015):

- **Bofedal:** Es un ecosistema hidromórfico distribuido a partir de 3800 m.s.n.m. ampliamente en la región altoandina, ubicado en los fondos de valle fluvio-glacial, planicies lacustres conos volcánicos y piedemonte. Que la mayor parte del año permanece inundado, pero con pequeñas oscilaciones en el periodo seco.
- **Desierto costero:** Es una ecorregión con un clima subtropical muy árido, con una alta humedad atmosférica con muy poca vegetación; ecosistema árido a hiperárido y por consecuencia de su pobre cobertura vegetal, están constituidas por suelos arenosos o con afloramientos rocosos, que ocupan áreas planas, disectadas y onduladas, con una erosión eólica constante.
- **Matorral arbustivo:** Distribuido ampliamente en la región andina, y como la zona de estudio se ubica en la zona sur del país tiene un rango de ubicación de 1500 a 3800 m.s.n.m. de la clasificación basada por las condiciones climáticas, podemos distinguir 2: Matorral semiárido templado, caracterizado por la aridez o semiaridez, condicionado por la humedad del suelo, y el Matorral subhúmedo templado, con unas condiciones subhúmedas.
- **Actividad agropecuaria:** Ubicadas en el valle de que atraviesa la zona de estudio, en la Cuenca de Ilabaya, con una amplia actividad agrícola por los pobladores, con la producción de orégano, por el río Ilabaya como frutales y caña de azúcar.





**Figura 12:** Mapa de vegetación de la zona de estudio. **Fuente:** (elaboración propia)

### 2.4.7. Fisiografía

Las unidades fisiográficas identificadas en la zona de estudio según la clasificación del proyecto de ordenamiento territorial, en la memoria descriptiva del mapa de pendientes y fisiografía de la región Tacna son:

**TABLA 05**

Unidades Fisiográficas Identificadas en la zona de estudio

<b>Gran Paisaje</b>	<b>Paisaje</b>	<b>SubPaisaje</b>	<b>Elementos de paisaje</b>
<i>Planicie</i>	Planicie Fluvial	Terrazas Fluviales	Terraza Bajas
<i>Colinoso</i>	Colina Baja	Ladera	Ligeramente Disectada
			Fuertemente Disectada
	Colina Alta	Ladera	Ligeramente Disectada
			Disectada
		Talud	Fuertemente Disectada
<i>Montañoso</i>	Montaña Sedimentario	Ladera	Moderadamente Empinada
	Montaña Volcánico	Ladera	Moderadamente Empinada
			Empinada
			Muy Empinada
		Ladera de Montaña Terraceada	

**Fuente:** Elaboración propia

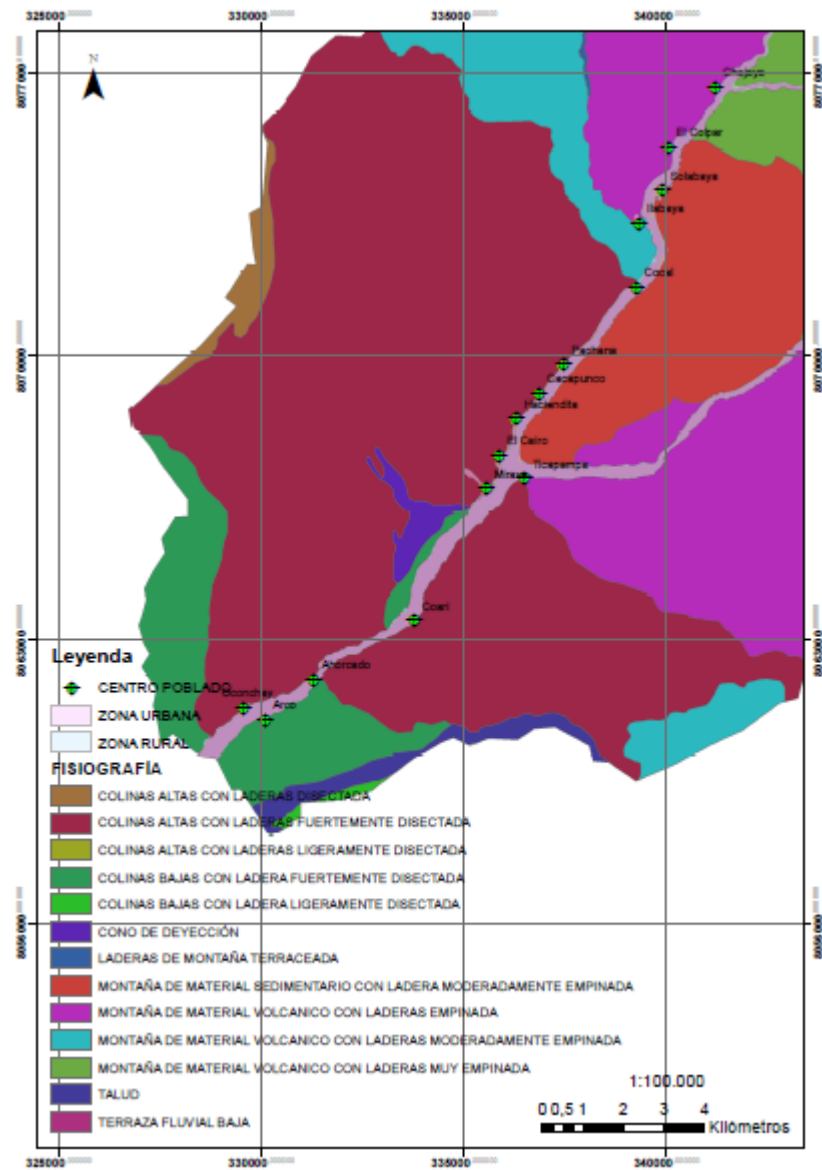
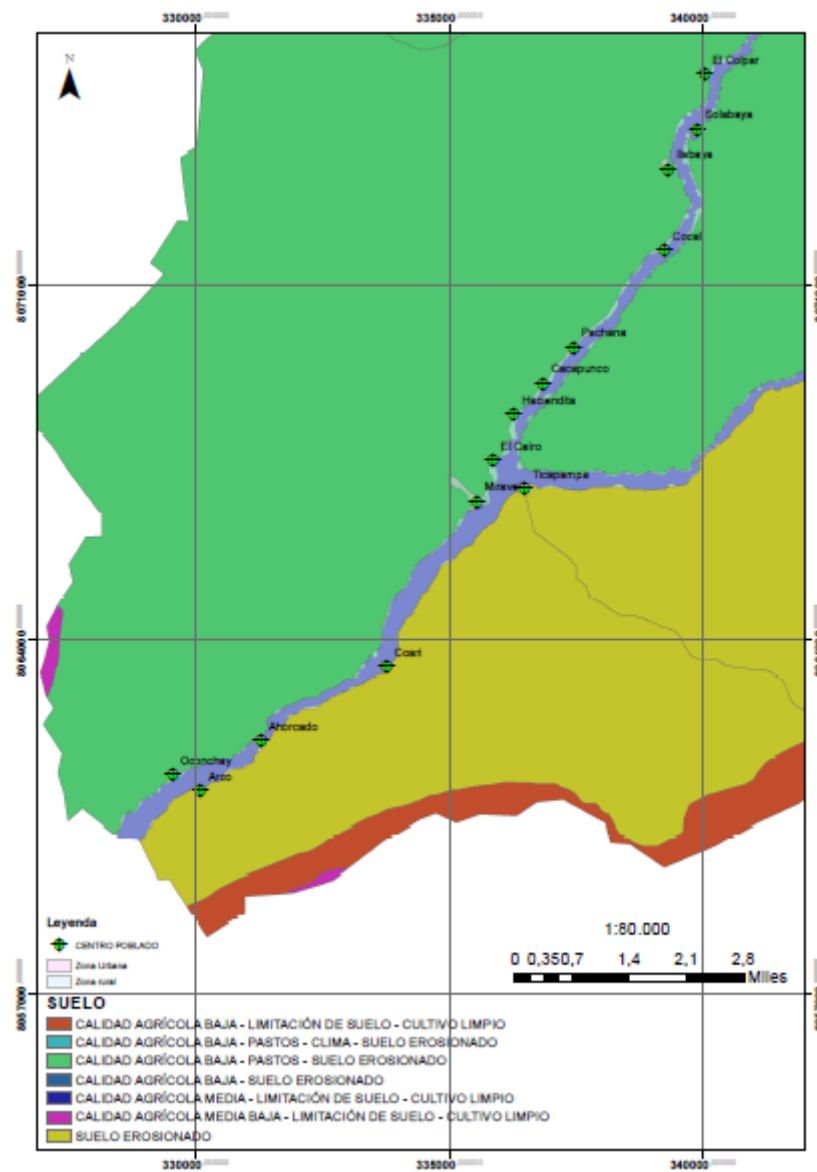


Figura 13: Mapa fisiográfico de la zona de estudio. Fuente: (elaboración propia)

#### **2.4.8. Suelos**

En la hoja de Tarata (Jaén, Geología del cuadrangulo de Tarata, 1965), la zona de estudio se ubica en el flanco occidental de los andes, específicamente en la zona disectada, que contiene una topografía muy quebrada en las partes bajas, Esta sección se caracteriza por la intensa acción erosiva ejercida, en la zona de estudio, por el río Ilabaya, y sus numerosos tributarios, labrando valles de hasta 1000 y 1200 metros, El valle Locumba, muestran un perfil transversal en forma de V, en la zona de estudio se muestra moderadamente inclinado, en el río Ilabaya,

La otra sección identificada es la zona de planicies, caracterizado por ser una superficie suavemente ondulada que se levanta desde los 3600 metros, a los 4000 metros de altitud, Al estar la planicie cortada por distintos cursos de agua, por diversos cursos de agua de la cuenca hidrográfica de Ilabaya, originándose planicies como la de Oconchay, ubicada en la zona de estudio.



**Figura 14:** Mapa de suelos de la zona de estudio. **Fuente:** (elaboración propia)

## **2.4.9. Hidrología**

### **2.4.9.1. Hidrografía**

La zona de estudio se encuentra comprendida en la cuenca del río Locumba, en la subcuenca del río Ilabaya, específicamente, la quebrada Borroqueña desagua el sector Sur del nevado Chuquiananta como la pampa Ichogollo, además de incrementar sus aguas del caudal del río Ilabaya por las quebradas Tomacucho y Huacane, cuyas cabeceras se encuentran en el bofedal de Turun-Turun, pampa Oconchay.

A partir de Cambaya el río Ilabaya sigue una dirección SO así como la localidad de Chejaya, recibiendo aguas de la quebrada de Huanuara que nace en los bofedales de Turun-Turun, aguas debajo, precisamente en Chejaya el río no recibe aportes que incrementan su caudal por atravesar una zona árida donde las quebradas tributarias son de cabeceras cortas. (Jaén, Geología del cuadrángulo de Tarata, 1965)

### **2.4.9.2. Cuenca Locumba**

En la cuenca Locumba, intercesión de las subcuencas Locumba, Ilabaya – Tacal y Curibaya – Aricota, en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay,

El área urbana comprendida en el área de influencia son los centros poblados: Chejaya, El Colpar, Solabaya, Ilabaya, Cocal, Pachana, Cacapunco, Haciendita, El Cairo, Ticapampa, Mirave, Coari, Ahorcado, Arco y Oconchay.

## **2.4.10. Características Biológicas**

### **2.4.10.1. Ecología**

**Desierto desecado – templado cálido:**

Con un área de 4396,14294 km<sup>2</sup>, presenta un clima árido y templado con características estaciones secas que presentan una precipitación pluvial anual que fluctúa entre 3 y 20 mm. Con una clara definición en su topografía que es plano a ligeramente ondulado, en la que están comprendidas zonas como valles agrícolas de los ríos y quebradas, así como pampas erizadas, y ondulado hasta accidentado, comprendiendo colinas bajas y altas, incluyendo piedemonte. (MINAM, 2015)

**Desierto periárido – templado cálido:**

Con un área de 773,631872 km<sup>2</sup>, presenta un clima templado cálido con un relieve variable, que comprende lomadas, colinas bajas, colinas altas y laderas montañosas caracterizadas por pendientes escarpadas, característica de las primeras estribaciones de la cordillera occidental andina. (Jaén, Geología del cuadrángulo de Tarata, 1965)

**Desierto superárido – templado cálido:**

Con un área de 1436,98725 km<sup>2</sup>, presenta un clima cálido con estaciones secas, caracterizada por presentar una precipitación pluvial anual que fluctúa entre 20 y 25 mm, con una predominación de colinas bajas hasta las colinas altas, con la inclusión de piedemonte, con una pendiente que oscila entre el 25 o 100%. (MINAM, 2015)

**2.4.10.2. Flora**

**Riqueza florística:**

A nivel florístico las familias se agrupan en 45 familias y 111 géneros. Las familias con una mayor representación a nivel de inventario florístico son Asteraceae con 36 especies,

Cactaceae y Poaceae con 14 especies y Fabaceae con 11 especies

Siendo las familias con mayor número de especies: Astarácea el 26.3%, Cactácea el 10,2%, Fabácea el 8% y Malvácea 2,9%

A partir de los 1500 m.s.n.m. aparecen cactáceas columnares (el candelabro y los curis), continuando con el incremento de altura se encuentra una cobertura vegetal más densa con una variedad de arbustos reinosos (tolas), así como gramíneas (paja brava) (G.R.TACNA, 2016)

#### **Especies vegetales categorizadas:**

Enfocándose en la conservación y lo que supone como categorización de acuerdo a el peligro que las especies tiene para la conservación, se definen con 3 especies en Peligro Crítico, En peligro solo una especie (Prosopischilensis), especies vulnerable, un total de 10, y casi amenazados con 4 especies. (MINAM, 2015)

#### **2.4.10.3. Fauna**

La fauna silvestre de los valles está representada por las aves, entre ellas chates, gorriones, palomas, tórtolas, sacaturreal, gallinazos, carpinteros y una variedad de jilgueros.

En las estepas constituyen el hábitat de una fauna variada: zorros, pumas, gatos monteses, hurones, vizcachas y otros roedores silvestres (G.R.TACNA, 2016)



## 2.4.11. Características sociales:

## 2.4.11.1. Población

TABLA 06

Población (Edad en grupos, cada 10 años) - Provincia Jorge Basadre

DISTRITO	URBANO ENCUESTA	RURAL ENCUESTA	EDAD DE 0 A 10 AÑOS	EDAD DE 11 A 20 AÑOS	EDAD DE 21 A 30 AÑOS	EDAD DE 31 A 40 AÑOS	EDAD DE 41 A 50 AÑOS	EDAD DE 51 A 60 AÑOS	EDAD DE 61 A 70 AÑOS	EDAD DE 71 A 80 AÑOS	EDAD DE 81 A 90 AÑOS	EDAD DE 91 A 100 AÑOS
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: LOCUMBA	0	2 256	424	308	339	343	314	236	188	75	22	6
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA	5 111	584	874	538	865	1 409	917	576	338	109	62	7
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ITE	0	2 822	406	745	532	445	347	198	93	42	13	1
	5 111	5 662	1 704	1 591	1 736	2 197	1 578	1 010	619	226	97	12

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

TABLA 07

Población (Edad en grupos quinquenales) - Distrito Ilabaya

P: EDAD EN GRUPOS QUINQUENALES	P: SEXO		
	Hombre	Mujer	Total
DE 0 A 4 AÑOS	185	196	381
DE 5 A 9 AÑOS	194	219	413
DE 10 A 14 AÑOS	186	171	357
DE 15 A 19 AÑOS	118	106	224
DE 20 A 24 AÑOS	149	92	241
DE 25 A 29 AÑOS	347	173	520
DE 30 A 34 AÑOS	493	204	697
DE 35 A 39 AÑOS	507	227	734
DE 40 A 44 AÑOS	395	153	548
DE 45 A 49 AÑOS	298	125	423
DE 50 A 54 AÑOS	213	114	327
DE 55 A 59 AÑOS	188	77	265

<b>DE 60 A 64 AÑOS</b>	147	80	227
<b>DE 65 A 69 AÑOS</b>	91	53	144
<b>DE 70 A 74 AÑOS</b>	34	30	64
<b>DE 75 A 79 AÑOS</b>	29	20	49
<b>DE 80 A 84 AÑOS</b>	18	27	45
<b>DE 85 A 89 AÑOS</b>	12	14	26
<b>DE 90 A 94 AÑOS</b>	2	7	9
<b>DE 95 A MÁS</b>	-	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3 606</b>	<b>2 089</b>	<b>5 695</b>

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

**TABLA 08**

Población en la zona de estudio

CENTROS POBLADOS	POBLACIÓN CENSADA		
	Total	Hombre	Mujer
<b>DISTRITO ILABAYA</b>	<b>5 695</b>	<b>3 606</b>	<b>2 089</b>
ILABAYA	301	139	162
CHEJAYA	49	29	20
EL COLPAR	-	-	-
SOLABAYA	19	11	8
COCAL	4	1	3
PACHANA	13	6	7
CACAPUNCO	5	2	3
TICAPAMPA	135	76	59
COARI	1	1	-
AHORCADO	10	5	5
MIRAVE	835	411	424
ARCO	2	2	-
OCONCHAY	88	44	44
EL CAYRO	5	2	3

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

## 2.4.11.2. Vivienda

TABLA 09

Vivienda, Tipo de material predominante – Distrito de Ilabaya

DISTRITO	TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE								
	En techos			En pisos			En paredes exteriores		
	Material noble	Calamina o tejas	Material precario	Cemento	Tierra	Parquet, losetas o similares	Material noble	Material de adobe o tapia	Material precario
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA	714	534	135	419	376	671	859	277	167
TOTAL	714	534	135	419	376	671	859	277	167

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

TABLA 10

Ocupación, vivienda – Zona de estudio

CENTROS POBLADOS	VIVIENDAS PARTICULARES		
	Total	Ocupadas	Desocupadas
DISTRITO ILABAYA	3 058	2 904	154
ILABAYA	164	158	6
CHEJAYA	22	22	-
EL COLPAR	4	4	-
SOLABAYA	10	10	-
COCAL	6	4	2
PACHANA	12	8	4
CACAPUNCO	5	5	-
TICAPAMPA	75	57	18
COARI	2	2	-
AHORCADO	4	4	-
MIRAVE	309	290	19
ARCO	2	2	-
OCONCHAY	47	44	3
EL CAYRO	5	5	-

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

### 2.4.11.3. Servicios básicos

**TABLA 11**

Cobertura y Déficit de alcantarillado por red pública – Distrito de Ilabaya

<b>DISTRITO</b>	<b>ALCANTARILLADO POR RED PÚBLICA</b>	<b>POZO SÉPTICO - LETRINA</b>	<b>POZO NEGRO O CIEGO</b>	<b>NO TIENE SERVICIO HIGIÉNICO</b>
<b>TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA</b>	1 238	174	21	42
<b>TOTAL</b>	1 238	174	21	42

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

**TABLA 12**

Cobertura y Déficit de agua por red pública domiciliaria – Distrito Ilabaya

<b>DISTRITO</b>	<b>CON AGUA POR RED PÚBLICA DOMICILIARIA</b>	<b>PILÓN O PILETA DE USO PÚBLICO</b>	<b>POZO (AGUA SUBTERRÁNEA)</b>	<b>NO TIENE AGUA POR RED PÚBLICA</b>
<b>TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA</b>	1 380	19	20	56
	1 380	19	20	56

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

**TABLA 13**

Servicio de agua, todos los días de la semana – Distrito Ilabaya

<b>DISTRITO</b>	<b>SÍ TIENE SERVICIO DE AGUA TODOS LOS DÍAS DE LA SEMANA</b>	<b>NO TIENE SERVICIO DE AGUA TODOS LOS DÍAS DE LA SEMANA</b>
<b>TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA</b>	1 357	42
	1 357	42

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

**TABLA 14**

La vivienda tiene alumbrado eléctrico por red pública – Distrito Ilabaya

<b>DISTRITO</b>	<b>SÍ TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO</b>	<b>NO TIENE ALUMBRADO ELÉCTRICO</b>
<b>TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA</b>	1 368	107
	1 368	107

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

## 2.4.11.4. Medios de comunicación

TABLA 15

Medios de comunicación, equipamiento - Distrito Ilabaya

DISTRITO	SÍ TIENE TELÉFONO CELULAR	NO TIENE TELÉFONO CELULAR	SÍ TIENE TELÉFONO FIJO	NO TIENE TELÉFONO FIJO
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA	1 406	136	182	1 360
	1 406	136	182	1 360

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

TABLA 16

Medios de comunicación, conexión a internet y tv - Distrito Ilabaya

DISTRITO	SÍ TIENE CONEXIÓN A INTERNET	NO TIENE CONEXIÓN A INTERNET	SÍ TIENE CONEXIÓN A TV POR CABLE O SATELITAL	NO TIENE CONEXIÓN A TV POR CABLE O SATELITAL
TACNA, JORGE BASADRE, DISTRITO: ILABAYA	393	1 149	782	760
	393	1 149	782	760

Fuente: Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017

## CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y nivel de la investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1.1. Explicativo

La investigación explicativa expone el comportamiento de una variable (variable dependiente) en función de una a más variables independientes. Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Con este tipo de investigación se busca encontrar las causas del problema. Requiere hipótesis y aplicación de prueba estadística. (Rodríguez, 2005)

#### 3.1.2. Nivel de investigación

##### 3.1.2.1. Aprehensivo

Este nivel de investigación corresponde a una investigación cuyos objetivos implican “analizar o comparar”.

##### 3.1.2.2. Comprensivo

Este nivel de investigación corresponde a una investigación cuyos objetivos implican “explicar, predecir o proponer”.

### 3.2. Población y/o muestra de estudio

Los registros históricos de temperatura y precipitación desde el año 1990 hasta el año 2018 de la zona de estudio representan el universo de población, teniendo como base informativa los registros del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI

### 3.3. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	dimensiones	indicadores
<b>Cambio Climático</b>	Variación del estado del clima, mediante la identificación de las variaciones del valor medio o los cambios identificables en sus propiedades, con una duración temporal de varios decenios o incluso periodos más largos. (IPCC, 2014)	Temperatura	°C
		Precipitación	mm
<b>Riesgo Ambiental</b>	Es una condición potencial definida que relaciona los elementos vulnerables expuestos con los potenciales peligros, teniendo por finalidad poder determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales, frente al cambio climático. (CENEPRED, 2015)	Vulnerabilidad	Bajo, medio, alto y muy alto
		Peligro	Bajo, medio, alto y muy alto

### 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas para la recolección de datos

##### 3.4.1.1. Fase I

##### a. Búsqueda y descarga de información

El primer paso consiste en la recolección de datos para la sistematización de la información contextual, para la caracterización del entorno geográfico inmediato, se utilizará la información prevista en la Zonificación Ecológica y Económica de

la región, la recopilación de información faltante se hará de estudio públicos y privados, que comprendan los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres.

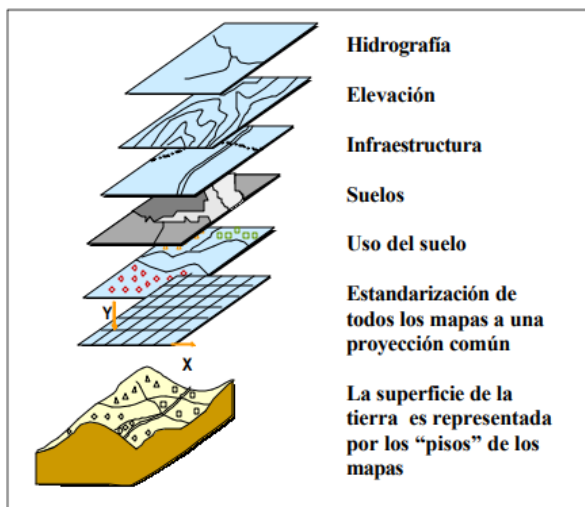
Realizando un diagnóstico de la zona que permita la realización de las distintas unidades temáticas con un rango de puntuación de acuerdo al procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

### 3.4.1.2. Fase II

#### a. Procedimiento de información

##### Representación cartográfica:

Para la generación de mapas temáticos, mediante la utilización de software libre, la información geográfica espacial, se representa en “capas” (layers), para la descripción de la disponibilidad de agua, la geología, la hidrografía, la elevación y la evolución del cauce del río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, Región Tacna, en el periodo temporal establecido para el estudio.



**Figura 15:** Modelamiento SIG para identificar los cambios del Río Ucayali y su influencia ambiental. **Fuente:** (Meza, 2006)



### 3.4.1.3. Fase III

#### a. Modelamiento y análisis




##### a.1. Modelamiento:

La delimitación de los factores climáticos definen el modelamiento para la investigación, con un SIG, y mediante las funciones de análisis del software libre, mediante la generalización cartográfica y el análisis espacial; la primera consiste en la generalización de las características del mapa reduciendo la complejidad del modelo final, la segunda mediante el análisis de las entidades graficas con funciones de cálculo, siendo: la superposición de mapas, reclasificación, conectividad entre elementos geográficos.

**Tabla 17**

Descripción de los tipos de análisis para el modelamiento

Tipo de análisis	Descripción	Ejemplo
Herramientas de análisis, generalización	Identificar un determinado grupo de información que puede ser agrupado en términos de clasificación. Define patrones y permite que al SIG incrementar su capacidad de identificación de los mismos	 <p>CLASIFICACION ORIGINAL      CLASIFICACION GENERALIZADA</p>
Herramientas de medición	<p>La inclusión de funciones de mediciones como: distancias entre puntos, líneas, perímetros, polígonos, el área de los mismos.</p> <p>Operaciones aritméticas para cada valor la adición, sustracción, multiplicación y división.</p> <p>Operaciones lógicas que tiene por finalidad definir áreas bajo condiciones determinadas.</p>	
Dissolve	Función que permite, en temas de líneas y polígonos, eliminar una línea divisoria entre características continuas, conteniendo como base de unión un atributo definido.	 <p><b>Entrada</b>      =      <b>Nuevo Tema</b></p>

Clip	A partir de la superposición de dos temas crea uno nuevo, extrayendo datos del temas al que se superpone el otro.	 <p>Tema Entrada + Tema Sobrepone = Nuevo Tema</p>
Unión de dos coberturas	La superposición de dos temas tipo polígono, crea un nuevo tema de salida a partir de la combinación de los polígonos y por tanto de sus atributos, conteniendo datos de los dos temas.	 <p>Tema Entrada + Tema Sobrepone = Nuevo tema</p>
Intersección de dos coberturas	La superposición de un tema sobre otro, genera un nuevo tema, que contiene datos de los dos temas, producto de la intersección.	 <p>Tema entrada + Tema Sobrepone = Nuevo Tema</p>

Fuente: Meza Carlos (2006)

### 3.4.2. Materiales y/o instrumentos

#### 3.4.2.1. Materiales

- Imagen de satélite Landsat. (path 72, row 2): 2018

#### 3.4.2.2. Equipos (hardware)

- CPU (01), modelo HP 1000 notebook PC, memoria RAM 3,89 Gb, 2,40 GHz, disco 4.00 GB.
- Impresora (01) EPSON L455, de formato A4

#### 3.4.2.3. Software

Se utilizará softwares libres con una finalidad definida:

- Softwares especializados en el manejo de datos multidimensionales para su visualización de las imágenes satelitales, mediante la utilización de las bandas espectrales y sus combinaciones.

- Softwares especializados en la generación de mapas temáticos, mediante la cual la información geográfica espacial se representa en “capas” para la descripción de la geología, la hidrografía y la evolución del cauce del río
- Softwares especializados en el modelamiento, para la delimitación de los factores climáticos, utilizando un SIG, se generalizará las características del mapa, para la reducción de la complejidad del modelo final, y con las funciones de análisis del software, se logrará la superposición de mapas, conectividad entre elementos geográficos de las entidades gráficas.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Según (MINAM, 2016) El procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en el apartado de desarrollo de pautas técnicas despliega 5 etapas que integradas desarrollan el procedimiento, preliminar pauta 01 (Caracterización del entorno geográfico inmediato), pauta 02 (Caracterización física, biológica y climática del territorio), y la pauta 03 (Caracterización del sistema urbano y los servicios), 2 etapas de análisis pauta 04 (Análisis y evaluación de peligros), y pauta 05 (Análisis y evaluación de vulnerabilidades), como la etapa que integra los resultados obtenidos para la estimación y evaluación de los escenarios de riegos, que es la pauta 06.

#### **3.5.1. Caracterización del entorno geográfico inmediato**

Para realizar el diagnóstico de la zona de estudio, se tiene que realizar una caracterización del entorno geográfico inmediato a partir de la información brindada en la Zonificación Ecológica y Económica, además de considerar información que comprenda estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos de desastres.

Se debe considerar tanto el uso actual de suelos como los niveles de riesgo de desastre en la zona y la problemática relacionada al peligro, para poder realizar el análisis de los componentes y condiciones físicas

del territorio, que considerar las condiciones del Medio Físico: Unidades hidrográficas, Unidades fisiográficas, Unidades geológicas, Relieve predominante y tipos de suelo.

Siendo que las unidades hidrográficas, corresponde a un análisis que considere los aspectos hidrológicos, para los aspectos fisiográficos, un mapa fisiográfico, considerando las pendientes en base a las fases de pendientes dispuestas en el reglamento de clasificación de tierras (MINAG, 2002), las unidades geológicas deben integrar un mapa geológico y estudio de geología, el caso de relieve debe incluir información del estudio de geomorfología y pendientes, para la información que concierne a tipos de suelo, se debe considerar estudios de suelos y la capacidad mayor de suelos. Completando la Tabla 18

**Tabla 18:**

Condiciones del Medio Físico

<b>CONDICIONES DEL MEDIO FÍSICO</b>				
<b>UNIDADES</b>	<b>Unidades</b>	<b>Unidades</b>	<b>Relieve</b>	<b>Tipo de suelos</b>
<b>HIDROGRÁFICAS</b>	<b>fisiográficas</b>	<b>geológicas</b>	<b>predominante</b>	

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, 2016

Para la caracterización social, económica y ambiental del ámbito de estudio y sus espacios de influencia, mediante la identificación y analizar las condiciones caracterizar los aspectos sociales de dinámica poblacional a nivel distrital y de la zona de estudio, Matriz 02 que son usos de suelos, aspectos físicos generales, aspectos biofísicos e hidrológico, como sistemas urbanos macro-regionales, como las vías de acceso (sistema de articulación vial) y la identificación de peligros existentes y su localización referencial Matriz 03

**Tabla 19:**

Estructuración de peligros

TIPOS DE PELIGROS		LOCALIZACIÓN	NIVELES DE PELIGROS				AFECTACIÓN	
FÍSICOS	Naturales		Muy alto	Alto	Moderado	Bajo	Superficie	%

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, 2016

**Tabla 20:**

Condiciones económicas y sociales

CONDICIONES ECONÓMICAS	CONDICIONES SOCIALES

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, 2016

El diagrama de flujo (figura 16) reduce todas las pautas que se deben seguir para poder obtener la caracterización del entorno geográfico inmediato, con la ubicación de la zona de estudio, es que se puede obtener los análisis de los componentes y condiciones físicas del territorio, así como la identificación de los peligros en la zona de estudio, en la caracterización social, económica y ambiental.



**Figura 16:** Diagrama para la caracterización del entorno geográfico inmediato. **Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.5.2. Caracterización física, biológica y climática del territorio

Mediante la identificación y análisis de las condiciones y características geológicas, geomorfológicas, fisiográficas, edafológicas, de cobertura vegetal y climáticas del territorio, para lo cual se debe analizar los factores internos y externos que afectan la estabilidad de la tierra, mediante la identificación de áreas sensibles a ser afectadas o modificadas físicamente de forma natural, en concordancia con los niveles de susceptibilidad física a la degradación natural.

Para la caracterización el análisis de las condiciones climáticas mediante la generación de un mapa de clima, el medio físico mediante la consideración de los elementos geológicos, geomorfológicos, fisiográficas, edafológicas, así como de cobertura vegetal, con la creación de mapas geomorfológicos, mapa fisiográfico y mapas de suelos, y por el medio biológico, considerando las condiciones de la cobertura vegetal, también analizando el contexto actual de la ocupación del suelo. Completando la Matriz 03 para la caracterización de las condiciones climáticas del territorio

**Tabla 21:**

Condiciones climáticas

CONDICIONES CLIMÁTICAS				
TIPO DE CLIMA	Precipitación	Temperatura	Humedad	Otros

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático, 2016

El siguiente paso es un análisis integrado de las condiciones del medio físico, biológico y climático, para lo cual se hace un análisis de forma individual, por mapas, para poder determinar los factores que intervienen en el proceso de susceptibilidad, teniendo en consideración los agentes

erosivos naturales antrópicos, y la resistencia y respuesta intrínseca por unidades, considerando los criterios de valoración tabla 22.

**TABLA 22**

Criterios de valoración

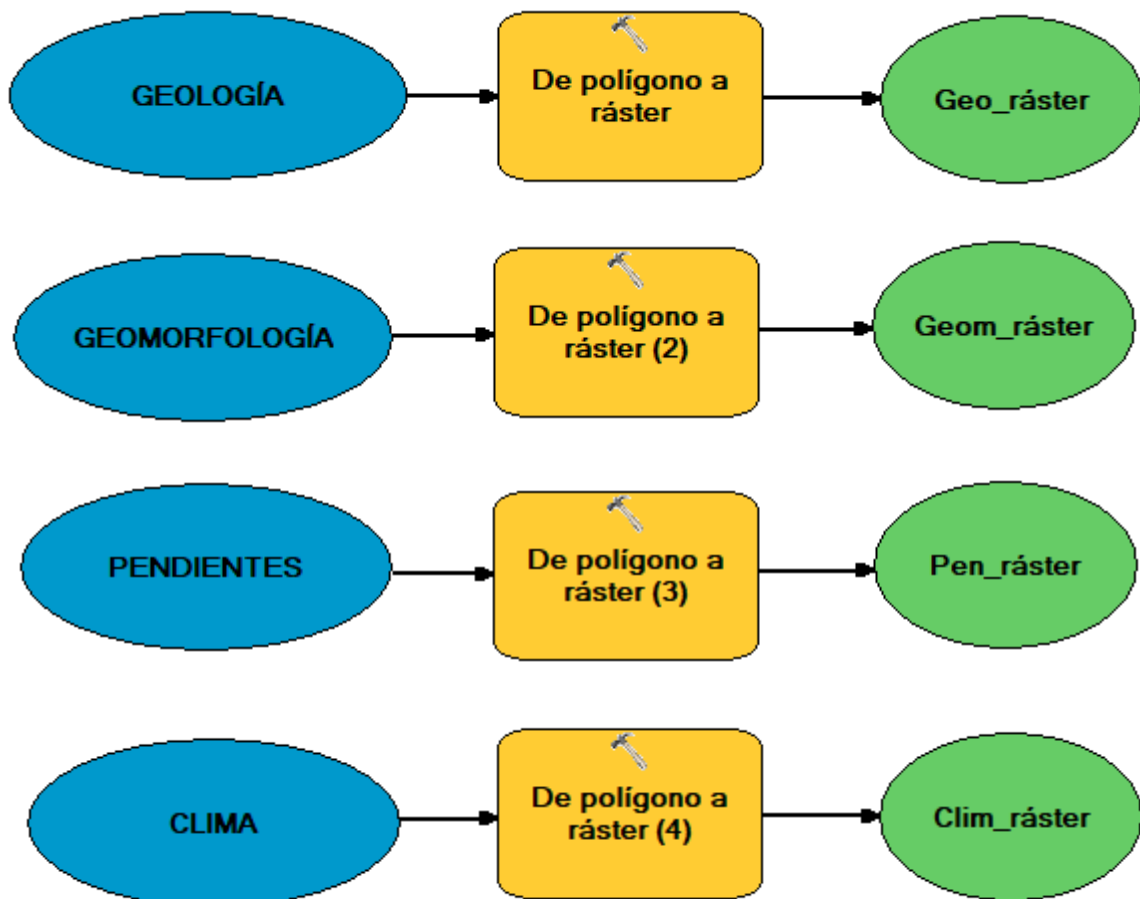
Criterios de valoración	Nivel
<b>Geología-Litología:</b> Análisis de las características litológicas, el relieve, estando implicado en el estudio para entender el grado de resistencia física, en el caso de las rocas ante los agentes erosivos, tectónicos, también se analiza el factor estructural de estabilidad	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
<b>Geomorfología:</b> Estudiando las pendientes y el drenaje, se analiza las características del relieve, estimando en el tiempo, como los agentes determinan la escorrentía superficial, erosión hídrica, considerando el nivel de pendientes.	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
<b>Pendiente:</b> teniendo en consideración que un grado mayor de pendiente representa un peligro a la erosión y pérdida de suelo.	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto
<b>Clima:</b> analizando las características de precipitación, sabiendo que, la energía cinética de la lluvia está estrechamente vinculada a la erosión generada por la lluvia	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
<b>Vegetación:</b> Analizando la cobertura de suelos, y la capacidad de protección de suelo frente a factores externos que puedan generar erosión, en distintos ámbitos.	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
<b>Fisiográfica:</b> Para determinar la condición natural del escenario analizado, se analiza el aspecto externo de la superficie.	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
<b>Suelos:</b> Analizar las unidades taxonómicas que, agrupan los suelos en similitud en la clase, disposición y grado de expresión de sus horizontes	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto

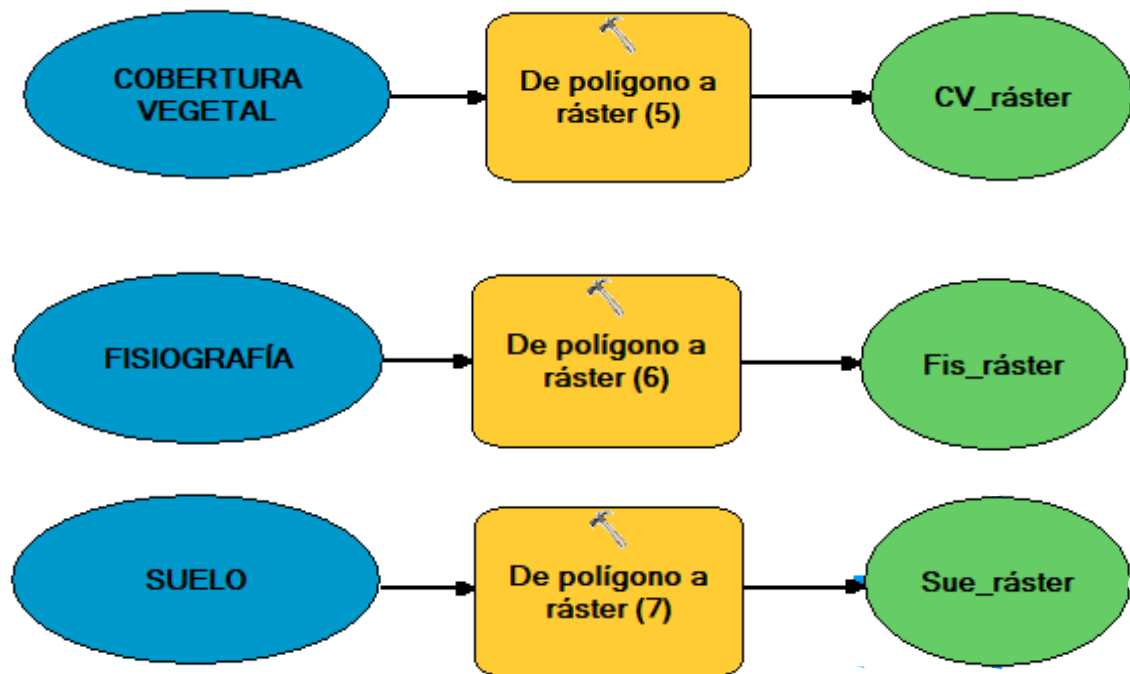
**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)



Para el análisis multivariable, se tiene que considerar en qué grado y peso contribuye, cada una de las variables, obteniendo así el grado de susceptibilidad del territorio, teniendo como primer paso la interpretación de las unidades litológicas para luego integrar los datos fisiográficos y pendientes, para obtener una coherencia cartográfica entre las unidades ya determinadas. Como segundo paso, se realiza la interpretación e integración de las características del tema geomorfológico y suelo, para configurar las características físicas del territorio. Y como tercer paso, la integración de las unidades de vegetación y precipitación, para la obtención, mediante un modelo matemático de posición central Media Geométrica Ponderada.

Mediante un diagrama de flujo, con la aplicación ModelBuilder, que permite crear y correr modelos que encadenan secuencias de las herramientas de geoprocесamiento, para suministrar de salida, en el caso de la investigación, a partir de la imagen en polígono a datos ráster:





**Figura 17:** Diagrama de flujo para la obtención de unidades temáticas en datos ráster. **Fuente:** (elaboración propia)

Con los datos obtenidos y las unidades temáticas en datos ráster, se procede a realizar la superposición ponderación con los valores establecidos en la tabla 23

**Tabla 23**

Fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física

MAPA (VARIABLE)	PONDERACIÓN
GEOLOGÍA(GE)	20
GEOMORFOLOGÍA (GE)	20
FISIOGRAFÍA (FI)	10
PENDIENTE (PE)	20
SUELOS (SU)	10
VEGETACIÓN (VE)	10
CLIMA (PP)	10

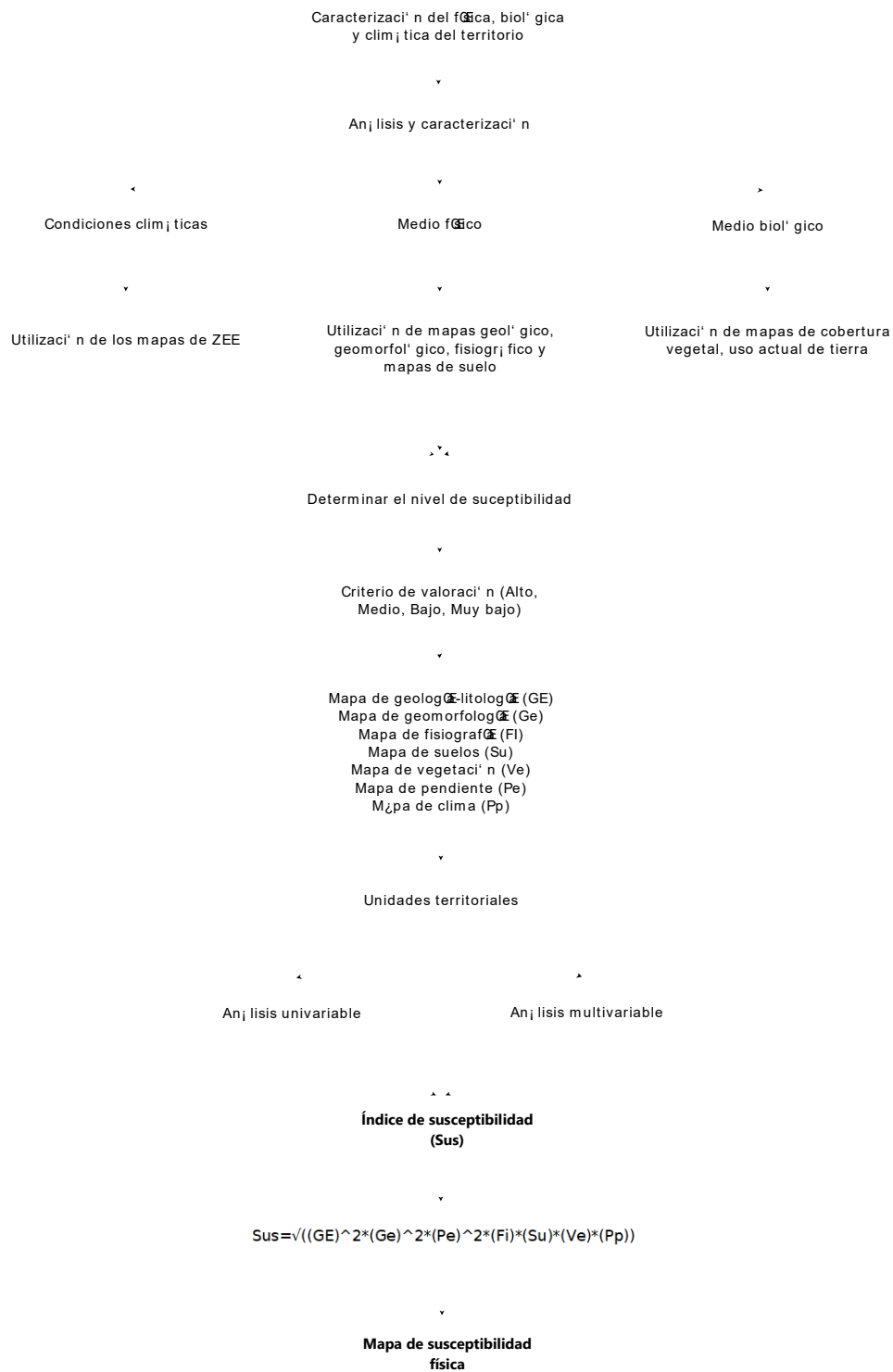
**Fuente:** Mapa de vulnerabilidad del Perú (MINAM, 2012)

**Ecuación 01:** Fórmula para la determinación de la susceptibilidad física

$$Sus = \sqrt{((GE)^2 * (Ge)^2 * (Pe)^2 * (Fi) * (Su) * (Ve) * (Pp))}$$

**Fuente:** Mapa de vulnerabilidad del Perú (MINAM, 2012)

En la figura 18 se detalla la caracterización física, biológica y climática del territorio, se detalla cómo se llega a realizar el mapa de la susceptibilidad física mediante la integración de los mapas con las unidades temáticas con un rango de valor asignado de acuerdo al nivel de peligro



**Figura 18:** Diagrama para la caracterización física, biológica y climática del territorio. **Fuente:** (Elaboración propia)

### 3.5.3. Análisis de peligro, vulnerabilidad y riesgos

#### 3.5.3.1. Evaluación de riesgo:

Para la Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático, se debe considerar el análisis de los riesgos en función de los peligros y la condición de vulnerabilidad de la zona de estudio.

**Ecuación 02:** Fórmula para la determinación de riesgo

$$R_{ie} = f (P_i \times V_e)$$

**R=** Riesgo

**f=** En función

**P<sub>i</sub>** = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t

**V<sub>e</sub>** = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

#### 3.5.3.2. Análisis y evaluación de peligros:

Primero se tiene que identificar los peligros de tipo físico y antropógeno que, en el ámbito de análisis, tengan probabilidad de ocurrencia; se procede a la caracterización de los peligros identificados existentes, mediante la recopilación cualitativa y/o cuantitativa, mediante el análisis de material cartográfico, imágenes satelitales; seguidamente el mapeo de las zonas de influencia para el modelamiento SIG, para poder evaluar el nivel de peligro en las zonas de influencia.

El siguiente paso es el análisis y evaluación de los peligros asociados al cambio climático, con la caracterización del perfil climático de la región, y evaluar los peligros de manera sectorial con origen hidrometeorológico, que se asocien al cambio climático.

**TABLA 24**

Peligros asociados al cambio climático

<b>Peligros asociados al CC</b>	<b>Peligro actual</b>	<b>Peligro futuro</b>
Descenso de T° (helada)	Registro de temperatura mínimas históricas	Registro de temperatura mínimas futuras (escenario climático)
Sequias	Registro de precipitación históricos	Registro de precipitación futuras (escenario climático)
Inundaciones	Registro de precipitación históricos	Registro de precipitación futuras (escenario climático)
Deglaciación	Registro de pérdida de área glaciar	Tendencia de pérdida de área glaciar
Erosión hídrica	Registro de la intensidad de la precipitación histórica	Registro de la intensidad de la precipitación futura
Incremento T° del mar (TSM)	Registro de TSM máxima	Registro de TSM máximas futura

**Fuente:** Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático (MINAM, 2009)



**Figura 19:** Análisis y evaluación de peligros. **Fuente:** (Elaboración propia)

En la figura 19 se detalla el análisis y evaluación de Peligro mediante la identificación de los peligros, caracterizando los existentes y la asociación de los peligros asociados al cambio climático

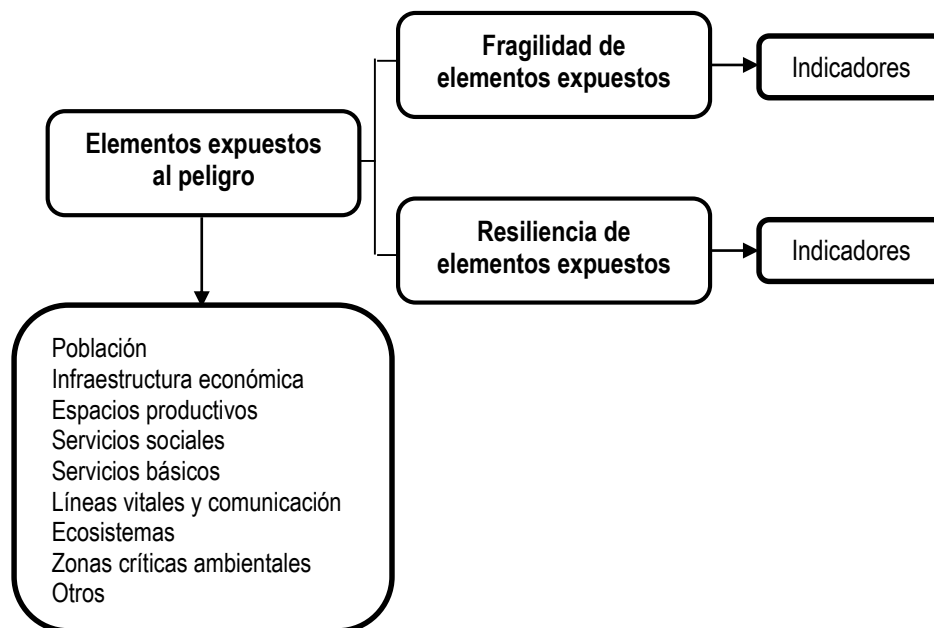
### **3.5.3.3. Análisis y evaluación de Vulnerabilidad**

Primero se debe identificar y analizar las condiciones de fragilidad, exposición y la resiliencia de los actores sociales, así como las líneas y servicios vitales. Se procede con la caracterización e identificación de los elementos sociales, ambientales y económicos, con el inventario y caracterización del conjunto de elementos construidos y acondicionados en la zona de estudio.

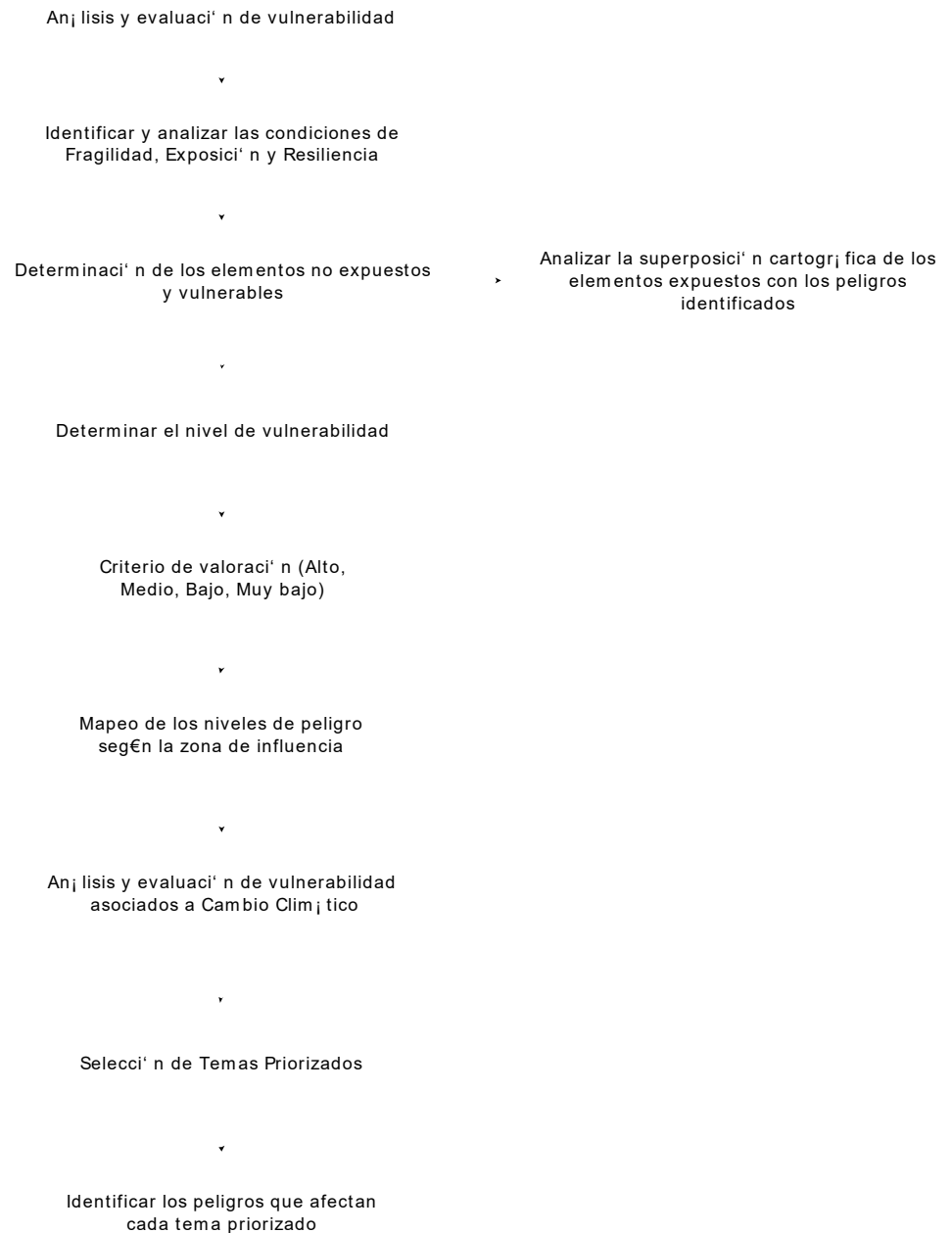
Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad, mediante los valores de bajo, medio, alto y muy alto) teniendo que ser un análisis integrado con la sensibilidad, resiliencia y exposición; también mediante la sobreposición con los elementos expuestos con los peligros identificados es que se puede determinar, también, los elementos no vulnerables.

Para la determinación y mapeo según los niveles de vulnerabilidad es que se hace, previamente, el análisis de los factores de vulnerabilidad, mediante el análisis de los indicadores, mediante la determinación y confrontación con la resiliencia y la fragilidad.





**Figura 20** Esquema para el análisis de la vulnerabilidad. **Fuente:** MINAM, 2016



**Figura 21:** Análisis y evaluación de vulnerabilidad. **Fuente:** (elaboración propia)

En la figura 20 se explica el proceso de análisis y evaluación de la vulnerabilidad considerando e identificando las condiciones de Fragilidad, exposición y la resiliencia, con sus respectivos indicadores

### 3.5.3.4. Estimación y evaluación de los escenarios de Riesgos

Con la evaluación de los niveles de vulnerabilidad y peligrosidad terminados, se elaborará los mapas síntesis de riesgos para así determinar las zonas por riesgos, mediante el establecimiento de los escenarios de riesgo por cada tipo de fenómeno.

Una vez obtenidos los mapas de peligros por grados y los mapas de vulnerabilidad por grados, ponderados en niveles: bajo, medio, alto y muy alto, se realiza un análisis tabular y conjunto de los mismos, la intersección de los niveles de peligrosidad y de vulnerabilidad determinan el nivel de riesgo.

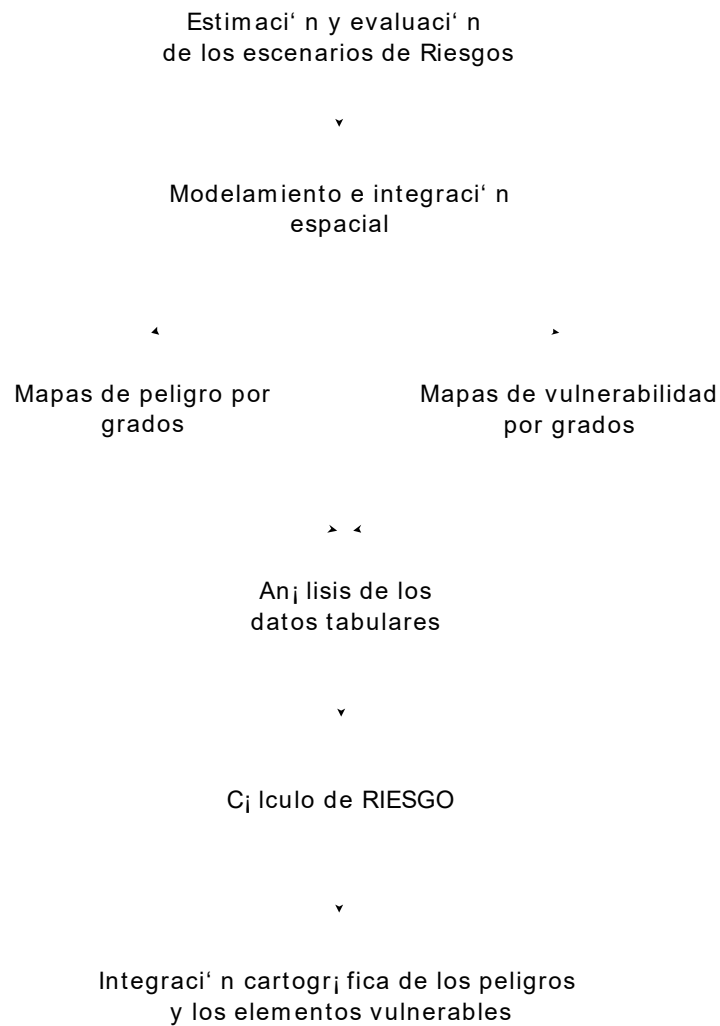
**TABLA 25**

Nivel de riesgo

<b>Peligro MA</b>	M	A	A	MA	MA
<i>Peligro A</i>	M	M	M	A	MA
<i>Peligro M</i>	B	B	M	A	A
<i>Peligro B</i>	MB	B	B	M	A
<i>Peligro MB</i>	MB	MB	B	M	M
	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>MA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El cálculo de riesgo es la integración cartográfica de cada uno de los peligros con cada uno de los elementos expuestos vulnerables, para obtener espacialmente identificado los niveles de riesgo. El resultado que es la identificación cartográfica de las posibles zonas afectadas que se produce el desastre.



**Figura 22:** Estimación y evaluación de los escenarios de Riesgos. **Fuente:** (elaboración propia)

En la figura 22 se determina como se llega a determinar los escenarios de Riesgos atendiendo el Cambio Climático como principal fuente de generación de Peligros y la vulnerabilidad de los actores sociales de la zona de estudio.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 4.1. Análisis de la caracterización del entorno geográfico inmediato

#### 4.1.1. Condiciones del medio físico

**Tabla 26**

Resultados de las condiciones del Medio Físico

<b>CONDICIONES DEL MEDIO FÍSICO</b>			
<b>UNIDADES FISIOGRÁFICAS</b>	<b>Unidades geológicas</b>	<b>Relieve predominante</b>	<b>Tipo de suelos</b>
Montaña de material sedimentario con ladera moderadamente empinada	Sedimentos	Flanco disectado de los andes	Suelo erosionado
Montaña de material volcánico con laderas muy empinada	Sedimentaria - química	Terraza aluvial	Calidad agrícola baja - Suelo erosionado
Montaña de material volcánico con laderas empinada	Sedimentaria detrítica	Colina disectada	Calidad agrícola baja - Pastos - Suelo erosionado
Montaña de material volcánico con laderas moderadamente empinada	Ígnea volcánica	Pampa costanera	Calidad agrícola baja - Pastos - Clima - Suelo erosionado
Colinas altas con laderas fuertemente disectadas	Ígneas intrusivas		Calidad agrícola baja - Limitación de suelo - Cultivo limpio
			Calidad agrícola media baja - Limitación de suelo - Cultivo limpio

Calidad agrícola  
media - Limitación de  
suelo - Cultivo limpio

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

En el cuadro anterior se obtiene las unidades que integraran los mapas de unidades temáticas de Geología – Litología, Geomorfología, Fisiografía y Suelo, para lo cual, en el caso de las Unidades Fisiográficas, se consideró la Memoria Descriptiva del Mapa de Pendientes y Fisiografía de la Región de Tacna (MINAM, 2012); el cartografiado geológico con el que se obtienen la unidades temáticas para el mapa de Geología (Unidades Geológicas) como base los trabajos de revisión y actualización de la carta geológica nacional llevado a cabo por INGEMMET en el año 2000; El relieve predominante (Unidades Geomorfológicas) tiene como base la Geología del cuadrángulo de Tarata (Jaén, 1962); y los Tipos de Suelos determinan las unidades temáticas para el Mapa de Suelos, se toma como referencia la Memoria Descriptiva del Mapa de Uso Actual de Tierras de la Región Tacna (G.R.TACNA, 2016)

#### 4.1.2. Identificación de peligros

**Tabla 27**

Resultados de la estructuración de peligros

TIPOS DE PELIGROS		LOCALIZACIÓN	NIVELES DE PELIGROS					AFECTACIÓN	
FÍSICOS	Naturales		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Superficie	%
	Inundación fluvial	Margen derecha del río llabaya	x					84,07 km <sup>2</sup>	16.73%
	Flujos de lodo	Margen derecha del río llabaya	x					112,01 km <sup>2</sup>	22.30%

	(Ilabaya, El Colpar, Solabaya)						
Desprendimiento	Río Ilabaya, en el tramo Cocal - Oconchay		X				370,41 km <sup>2</sup> 73.75%
Deslizamientos	Margen izquierda del río Ilabaya en el tramo Cocal - Mirave		x				124,5 km <sup>2</sup> 24,79%

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

La información para la identificación de peligros, se obtiene a partir de la información proporcionada por el Informe Técnico Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Tacna (Luque, 2016), donde se detalla como muestra el cuadro los márgenes del río Ilabaya con predominancia, en el caso del peligro generado por fenómeno de geodinámica externa, inundación fluvial, en el tramo de Ilabaya – Oconchay, en el caso de desprendimientos, en Mirave, al estar asentado sobre depósitos de flujos de detritos antiguos, por las pendientes circundantes con laderas de pendiente muy escarpada.

#### 4.1.3. Aspectos socioeconómicos

**Tabla 28**

Resultado de las condiciones económicas y sociales

CONDICIONES ECONÓMICAS		CONDICIONES SOCIALES	
<b>ACTIVIDAD</b>	Agricultura, Ganadería,	<b>POBLACIÓN</b>	<b>Ilabaya</b> 301
<b>ECONÓMICA</b>	Caza y Silvicultura;		<b>Chejaya</b> 49
	Administración pública,		<b>El Colpar</b> -
	Defensa, Construcción		<b>Solabaya</b> 19
			<b>Cocal</b> 4
			<b>Pachana</b> 13

<b>Cacapunco</b>	5
<b>Ticapampa</b>	135
<b>Coari</b>	1
<b>Ahorcado</b>	10
<b>Mirave</b>	835
<b>Arco</b>	2
<b>Oconchay</b>	88
<b>El Cayro</b>	5
<b>CENTROS EDUCATIVOS</b>	42028 Mariscal Guillermo Miller, 325 Mirave, Gustavo Pinto Zevallos, 311 Ilabaya, 42051 Oconchay, 434 Las Mercedes, 366 Poquera, 42045 Cristina Vildoso Berrios
<b>CENTROS DE SALUD</b>	C.S. Mirave, C.S. Ilabaya
<b>VIVIENDA OCUPADA</b>	
<b>Ilabaya</b>	164
<b>Chejaya</b>	22
<b>El Colpar</b>	4
<b>Solabaya</b>	10
<b>Cocal</b>	6
<b>Pachana</b>	12
<b>Cacapunco</b>	5
<b>Ticapampa</b>	75
<b>Coari</b>	2
<b>Ahorcado</b>	4
<b>Mirave</b>	309
<b>Arco</b>	2
<b>Oconchay</b>	47
<b>El Cayro</b>	5

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

La información de las condiciones sociales, se extrae de Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda (INEI, 2017),



entendiendo que la capital de Distrito es Ilabaya, el Centro Poblado considerado en la zona de estudio Mirave, los Anexos Chejaya, Oconchay, Ticapampa y las Comunidades campesinas: Carumbraya, Higuerañi, Toco Grande, Toco Chico, Borogueña, Vilalaca, Chululuni, Coraguaya, Santa Cruz.

## 4.2. Análisis de la caracterización física, biológica y climática del Territorio

### 4.2.1. Climáticas del territorio

**Tabla 29**

Resultado de las condiciones climáticas

CONDICIONES CLIMÁTICAS				
TIPO DE CLIMA	Precipitación	Temperatura	Humedad	Otros
ÁRIDO Y	200 - 300	18,1 – 2	69 -72	
TEMPLADO,	100 - 200			
CON	50 - 100	16,1 - 18	72 - 75	
ESTACIONES	30 - 50			
SECAS	10 - 30			

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

El tipo de clima predominante Árido y templado con las estaciones secas, donde las Zonas de Vida identificadas son desierto desecado – templado cálido, desierto periárido – templado cálido, Desierto superárido – templado cálido, lo que explica la naturaleza climática de la zona, considerando la topografía en el caso del primero, valles agrícolas de los ríos y quebradas, así como pampas erizadas, y ondulado hasta accidentado, comprendiendo colinas bajas y altas, incluyendo piedemonte; la segunda, que comprende lomadas, colinas bajas, colinas altas y laderas montañosas caracterizadas por pendientes escarpadas, característica de las primeras estribaciones de la cordillera occidental

andina; y la tercera con una predominación de colinas bajas hasta las colinas altas, con la inclusión de piedemonte.

La precipitación total mensual, la temperatura media anual y la humedad relativa, son valores obtenidos del SENAMHI, considerando que, la precipitación es la unidad temática para el mapa de Clima, por ser el ámbito de estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad del Cambio Climático

#### 4.2.2. Análisis integrado de las condiciones del medio físico, biológico y climático

Para la elaboración de las variables temáticas, en el caso de geología y litología, considerando el tipo de roca, geomorfológico, considerando la unidad geomorfológica, pendiente, considerando la clasificación de las fases de pendiente, el clima, considerando el grado de precipitación, la vegetación considerando la cobertura de vegetación, y para la fisiografía y suelos describir las unidades de fisiografía y de suelos, respectivamente.

**Tabla 30**

Variables climáticas

CRITERIO DE VALORACIÓN	NIVEL	DESCRIPCIÓN
<b>GEOLOGÍA-LITOLOGÍA</b>	Muy alto	Tipo de roca predominante: sedimentos
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	Alto	Unidad geomorfológica: terraza aluvial
<b>PENDIENTE</b>	Media	Fase por pendiente: 25 – 50%
<b>CLIMA</b>	Muy Bajo	Precipitación Total mensual: 10 -30 mm
<b>VEGETACIÓN</b>	Bajo	Cobertura vegetal: Actividad agropecuaria
<b>FISIOGRÁFICA</b>	Muy Bajo	Unidad fisiográfica: Terraza fluvial baja
<b>SUELOS</b>	Muy Bajo	Calidad agrícola media - Limitación de suelo - Cultivo limpio

**Fuente:** Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático (MINAM, 2016)

A partir de los mapas con las unidades temáticas definidas es que primero se asignan los campos de valor para las unidades temáticas como se ve en la Tabla 30, como ya se definió en la caracterización del entorno geográfico inmediato (Tabla 26), mapa de Geología – Litología (**Figura 04**), mapa de Geomorfología (**Figura 05**), mapa de fisiografía (**figura 13**) y mapa de suelos (**Figura 14**), y se considera como factor clave en la descripción de las unidades temáticas anteriormente descrita la pendiente, obteniendo el mapa de pendiente (**Figura 06**) teniendo como base la clasificación por fase de porcentaje; en la sección de la descripción de las condiciones climáticas del análisis de la caracterización físicas, biológicas y climáticas obtenemos el mapa de clima (**Figura 11**), con base a las precipitaciones, y el mapa de vegetación (**Figura 12**) con base a la cobertura.

**Tabla 31**

VARIABLES CLIMÁTICAS

MAPA	CAMPO DE VALOR
GEOLOGÍA - LITOLOGÍA	Tipo de roca
GEOMORFOLOGÍA	Unidades geomorfológicas
PENDIENTE	Fases por pendientes (%)
CLIMA	Precipitación (mm)
VEGETACIÓN	Cobertura vegetal
FISIOGRAFÍA	Unidades fisiográficas
SUELOS	Capacidad de Uso Mayor

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Análisis Multivariable de las variables físicas, biológicas y climáticas

El realizar la superposición ponderada de los mapas con las unidades temáticas establecidas para la determinación de la susceptibilidad física, necesita de un proceso de conversión de los 07 mapas con las unidades temáticas ya definidas de polígono a datos ráster, que consiste en una matriz de celdas organizadas en filas y columnas y las mismas

representan información, para lo cual se debe tener presente el campo de valor, con un tamaño de celda de 50, el campo de valor asignado está definido en la Fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física definida en la Tabla 19

En la Ubicación de la Zona de estudio, que consiste en un diagnóstico para poder detallar y caracterizar el medio físico, biológico y climático, así como la consideración de las variables social económicas de la región, es que se obtiene los 7 mapas con las unidades temáticas que al integrarse se puede obtener la susceptibilidad física:

Teniendo en cuenta un valor asignado para cada variable que se aplicará en la determinación de la susceptibilidad física:

**Mapa de Geología – Litología**, en el que se considera como unidad asignable de rango, el tipo de roca predominante, considerando que la clasificación de sedimentos presenta un valor mayor (20) por presentar un mayor riesgo por las características mismas de no ser un material consolidado, a diferencia de los sedimentos detríticos, con un valor de 16 por ser un material consolidado, las sedimentarias detríticas presentan un valor menor (12), pues son solubles a altas precipitaciones, mientras que las rocas volcánicas, tienen un valor de 8 por ser rocas consolidadas, por la misma razón y por su naturaleza, las ígneas intrusivas presentan el valor menor (4).

**Mapa de geomorfología**, teniendo en cuenta que la geomorfología describe las formas del relieve, es por su naturaleza que a Flanco disectado de los andes, por su característica pendiente y con una topografía muy abrupta es que recibe el valor más alto (20), terraza aluvial constituida por plataformas sedimentarias en el valle fluvial, originado por los sedimentos de río depositados en el mismo, recibe un valor de 15, la colina disectada con una pendiente de 15 a 75% y por su naturaleza de erosión generalmente ligera tiene un valor de 10, y la pampa costanera desarrollada a manera de faja paralela a la costa, recibe un valor de 5 por presentar una superficie más o menos llana.

**Mapa de pendiente**, por ser la inclinación con respecto a la horizontal, debemos considerar que, a más porcentaje de pendiente se considera un mayor valor, y como la clasificación de Fases por pendiente (MINAG, 2002), es considerado por la Zonificación Ecológica Económica del departamento de Tacna, es que los valores asignados son:

Extremadamente empinada, >75% (20), Muy empinada, 50% - 75% (16), Empinada, 25% - 50% (12), tanto moderadamente empinada, 15% - 25% y fuertemente inclinada, 8% - 15% agrupados en un valor (8) y también agrupados en un valor (4) moderadamente inclinada, 4% - 8% y ligeramente inclinada 2% - 4%.

**Precipitación**, La Zonificación Ecológica Económica del departamento de Tacna brinda la información de la precipitación total mensual (mm.), es que las zonas con mayor precipitación reciben un mayor valor.

**Vegetación**, teniendo como rango asignado a la cobertura vegetal, el desierto costero, recibe un mayor (10), por presentar el poco o nulo revestimiento característico proclive a una mayor erosión, con presencia de material suelto no consolidado, el matorral semiárido templado con un valor de 8, por ser zonas con erosión, especialmente con denudación de rocas, matorral subhúmedo templado un valor de 6, por presentar zonas con mayor humedad por la vegetación propia de este tipo de cobertura, la actividad agropecuaria recibe un valor de 4, por la vegetación, que contiene el proceso de erosión en el suelo, y los bofedales, por presentar un suelo que la mayor parte del tiempo permanece inundado, por ser un ecosistema hidromórfico, recibe un valor de 2

**Fisiografía**, la geoforma Montaña de Material Sedimentario con ladera moderadamente empinada, constituida por material sedimentario conformado principalmente por calizas, areniscas, conglomerados polimícticos entre otros, con una vegetación escasa en épocas de precipitación pluvial por su condición de aridez, es que recibe el valor más alto (10), la Montaña de Material Volcánico, se desarrollan suelos

delgados con afloramientos líticos, con poca cobertura vegetal en zonas de vida de Desierto Periárido y Templado Cálido, y según el elemento del subpaisaje es que se asigna el valor, siendo Montaña de material volcánico con laderas muy empinada presenta un valor de 8, Montaña de material volcánico con laderas empinada y Montaña de material volcánico con laderas moderadamente empinada un valor de 6, las Colinas Altas presentan elevaciones de 80 m a 300 m, con pendientes mayoritariamente pronunciadas que van de 25% a 80%, con una erosión moderada, y con Colinas Bajas con elevaciones que no pasan de 80m, con pendientes que 15% a 75%, la erosión suele ser ligera, ambos reciben un valor 4, la terraza fluvial baja, constituidas por pequeñas plataformas sedimentarias por los propios sedimentos de río, con un paisaje de topografía plana a ligeramente inclinada, son zonas cultivables con riesgos de inundación en épocas de precipitación presenta un valor de 2, también recibe el mismo valor los conos de deyección, por presentar una pendiente de unos 10% a 25%, son geoformas totalmente estabilizadas.

**Suelos**, por la limitación de suelo, los suelos erosionados reciben el mayor valor de 10, el suelo con calidad agrícola baja por su menor potencialidad al presentar suelo erosionado recibe un valor de 8, con presencia de pastos y suelo erosionado, recibe un valor también de 8, con pastos y la influencia del clima y 'presentar suelos erosionados reciben el valor de 6, así también suelos de calidad agrícola baja con cultivo limpio, pero con limitación de suelos recibe el valor de 6, los suelos de calidad media baja con cultivo limpio pero con limitación de suelo recibe un valor de 4, y la que presenta un nivel más bajo son los suelos con calidad media con cultivo limpio pero con una limitación de suelos.

Tabla 32

Cuadro de ponderaciones

<i>Variable</i>	<i>Rangos</i>	<i>Valor</i>	<i>Esc. de val.</i>
<b><i>Geología - Litología</i></b>	Sedimentos	20	9
	Sedimentaria - química	16	7
	Sedimentaria detrítica	12	5
	Ígnea volcánica	8	4
	Ígneas intrusivas	4	2
<b><i>Geomorfología</i></b>	Flanco disectado de los andes	20	9
	Terraza aluvial	15	7
	Colina disectada	10	5
	Pampa costanera	5	2
<b><i>Pendiente</i></b>	>75	20	9
	50 - 75	16	7
	25 - 50	12	5
	8 - 25	8	4
	2 - 8	4	2
<b><i>Precipitación</i></b>	200 - 300	10	9
	100 - 200	8	7
	50 - 100	6	5
	30 - 50	4	4
	10 - 30	2	2
<b><i>Vegetación</i></b>	Desierto costero	10	9
	Matorral semiárido templado	8	7
	Matorral subhúmedo templado	6	5
	Actividad agropecuaria	4	4
	Bofedal	2	2
<b><i>Fisiografía</i></b>	Montaña de material sedimentario con ladera moderadamente empinada	10	9
	Montaña de material volcánico con laderas muy empinada	8	7
	Montaña de material volcánico con laderas empinada	6	5
	Montaña de material volcánico con laderas moderadamente empinada	6	5
	Colinas altas con laderas fuertemente disectadas	4	4
	Colinas bajas con ladera fuertemente disectadas	4	4
	Terraza fluvial baja	2	2
	Cono de deyección	2	2
<b><i>Suelos</i></b>	Suelo erosionado	10	9
	Calidad agrícola baja - Suelo erosionado	8	7
	Calidad agrícola baja - Pastos - Suelo erosionado	8	7

Calidad agrícola baja - Pastos - Clima - Suelo erosionado	6	5
Calidad agrícola baja - Limitación de suelo - Cultivo limpio	6	5
Calidad agrícola media baja - Limitación de suelo - Cultivo limpio	4	4
Calidad agrícola media - Limitación de suelo - Cultivo limpio	2	2

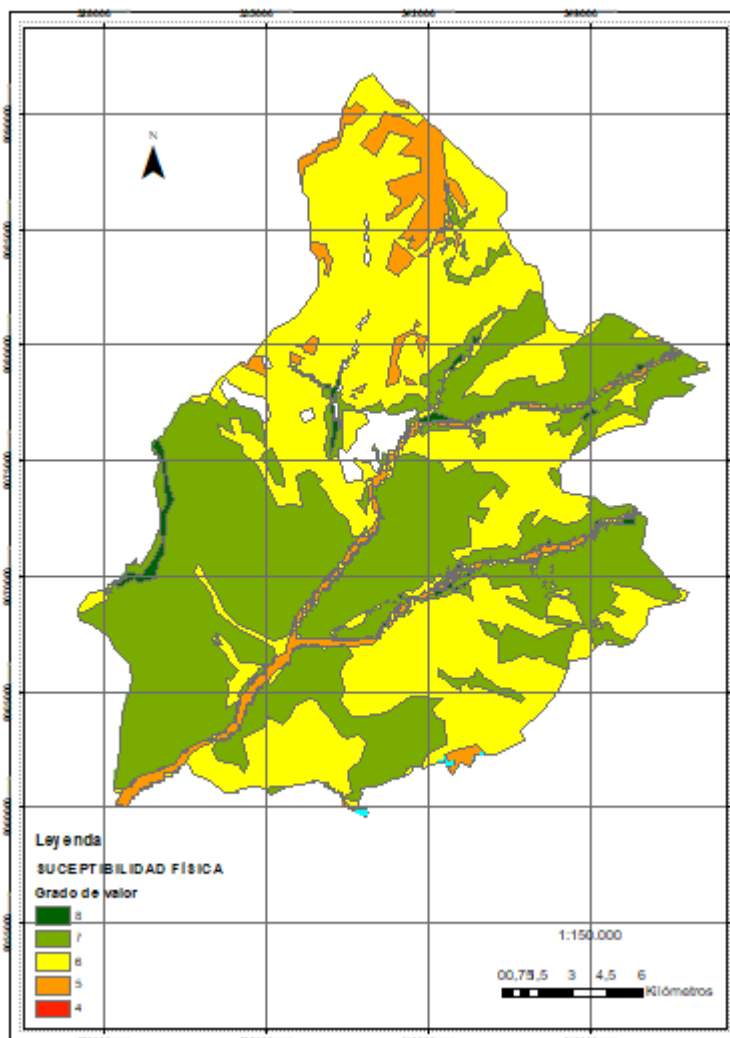
**Fuente:** Elaboración propia

Mediante la fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física, es que se obtiene el mapa de susceptibilidad física, mediante la utilización de la caja de herramientas del Sistema de Información Geográfica, se realiza una Superposición Ponderada, después de asignar a los valores determinados para cada mapa temático una escala de valores de 9 a 2, siendo que el mayor valor, por escala de valor, refleja estabilidad.

Como se ve en el Mapa 09 de susceptibilidad física, donde la zona de estudio, a lo largo del tramo del río Ilabaya en el tramo Chejaya – Oconchay, se obtiene un valor de ponderación de 4, mostrando una susceptibilidad Alta.

Según la el procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al Cambio Climático, establecen 5 valores de nivel de susceptibilidad (Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto) como se mencionó el valor del ponderado final es de 4, demuestra que la zona tiene una susceptibilidad Alta, presenta un alto grado de inestabilidad en el terreno, presenta una alto nivel de precipitación total mensual, y las unidades geológicas inestables con rocas menos resistentes, además de pendientes altas.





**Figura 23:** Mapa de susceptibilidad física. **Fuente:** (elaboración propia)

### 4.3. Análisis y evaluación de peligros

#### 4.3.1. Identificación de los peligros en la zona

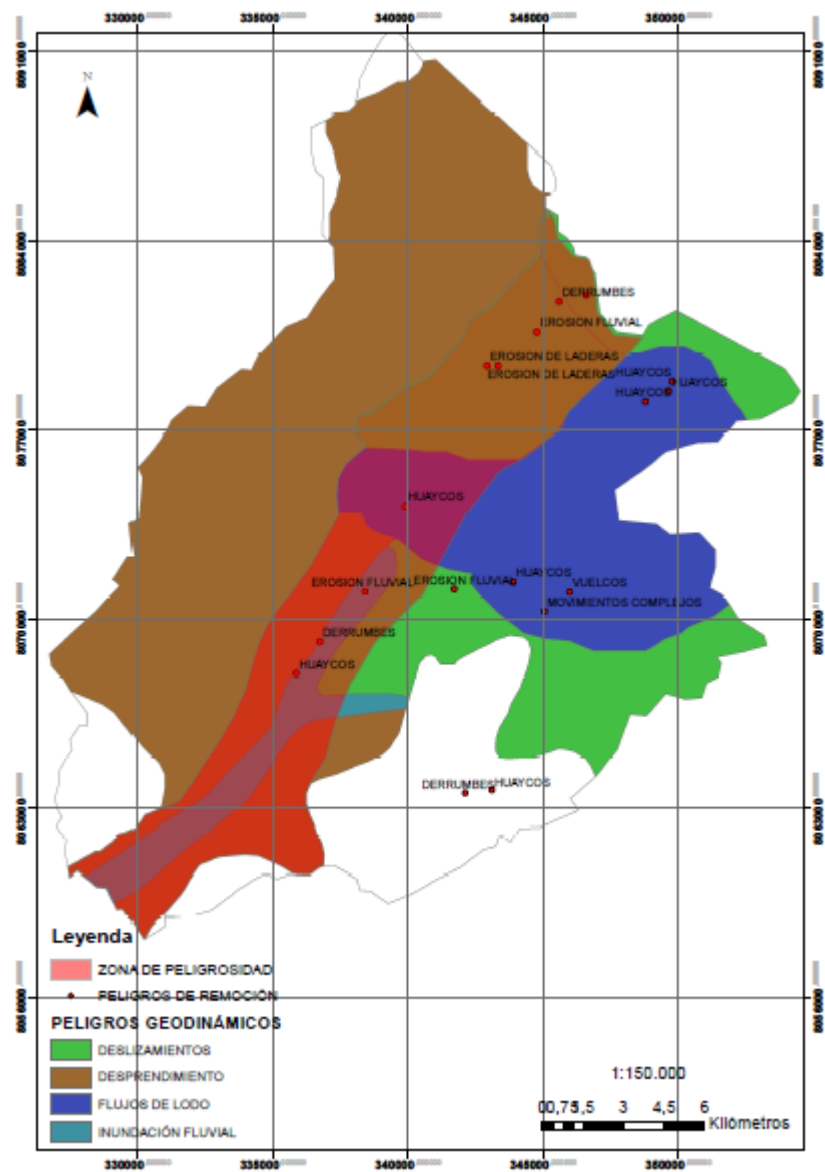
Según el informe técnico – Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Tacna, (G.R.TACNA, 2016), en la zona de estudio, se definen 2 escenarios con peligros identificados:

Ilabaya, Área sujeta a huaicos, erosión fluvial e inundación fluvial, siendo que existen Huaicos periódicos que van desde la quebrada Pachana por el río Calumbraya, hasta el margen derecho del río Ilabaya, por las lluvias intensas, presentándose derrumbes y erosiones en las laderas en el área de influencia, y

Mirave, presentando peligros en erosión de laderas, derrumbes, flujos de lodo y huaicos, al estar el Mirave asentado sobre depósitos de flujos de detritos antiguos, siendo que, en el 25 del 5to mes del 2015, en la microcuenca de la quebrada Mirave, a consecuencias de las intensas precipitaciones pluviales originándose flujos de detritos y huaicos, también ocurren procesos de erosión de ladera de colinas en las laderas que rodean Mirave.

#### **4.3.2. Análisis y evaluación de Peligros asociados al Cambio climático**

Comparando la tabla 20 podemos definir que los peligros relacionados con el Cambio climático solo se puede considerar las inundaciones debido a la precipitación total mensual, por la temperatura registrada en la zona en el río Ilabaya en el tramo Chejaya – Oconchay no existen peligros de descenso de  $T^{\circ}$ , el peligro de sequias por presentarse precipitaciones altas, mientras que en la caracterización del entorno geográfico inmediato se descartó la presencia de glaciares en la zona.



**Figura 24:** Mapa de Identificación de Peligros Geodinámicos y de Remoción. **Fuente:** (elaboración propia)

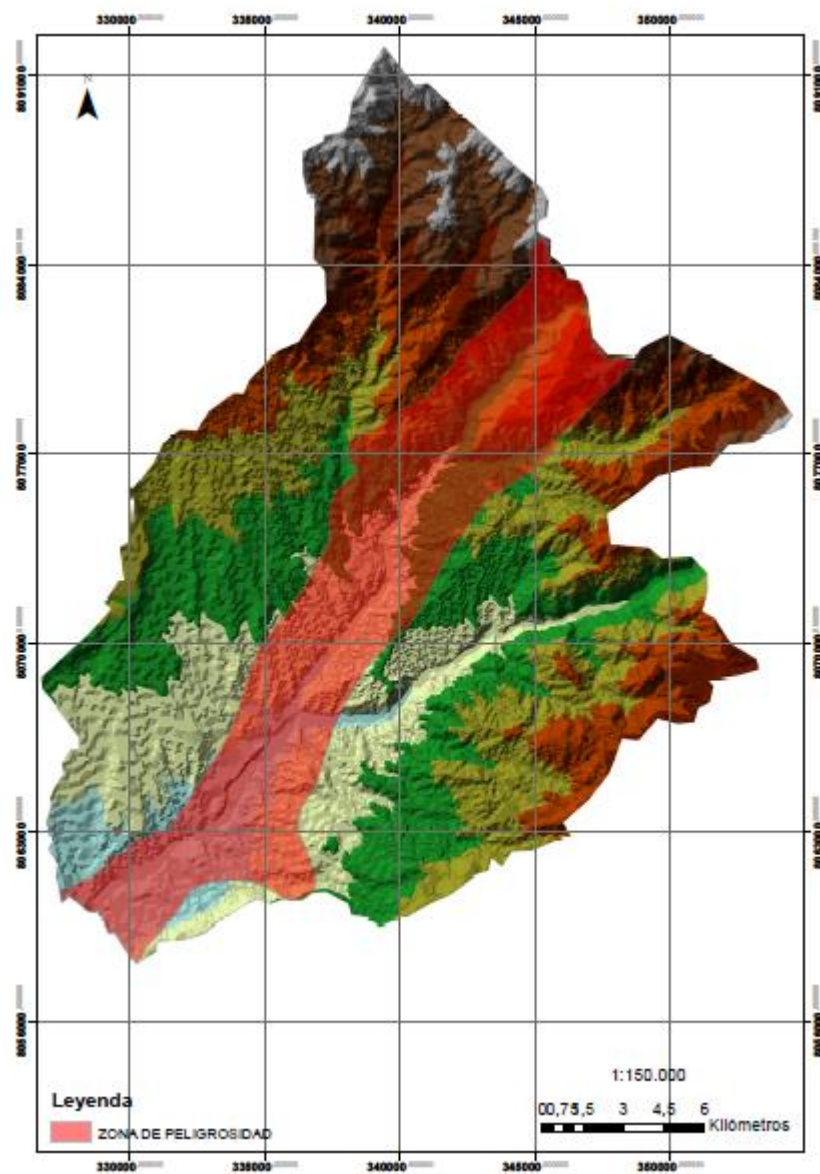
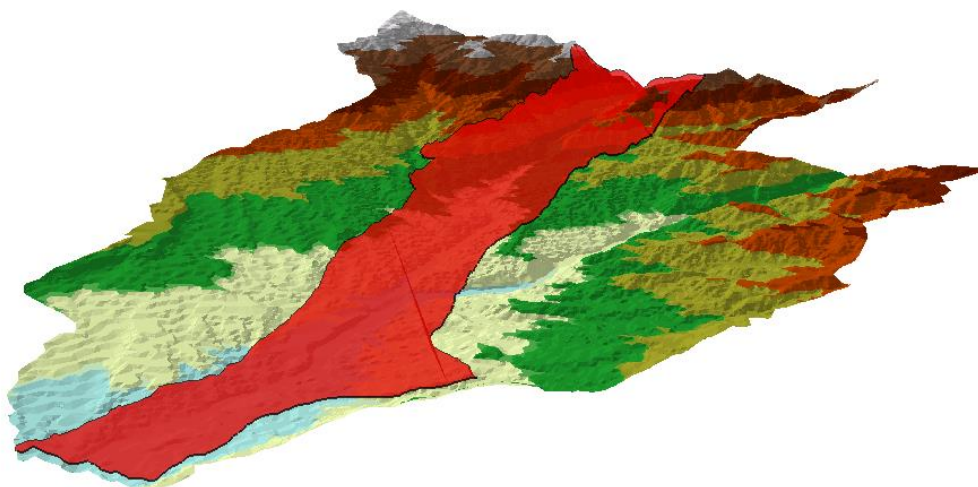


Figura 25: Mapa de Peligros. Fuente: (elaboración propia)

Se puede observar que mediante el análisis de la susceptibilidad física se determina el nivel de peligro en la zona de estudio, debido a que existe un nivel Alto en la ponderación de la susceptibilidad física, además de la identificación y mapeo de los peligros en la zona de estudio

#### 4.3.3. Visualización 3d



**Figura 26:** superposición de la zona identificada con un peligro Muy Alto en la zona de estudio. **Fuente:** (Elaboración propia)

### 4.4. Análisis y evaluación de la vulnerabilidad

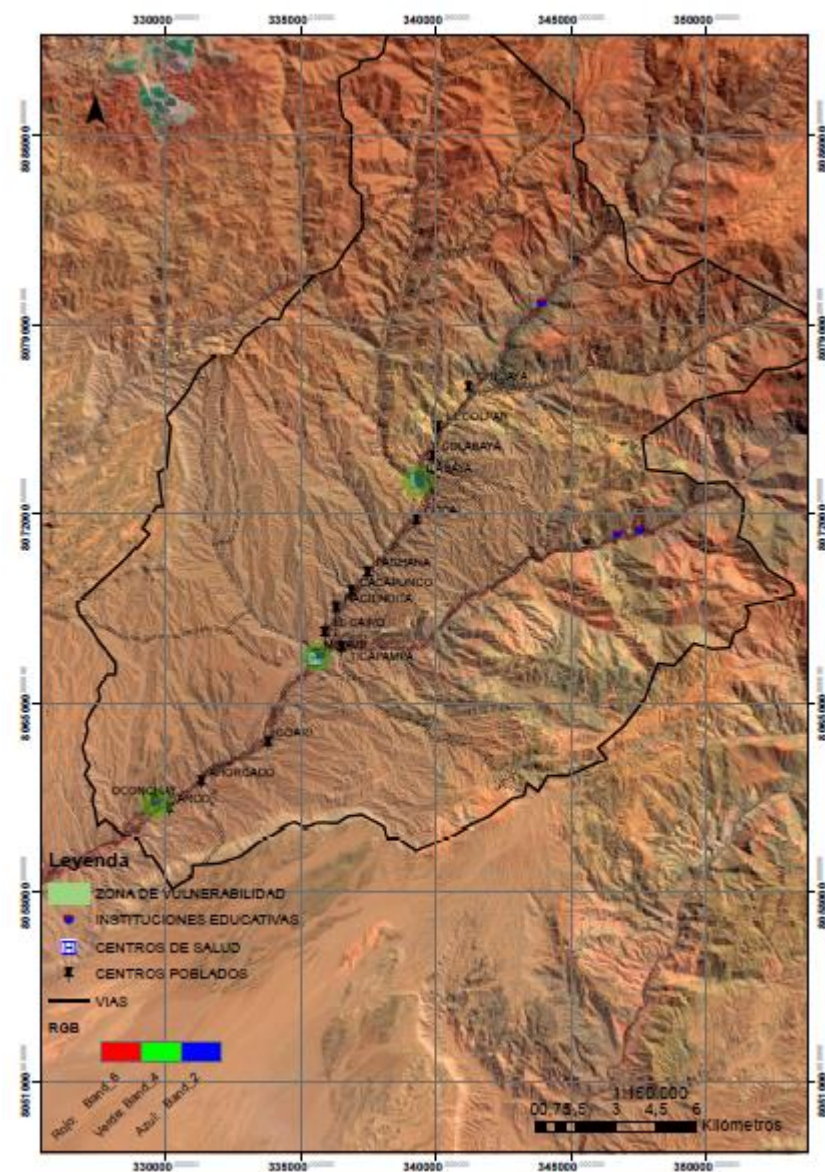
#### 4.4.1. Análisis y evaluación de los factores de la vulnerabilidad

Considerando el esquema para el análisis de la vulnerabilidad (Figura 12), es que determinamos los elementos expuestos, la fragilidad de los elementos expuestos, así como la resiliencia de los elementos expuestos.

A partir de la matriz 07 que define las condiciones sociales y económicas, es que podemos determinar el grado de susceptibilidad social y económica, viéndose que existen centros educativos con los 3 niveles de enseñanza en las 2 en Mirave y Ilabaya, así como centros de

salud. Respecto a los elementos expuestos, se observa que las condiciones de vida son altas, así como la seguridad.

En cuanto al factor económico, que representa la fragilidad de los elementos expuestos, se observa que las viviendas son de material noble, no existe una deficiencia estructural física. Y la resiliencia también es alta porque, pese a los peligros descritos en la identificación de peligros, la población continúa habitando las zonas estudiadas. El grado de vulnerabilidad es Muy Bajo socioeconómicamente



**Figura 27:** Mapa de vulnerabilidad **Fuente:** (elaboración propia)

## 4.5. Estimación y evaluación de los escenarios de Riesgos

### 4.5.1. Preparación de la información temática

Con los datos obtenidos a partir de los mapas 10 y 11, mapa de peligros y vulnerabilidad respectivamente, y la obtención de los valores:

**Mapa de peligros:** Muy Alta

**Mapa de vulnerabilidad:** Muy baja

Mediante una integración de ambos mapas se obtiene el mapa de nivel de riesgo, de los elementos expuestos vulnerables y el nivel de peligrosidad de la zona, eses que se obtiene el mapa de Riesgos, y mediante el análisis tabular de la tabla 25

**Tabla 33**

Identificación tabular del nivel de riesgo

Nivel de riesgo <b>Peligro MA</b>	<b>M</b>	A	A	MA	MA
<i>Peligro A</i>	M	M	M	A	MA
<i>Peligro M</i>	B	B	M	A	A
<i>Peligro B</i>	MB	B	B	M	A
<i>Peligro MB</i>	MB	MB	B	M	M
	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>MA</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El riesgo en el contexto por cambio climático es Medio

$$R1 = \text{Set de peligros 1} \times \text{Vulnerabilidad sectorial 1}$$

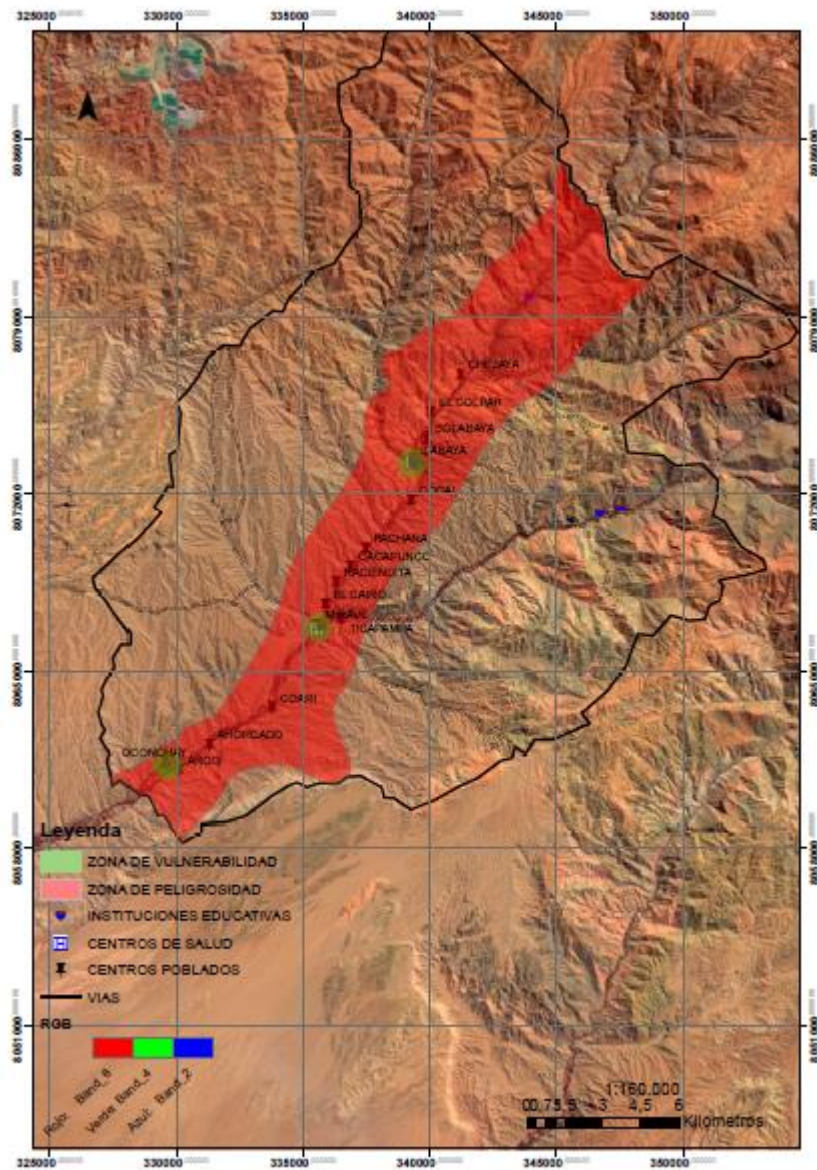


Figura 28: Mapa de riesgos Fuente: (elaboración propia)

Se puede determinar en la figura 28 que, tras la superposición de la zona de identificada con una Muy Alta peligrosidad, y las zonas vulnerables, con un nivel Muy Bajo, es que determinamos el mapa de riesgos, que al ser tabulado en la tabla 33, podemos inferir que el nivel de riesgo es Medio.



## CAPÍTULO VI: DISCUSIONES

### **1. La propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG**

Según Jiménez (2018) en su estudio de “Estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de montaña”, desarrolló una metodología para poder obtener la estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en la subcuenca del Machángara, ubicada al sur de Ecuador, dicha metodología se expresa en una escala numérica, donde el mayor valor representa una mayor vulnerabilidad; determinándose que existe un nivel medio de vulnerabilidad en la mayor parte de la extensión geográfica de la zona de estudio, en nuestro estudio el objetivo principal es elaborar una propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG, obteniendo como resultado que el grado de riesgo para la zona de estudio, es de nivel medio, presentando una vulnerabilidad muy baja y un nivel de peligro muy alto, el sistema de información geográfico fue de suma importancia para el análisis ya que superpone mapas temáticos y realiza un análisis de manera más exacta.

### **2. Para la determinación las variables de riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay**

Según Martínez (2017), en “Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martín”, mediante el Método de Saaty, valoró las variables de peligro y de vulnerabilidad, obteniendo de las matrices originadas de la confrontación de las variables por una prioridad de la importancia a cada una de ellas, los valores “Vector Priorización Ponderado” para cada variable y sus respectivas características. Con un Análisis multicriterio, se realiza la sobreposición de los mapas obteniendo los niveles de peligro y

vulnerabilidad. Los resultados muestran que existe un riesgo por inundación en la zona de estudio, siendo de un nivel muy alto, En nuestro estudio, uno de los objetivos, es determinar las variables de riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay se lograron identificar mediante la recolección de información, primero para el análisis de susceptibilidad física, mediante el método de Superposición Ponderada se tomaron en cuenta datos como Geología – Litología, Geomorfología, Pendiente, Clima, Vegetación, Fisiografía y Suelos, con un nivel obtenido Alto, luego se realizó el mapa de peligros asociados al cambio climático, es por ello que en la zona de estudio, solo se prioriza el tema de inundaciones, con un nivel Muy Alto, seguidamente se realizó el mapa de vulnerabilidad teniendo en cuenta los siguiente elementos expuestos al peligro población, infraestructura, teniendo como resultado, un nivel Muy Bajo. Finalmente integrando lo mencionado antes obtenemos finalmente riesgo en el contexto de cambio climático, el cual presenta Medio.

### **3. En la simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio**

Según Moreno, Mondragón, Cáceres y Carias (2016) en “Identificación de los riesgos por desastres naturales en las cuencas hidrográficas Matasnillo (Panamá) y Goascorán (Honduras), y su relación con el cambio climático utilizando Tecnologías de Información Geográfica”, mediante la aplicación de tecnologías de Información Geográfica, establece estrategias y acciones para la reducción de riesgos de desastres naturales y la relación con el cambio climático aplicando una metodología que facilita la identificación, la clasificación y el análisis de los riesgos, mediante la identificación de las amenazas y vulnerabilidades de las zonas de estudio, en nuestro estudio uno de los objetivos secundarios es realizar una simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio, obteniendo como una simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio está consiste en la elaboración de diagramas de flujo de las herramientas utilizadas para la generación de mapas temáticos, la realización de la superposición ponderada de los mapas con las unidades temáticas establecidas para la determinación de la susceptibilidad física, logrando integrar 07 mapas con sus respectivas unidades temáticas ya definidas

de polígono a formato ráster, esto ayudó a minimizar el tiempo de elaboración y procesamiento de información.

#### **4. En la generación de los mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico**

Según Valencia y otros (2014) en “Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática”, considera para la determinación de la vulnerabilidad de riesgo la incorporación de indicadores para dicho análisis, considerando procedimientos matemáticos para su cálculo y la planificación territorial; obteniendo así que, la subcuenca del río Michicao presenta una vulnerabilidad media alta, en nuestro estudio uno de los objetivos es generar mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico, para la determinación de la vulnerabilidad de riesgo, con estas herramientas se obtuvo finalmente nuestro mapa de riesgo de la zona de estudio, estos mapas se integran de forma sistemática para obtener como resultado los diferentes niveles de peligro y vulnerabilidad

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** En cuanto al objetivo principal del trabajo se logró realizar satisfactoriamente el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un sistema de información geográfico, logramos determinar el grado de riesgo para la zona de estudio, este es de nivel medio, puesto que presenta una vulnerabilidad muy baja y un nivel de peligro muy alto. El sistema de información geográfico es de suma importancia para este tipo de análisis ya que nos ayudan a superponer los mapas temáticos y realizar un análisis de manera más exacta

**SEGUNDA:** En cuanto a las variables de riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, se lograron identificar mediante la recolección de información, primero para el análisis de susceptibilidad física tomamos en cuenta datos como Geología – Litología, Geomorfología, Pendiente, Clima, Vegetación, Fisiografía y Suelos, con un nivel Alto, luego se realizó el mapa de peligros, utilizando información del INGEMMET, el cual en el año 2016 nos presenta los principales peligros geológicos, cabe indicar, que estos peligros deben ser asociados al cambio climático (parámetros como precipitación y temperatura) , es por ello que en la zona de estudio, solo se prioriza el tema de inundaciones, con un nivel Muy Alto, seguidamente se realizó el mapa de vulnerabilidad teniendo en cuenta los siguiente elementos expuestos al peligro población, infraestructura, teniendo como resultado, un nivel Muy Bajo. Finalmente se integró lo antes mencionado, para obtener el nivel de riesgo (Nivel Medio) en el contexto de cambio climático.

**TERCERA:** Se realizó la simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio la cual nos ayudará a realizar posteriores trabajos, está consiste en la elaboración de diagramas de flujo, herramientas utilizadas para la generación de mapas temáticos (ArctoolBox), la realización de la superposición ponderada de los mapas con las unidades temáticas establecidas para la determinación de la susceptibilidad física, se lograron integrar 07 mapas con sus respectivas unidades temáticas ya definidas de polígono a formato ráster, esto no ayuda a minimizar el tiempo de elaboración y procesamiento de información.

**CUARTA:** Se logró generar diferentes mapas temáticos haciendo un uso de un Sistema de Información Geográfica, el cual nos sirvió para generar el mapa de riesgo de la zona de estudio, estos mapas se integran de forma sistemática para obtener como resultado los diferentes niveles de peligro y vulnerabilidad.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar una comparación de datos a nivel de centro poblado, puesto que la data con la que se realizaron los modelos, pertenecen a la unidad de ordenamiento territorial de la Región Tacna, esto nos permitirá tener un mejor detalle al momento de elaborar nuestros mapas de peligros, vulnerabilidad y riesgo.
2. Utilizar imágenes satelitales y fotografías aéreas para poder realizar un análisis comparativo de las unidades temáticas, como por ejemplo unidades geológicas, geomorfológicas, pendiente, suelo y cobertura vegetal y poder contrastar los resultados con la información que proporciona INGEMMET y ordenamiento territorial, esto nos permitirá tener un panorama más claro sobre la identificación de riesgos.
3. Realizar salidas de campo a la zona de estudio, para poder verificar que la información elaborada en nuestros mapas temáticos (geología, geomorfología, etc.), se ajusten a lo real. Para ello se puede contar con la ayuda de otros profesionales de diferentes especiales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G., & Iza, A. (2009). *Derecho ambiental en Centroamérica*. San José: Diseño Editorial S.A.
- Barros, V. (2005). *Cambio climático global*.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*.
- Cardona, D., Tsuneki, H., Lacambra, S., Suárez, G., & Yamín, L. (2015). *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- CENEPRED. (2015). *Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales*.
- G.R.TACNA. (2016). Memoria Descriptiva del Mapa de Uso Actual de Tierras de la Región Tacna .
- Gascón, M. (2005). *Vientos, terremotos, tsunamis y otras catástrofes naturales*.
- Grijalbo, L. (2017). *Prevención de riesgos ambientales*. La Rioja: Tutor Información.
- INEI. (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda.
- IPCC. (2007). Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Cambio climático 2007: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Valencia.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*.
- IPCC. (2013). Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

- IPCC. (2014). Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*.
- Isla, A. (2018). *La gestión del Riesgo de Desastres en el Perú*.
- Jaén, H. (1962). Geología del cuadrángulo de Tarata (hoja 35.v).
- Jaén, H. (Junio de 1965). Geología del cuadrangulo de Tarata. Lima.
- Jiménez, S. (2018). Estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de montaña. Cuenca, Ecuador.
- Lema, i., Zuk, M., & Rojas-Bracho, L. (2010). *Introducción al análisis de riesgos ambientales*.
- Ley N° 29664. (2011). *Ley que crea el sistema nacional de gestión de desastres (Sinagerd)*.
- LEY QUE CREA EL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (SINAGERD). (2011). *LEY N° 29664*.
- Luque, G. (2016). Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Tacna .
- Martínez, R. (2017). "EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIONES, EN EL BARRIO BAJO DEL DISTRITO DE YURACYACU, PROVINCIA DE RIOJA, REGIÓN SAN MARTIN". Lima, Perú.
- Martínez, R. (2017). Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de Rioja, región San Martin. Lima, Perú.
- Maskrey, A. (1993). *Los Desastres No Son Naturales*. La Red.
- Meza, C. (2006). *Modelamiento SIG para identificar los cambios del Río Ucayali y su influencia ambiental (Sector Pucallpa)*. Lima.
- MINAG. (2002). *Reglamento de Clasificación de Tierras*.



- MINAM. (2009). *Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático.*
- MINAM. (2012). *Mapa de vulnerabilidad del Perú.*
- MINAM. (2012). Mapa de Vulnerabilidad del Perú.
- MINAM. (2012). Memoria Descriptiva del Mapa de Pendientes y Fisiografía de la Región de Tacna .
- MINAM. (2013). *Diagnostico para la gestión del cambio climático en Tacna.*
- MINAM. (2013). Interclima. *Avances, Retos, Prioridades y Orientaciones para la Gestión del Riesgo Climático en el Perú.*
- MINAM. (2015). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático.*
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal.
- MINAM. (22 de enero de 2016). Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático. Lima, Perú.
- Moreno, E., Mondragón, C., Cáceres, J., & Carias, A. (2016). Identificación de los riesgos por desastres naturales en las cuencas hidrográficas Matasnillo (Panamá) y Goascorán (Honduras), y su relación con el cambio climático utilizando Tecnologías de Información Geográfica.
- Núñez del Prado, H., & Peñalva, J. (2017). Identificación de vulnerabilidades, gestión de riesgos de inundaciones y adaptación al cambio climático en el norte de Arequipa: avances y perspectivas (2014 -2016).
- Rodríguez, E. (2005). Metodología de la Investigación.
- SNET. (2014). *Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales - Guía para el especialista.*
- Soto, H. (2010). *Peligros y Riesgos.*

USGS. (s.f.). *EarthExplorer*. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs.gov>

Valencia, M., Figueroa, A., Ruiz, D., Otero, J., Martínez, J., Ceballos, V., . . . González, D. (2014). Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática.

Vilcanqui, A. (2016). Modelación hidrológica con fines de gestión de riberas en la cuenca del río Caplina - Tacna. Tacna, Perú.

Wieland, P. (2017). *Introducción al derecho ambiental*.

**ANEXOS**

**ANEXO N°1:**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Interrogante del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos	Prueba Estadística o Estratégica
<b>Problema principal:</b> ¿Cómo poder simplificar el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG?	<b>Objetivo general:</b> Elaborar una propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG	<b>Hipótesis general:</b> Realizar la proposición de la metodología para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por Cambio Climático en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay, cuenca Locumba, región Tacna haciendo uso de un SIG	<b>Variable independiente:</b> Cambio climático  <b>Dimensiones:</b> Temperatura y precipitación	<b>Temperatura:</b> °C	<b>Fase I:</b> <b>Búsqueda y descarga de información:</b> recopilación de las imágenes satelitales LANDSAT, desde 1972 hasta 2018 (lapso de 10 años)  <b>Trabajo de campo:</b> - Elaboración del perfil estratigráfico del suelo - Modelamiento del tramo del río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay  <b>Fase II:</b>  <b>Procesamiento de información:</b> - Manejo de datos multidimensionales de las imágenes LANDSAT, combinando las bandas espectrales - Generación de mapas temáticos  <b>Fase III:</b>  <b>Modelamiento y análisis:</b> - Delimitación de los factores climáticos con un SIG en la zona de estudio - Evaluación del riesgo: en función del análisis del nivel de peligrosidad y de vulnerabilidad	Recopilación y análisis de registros históricos de temperatura y precipitación en un lapso temporal de 5 años
<b>Problema específico 1:</b> ¿Cómo poder determinar el riesgo producido en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay?	<b>Objetivo específico 1:</b> Determinar las variables de riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay	<b>Hipótesis específica 1:</b> Al determinar las variables, nos servirá para analizar el riesgo en el río Ilabaya, en el tramo de Chejaya – Oconchay		<b>Precipitación:</b> mm		
<b>Problema específico 2:</b> ¿Cómo determinar el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio?	<b>Objetivo específico 2:</b> Realizar una simplificación de la metodología, de peligrosidad y de vulnerabilidad en la zona de estudio	<b>Hipótesis específica 2:</b> Realizar una simplificación de la metodología, nos servirá para determinar el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio	<b>Variable dependiente:</b> Riesgo ambiental  <b>Dimensiones:</b> Peligro y temperatura	<b>Peligro:</b> nivel (bajo, medio, alto y muy alto)	<b>Análisis multivariable</b> mediante la confrontación del nivel de peligro con el nivel de vulnerabilidad para obtener el nivel de riesgo	
<b>Problema específico 3:</b> ¿Cómo visualizar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio?	<b>Objetivo específico 3:</b> Generar mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico	<b>Hipótesis específica 3:</b> La generación mapas temáticos haciendo uso de un Sistema de Información Geográfico, es importante para visualizar los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad de la zona de estudio		<b>Vulnerabilidad:</b> nivel (bajo, medio, alto y muy alto)		

**ANEXO 02: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm.)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM	D. STD
2000	12,8	3,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	1,4	3,72
2001	3,1	17,9	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	S/D	S/D	29,0	2,9	5,87
2002	1,0	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	1,3	3,95
2003	2,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	S/D	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	0,2	0,63
2004	0,4	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	S/D	8,1	0,7	2,03
2006	0,2	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,5	1,81
2007	1,2	S/D	S/D	0,0	S/D	S/D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2	0,42
2008	17,1	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	1,7	4,94
2009	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,2	0,39
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
2011	8,2	23,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	37,9	3,2	7,04
2012	12,9	32,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	49,0	4,1	9,62
2013	10,3	5,5	7,5	0,0	2,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,1	2,3	3,55
2014	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,2	0,75
2015	4,5	13,0	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,5	4,7	11,46
2016	0,7	7,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	9,2	0,8	1,99
2017	18,0	2,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	29,2	2,4	5,28
2018	5,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,5	1,55
2019	8,4	50,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				58,8	6,5	16,68
<b>PROM</b>	<b>5,73</b>	<b>10,18</b>	<b>3,69</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>0,13</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,81</b>	<b>1,73</b>		
<b>D.STD</b>	<b>5,96</b>	<b>13,59</b>	<b>9,24</b>	<b>0,11</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	<b>0,35</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,67</b>			
<b>MAX</b>	<b>18,00</b>	<b>50,40</b>	<b>39,00</b>	<b>0,50</b>	<b>2,00</b>	<b>1,80</b>	<b>1,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6,00</b>	<b>50,40</b>		
<b>MIN</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>		

**ANEXO 03: HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM	D. STD
2000	69	65	62	66	67	61	59	53	59	62	60	67	751,8	62,6	4,48
2001	75	74	72	67	65	62	58	60	62	63	72	S/D	729,2	66,3	5,91
2002	71	73	75	76	71	69	70	67	73	71	71	75	863,8	72,0	2,69
2003	75	78	76	75	74	72	72	71	69	74	73	74	884,3	73,7	2,42
2004	76	73	74	75	73	72	76	77	78	77	76	70	896,8	74,7	2,42
2006	76	76	76	75	73	77	75	76	75	77	76	76	908,1	75,7	0,93
2007	76	78	76	75	77	68	70	70	68	69	71	73	872,0	72,7	3,62
2008	76	76	78	78	73	74	73	71	71	75	74	76	894,9	74,6	2,34
2009	77	78	77	74	75	72	72	69	71	71	73	74	882,8	73,6	2,64
2010	76	78	77	77	74	75	76	77	79	77	77	78	921,8	76,8	1,34
2011	78	77	73	76	75	75	76	77	77	76	76	76	912,1	76,0	1,30
2012	77	75	73	74	72	74	73	74	76	77	77	77	897,0	74,8	1,91
2013	76	78	77	76	77	76	76	76	78	80	78	79	927,3	77,3	1,46
2014	78	76	75	75	77	81	76	76	61	69	69	68	881,2	73,4	5,56
2015	73	76	75	73	77	79	S/D	80	79	77	78	76	842,5	76,6	2,35
2016	75	75	76	80	75	76	79	78	76	76	76	77	918,2	76,5	1,77
2017	76	76	75	76	80	83	85	88	92	92	92	90	1004,7	83,7	6,86
2018	90	89	87	81	78	76	76	74	74	77	84	85	972,3	81,0	5,83
2019	84	83	84	85	84	79	76	73	76				723,1	80,3	4,53
<b>PROM</b>	<b>76,61</b>	<b>76,52</b>	<b>75,64</b>	<b>75,46</b>	<b>74,48</b>	<b>73,75</b>	<b>73,21</b>	<b>72,98</b>	<b>73,47</b>	<b>74,47</b>	<b>75,23</b>	<b>76,00</b>	<b>74,82</b>		
<b>D.STD</b>	<b>4,29</b>	<b>4,61</b>	<b>4,88</b>	<b>4,20</b>	<b>4,30</b>	<b>5,71</b>	<b>6,44</b>	<b>7,40</b>	<b>7,58</b>	<b>6,53</b>	<b>6,42</b>	<b>5,54</b>			
<b>MAX</b>	<b>89,72</b>	<b>89,26</b>	<b>87,40</b>	<b>84,70</b>	<b>83,94</b>	<b>83,31</b>	<b>85,12</b>	<b>87,76</b>	<b>91,87</b>	<b>91,86</b>	<b>91,72</b>	<b>89,98</b>	<b>91,87</b>		
<b>MIN</b>	<b>69,37</b>	<b>65,21</b>	<b>62,24</b>	<b>66,47</b>	<b>64,60</b>	<b>61,23</b>	<b>57,97</b>	<b>53,28</b>	<b>59,03</b>	<b>62,28</b>	<b>60,29</b>	<b>66,67</b>	<b>53,28</b>		

**ANEXO 04: TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)**

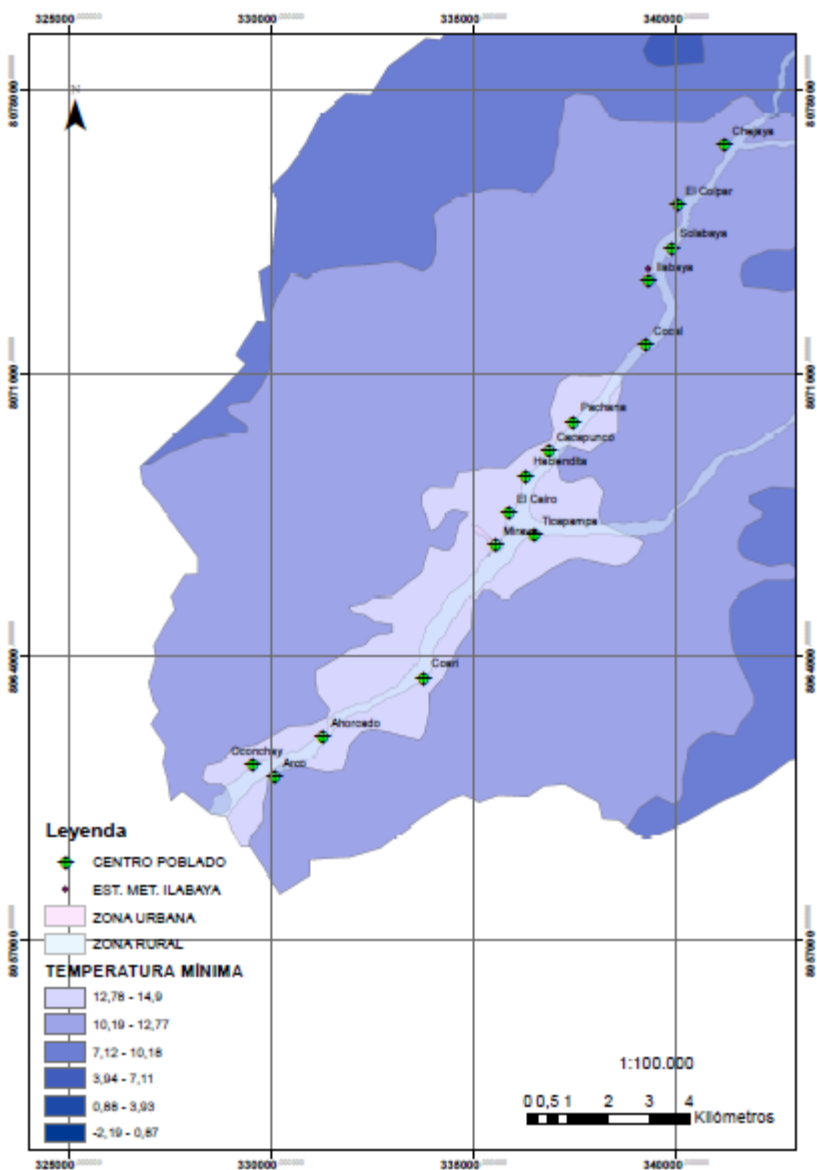
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM	D. STD
2000	13,8	12,9	13,3	12,8	11,1	10,5	11,0	12,7	12,2	12,6	12,9	13,3	149,1	12,4	1,05
2001	13,8	15,4	14,3	13,3	11,5	11,5	12,8	13,4	10,8	12,8	11,7	S/D	141,2	12,8	1,39
2002	13,6	14,6	14,8	12,9	12,5	10,5	11,9	12,2	12,1	12,2	12,7	13,2	153,1	12,8	1,18
2003	13,9	14,7	14,2	13,3	12,9	11,6	11,2	12,6	11,8	11,5	12,1	12,6	152,2	12,7	1,12
2004	14,2	13,7	14,4	12,5	10,8	10,6	10,2	10,7	10,8	11,4	12,1	12,5	143,7	12,0	1,49
2006	14,3	15,2	13,6	12,4	10,8	8,6	9,7	9,8	10,0	10,2	10,3	11,5	136,3	11,4	2,08
2007	12,1	12,1	11,9	11,2	9,8	9,2	9,8	8,2	10,6	11,2	11,6	11,8	129,4	10,8	1,27
2008	12,5	13,0	12,7	11,9	10,5	7,5	7,7	8,4	8,5	10,6	11,3	11,9	126,2	10,5	2,01
2009	12,4	13,1	12,2	11,1	9,9	7,9	6,9	8,7	9,5	9,8	10,3	12,1	123,7	10,3	1,93
2010	12,9	13,3	12,1	10,6	10,0	8,7	7,0	7,7	9,9	11,2	11,2	11,7	126,2	10,5	1,97
2011	12,4	12,1	11,3	11,1	10,2	8,5	8,1	8,1	9,1	9,3	9,8	10,3	120,2	10,0	1,50
2012	13,9	12,2	11,0	9,9	9,3	8,8	7,0	6,9	9,2	11,1	12,5	12,9	124,5	10,4	2,26
2013	13,3	12,9	12,5	10,0	8,7	6,9	6,8	7,1	9,2	10,5	11,1	12,6	121,5	10,1	2,41
2014	13,7	11,5	10,6	10,2	8,6	7,4	8,1	10,0	11,1	11,9	10,9	12,0	125,7	10,5	1,80
2015	13,0	13,1	11,9	10,4	9,2	9,4	8,8	9,0	14,8	12,3	12,7	13,9	138,6	11,6	2,10
2016	14,2	13,6	13,3	12,1	11,5	9,1	9,1	10,0	11,1	11,7	13,1	13,9	142,5	11,9	1,81
2017	14,2	15,7	14,4	12,4	11,4	10,4	10,6	10,3	10,3	12,3	13,4	15,3	150,8	12,6	2,00
2018	14,9	14,3	13,1	12,3	10,6	9,7	11,0	10,9	11,3	13,0	15,1	15,7	151,8	12,7	2,00
2019	15,0	15,3	13,4	12,2	11,9	10,1	9,4	11,5	11,4				110,0	12,2	2,04
<b>PROM</b>	<b>13,58</b>	<b>13,60</b>	<b>12,90</b>	<b>11,72</b>	<b>10,58</b>	<b>9,30</b>	<b>9,30</b>	<b>9,89</b>	<b>10,71</b>	<b>11,41</b>	<b>11,92</b>	<b>12,76</b>	<b>11,47</b>		
<b>D.STD</b>	<b>0,84</b>	<b>1,27</b>	<b>1,24</b>	<b>1,12</b>	<b>1,21</b>	<b>1,36</b>	<b>1,82</b>	<b>1,96</b>	<b>1,46</b>	<b>1,06</b>	<b>1,30</b>	<b>1,36</b>			
<b>MAX</b>	<b>15,03</b>	<b>15,71</b>	<b>14,75</b>	<b>13,31</b>	<b>12,89</b>	<b>11,63</b>	<b>12,77</b>	<b>13,39</b>	<b>14,79</b>	<b>13,03</b>	<b>15,11</b>	<b>15,65</b>	<b>15,71</b>		
<b>MIN</b>	<b>12,11</b>	<b>11,46</b>	<b>10,62</b>	<b>9,89</b>	<b>8,57</b>	<b>6,93</b>	<b>6,77</b>	<b>6,85</b>	<b>8,48</b>	<b>9,26</b>	<b>9,84</b>	<b>10,30</b>	<b>6,77</b>		

**ANEXO 05: TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)**

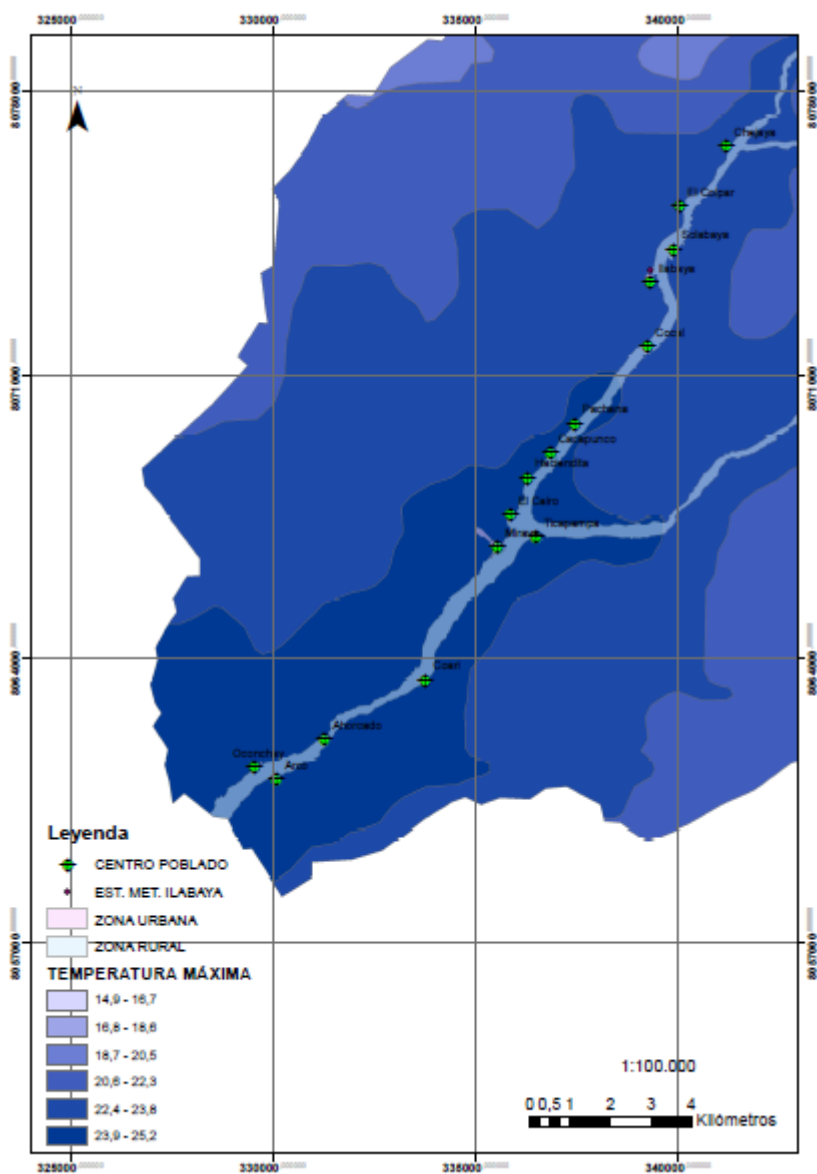
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM	D. STD
2000	23,8	25,8	25,5	24,4	23,4	23,8	24,2	25,3	24,9	25,7	25,2	25,5	297,5	24,8	0,84
2001	25,5	26,2	26,1	25,1	24,6	24,6	25,4	26,4	24,7	25,6	25,2	S/D	279,3	25,4	0,66
2002	26,6	26,2	26,4	24,7	25,5	25,4	25,7	27,0	26,9	27,2	26,7	26,8	315,0	26,2	0,77
2003	26,6	27,3	27,0	26,9	27,3	26,6	25,8	26,1	26,8	27,0	27,0	26,7	321,0	26,8	0,45
2004	26,6	27,5	28,1	26,5	25,6	26,8	25,7	26,1	26,4	26,8	27,4	28,2	321,8	26,8	0,85
2006	28,1	28,6	28,1	27,7	26,5	26,2	27,7	28,3	28,2	28,2	28,4	28,7	334,6	27,9	0,78
2007	28,3	28,2	28,2	27,7	27,0	27,0	26,8	26,2	26,4	27,0	27,5	28,2	328,4	27,4	0,75
2008	27,6	28,4	27,6	27,2	26,6	25,4	25,7	26,1	26,1	26,9	27,5	27,9	322,9	26,9	0,93
2009	28,2	28,3	28,1	27,2	25,9	24,5	24,2	27,4	27,5	27,7	28,1	28,3	325,3	27,1	1,45
2010	28,3	28,5	28,1	27,1	26,1	25,2	24,6	26,8	27,3	27,1	27,0	27,2	323,3	26,9	1,17
2011	28,2	27,8	27,6	27,1	26,7	26,1	24,8	25,8	27,0	28,0	28,1	28,1	325,1	27,1	1,08
2012	28,4	28,1	27,8	26,5	25,5	25,2	24,9	24,9	26,3	27,3	27,8	28,3	320,7	26,7	1,36
2013	28,3	28,5	28,0	26,9	25,2	24,1	23,3	24,1	25,4	25,6	26,3	27,0	312,6	26,1	1,73
2014	28,6	28,3	27,6	27,3	25,5	24,7	24,8	26,8	27,7	28,2	28,3	28,4	326,1	27,2	1,44
2015	28,8	27,3	27,5	27,3	25,1	24,6	23,8	24,2	25,9	27,0	27,8	28,5	317,7	26,5	1,69
2016	28,7	29,2	28,7	26,9	26,5	24,5	23,9	24,9	25,8	27,0	27,5	28,1	321,6	26,8	1,74
2017	28,4	28,9	28,2	26,8	25,7	25,2	26,3	25,9	26,2	27,4	27,8	28,7	325,4	27,1	1,28
2018	29,0	28,1	28,8	28,1	26,9	25,3	25,1	26,5	27,6	28,3	29,1	28,7	331,4	27,6	1,39
2019	28,1	28,7	28,5	26,8	26,5	25,9	26,3	27,9	28,0				246,6	27,4	1,04
<b>PROM</b>	<b>27,68</b>	<b>27,88</b>	<b>27,67</b>	<b>26,74</b>	<b>25,89</b>	<b>25,30</b>	<b>25,21</b>	<b>26,13</b>	<b>26,59</b>	<b>27,10</b>	<b>27,37</b>	<b>27,84</b>	<b>26,78</b>		
<b>D.STD</b>	<b>1,32</b>	<b>0,94</b>	<b>0,88</b>	<b>0,97</b>	<b>0,94</b>	<b>0,91</b>	<b>1,11</b>	<b>1,12</b>	<b>0,99</b>	<b>0,82</b>	<b>1,03</b>	<b>0,88</b>			
<b>MAX</b>	<b>28,96</b>	<b>29,18</b>	<b>28,83</b>	<b>28,07</b>	<b>27,26</b>	<b>27,04</b>	<b>27,74</b>	<b>28,26</b>	<b>28,19</b>	<b>28,33</b>	<b>29,05</b>	<b>28,74</b>	<b>29,18</b>		
<b>MIN</b>	<b>23,75</b>	<b>25,78</b>	<b>25,46</b>	<b>24,43</b>	<b>23,44</b>	<b>23,82</b>	<b>23,29</b>	<b>24,13</b>	<b>24,67</b>	<b>25,55</b>	<b>25,15</b>	<b>25,54</b>	<b>23,29</b>		



ANEXO 06: MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)



## ANEXO 07: MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL (°C)



### ANEXO 08: MAPA DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

