

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL FRENTE A  
RIESGOS DE INUNDACIÓN, EN EL RÍO SECO – TACNA”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. AMIR ARMANDO APAZA LEGUA**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL FRENTE A  
RIESGOS DE INUNDACIÓN, EN EL RÍO SECO - TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 15 de diciembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtra. MILAGROS HERRERA REJAS**

**SECRETARIO : Msc. MARISOL MENDOZA AQUINO**

**VOCAL : Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS**

**ASESOR : Ing. CARMEN ROSA ROMÁN ARCE**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Amir Armando Apaza Legua, egresado, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71314386, así como Carmen Rosa Román Arce con DNI 42316863; declaramos en calidad de autores y asesor que:

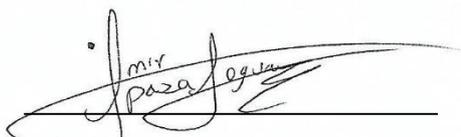
1. Somos los autores de la *tesis* de investigación titulado: *Evaluación de vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río seco – Tacna*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero de *Ambiental*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis de investigación*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis de investigación, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 15 de diciembre de 2023



Amir Armando Apaza Legua  
DNI: 71314386



Carmen Rosa Román Arce  
DNI:42316863

## DEDICATORIA

A Dios, Por darme la oportunidad de poder vivir, y guiarme en mi camino a pesar de todas las complejidades que han podido pasar, siempre ha estado conmigo y al haber colocado a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía en este tiempo transcurrido.

A mi padre Armando Apaza y mi madre Elena Legua por darme la vida, quienes me quieren mucho y creyeron en mí, siendo ellos los que me apoyaron desde un inicio a fin a que logre mis objetivos profesionales, ya que formaron a una persona con valores y el deseo de superarse en lo que uno anhela cada día más.

Amir Armando Apaza Legua

## **AGRADECIMIENTO**

A mis docentes que han inculcado sus conocimientos en el periodo de mi formación profesional, sobre todo a la Ing. Carmen Román Arce quien me brindo sus consejos y enseñanzas para la elaboración de mi proyecto de tesis que se llevó a cabo con un excelente resultado y sobretodo agradecer por su amistad.

Amir Armando Apaza Legua

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Descripción del problema .....	3
1.2 Formulación del problema .....	4
1.2.1 Problema general.....	4
1.2.2 Problemas específicos.....	4
1.3 Justificación e Importancia.....	4
1.3.1 Justificación social .....	4
1.3.2 Justificación económica .....	4
1.3.3 Justificación ambiental.....	5
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5.1 Hipótesis General .....	6
1.5.2 Hipótesis Específicos.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.2. Bases Teóricas.....	10
2.1.1. Inundación.....	10
2.1.2. Peligro.....	11

2.1.3. Riesgo .....	12
2.1.4. Riesgo por inundación .....	13
2.1.5. Vulnerabilidad.....	14
2.3. Normatividad .....	17
2.4.1. Ley N <sup>a</sup> 29664.....	17
2.4.2. D.S. N <sup>o</sup> 048-2011-PCM .....	18
2.4. Definición de términos .....	19
2.3.1. Amenaza .....	19
2.3.2. Análisis de vulnerabilidad .....	19
2.3.3. Degradación ambiental.....	19
2.3.5. Fragilidad ambiental .....	19
2.3.6. Inundación.....	19
2.3.7. Mapa de riesgos.....	19
2.3.8. Prevención .....	19
2.3.9. Resiliencia ambiental.....	20
2.3.10. Riesgo de inundación .....	20
2.3.11. Vulnerabilidad ambiental .....	20
2.5. Análisis Histórico .....	20
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
3.1. Diseño de la investigación .....	21
3.2. Acciones y actividades .....	21
3.2.1. Fase I .....	21
3.2.2. Fase II .....	21
3.2.3. Fase III .....	21
3.2.4. Fase IV .....	21
3.4. Materiales y/o instrumentos.....	22
3.4.1. Materiales.....	22
3.4.2. Equipos .....	22
3.4.3. Software .....	22
3.5. Población y/o muestra de estudio .....	22
3.5.1. Población .....	22
3.5.2. Muestra de estudio .....	22
3.6. Operacionalización de variables .....	23
3.7. Procesamiento y análisis de datos .....	24
3.7.1. Peligro .....	24
3.7.2. Vulnerabilidad Ambiental .....	32

3.7.3. Riesgo .....	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	35
4.1. Peligro .....	35
4.1.1. Análisis de Factores condicionantes .....	35
4.1.2. Análisis de Factores desencadenantes .....	37
4.1.3. Parámetro de Evaluación .....	38
4.1.4. Niveles de Peligro.....	39
4.2. Vulnerabilidad Ambiental .....	41
4.1.1. Análisis a la Exposición Ambiental .....	41
4.1.2. Análisis a la Fragilidad Ambiental .....	42
4.1.3. Análisis a la Resiliencia Ambiental .....	42
4.1.4. Niveles de Vulnerabilidad Ambiental .....	43
4.2. Riesgo .....	46
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....	49
5.1. Discusión de Resultados con otros autores .....	49
5.1.1. Con respecto al Objetivo Principal .....	49
5.1.2. Con respecto a los Objetivos Secundarios .....	49
CONCLUSIONES .....	53
RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los Niveles de Riesgos.....	13
Tabla 2. Estratificación de los Niveles de Riesgo .....	14
Tabla 3. Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad física .....	15
Tabla 4. Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad económica .....	16
Tabla 5. Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad social .....	17
Tabla 6. Operacionalización de variables .....	24
Tabla 7. Clasificación de ponderación desarrollada por Saaty. ....	25
Tabla 8. Factores Evaluados para determinar Peligro .....	25
Tabla 9. Clasificación de Pendiente .....	31
Tabla 10. Umbrales de precipitación de la Estación Jorge Basadre .....	32
Tabla 11. Parámetros Evaluados – Vulnerabilidad ambiental.....	32
Tabla 12. Resiliencia- Tratamiento de Residuos Sólidos .....	33
Tabla 13. Niveles de Vulnerabilidad .....	34
Tabla 14. Matriz de normalización en geología .....	35
Tabla 15. Índice de Consistencia en la unidad de geología .....	35
Tabla 16. Matriz de normalización en geomorfología .....	36
Tabla 17. Índice de Consistencia y Relación de consistencia de geomorfología .....	36
Tabla 18. Matriz de normalización de factores condicionantes.....	37
Tabla 19. Matriz de normalización de factores desencadenantes.....	37
Tabla 20. Índice de Consistencia y Relación de consistencia.....	38
Tabla 21. Matriz de normalización de factor de evaluación .....	38
Tabla 22. Nivel de Peligro .....	39
Tabla 23. Estratificación de Peligro .....	39
Tabla 24. Dimensión Ambiental.....	41
Tabla 25. Matriz de Normalización de Exposición Ambiental.....	41
Tabla 26. Matriz de Normalización de Fragilidad Ambiental .....	42
Tabla 27. Matriz de Normalización de Resiliencia Ambiental.....	43
Tabla 28. Niveles de Vulnerabilidad Ambiental.....	43
Tabla 29. Estratificación de la Vulnerabilidad Ambiental .....	44
Tabla 30. Valor de Riesgo .....	46
Tabla 31. Niveles de Riesgo.....	46
Tabla 32. Matriz de Riesgo.....	46
Tabla 33. Nivel de Consecuencia y daños.....	47
Tabla 34. Niveles de Riesgo.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio .....	23
Figura 2. Geología de la zona de estudio .....	28
Figura 3. Geomorfología de la zona de estudio .....	30
Figura 4. Mapa de Pendiente de la zona de estudio.....	31
Figura 5. Mapa de Peligros .....	40
Figura 6. Mapa de Vulnerabilidad Ambiental .....	45
Figura 7. Mapa de Riesgo .....	48
Figura 8. Encuesta a los centros de negocios de la Asociación los Sauces II .....	61
Figura 9. Encuesta a los pobladores de la Asociación los Sauces II.....	61
Figura 10. Encuesta a los centros de negocios de la Asociación Villa Sausal .....	62
Figura 11. Encuesta a las viviendas de la Asociación Villa Sausal .....	62
Figura 12. Encuesta a las viviendas de la Asociación Villa Rinconada III. ....	63
Figura 13. Encuesta a los centros de negocios de la Asociación Villa Rinconada III ..	63

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia .....	60
Anexo 2. Registro Fotográfico .....	61
Anexo 3. Guía de las Encuestas .....	64

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar la susceptibilidad ambiental frente a posibles inundaciones en el río Seco, situado en la ciudad de Tacna. Para lograr este objetivo, se empleó la metodología recomendada en el "Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres", que consiste en identificar los niveles de peligro, evaluar la vulnerabilidad ambiental y, a partir de estos factores, determinar el nivel de riesgo. Se hizo uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta principal. Las acciones y actividades consideradas en el trabajo se dividieron en cuatro etapas. Primero se realizó la recopilación de información basada en trabajos de investigación de otros autores, estos estudios fueron usados como antecedentes referentes a la zona de estudio para que posteriormente puedan usarse como un análisis, en la segunda etapa se hizo una recopilación de datos poblacional de la zona distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa para los distintos aspectos como la población, viviendas, servicios, educación y economía, la tercera etapa con ayuda de la matriz de vulnerabilidad se consideró evaluar aspectos ambientales; en esta fase se elaboró una encuesta dirigida a los habitantes de la zona en el sector de los Sauces II, Villa Sausal y Av. Rinconada III y en la cuarta fase se procedió a pasar los datos obtenidos de forma presencial a digital en el cuadro de matriz de vulnerabilidad. Los resultados de la investigación son los siguientes en cuanto al peligro de inundación en la zona de estudio, se tiene que este presenta un nivel muy alto, considerando los factores desencadenantes y condicionantes. En cuanto a la vulnerabilidad ambiental en la Asociación de vivienda Sauce II presenta niveles: medio, alto y muy alto; en Villa Sausal se tiene niveles: medio y alto y en la asociación Villa Rinconada III niveles: Alto y Muy Alto. Los resultados de los niveles de riesgo en la Asociación de vivienda Sauce II presenta niveles: alto y muy alto; en Villa Sausal, niveles altos y en la asociación Villa Rinconada III niveles Muy Altos, este resultado es el reflejo de la interacción del peligro y la vulnerabilidad ambiental. En cuanto a las conclusiones de la investigación se tiene que la población no toma conciencia del manejo de los residuos sólidos domiciliarios, al realizar la encuesta en las tres asociaciones se tiene como respuesta que la mayoría de los pobladores desechan sus residuos en el cauce del río, generando obstrucción y en épocas de avenidas se producen el desborde del mismo.

**Palabras clave:** Inundación; Peligro; Riesgo; Vulnerabilidad Ambiental

## ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the environmental susceptibility to potential flooding in the Seco River, located in the city of Tacna. To achieve this goal, the methodology recommended in the "National Disaster Risk Management Plan" was employed, which involves identifying levels of hazard, assessing environmental vulnerability, and, based on these factors, determining the level of risk. Geographic Information Systems (GIS) were used as the main tool. The actions and activities considered in the study were divided into four stages. Firstly, information was collected based on research works by other authors, which served as background information for the study area and later used for analysis. In the second stage, population data collection was conducted for the Gregorio Albarracín Lanchipa district regarding various aspects such as population, housing, services, education, and economy. The third stage involved the evaluation of environmental aspects with the help of a vulnerability matrix; a survey was conducted targeting residents in the Saucos II, Villa Sausal, and Av. Rinconada III sectors. In the fourth stage, the data obtained through in-person surveys were digitized into the vulnerability matrix. The research results indicate the following: regarding the flood hazard in the study area, it is considered very high, taking into account triggering and conditioning factors. Concerning environmental vulnerability, Saucos II Housing Association shows medium, high, and very high levels; Villa Sausal shows medium and high levels, while Villa Rinconada III shows high and very high levels. Regarding risk levels, Saucos II Housing Association shows high and very high levels; Villa Sausal shows high levels, and Villa Rinconada III shows very high levels. This result reflects the interaction between hazard and environmental vulnerability. In terms of research conclusions, it is noted that the population is not aware of proper household solid waste management. The survey conducted in the three associations indicates that most residents dispose of their waste in the riverbed, causing obstruction and leading to overflow during flood seasons.

**Keywords:** Flood; Danger; Risk; Environmental Vulnerability

## INTRODUCCIÓN

Ningún país a nivel mundial escapa de los fenómenos naturales causados por deslizamientos e inundaciones, los cuales llegan a afectar a los ecosistemas, recursos y actividades económicas, logrando ocasionar un daño a la infraestructura, la naturaleza y la vida de los seres humanos.

Si hablamos de la historia de estos procesos, podemos decir que China es uno de los países donde se ha producido las inundaciones más devastadoras alrededor del mundo, tal como “Los ríos Yangzi y Amarillo”, que en procesos de avenidas han causado una gran pérdida de vidas; ejemplo de esto es que en el año 1887 en el río Amarillo se provocó entre 900 y 6 000 muertes. Otro país afectado a esta gran escala viene a ser Estados Unidos, donde dichas inundaciones son producidas por huracanes originados en la costa; teniendo así el huracán Katrina que, para el año 2005 devastó la zona de Nueva Orleans y otras ciudades que se encuentran en la costa de los estados de Luisiana y Mississippi, provocando una pérdida de 1 619 muertes. En América Central y el Caribe para el año 1998, el huracán Mitch ocasionó una pérdida de 18 000 muertes; éste es considerado el segundo más mortal de la historia del atlántico, la mayoría de las pérdidas se debieron a las inundaciones y los corrimientos en Honduras y Nicaragua.

Así mismo, el Perú al estar ubicado geográficamente en el valle del pacifico, se ve perjudicado por diversos fenómenos naturales, logrando afectar de manera catastrófica a sus habitantes, teniendo en cuenta que la Cordillera de los Andes es la más expuesta a sufrir este tipo de fenómenos tales como deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas, etc. Por ello, es necesario la presencia de monitoreo y vigilancia de manera constante, para así obtener información significativa y con base a ello estar preparados para actuar de una manera adecuada, evitando daños y pérdidas.

En 1994, un 21 de febrero se originó el desborde del río Ucayali, al día siguiente se dió el desborde del río Cañete, perjudicando a varios establecimientos de la población, para el 9 de marzo sucedió lo mismo en el río Rímac, afectando a los asentamientos y directamente a 60 077 personas. Por otro lado, tenemos que, en Madre de Dios en el año 2003, se registró un aumento de precipitación pluvial, causando que los caudales de los ríos Madre de Dios, Manu, Colorado, Puquiri, Tambopata, Inambari, entre otros; lleguen a desbordarse y provoquen inundaciones afectando a 12 012 personas.

Incluso, nuestra ciudad no se escapa de esta situación, El Fenómeno del Niño en 1925 afectó a la provincia de Tacna, experimentando fuertes lluvias que aumentaron

el caudal de los ríos Caplina y Caramolle, activando así la quebrada del Diablo, lo cual perjudicó a la localidad de Tacna y al poblado de Mirave. En 1998, las primeras lluvias en la provincia antes mencionada, comenzaron en la tercera semana de enero, especialmente en el distrito de Ite, 107 kilómetros en dirección al norte del poblado de Tacna, dejando a 200 familias en circunstancias inseguras, sus casas se inundaron a causa de las lluvias, por lo que los techos de esteras no pudieron soportar. Después de 90 años, los flujos de Mirave (2019) y Del Diablo (2020) se reactivan y causan más daños que los eventos anteriores, el 8 de marzo, se produce un aumento del caudal del río Caplina en Tacna y del río Lluta en Arica, suscitando inundaciones y daños masivos. El día anterior, el río Caplina ingresó por la avenida Bolognesi, convirtiéndose en un gran río de medio metro de altura. El río Caplina también inundó las localidades de Pachía, Calana y Pocollay, pero la parte norte de Tacna entre la calle Dos de Mayo y el cuartel Tarapacá fue el más afectado, muchas viviendas y edificios estuvieron inhabitables. La calle San Martín también se inundó de agua fangosa. Ante el problema, se paralizó el comercio y el tránsito vehicular por motivos de seguridad.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del problema

Una de las problemáticas de mayor importancia que ataca a la humanidad son las amenazas provocadas por deslizamientos e inundaciones, ocasionados de manera natural. En el Perú, debemos estar precavidos ante estos fenómenos naturales muy recurrentes, ya que afectan principalmente al mecanismo de agua potable, así como al ámbito económico, ambiental y social.

La provincia de Tacna presenta diversas amenazas ante este principal problema, ya que en la mayor de las ocasiones son dadas en las carreteras (Carretera Panamericana), la cual pertenece a la red vial nacional y que ha presenciado deslizamientos de material meteorizado, impidiendo el pase de los vehículos a su lugar de destino. Asimismo, en las canteras se producen deslizamientos e inundaciones que afectan a viviendas e instalaciones del lugar.

Algunas de las zonas críticas presenciadas en la provincia de Tacna son en el distrito de Calana (Piedra Blanca) y Gregorio Albarracín (canteras), originados por la erosión fluvial, huaicos, derrumbes e inundaciones, afectando la erosión fluvial en la posición derecha del río Uchusuma (desvió del río Caplina); y para ambas posiciones del río Seco (Arunta), mientras que en su margen izquierdo se genera tobas cubiertas por depósitos residuales y eólicos.

Por lo expuesto, se puede afirmar que estos fenómenos naturales producen una alteración al ecosistema, dañando así los terrenos de cultivos, viviendas, vías de acceso, instalaciones y canteras de la zona, por lo que llega a ser una problemática muy relevante que debemos de tener en cuenta.

Debido a esta cuestión, en el futuro, los pobladores que se encuentran en la zona de estudio (Calana y Gregorio Albarracín), presentarán daños que influyan negativamente a su ecosistema, destruyendo las comunidades ecológicas. También, se puede ocasionar el brote de enfermedades transmisibles, afectando a la salud de las personas, y en consecuencia no serán capaces de mantener una vida sana.

Sin embargo, es importante resaltar que una de las alternativas ante esta situación es colocar defensas a las riberas, no arrojar basura o desmonte en los causes y evitar la edificación de residencias dentro de la franja marginal del río; cumpliendo con estas acciones, será más eficiente la toma futura de medidas correspondientes al plan de acción y manejo ante la vulnerabilidad ambiental a nivel local.

## **1.2 Formulación del problema**

En cuanto a la formulación del problema se plantean las siguientes interrogantes

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo determinar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco - Tacna?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles serán las áreas más susceptibles ante la amenaza por inundación en el río Seco – Tacna?
- b. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ambiental por inundaciones en el río Seco - Tacna?
- c. ¿Cuál es el nivel de riesgo por peligros de inundación en la zona de estudio?

## **1.3 Justificación e Importancia**

Las altas lluvias registradas dentro de la ciudad de Tacna generan una crecida amenaza, produciendo inundaciones en zonas de laderas de los ríos, ello afecta a la población de forma considerable, ya sea de forma económica, social y ambiental. Por tal motivo, es esencial la evaluación de la vulnerabilidad ambiental a estos eventos como deslizamientos o inundaciones, los cuales provocan el deterioro del ecosistema y tienen un impacto desfavorable hacia la vida y salud de las personas.

### **1.3.1 Justificación social**

En base a lo antes expuesto, ya que se tiene la necesidad de determinar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco – Tacna, específicamente en las Asociaciones de viviendas como los Sauces II, Villa Sausal y Villa Rinconada 3, la cual se encuentra expuesta a un peligro eminente a desborde del río.

Es importante elaborar este tipo de estudios que permitan evaluar zonas susceptibles a amenazas por inundaciones, así como evaluar el nivel de vulnerabilidad, riesgo y peligro, ya que nos dejará tener una óptima planificación territorial y ejecutar una gestión ambiental de manera correcta con el uso de herramientas de Sistema de Información Geográfico (SIG).

### **1.3.2 Justificación económica**

En cuanto a la justificación económica, es importante señalar que Tacna se caracteriza por estar en una zona costera, presentando un clima semicalido y húmedo. Asimismo,

al ser vecino de la ciudad de Puno, la cual se encuentra en una zona andina y tiene una mayor probabilidad de fuertes lluvias (sobre todo en las épocas de invierno), provoca que estas precipitaciones lleguen a nuestra ciudad, suscitando en ciertas situaciones huacos, inundaciones y deslizamientos. A causa de ello, y al no tener las prevenciones correspondientes, estos eventos generan un impacto negativo hacia la estructura de las viviendas de la población afectada, muchas familias terminan con su hogar en una situación deplorable, y otras incluso se quedan sin ésta, lo cual implica una pérdida económica difícil de recuperar. De igual forma, estos sucesos afectan al sector agropecuario, pues daña sus predios rurales y se impide la producción de alimentos, causando en el mercado un aumento en los precios, y una menor capacidad adquisitiva por parte de los consumidores.

### **1.3.3 Justificación ambiental**

Respecto a la justificación ambiental, esta zona de estudio se encuentra expuesta a fenómenos geológicos y geomorfológicos ocasionando así deslizamientos e inundaciones debido a su morfología. Así mismo, a causa de estos eventos se puede presenciar una notoria contaminación ambiental dejando las calles, viviendas, mercados, entre otros. De igual forma el cauce del río llega a ser afectado debido a que al ocurrir huacos provocan una alteración a la forma del suelo y arrasando con todo lo que se encuentra en su camino. Por tales razones la medida más oportuna frente a esta problemática es realizar un análisis de vulnerabilidad ambiental para su posterior propuesta de medidas de prevención ante peligros de vulnerabilidad a causa de inundaciones.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco – Tacna

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Determinar los niveles de peligro por inundación en el río Seco – Tacna a través del Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- b. Evaluar los niveles de vulnerabilidad ambiental en la zona de estudio.
- c. Evaluar los niveles de riesgo por peligro de inundación en la zona de estudio.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis General**

En la evaluación de vulnerabilidad ante los riesgos producidos por inundaciones en el río seco – Tacna se determina que los niveles de riesgo serán de un nivel significativo.

### **1.5.2 Hipótesis Específicos**

- a. Con ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG) se determina los niveles de peligro se encuentran de manera significativa.
- b. Evaluando la zona de estudio se presenta niveles de vulnerabilidad ambiental de nivel significativa.
- c. Evaluando la zona de estudio se presenta niveles de riesgo de manera significativa por peligro de inundación.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Álvarez (2012), en su tesis, “Evaluación de la Vulnerabilidad físico-estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepéquez”.

Su enfoque primordial es evaluar la vulnerabilidad de las estructuras físicas ante inundaciones de las viviendas. La investigación se divide en cuatro fases: recopilación de información, análisis de oferta y demanda, recopilación de datos de campo y análisis e interpretación de datos. Determinado que la precipitación y la pendiente tienen un papel importante en la cuenca Madre Vieja, Las evaluaciones realizadas mostraron que los sistemas constructivos de la mayor parte de las haciendas examinadas de Caserío Llano Verde y Lotificación Santa Rosita, y la mayor cantidad de las viviendas calificadas no presentaban deterioro de las paredes, determinando que la mayoría de los sistemas de las viviendas evaluadas para construcción se encontraban cerca del Barrio Rufino Cocales.

Salgado (2005), explica que en su trabajo: “Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del Río Gila, Copán, Honduras”.

Se centra en identificar riesgos de inundaciones y deslizamientos de tierra como base para los procesos de planificación y gestión de riesgos. El enfoque consiste en planificar diferentes etapas y desempeñar diferentes roles previos para recopilar, analizar e interpretar información. Se encontró que las microcuencas tienen una alta vulnerabilidad entre las variables examinadas, siendo las vulnerabilidades técnicas, institucionales y educativas las más altas. Finalmente, la implementación de sistemas de alerta de desastres y gestión de peligros requiere iniciativas para implementar cambios estructurales y culturales en las áreas de fortalecimiento institucional de la gestión de riesgos, la planificación espacial y la gestión de cuencas hidrográficas.

Muenala (2018), menciona en su trabajo de investigación titulada “Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del Río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador”

Se centra en identificar la vulnerabilidad a los peligros de deslizamientos de tierra e inundaciones como base para proponer medidas de mitigación y prevención de riesgos. Se divide en cuatro fases, la primera es la recopilación de información, la segunda es la identificación de los peligros de deslizamientos de tierra e inundaciones,

la tercera es la identificación de las vulnerabilidades y finalmente se recomiendan medidas de mitigación y prevención. Por ejemplo, el resultado es que la Cuenca del Río Blanco tiene cuatro niveles de peligro de deslizamientos de tierra (alto, medio, bajo y no aplicable), por lo que el peligro de inundación se muestra como dos (bajo y cero), mientras que la vulnerabilidad se muestra en diferentes niveles. En general es normal. Finalmente, concluimos que estas medidas deben ser consideradas y aplicadas con el fin de promover el desarrollo integral del territorio y sus habitantes.

Nos menciona Mendoza (2017), en su tesis denominada como “Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016”,

Teniendo como objetivo primordial evaluar el nivel de riesgo por inundación, aplicó diversas técnicas; primeramente, la observación, asimismo, la recolección de información de los datos meteorológicos, el uso de mapas aplicando el software de ArcGis, y se aplicó entrevistas para poder obtener información socioeconómica. Concluyendo que el nivel de riesgo es elevado y con una vulnerabilidad alta, por lo tanto, el nivel ante peligros de riesgos de la quebrada Romero es alta.

Asimismo, Arévalo (2017), presenta su trabajo: “Análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano en el sector urbano de la ciudad de Saposoa”.

En primer lugar, realizó la recolección de datos en las diversas instituciones, en donde se realizarán entrevistas para recolectar información del campo y posteriormente realizar el procesamiento de dichos datos con los programas de software Word, Excel y AutoCAD, obteniendo así mapas temáticos de tablas y gráficos estadísticos. El análisis de datos históricos muestra que las áreas urbanas de la Quebrada Serrano en la región de Saposoa han sido afectadas por inundaciones a lo largo del tiempo, identificándose lugares propensos a inundaciones en las partes alta, baja y central de la región. Los análisis de vulnerabilidad física estructural y funcional realizados en instalaciones públicas urbanas y viviendas privadas importantes en la ciudad de Saposoa muestran que la mayoría de las instituciones son menos vulnerables físicamente a los deslizamientos de tierra y las inundaciones se ven afectadas por los deslizamientos de la misma. Las instituciones potenciales tienen vulnerabilidades moderadas a eventos adversos y vulnerabilidades altas y muy altas funcionales, pues hay un número importante de instituciones y domicilios particulares.

De acuerdo con Aroní y Pareja (2020), en su investigación denominada “Gestión de datos con tecnología geomática para la mitigación del riesgo de desastres por fenómenos naturales”.

Los métodos son proporcionados por diferentes organismos institucionales, la recolección de datos hidrológicos se obtuvo a través del SENAMHI (Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Perú), los datos geológicos fueron utilizados por el INGEMMET (Instituto de Geología, Minería y Metalurgia) y el programa catastral fue Chaclacayo, se utiliza los informes del censo del INEI para proporcionar datos de población procesados en un sistema geográfico (SIG). Posteriormente se realizan cálculos hidrológicos, evaluación de la crecida del río Rímac, el deterioro de la condición del río, el deterioro de las variables de riesgos, la vulnerabilidad para la futura producción de mapas temáticos. Finalmente, se examinaron las amenazas, vulnerabilidades y riesgos en sus instalaciones.

Nina (2021), en su tesis titulada “Zonas de vulnerabilidad ambiental y peligros múltiples mediante modelamiento geoespacial en la Cuenca del río Moquegua, 2021”

En cuanto a la metodología utilizada fue elaborar mapas temáticos haciendo el análisis de factores, generando la ponderación de atributos. Sus resultados demuestran que se presentan peligros como deslizamientos e inundaciones en diferentes niveles, desde muy altos hasta bajos. Con la ayuda de los mapas temáticos logró determinar el grado de vulnerabilidad ambiental, un nivel muy alto indica que tienden a ser más vulnerables a los actos antrópicos de la cuenca del río Moquegua para el caso de inundaciones o deslizamientos. Para determinar el desgaste de la cobertura vegetal se utilizó el algoritmo de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), haciendo un análisis multitemporal. Finalmente, en sus conclusiones se expresa los grados de peligro y la identificación de los mismos.

Limachi y Limachi (2021), en su investigación titulada “Análisis de vulnerabilidad para reducir los impactos adversos, a la captación del sistema de agua potable ante amenazas naturales en el distrito de Pachía – 2020”

Aplicó encuestas hacia las familias que residen en la zona de Pachía, y posteriormente pasar a la etapa de observación donde se ve fotos de archivo del sistema de agua potable en el distrito de Pachía, por último, por un estudio documental, con ayuda de información proporcionada por análisis técnicos y trabajos de investigación. Logrando determinar con el análisis de vulnerabilidad física, ambiental, social y económica, y a comparación con el rango de vulnerabilidad promedio, que el sistema de agua potable del distrito de Pachia es considerado vulnerablemente alto por las

amenazas naturales. Por lo tanto, se llega a concluir que este análisis de vulnerabilidad influencia en la disminución de los efectos negativos hacia la obtención del sistema de agua potable ante estos diversos desastres naturales en el distrito de Pachia.

Pastrana (2011), en su trabajo de investigación titulada “Valoración del riesgo de inundación del río Caplina-Uchusuma, y percepción del peligro de la población del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010”.

Aplicó un cuestionario con opciones múltiples para poder hallar la sensación del riesgo que comprende 9 elementos; una ficha de cotejo con 11 tamaños, para estimar el peligro ante la amenaza natural por inundación en el río Caplina-Uchusuma, y por último el formulario de Amat y León conformado por 10 elementos con la finalidad de determinar el nivel socioeconómico. Se concluyó que la vulnerabilidad física, económica, social, política e institucional, científica y tecnológica es inmensa en el distrito sur-este y nor-este, mientras que la vulnerabilidad ecológica y cultural e ideológica en ambos distritos es media; la vulnerabilidad educativa es media en el distrito nor-este y alta en el sur-este, llegando así a tener una percepción baja de peligro por inundación. Finalmente, se afirmó que la valorización del riesgo ante amenazas por desbordamiento del río Caplina-Uchusuma dentro del distrito de nor-este y sur-este es media, entre tanto la percepción de peligro es baja.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.1.1. Inundación**

Según Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENEPRED, 2012), inundación es un evento de intrusión o infiltración causado por la elevación hacia el grado de las aguas superficiales libres de un río o del propio mar debido a lluvias, oleaje, marejadas ciclónicas o la falla de ciertas estructuras hidráulicas. Donde normalmente hay daño a la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Por lo que Zurich (2019) los tipos de inundaciones más comunes son:

- **Inundaciones fluviales.** Esto sucede cuando sube el nivel del agua del lago, río y el arroyo sube y se desborda hacia el terraplén, esto se debe al incremento de lluvias o deshielo. El daño originado por este desborde de un río puede expandirse y este desborde puede llegar a afectar a ríos más pequeños provocando así que se rompan las presas e inunden las zonas cercanas. La altura de la inundación se relaciona directamente con la cantidad de lluvia, otro factor sería la saturación de agua del suelo.

- **Inundaciones por precipitación.** Las inundaciones por lluvia o precipitación ocurren cuando las precipitaciones extremas provocan inundaciones independientes de los cuerpos de agua. Se cree que debe estar cerca del agua para estar en riesgo, pero estas inundaciones pueden ocurrir en áreas rurales y urbanas, e incluso en áreas sin agua circundante.
- **Inundaciones de agua superficial.** Ocurre cuando los canales de drenaje se desbordan y se drenan hacia las calles y edificios cercanos, por lo que ocurre gradualmente, lo que le da tiempo para encontrar un lugar seguro y no daña la vida humana, pero sí causa un daño económico.
- **Inundaciones repentinas.** Se manifiesta por una violenta y rápida corriente de agua provocada por lluvias torrenciales en terrenos cercanos en un corto espacio de tiempo. También pueden ser causados por un desbordamiento repentino de agua de una presa o terraplén. Estas inundaciones son peligrosas y destructivas, con una fuerza tremenda y llevando escombros arrastrados por la corriente.
- **Inundación costera.** Son aquellas que ocurren en áreas terrestres a lo largo de la costa del punto. Los elementos causales más relevantes son los fenómenos en donde se presentan vientos fuertes al mismo tiempo que la marea alta o tsunamis. La marejada se genera por fuertes vientos de una tormenta tropical, llevando así el agua a la tierra y siendo ésta la causa principal de las inundaciones costeras. Para su nivel de gravedad se toman en cuenta los factores de fuerza, tamaño, velocidad, dirección de la tormenta, la topografía de la tierra y el mar.

### 2.1.2. Peligro

Según Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENEPRED, 2014), nos indica que son las manifestaciones de manera natural o causado por la mano humana, sea significativamente perjudicial y ocurra en una cierta área con una intensidad determinada, ello durante un lapso de tiempo y con una frecuencia nombrada. Se pueden clasificar en connaturales o provocados por el hombre.

- **Por fenómenos de origen natura.**  
Provocados en lo interno de la tierra, tales como: tsunamis, sismos.  
Provocados en la parte superficial de la tierra como: deslizamientos, derrumbes, aludes, aluviones, erosión.  
Provocados por fenómenos meteorológicos, hidrológicos, y oceanográficos, como: desbordamientos, agostamiento, incendios forestales tormentas o precipitaciones.

- **Por actividad del hombre.**  
Incendios civiles, de forma rural y forestales.  
Derivación de elementos químicos dañinos.  
Tala y deforestación.  
Desertificación.

### 2.1.3. Riesgo

Según Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006), define que es el cálculo o evaluación matemática de la baja potencial de vidas, recursos materiales, daños patrimoniales y económicos durante un periodo de tiempo determinado y en un sector conocido, su evaluación se basa en la amenaza y la vulnerabilidad. Un riesgo es un estado potencial que, si no es modificado o moderado por la intervención del ser humano o cambios en las condiciones ambientales físicas anuncia la existencia de un impacto en los ámbitos social y económico en el futuro.

Los peligros naturales y aquellos causados por la actividad del individuo, y la vulnerabilidad, son denominados componentes de riesgo, la guía del CENEPRED (2014) nos dice que éstos son: gestión prospectiva, correctiva y reactiva.

- **Gestión Prospectiva.** Es la mezcla de actividades que se planean y ejecutan con la finalidad de evadir y prever un posible riesgo más adelante.
- **Gestión Correctiva.** Es la agrupación de actividades que se proyectan y efectúan para modificar o disminuir el peligro actual.
- **Gestión Reactiva.** Es la mezcla de diversas tareas y prevenciones dirigidas a combatir las catástrofes, siendo de manera próxima el peligro o la concertación del peligro.

También menciona los procesos involucrados en el mismo, a saber: evaluación de riesgos, prevención de riesgos, reducción de riesgos, preparación, respuesta, recuperación y construcción.

- **Estimación del riesgo.** Incluye aquellos actos que involucran la noción de los posibles peligros, estudiar el estado de vulnerabilidad y concluir los grados de riesgo.
- **Prevención del riesgo.** Son aquellas actividades que tienen como objetivo evitar la aparición de riesgos actuales, por ello son de suma relevancia.

- **Reducción del riesgo.** Son acciones que tienen la finalidad de disminuir o erradicar las vulnerabilidades y riesgos en cualquier ámbito.
- **Preparación.** Acciones que una sociedad ejecuta con el fin de dar una pertinente respuesta frente a algún desastre.
- **Respuesta.** Son acciones realizadas al momento y proximidad de un desastre.
- **Rehabilitación.** Aquellos actos que se toman para así mejorar los servicios mínimos y necesarios, logrando así que la zona afectada tenga más disponibilidades y normalicen sus actividades.
- **Reconstrucción.** Son acciones que tienen como objetivo brindar condiciones sostenibles de desarrollo en las zonas que han sufrido daños, asegurando una recuperación constante y evitando futuros riesgos.

#### 2.1.4. Riesgo por inundación

Considerar la prevención de desastres por inundaciones y la mitigación de riesgos es esencial para el desarrollo sostenible de un área, ya que proporciona la base para el crecimiento económico y una mejor calidad de vida para sus habitantes. Es fundamental reducir y prevenir estos riesgos, especialmente cuando alcanzan niveles muy altos o altos, al menos hasta un nivel moderado, para garantizar una mejor calidad de vida y promover un desarrollo sostenible en la región (Sánchez et al., 2021). Por lo que mencionamos en la tabla 1 y 2, la clasificación y estratificación de los niveles de riesgo en un rango de bajo a muy alto.

**Tabla 1**

*Clasificación de los Niveles de Riesgos*

Niveles de Riesgo	Rangos
Muy Alto	$1,156 \leq P \leq 5,1888$
Alto	$0,262 \leq P < 1,156$
Medio	$0,043 \leq P < 0,262$
Bajo	$0,014 \leq P < 0,043$

*Nota.* Según el manual del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014)

**Tabla 2***Estratificación de los Niveles de Riesgo*

<b>Niveles de Riesgo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Riesgo Muy Alto</b>	"Son terrenos llanos, con pendiente entre 0° a 1°, áreas muy susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada a 2100 mm durante el verano. Grupo etario población menor a 1 año a 65 años. Población con discapacidad física o mental: para usar brazos y manos, piernas y pies. Estado civil o conyugal: viudo(a). Tenencia de la vivienda: propia por invasión. No tiene partida de nacimiento. No está afiliada a ningún seguro".
<b>Riesgo Alto</b>	"Son terrenos llanos, con pendiente entre 1° a 5°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 1101 mm a 2464 mm durante el verano. Grupo etario de 1 a 14 años. Discapacidad física o mental: para ver. Estado civil o conyugal: Separado o divorciado. Tenencia de la vivienda: alquilada. No tiene partida de nacimiento".
<b>Riesgo Medio</b>	"Son terrenos llanos, con pendiente entre 5° a 25°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 601 mm a 1101 mm durante el verano. Grupo etario de 45 a 64 años. Discapacidad física o mental: para oír. Estado civil o conyugal: conviviente. Tenencia de la vivienda: cedida por el centro del trabajo u otra forma. No tiene partida de nacimiento".
<b>Riesgo Bajo</b>	"Son terrenos llanos, con pendiente entre 25° a 45°, áreas medianamente susceptibles a inundaciones. Se presentan precipitaciones en exceso acumulada entre 72 mm a 600 mm durante el verano. Grupo etario de 15 a 44 años. Discapacidad física o mental: para hablar u alguna otra discapacidad. Estado civil o conyugal: casado(a) o soltero(a). Tenencia de vivienda: propia pagado a plazos o totalmente pagada. No tiene partida de nacimiento".

*Nota.* Según el manual del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED, 2014)

**2.1.5. Vulnerabilidad**

INDECI (2006), nos dicen que es un total de cualidades de un individuo o grupo desde la perspectiva para anticipar, perdurar, aguantar y recobrar de los efectos de un peligro.

Es una mezcla de características que señalan en qué medida la vida y la subsistencia de una persona queda en peligro debido a un suceso diferente e reconocible de la sociedad o la misma naturaleza.

La vulnerabilidad tiene 4 estrados, vulnerabilidad baja de 0-25, media de 26-50, alta 51-75 y muy alta 76-100

Los diversos tipos de vulnerabilidad son a nivel físico, económico, social, educativo, cultural e ideológico, ambiental y ecológico, político e institucional y tecnológico.

**a. Vulnerabilidad física.** Se enfoca en la localización de los establecimientos de los individuos que están en un área de riesgo y en las fallas de sus construcciones físicas para captar los daños que causan estos riesgos. Se asimila con calidad o la variedad en cuanto al material que es aplicado y la forma de edificación de las haciendas, construcciones frugales y de servicios e infraestructura socioeconómica para captar los efectos de peligro.

Para hallar el estudio analítico de la vulnerabilidad física, se toman en cuenta determinadas variables como se menciona en la tabla 3, que sirven para calcular o estimar los rangos de vulnerabilidad, por lo que se mencionaran a continuación.

**Tabla 3**

*Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad física*

Variable	VB	VM	VA	VMA
	1	2	3	4
Materiales de estructura	Construcciones sísmicas con métodos de construcción adecuados	Construcciones de hormigón, acero o madera sin equipo de construcción apropiado	Construcción de adobe, piedra o madera sin refuerzo estructural	Construcciones de Adobe, bejuco y otras estructuras de baja durabilidad en condiciones inestables
Ubicación de residencia	Muy apartado >5km	Casi próximo 1 – 5 km	Próximo 0.2 – 1 km	Muy próximo 0.2 – 0 km
Calidad y modelo de suelos	No existen zonas de falla o quebrada, el suelo tiene buenas características estratigráficas	Área ligeramente quebrada, suelo de capacidad portante media.	Área moderadamente quebrada, suelo de capacidad portante baja	Área muy quebrada, fallada, suelos a punto de derrumbarse

Principios actuales	Con principios precisamente realizadas	Con principios regularmente realizadas	Con principios no realizados	Sin principios
---------------------	--	--	------------------------------	----------------

*Nota.* Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006)

**b. Vulnerabilidad económica.** En relación con acceso los residentes de un determinado centro densamente poblado a bienes económicos reflejados en cantidades suficientes frente a un desastre. Esta capacidad adquisitiva depende del nivel de ingresos que tenga las personas, así mismo, tal información puede ser obtener estadísticamente por parte de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES).

El análisis de vulnerabilidad económica comprende varias variables como se menciona en la tabla 4, para determinar los variables de vulnerabilidad.

**Tabla 4**

*Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad económica*

Variable	VB	VM	VA	VMA
	1	2	3	4
Ocupación económica	Alto rendimiento, buena asignación de recursos, comercio exterior de productos	Mediano rendimiento e irregular asignación de los recursos, beneficios para el comercio interior	Escaso rendimiento y asignación incompleta de los recursos beneficiosos para el uso propio	Sin rendimiento, nula asignación de beneficios
Permision al trabajo de mercado	Oferta trabajo > demanda	Oferta trabajo = demanda	Oferta trabajo < demanda	No hay oferta de trabajo
Grado de Salarios	Alto grado de salarios	Aceptable grado de salarios	Grado de salarios que abastece las necesidades básicas	Salarios bajos para disimular las necesidades básicas
Escasez o crecimiento humano	Residentes sin escasez	Residentes con mínima cantidad de escasez	Residentes con moderada escasez	Residentes con total escasez

*Nota.* Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006)

**c. Vulnerabilidad Social.** Implica la forma de organización por parte de una comunidad, participando activa y colectivamente frente a cualquier evento de emergencia. Si una determinada población sabe gestionarse, será mucho más sencillo tomar decisiones que permitan resolver los deplorables efectos

que pueda dejar un desastre a comparación de quienes no muestran una eficiente organización.

El análisis de vulnerabilidad social comprende ciertas variables como se menciona en la tabla 5, para hallar los niveles de vulnerabilidad por los que se menciona a continuación:

**Tabla 5**

*Variables para calcular los rangos de vulnerabilidad social*

Variable	VB	VM	VA	VMA
	1	2	3	4
Grado de ordenamiento	Residentes totalmente ordenadas	Residentes ordenadas	Residentes escasamente ordenadas	Residentes no ordenadas
Intervención de los residentes en las labores	Intervención total	Intervención mayoritaria	Intervención mínima	Intervención nula
Nivel de enlace entre las entidades e instituciones a nivel local	Enlace fuerte	Enlace medio	Enlace baja	No hay enlace
Modelo de incorporación entre las entidades a nivel local	Total, incorporación	Moderada incorporación	Mínima incorporación	No existe incorporación

*Nota.* Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2006)

## 2.3. Normatividad

### 2.4.1. Ley N<sup>a</sup> 29664

Según las normas legales por parte de la Comisión Permanente del Congreso de la República (2011), denomina la ley N<sup>a</sup> 29664 como la ley que crea el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres (SINAGERD).

Se publicó en el diario oficial "El peruano" la ley N<sup>a</sup> 29664, por lo que la norma se enfoca en los objetivos, componentes y funcionamiento del SINAGERD, su propósito es "identificar y reducir los riesgos relacionados con los desastres o minimizar su impacto y evitar la aparición de nuevos riesgos y prepararse y enfocarse en situaciones de desastre mediante el desarrollo de principios, lineamientos de política, componentes, procesos y herramientas para la gestión del riesgo de desastres".

La ley define la gestión del riesgo de desastres como "un proceso social, cuyo fin principal es la prevención, reducción y control definitiva de los factores de riesgo de desastres en la asociación, como la mejor organización y contestación para estos casos

de desastres, teniendo en cuenta la política nacional, con especial atención a las políticas relacionadas con Desastres de manera sostenible desarrolla la economía, el medio ambiente, la seguridad, la defensa nacional y la defensa territorial.

La ley ajusta a la organización del SINAGERD y determina que su órgano de gobierno es la Presidencia del Consejo de Ministros - PCM, la cual viene a estar integrada por: el Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres; Instituto Nacional de Defensa Civil; Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred); Los Municipios regionales y locales; El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN), en coordinación con la institución gestora SINAGERD, integran la gestión del riesgo de desastres en el plan nacional de desarrollo estratégico; figuras públicas; fuerzas Armadas; Policía Nacional del Perú; entidades privadas y sociedades civiles.

La Ley establece que el Plan de Reducción de la Vulnerabilidad por El Niño Recurrente (PREVEN) fue desarrollado por el Centro para la Evaluación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

#### **2.4.2. D.S. N° 048-2011-PCM**

Según las normas legales bajo la presidencia del consejo de ministros (2011), denomina la el D.S. N° 048-2011 como el decreto supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

Se publicó en el diario oficial “El peruano” el D.S. N° 048-2011, plantean como objeto reglamentar la Ley N° 29664 para determinar los componentes, procesos, procedimientos y funciones de las entidades integrantes del SINAGERD.

Las autoridades regionales y locales integran la gestión del riesgo de desastres en los procesos de planificación, planificación territorial, gestión ambiental e inversión pública.

Las autoridades regionales y locales determinan el nivel de riesgo dentro de su jurisdicción y desarrollan planes correctivos de gestión de riesgos, estableciendo medidas permanentes relacionadas con el desarrollo y la inversión.

El plan específico se basa en procesos y, de acuerdo con el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, las autoridades nacionales para los diversos grados que desarrollan, aprueban e implementan planes de la siguiente manera:

- Planes de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres
- Planes de Preparación
- Planes de Operaciones de Emergencia

- Planes de Educación Comunitaria
- Planes de Rehabilitación
- Planes de Contingencia

## **2.4. Definición de términos**

### **2.3.1. Amenaza**

Posibilidad de la generación de fenómenos naturales, socio natural u ocasionado por mano del hombre pueda ocasionar daño a la sociedad (CONRED, 2018).

### **2.3.2. Análisis de vulnerabilidad**

Es una técnica que se basa en estudiar las condiciones físicas y geográficas, biológicas y socioeconómicas de un sitio, detectando su susceptibilidad a los efectos de un fenómeno destructivo (defensacivilcuba, 2017).

### **2.3.3. Degradación ambiental**

Es el proceso que degrada la calidad, la productividad natural y social y la sustentabilidad del medio ambiente natural y los recursos que este provee a través de diversos procesos de intervención y explotación humana (Lavell, 2010).

### **2.3.5. Fragilidad ambiental**

Es el grado de vulnerabilidad de una determinada zona, ecosistema, paisaje; que provoca que dicho ambiente se deteriore con facilidad (Dávila, 2011).

### **2.3.6. Inundación**

Es el efecto que produce el caudal de una fuente de agua cuando excede las condiciones normales y alcanza una anomalía incontrolable en el recipiente natural o artificial que la contiene, dando como resultado el daño que la fuente de agua provoca en las zonas urbanas, terrenos productivos, valles, lugares bajos y en general (defensacivilcuba, 2017).

### **2.3.7. Mapa de riesgos**

Es un instrumento basado en diferentes métodos de investigación, con la finalidad de reconocer las actividades o procesos de peligro, calcular la posibilidad en producirse estas actividades y determinar el daño significativo a que ocurra el evento (Rodríguez et al., 2013).

### **2.3.8. Prevención**

Es el acto de predecir una situación negativa en el futuro y prevenir su existencia dentro de límites aceptables para la sociedad afectada (Lavell, 2010).

### **2.3.9. Resiliencia ambiental**

Es la capacidad de un ecosistema para poder mantenerse en un estado neutral a pesar de factores externos que puedan resultar dañinos (enel, 2023).

### **2.3.10. Riesgo de inundación**

Las inundaciones se llegan a considerar un riesgo cuando ciertos factores naturales interactúan con la actividad humana (Oliveras et al., 2010).

### **2.3.11. Vulnerabilidad ambiental**

Es el nivel de resistencia de un sistema frente a una causa directa o indirecta hacia el medioambiente que suceden alrededor del mundo por fenómenos naturales (Roper, 2020).

## **2.5. Análisis Histórico**

- El 18 de enero del 2013, se dio el aumento del caudal del río Seco, con un incremento de 8 mil litros por segundo. Por tal motivo INDECI y la secretaria técnica de dicha jurisdicción refuerzan los muros de contención con el apoyo de máquinas y personal de la municipalidad abarcando un perímetro desde el cuartel Tarapaca hasta la asociación Puentequito. Asimismo, los pobladores que habitan por dicha zona tuvieron una reunión para tomar medidas para la prevención ante inundaciones futuras en caso llegue a colapsar el río Seco.
- El 06 de marzo del 2016, debido a las intensas lluvias originadas en las zonas andinas miles de familias que se encuentran al margen del río, las asociaciones el Morro y el puente Chastudal, son afectadas.
- El 18 de enero del 2020, las precipitaciones activan el río seco en el distrito del Gregorio Albarracín.
- 2 de febrero del 2023, unas 30,000 personas en riesgo de quedar aisladas por daños existentes en los puentes. Se comprobó el colapso del muro de contención lo cual generaría peligros por el cauce del río Seco y la posible afectación de 2500 viviendas por las inundaciones, asimismo se comprobó el daño del puente Pampa Colorada por lo que se visualiza grietas ocasionadas por filtraciones del río.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la investigación**

En cuanto al diseño de la investigación fue no experimental ya que no existe manipulación de las variables de la investigación; es de corte transversal, debido a que la recopilación de datos y resultados se da en un mismo periodo y de nivel correlacional, puesto a que hay una relación entre la variable dependiente e independiente.

### **3.2. Acciones y actividades**

#### **3.2.1. Fase I**

En esta fase se enfocará en la recopilación de información basada en trabajos de investigación de otros autores, estos estudios serán usados como antecedentes referentes a la zona de estudio para que posteriormente puedan usarse como un análisis de la zona de estudio y realizar diferentes técnicas para la elaboración de la metodología.

#### **3.2.2. Fase II**

En base al Censo 2017 del INEI se hará una recopilación de datos poblacional de la zona distrital de Gregorio Albarracín Lanchipa para los distintos aspectos como la población, viviendas, servicios básicos, educación y economía.

#### **3.2.3. Fase III**

Con ayuda de la matriz de vulnerabilidad en formato Excel con los aspectos sociales, económicos y ambientales se elaborará una encuesta dirigida a los pobladores de la zona de estudio en el sector de los Sauces II, Villa Sausal y Av. Rinconada III. En el cual se fomentará encuestas como se puede observar en los anexos 2 y 3, de las figuras 8, 9, 10, 11, 12 y 13.

#### **3.2.4. Fase IV**

Una vez encuestada a cierta cantidad de pobladores, se procederá a pasar los datos obtenidos de forma presencial a digital en nuestro cuadro de matriz de vulnerabilidad.

### **3.4. Materiales y/o instrumentos**

#### **3.4.1. Materiales**

- Cartas Geológicas del Perú del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) – GEO GPS PERU
- Información geoespacial del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) – CENEPRED
- Encuestas

#### **3.4.2. Equipos**

- Laptop, modelo INSPIRON 14-3467, Número de serie: C6BB6L2

#### **3.4.3. Software**

- Software ArcGis
- Microsoft Office 2016
- Excel 2016

### **3.5. Población y/o muestra de estudio**

#### **3.5.1. Población**

La población de la zona de estudio abarca dentro del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa de la ciudad de Tacna. Actualmente viene a ser uno de los distritos más jóvenes con una cantidad de 110,417 habitantes según el censo 2017 – INEI. Su superficie es de 175,6 kilómetros cuadrados, ubicado a 560 metros sobre el nivel del mar. Limitando por el norte con el distrito de Tacna, por el este con el distrito de Pocollay y por el suroeste con Tacna. Con una ubicación en coordenadas UTM – WGS84 – Zona 19 Sur a 367251.80 E 8004969.80 N.

#### **3.5.2. Muestra de estudio**

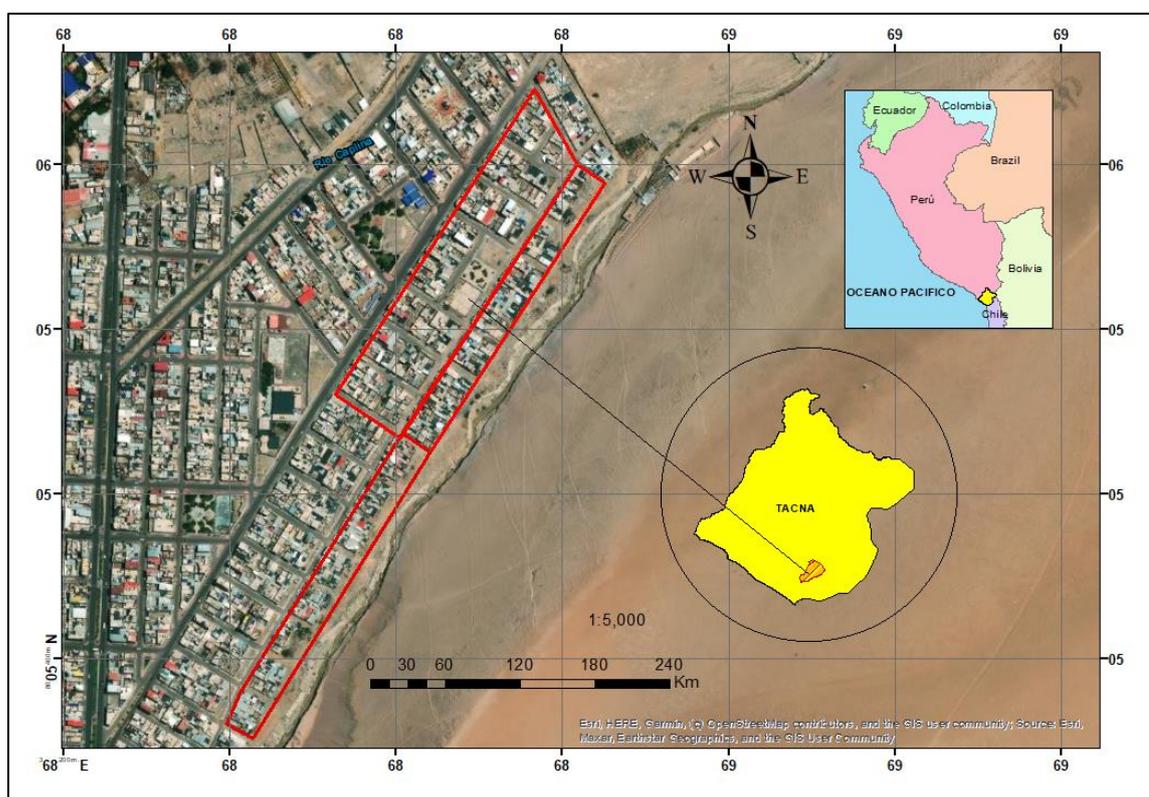
En cuanto a la muestra de estudio tal como se visualiza en la figura 1, se basó según los siguientes criterios:

- Con ayuda de los datos registrados mediante encuestas en base a la matriz de vulnerabilidad para las asociaciones de los Sauces II, Av. Rinconada 3 y Villa Sausal.
- Se encuestó a una cantidad de 41 hogares que se hallan en la zona de estudio con el fin de obtener los datos para su posterior análisis estadístico.

- Se enfocó en los criterios de la cantidad de personas por familias, en los aspectos sociales, económicos y ambientales; para cada uno de estos aspectos se evaluó su la exposición, fragilidad y resiliencia.

**Figura 1**

*Ubicación de la zona de estudio*



### 3.6. Operacionalización de variables

En cuanto a la operacionalización de las variables, quedan representadas en la tabla 6.

**Tabla 6***Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala	Técnicas o métodos
Variable 1 Evaluación de la vulnerabilidad ambiental	La evaluación de la vulnerabilidad ambiental es el proceso por el cual se analiza la probabilidad de ocurrencia y posibles consecuencias del daño o del evento que surge como resultado de la exposición a determinados peligros	Vulnerabilidad ambiental	Niveles	Muy Alto Alto Medio Bajo	Normativa del CENEPRED  Sistema de Información Geográfico (SIG)
Variable 2 Riesgo de inundación	Teniendo en cuenta la prevención y reducción de riesgo ante desastres por inundaciones, los requisitos más importantes para el desarrollo territorial sostenible como base del crecimiento económico y la calidad de vida de la población	Riesgo	Niveles	Muy Alto Alto Medio Bajo	Normativa del CENEPRED  Sistema de Información Geográfico (SIG)

**3.7. Procesamiento y análisis de datos**

En cuanto al procesamiento de la información se ha tomado en cuenta la normativa propuesta por CENEPRED y los objetivos propuestos en la investigación, en los cuales se han considerado los siguientes pasos.

**3.7.1. Peligro**

Para el análisis del peligro en la zona de estudio se consideran las características físicas y el peligro en base a inundaciones pluviales teniendo en cuenta dos factores (desencadenantes y condicionantes).

Se considera un enfoque cuantitativo a través de ponderaciones, utilizando la metodología de Saaty, que nos presenta la importancia de cada uno de los criterios de clasificación, así como se muestra a continuación en la tabla 7.

**Tabla 7**  
Clasificación de ponderación desarrollada por Saaty.

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
9	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que .....	o Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.
7	Mucho más importante o preferido que .....	o Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
5	Más importante o preferido que ....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
3	Ligeramente más importante o preferido que .....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
1	Igual .....	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos.
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que .....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
1/5	Menos importante o preferido que .....	o Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/7	Mucho menos importante o preferido que .....	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo.
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que .....	o Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.	

*Nota.* CENEPRED (2020)

Los parámetros evaluados en el peligro se mencionan a continuación en la tabla 8:

**Tabla 8**  
Factores Evaluados para determinar Peligro

Factor desencadenante	Factor Condicionante		
Precipitación	Unidad Geológica	Unidad Geomorfológica	Pendiente

*Nota.* CENEPRED (2020)

---

**3.7.1.1. Factores Condicionantes.** Se trabaja en base a los factores físicos de la zona de estudio. Siendo estos.

**a. Geología.** Se tiene las siguientes formaciones geológicas.

- **Formación Huaylillas.** Según Wilson y García (1962), los afloramientos de la Formación Huaylillas cubren casi por completo la mayor parte del área de Tacna. La densidad de estos sedimentos es variable y va desde decenas de metros hasta unos 250 metros.

En los estudios realizados por Jacay et al. (2004) nos dice que;

La influencia volcánica en la parte superior de la Formación Moquegua sugiere una transición al primer evento volcánico en la Formación Huaylillas, por lo que demostraron que existe una transición entre estas formaciones. El afloramiento en la Formación Huaylilla inferior está restringido a las montañas “El Perdido” y “La quebrada Viñani” en el área de Tacna. Los afloramientos de la parte media de la Formación Huaylillas son comunes en casi todas las áreas de La Yarada, Tacna y Huaylillas.

En el área de Tacna supera el 50 % del área total, mientras que en el área de Huaylillas su área abierta alcanza el 90 % del área total. La parte media de la Formación Huaylilla se superpone consistentemente a la parte inferior entre el cerro “El Perdido” y el “arroyo Viñani” en el área de Tacna; asimismo, esta relación se observa en “la quebrada Temblader” en el extremo noroeste del área de Huaylilla. La relación con la parte superior y media se formó por un contacto erosivo con los conglomerados de la parte superior de la Formación Huaylillas entre el Alto de la Alianza, Magollo, Chastudal, El Camaleón e Inquieto del área de Tacna.

Se menciona que la litología y ambiente sedimentario que conforman la Formación Huaylillas se divide en tres partes, de los cuales existe poca diferencia litológica entre las partes, ya que en todos los casos se trata de lesiones ácidas de composición dacita y riolita, que difieren en color, textura mineralógicamente ligeramente diferente.

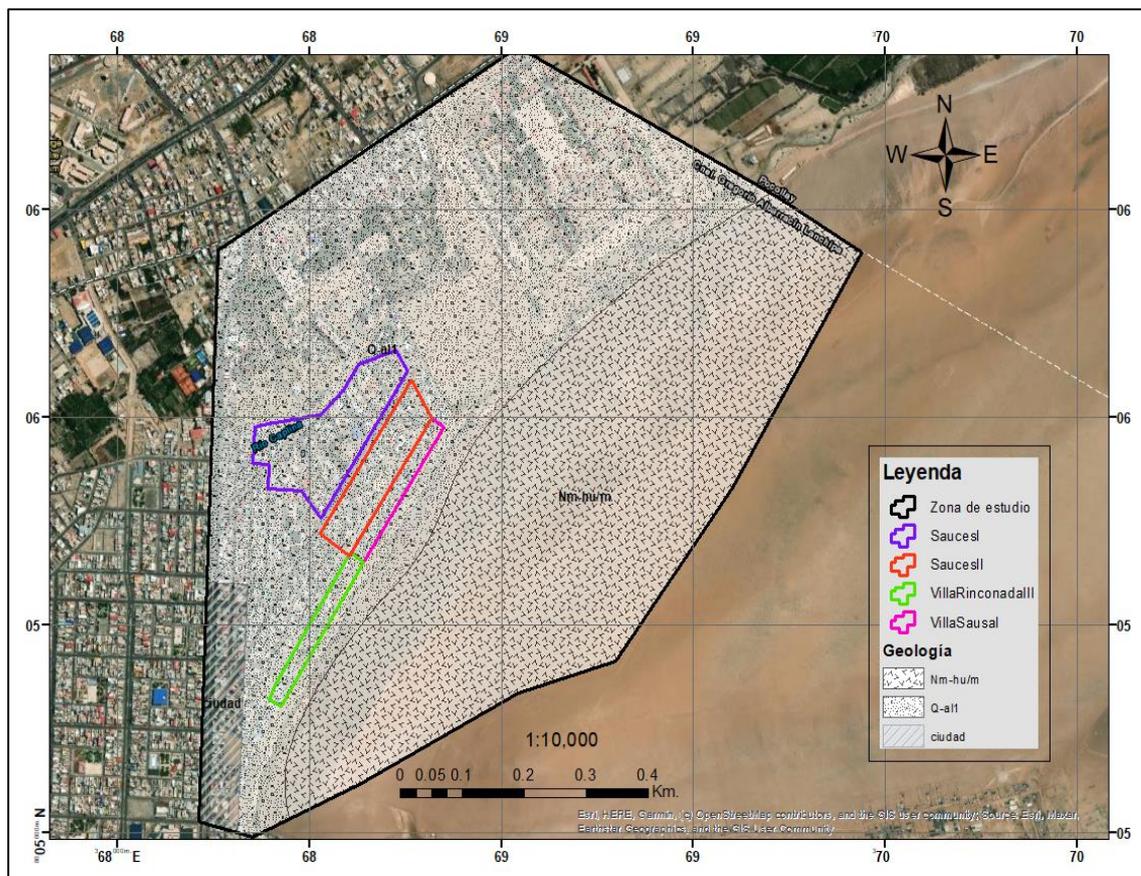
**Parte Inferior,** consiste rocas volcánicas color rosadas con ricos fragmentos líticos y fragmentos de pómez y se distribuyen a nivel conglomerados. Es una clase roca sedimentaria y volcánica. Estos conglomerados son matrices de piedra de cuarzo - feldespática de color verdosa con influencia ignimbrita. También contiene canales feldespáticos de grano medio a grueso con una rica matriz de limolítica gris a rojiza.

**Parte Media**, es una sucesión de rocas riolíticas y riodacíticas, de color rosadas, con fragmentos de pómez y líticos y se distribuyen a niveles delgados de areniscas abundantes de color verdoso. Estas rocas poseen espesores entre 50 y 250 m al este del área de Tacna y al noreste del área de Huaylillas, por lo que es incrementado su espesor hacia territorio chileno. Regionalmente se visualiza una pérdida de espesor de las ignimbritas de esta parte media hacia el suroeste.

**Parte Superior**, son sucesos de sedimentos nombrado como Formación Magollo. Los sedimentos de esta unidad se componen de conglomerados y areniscas de color gris oscura, con clastos mayormente andesíticos y delgados niveles evaporíticos. El análisis estratigráfico reveló que los rasgos que componen estos sedimentos se acortan de manera gradual en tamaño de grano hacia el oeste. La parte superior de la Formación Huaylillas las rocas volcánicas depositadas a manera de flujos de lava andesítica porfírica esparcidas en los cerros Unión, Campanani, Peña Chica y Encanto en la frontera con Chile. Estas rocas volcánicas se manifiestan en forma de capsulas como el de Pucamarca y Huilacollo en el área de Palca. Las rocas que son parte de la Formación Huaylillas han vuelto a depositarse de manera fragmentada fluvial, donde la orogenia andina y las precipitaciones han relacionado. Se interpreta que la orogenia andina era muy activa; debido a que la actividad volcánica era regular y su radiación piroclástica presento extensiones lejanas.

- **Depósitos Aluviales**, En el área de La Yarada y Tacna, precisamente, en las quebradas Sama, Caplina Hospicio y Escritos se depositan sedimentos que provienen ordinariamente desde el este o de las partes altas concordada por la Cordillera Occidental.

Estos depósitos aluviales son paquetes de sedimentos que van desde unos pocos metros hasta decenas de metros de espesor.

**Figura 2***Geología de la zona de estudio*

Esta designación mapea los depósitos de grava y arena que actualmente se encuentran en proceso de transporte y deposición fluvial.

Típicamente, estos sedimentos se forman a partir de los materiales transportados por las corrientes y depositados temporalmente en las riberas de los ríos, a la espera de ser arrastrado nuevamente por grandes eventos fluviales.

Estos depósitos consisten en conglomerados, arenas y arcillas sueltas dispuestas irregularmente. La mayoría de estos grupos consisten en clastos volcánicos y, a veces, tienen clastos de arenisca y lutitas. Su diámetro y su forma redonda varían cada vez que se encuentra más cerca de la costa. Este depósito se utiliza para fines agrícolas cerca de la costa. Gracias al aporte de agua del río Caplina, estos materiales también se saturaron con agua obtenida a través de pozos.

**b. Geomorfología.** Según Luque et al, (2021) nos menciona:

- **Ladera con flujo piroclástico.** Se trata de taludes formados por depósitos de flujo piroclástico dacítico y riolítico de la Formación Huaylilla; estas pendientes son moderadas y empinadas ( $5^\circ$  -  $15^\circ$  y  $15^\circ$  -  $25^\circ$ ). Se encuentran a lo largo de las laderas de los cañones y amplias laderas que conforman el estribamiento de los Andes del Sur peruano. Se encuentra presente en la parte sur del territorio de la región. Por ejemplo, en los sectores de los cerros Escritos, La Fundadora, Los Churcos, Punta Paloma, la Mesada, Arunta, entre otros.
- **Superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado.** El investigador Lugo (1989) menciona en sus estudios realizados que; Es una superficie formada por depósitos de flujos piroclásticos, resultantes del colapso de la Columna Pliniana, muestra la apariencia de varias cárcavas formados sobre los depósitos de flujos piroclásticos. Consisten en materiales piroclásticos de composición dacita y riolita de la Formación Huaylilla, depósitos piroclásticos de la Formación Sencca, etc. Están expuestos principalmente en la parte sureste de la región como por ejemplo el sector de Alto del Buitre; cerros La Bajada, Los Lomos, El Cuervo, Los Cóndores, Avestruz, Huanacune, Chambicollo, Gala, Soledad, Paria, Soledad, Condorire Colorado, Negro, Blanco, entre otros, en el distrito y provincia de Tacna.
- **Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial.** Es una llanura prolongada de pendiente casi empinada al pie de los Andes o cordilleras, acumulada por sedimentos arrastrados por las corrientes temporales; varios de estas cisternas están relacionados con canales propias de barranquera seca. Podemos mencionar algunos de estos accidentes geográficos que se pueden encontrar en lugares como, valles con caudales coligado a todo tipo de sustratos presentes en dicha zona. Estos accidentes geográficos son producidos por la disposición del material no consolidado que pueden transportarse como flujos de escombros debido a la posición de la falla, la alteración, la inclinación y la cantidad de líquido de las piedras y el suelo. Sus lechos fluviales están relacionados con los huaicos periódicos a esporádico. Este es fácilmente removido por deslizamientos de lodo y erosión fluvial a lo largo de sus orillas; su material puede ser arrancado y transportado por el río principal por donde fluye.
- **Terraza indiferenciada.** Son superficies llanas, siendo restos de los niveles de sedimentación superando el grado más alto de agua del valle, donde los variados niveles de terraza no pueden ser determinados por el nivel actual de sedimentación o el cauce del arroyo. Se refiere a una cantidad mínima,

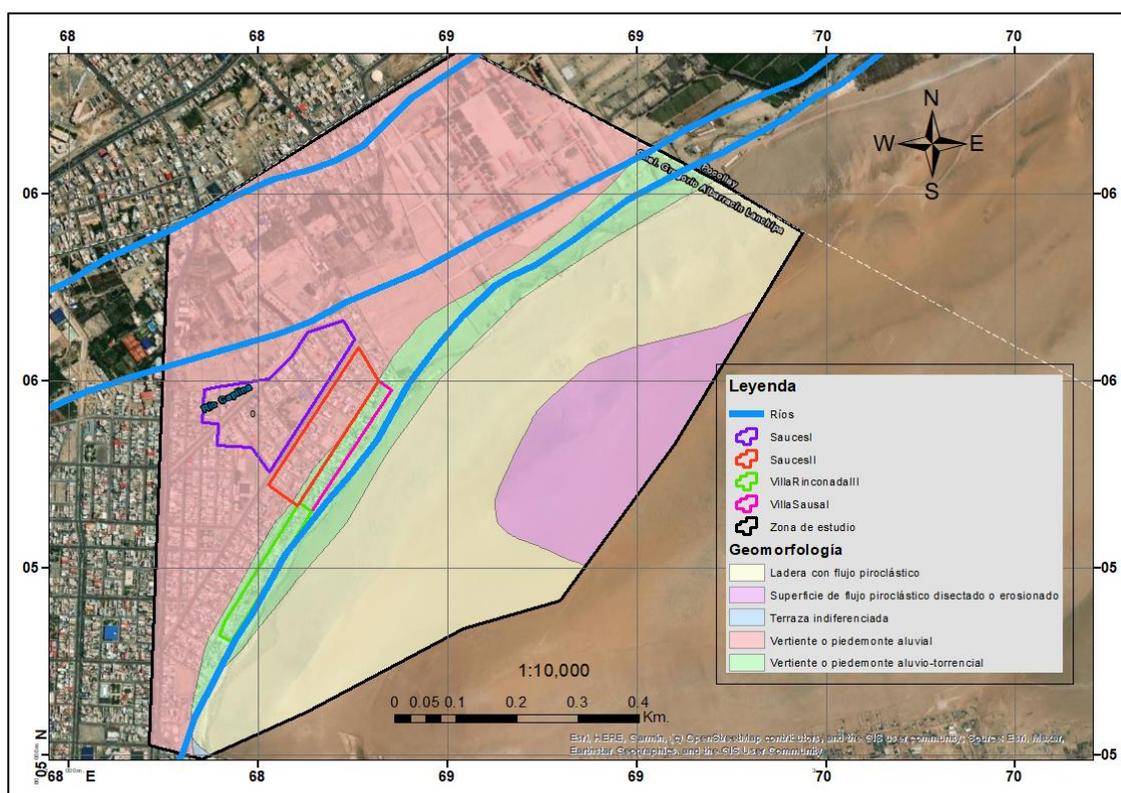
que se encuentra en el área suroeste de la zona; en las zonas de los barrancos “Escritos, Garita, Cauñani, Viñani, entre otros, en los distritos Gregorio Albarracín, La Yarada-Los Palos”.

- **Vertiente o piedemonte aluvial.** Son superficies de pendientes suaves o pronunciadas ( $1^\circ - 5^\circ$  y  $15^\circ - 25^\circ$ ) resguardado por un componente aluvial arrastrados por flujos superficiales. El material es una estructura de edad cuaternaria. Suelen aparecer en las laderas de barrancos o valles y en sitios inclinados como taludes. Están dispersas por lo general al norte y sur de la zona. Se visualizan en los trechos inferiores de los barrancos “Hospicio, Caramolle; sectores de pampas La Yarada, Magollo, Ángel”, y demás, al sur de la región.

Por lo tal se visualiza la geomorfología de la zona de estudio en la figura 3.

**Figura 3**

*Geomorfología de la zona de estudio*



- c. Pendiente.** Factor importante que nos define la estabilidad de las laderas y condiciona los procesos erosivos mientras más baja se la pendiente, mayor predisposición de inestabilidad podría presentarse, ante la ocurrencia de una inundación. De acuerdo a la metodología considerada se tiene que los rangos

de pendientes se pueden trabajar de la siguiente manera como se visualiza en la tabla 9.

**Tabla 9**

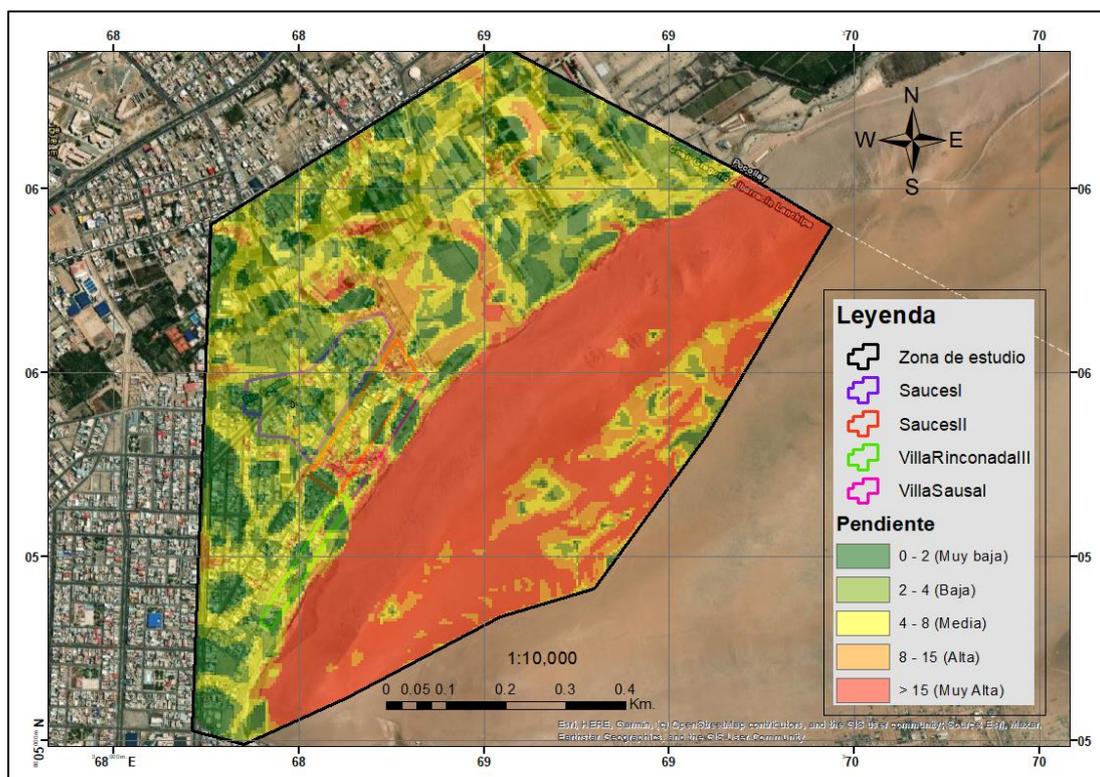
*Clasificación de Pendiente*

Pendientes	Clasificación
0 – 2°	Muy Baja
2 – 4°	Baja
4 – 8°	Media
8 – 15°	Alta
> 15°	Muy Alta

Por lo tal se visualiza un mapa sobre la pendiente de la zona de estudio en la figura 4.

**Figura 4**

*Mapa de Pendiente de la zona de estudio*



**3.7.1.2. Factores Desencadenantes.** Para evaluar peligro por procesos de inundación pluvial, se considera los umbrales de precipitación, los cuales se trabajan el percentil, indicando la abundancia de la precipitación en la zona de estudio. En la zona de estudio se ha considerado trabajar con la estación Jorge Basadre teniendo en cuenta un rango de precipitación mencionado en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Umbrales de precipitación de la Estación Jorge Basadre*

Umbrales de precipitación	de Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados para la Estación Jorge Basadre
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 5,0 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	2,5 mm < RR ≤ 5,0 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	1,6 mm < RR ≤ 2,5 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	1,0 mm < RR ≤ 1,6 mm

*Nota.* Umbrales de precipitación absoluta SENAMHI (2014)

### 3.7.2. Vulnerabilidad Ambiental

Se clasifica en tres parámetros por lo que según la normativa son evaluados tales mencionados en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Parámetros Evaluados – Vulnerabilidad ambiental*

Los parámetros evaluados en la vulnerabilidad ambiental son.

Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Cercanía a los residuos sólidos	Frecuencia de recolección de residuos sólidos	Tratamiento de residuos sólidos

*Nota.* CENEPRED (2020)

**3.7.2.1. Exposición.** En cuanto a la exposición de los residuos sólidos se considera la cercanía a los residuos sólidos. En esta se va a tener cuanto de distancia se tiene al lugar de inundación. Considerando la siguiente clasificación

- Muy cercana (0 – 10 metros)
- Cercana (10 – 20 metros)
- Medianamente cerca (20 – 50 metros)
- Alejada (50 – 100 metros)
- Muy Alejada (>100 metros)

**3.7.2.2. Fragilidad.** Se tiene la frecuencia de recolección de residuos sólidos. Considerando la quema, acumulación de basura en espacios públicos). Clasificando de la siguiente forma.

- Ninguna
- 1 vez por semana
- 2 veces por semana
- 3 veces por semana
- Diario

**3.7.2.3. Resiliencia.** Considerando el tratamiento de residuos sólidos. Los cuales se clasifican de la siguiente forma mencionados en la tabla 12.

**Tabla 12**

*Resiliencia- Tratamiento de Residuos Sólidos*

Tratamiento de Residuos Sólidos	Símbolo
Quema de basura	B1
Deposita la basura en puntos de acopio no autorizados	B2
Deposita la basura en puntos de acopio autorizados	B3
Deposita y clasifica los residuos antes de dejarlos en el camión.	B4
Deposita, clasifica y recicla los residuos antes de dejarlos en el camión	B5

*Nota.* CENEPRED (2020)

De esta forma podemos medir los niveles de vulnerabilidad en un rango de bajo a muy alto como se aprecia en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Niveles de Vulnerabilidad*

Nivel		Rango	
Muy Alto	0.255	$\leq V \leq$	0.478
Alto	0.146	$\leq V \leq$	0.255
Medio	0.080	$\leq V \leq$	0.146
Bajo	0.042	$\leq V \leq$	0.080

*Nota.* CENEPRED (2020)

### 3.7.3. Riesgo

Para el análisis de riesgo se tiene en cuenta el resultado de peligro por la vulnerabilidad, elaborando la estratificación de riesgo por peligro de inundación.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Peligro

#### 4.1.1. Análisis de Factores condicionantes

**a. Geología.** Los resultados obtenidos de las formaciones se basan en la metodología Saaty, en la tabla 14, se muestran las unidades geológicas presentes en la zona de estudio y se tiene una matriz de normalización de 3 x 3, en esta se tiene como resultados el vector promedio que nos servirá para insertar en los mapas temáticos.

**Tabla 14**

*Matriz de normalización en geología*

Geológico	A			B
	Matriz de normalización			Vector Promedio
	Formación Huaylilla	Depósitos Aluviales	Ciudad	
Formación Huaylilla	0,6667	0,6667	0,7500	0,6944
Depósitos Aluviales	0,3333	0,3333	0,1667	0,2778
Ciudad	0,0741	0,1667	0,0833	0,1080
Suma	1,000	1,000	1,0000	

En la siguiente tabla se muestra la consistencia de las unidades geológicas teniendo como resultado que la relación de consistencia es de 0,072 y que esta es menor a 0,1. Esto nos indica que la información es válida para la matriz de normalización.

Para posteriormente determinar el índice de consistencia para la geología como aprecia en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Índice de Consistencia en la unidad de geología*

Índice de consistencia (IC)	0,038	
RC =	0,072	<0,1
RC (%) =	7,231	

**b. Geomorfología.** Los resultados obtenidos de las formaciones se basan en la metodología Saaty, en la siguiente tabla 16, se muestran las unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio y se tiene una matriz de

normalización de 5 x 5, en esta se tiene como resultados el vector promedio que nos servirá para insertar en los mapas temáticos.

**Tabla 16**

*Matriz de normalización en geomorfología*

Geomorfología	Matriz de normalización					Vector Promedio
	Vertiente o piedemonte aluvial-torrencial	Vertiente o piedemonte aluvial	Ladera con flujo piroclásticos	Superficie con flujo piroclástico disectado	Terraza indiferenciada	
Vertiente o piedemonte aluvial-torrencial	0,5595	0,6415	0,5245	0,4286	0,3600	0,5028
Vertiente o piedemonte aluvial	0,1865	0,2138	0,3147	0,3061	0,2800	0,2602
Ladera con flujo piroclásticos	0,1119	0,0713	0,1049	0,1837	0,2000	0,1344
Superficie con flujo piroclástico disectado	0,0799	0,0428	0,0350	0,0612	0,1200	0,0678
Terraza indiferenciada	0,0622	0,0305	0,0210	0,0204	0,0400	0,0348
Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

En la siguiente tabla se muestra la consistencia de las unidades geomorfológicas teniendo como resultado que la relación de consistencia es de 0,054 y que esta es menor a 0,1. Esto nos indica que la información es válida para la matriz de normalización.

Para posteriormente determinar el índice de consistencia para la geomorfología como aprecia en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Índice de Consistencia y Relación de consistencia de geomorfología*

Índice de consistencia (IC)	0606	
RC =	0,054	<0,1
RC (%) =	5,440	





#### 4.1.4. Niveles de Peligro

Se considera los niveles de peligros con respecto a la vulnerabilidad, llegando a obtener los resultados de forma cualitativa y cuantitativa como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22**

*Nivel de Peligro*

rango		niveles de peligro	
0,263	$\leq P \leq$	0,461	peligro muy alto
0,168	$\leq P <$	0,263	peligro alto
0,115	$\leq P <$	0,168	peligro medio
0,098	$\leq P <$	0,115	peligro bajo

Finalmente se tiene la estratificación del peligro tal como se menciona en la tabla 23, de acuerdo a los niveles considerando la descripción de los factores condicionantes y desencadenantes.

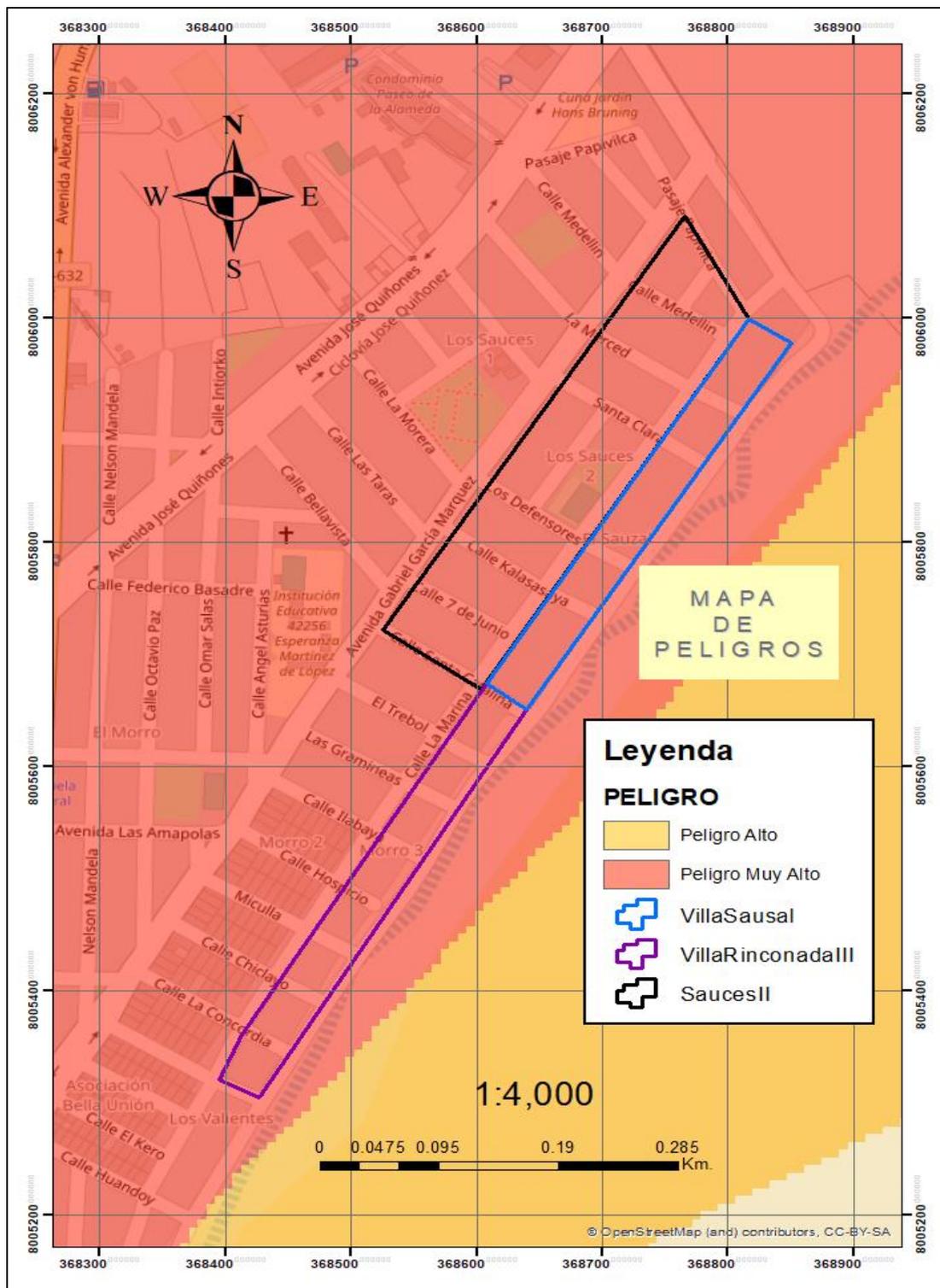
**Tabla 23**

*Estratificación de Peligro*

niveles de peligro	descripción	rangos	
peligro muy alto	Predomina precipitación superior al percentil 95, frecuencia por lo menos una vez al año, cada evento el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio	0,263	$\leq P \leq$ 0,461
peligro alto	Predomina anomalía de lluvias mayor al percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos 1 vez cada 1 a 5 años y de 3 a 4 eventos por año en promedio	0,168	$\leq P <$ 0,263
peligro medio	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos de 2 a 3 eventos por año en promedio	0,115	$\leq P <$ 0,168
peligro bajo	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es de 1 a 2 y de 1 evento por año en promedio,	0,098	$\leq P <$ 0,115

Como resultado final se tiene el mapa de peligro tal como se visualiza en la figura 5, en el cual se aprecia que todas las viviendas ubicadas en la zona de estudio presentan un nivel muy alto al peligro de inundación.

**Figura 5**  
*Mapa de Peligros*





#### 4.1.2. Análisis a la Fragilidad Ambiental

La fragilidad ambiental está relacionada con la frecuencia de recolección de residuos sólidos, de las encuestas realizadas podemos obtener el vector promedio y en la tabla 26 se muestra la frecuencia que se evalúa para dicho aspecto.

**Tabla 26**

*Matriz de Normalización de Fragilidad Ambiental*

Frecuencia de recolección de residuos sólidos	Matriz de normalización					Vector Promedio
	Ninguna (quema de basura y/o acumulación en espacios públicos)	1 vez por semana	2 veces por semana	3 veces por semana	Diario	
Ninguna (quema de basura y/o acumulación en espacios públicos)	0,5595	0,6415	0,5245	0,4286	0,3600	0,5028
1 vez por semana	0,1865	0,2138	0,3147	0,3061	0,2800	0,2602
2 veces por semana	0,1119	0,0713	0,1049	0,1837	0,2000	0,1344
3 veces por semana	0,0799	0,0428	0,0350	0,0612	0,1200	0,0678

#### 4.1.3. Análisis a la Resiliencia Ambiental

Para el análisis de la resiliencia ambiental consideramos el tratamiento de los residuos sólidos, esto quiere decir como las personas realizan la caracterización de los mismo o cuál es su disposición final. Por lo que realiza una matriz de normalización de resiliencia ambiental como se aprecia en la tabla 27.

**Tabla 27***Matriz de Normalización de Resiliencia Ambiental*

	A					B
	Matriz de normalización					Vector Promedio
Tratamiento de residuos sólidos	Quema de basura	Deposita la basura en puntos de acopio no autorizados	Deposita la basura en puntos de acopio autorizados	Deposita y clasifica los residuos antes de dejarlos en el camión.	Deposita, clasifica y recicla los residuos antes de dejarlos en el camión	
Quema de basura	0,5595	0,6415	0,5245	0,4286	0,3600	0,5028
Deposita la basura en puntos de acopio no autorizados	0,1865	0,2138	0,3147	0,3061	0,2800	0,2602
Deposita la basura en puntos de acopio autorizados	0,1119	0,0713	0,1049	0,1837	0,2000	0,1344
Deposita y clasifica los residuos antes de dejarlos en el camión.	0,0799	0,0428	0,0350	0,0612	0,1200	0,0678
Deposita, clasifica y recicla los residuos antes de dejarlos en el camión	0,0622	0,0305	0,0210	0,0204	0,0400	0,0348
Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

**4.1.4. Niveles de Vulnerabilidad Ambiental**

En cuanto a los niveles de vulnerabilidad se utiliza la matriz de identificación con los pesos ponderados en la tabla 28, haciendo una clasificación cualitativa y cuantitativa.

**Tabla 28***Niveles de Vulnerabilidad Ambiental*

Niveles de vulnerabilidad			
Nivel de vulnerabilidad	Rangos		
Vulnerabilidad Muy Alta	0,294	$\leq v <$	0,499
Vulnerabilidad Alta	0,169	$\leq v <$	0,294
Vulnerabilidad Media	0,089	$\leq v <$	0,169
Vulnerabilidad Baja	0,045	$\leq v <$	0,089

Finalmente se tiene la estratificación de la vulnerabilidad ambiental tal como en la tabla 29, con respecto a la descripción de la vulnerabilidad en los tres aspectos, así como los valores obtenidos de forma cualitativa y cuantitativa.

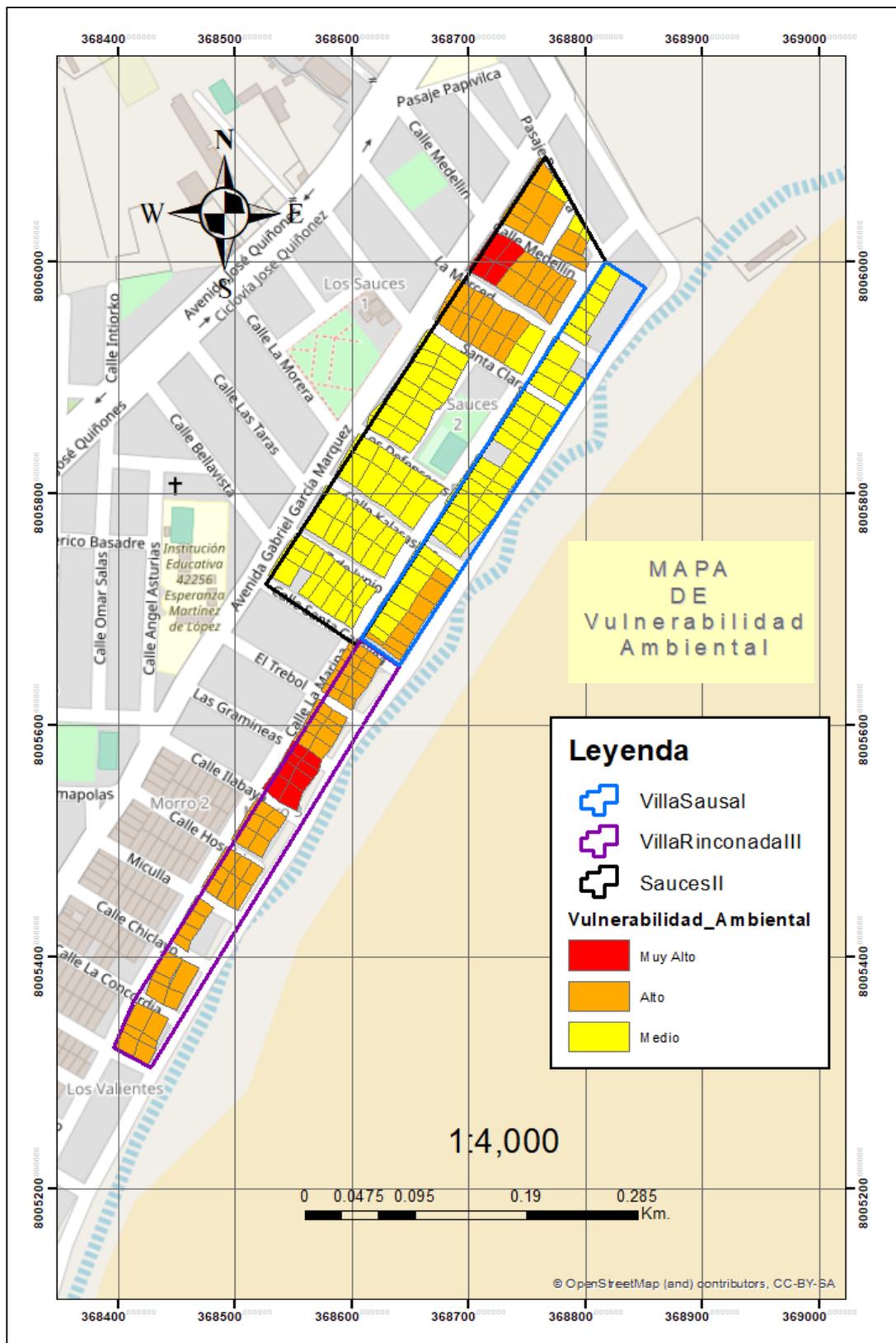
**Tabla 29**

*Estratificación de la Vulnerabilidad Ambiental*

nivel	descripción	rango
vulnerabilidad muy alta	Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0,294 \leq V < 0,499$
vulnerabilidad alta	Ubicación del botadero de basura (Entre 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Botadero en cauce de la quebrada). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0,169 \leq V < 0,294$
vulnerabilidad media	Ubicación del botadero de basura (De 50 a 100 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Con recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0,089 \leq V < 0,169$
vulnerabilidad baja	Ubicación del botadero de basura (Menor a 20 m.). Manejo y disposición de residuos sólidos (Sin recojo). Conocimiento de reciclaje (No conoce).	$0,045 \leq V < 0,089$

Finalmente, en el mapa de vulnerabilidad ambiental se visualiza en la figura 6.

**Figura 6**  
*Mapa de Vulnerabilidad Ambiental*



## 4.2. Riesgo

Se trabajó con la matriz simplificada para determinar el nivel de riesgo. Considerando la normativa sabemos que para determinar este valor depende del nivel de peligro y vulnerabilidad, por lo que se visualiza los valores, niveles y la clasificación de la matriz de riesgo en la tabla 30, 31 y 32.

**Tabla 30**

*Valor de Riesgo*

valor del peligro	valor de la vulnerabilidad	valor del riesgo (p*v=r)
0,495	0,479	0,237
0,264	0,277	0,073
0,134	0,136	0,018
0,070	0,068	0,005
0,038	0,039	0,001

**Tabla 31**

*Niveles de Riesgo*

Rango	Nivel de Riesgo
0,073 ≤ R ≤ 0,237	muy alto
0,018 ≤ R < 0,073	alto
0,005 ≤ R < 0,018	medio
0,001 ≤ R < 0,005	bajo

**Tabla 32**

*Matriz de Riesgo*

PMA	0.495	0.034	0.067	0.137	0.237
PA	0.264	0.018	0.036	0.073	0.126
PM	0.134	0.009	0.018	0.037	0.064
PB	0.070	0.005	0.009	0.019	0.033
		0.068	0.136	0.277	0.479
		VB	VM	VA	VMA

Se llega a obtener los niveles de consecuencia y daño en una clasificación de riesgo bajo a muy alto según se aprecia en la tabla 33 y 34.

**Tabla 33**

*Nivel de Consecuencia y daños*

consecuencias	nivel	zona de consecuencias y daños			
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy Alta

**Tabla 34**

*Niveles de Riesgo*

niveles de riesgo	descripción	rangos		
riesgo muy alto	Predomina precipitación superior al percentil 95, frecuencia por lo menos una vez al año, cada evento el niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio.	0,073	$\leq S \leq$	0,237
riesgo alto	Predomina anomalía de lluvias mayor al percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos 1 vez cada 1 a 5 años y de 3 a 4 eventos por año en promedio.	0,018	$\leq S <$	0,073
riesgo medio	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es alta por lo menos de 2 a 3 eventos por año en promedio.	0,001	$\leq S <$	0,018
riesgo bajo	Predomina anomalía de lluvias mayor a percentil 95, la frecuencia del evento es de 1 a 2 y de 1 evento por año en promedio, asociados a la unidad	0,001	$\leq S <$	0,005

Finalizando se logra obtener un mapa de riesgo de la zona de estudio donde aprecia los niveles de alto y muy alto según se visualiza en la figura 7.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Discusión de Resultados con otros autores

#### 5.1.1. Con respecto al Objetivo Principal

Evaluar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco – Tacna

Según Arévalo (2017), realizó una investigación referida a un área de estudio en la zona urbana de la ciudad de Saposoa, capital de la provincia de Huallaga, donde se señala que la quebrada Serrano del distrito de Saposoa ha presenciado alrededor de los años 1995, 1999, 2013 y 2014 inundaciones afectando a las zonas alta, media y baja de la zona urbana, principalmente a las infraestructuras y viviendas. Por lo que se determinó un análisis de vulnerabilidad ante riesgo por inundaciones físico estructural y funcional, obteniendo como resultado que la mayoría de las instituciones posee un nivel bajo de vulnerabilidad física ante inundaciones y deslizamientos, mientras que solo una cantidad reducida de las instituciones posee una vulnerabilidad física alta. Y para el aspecto funcional, la mayoría de las instituciones posee un nivel medio de vulnerabilidad ante estos eventos.

En nuestra investigación se realizó el análisis de la vulnerabilidad ambiental, en el río Seco ubicado en la ciudad de Tacna, considerando tres asociaciones de viviendas, los resultados obtenidos al procesar la información nos indican que presentan una vulnerabilidad media, alta y muy alta. Con respecto al riesgo de inundación se tiene que presentan niveles alto y muy alto, sobre todo en las asociaciones ubicadas en las laderas del cauce del río.

#### 5.1.2. Con respecto a los Objetivos Secundarios

- Determinar los niveles de peligro por inundación en el río Seco – Tacna a través del Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- Evaluar los niveles de vulnerabilidad ambiental en la zona de estudio.
- Evaluar los niveles de riesgo por peligro de inundación en la zona de estudio.

En relación a los resultados mencionaremos a los siguientes autores:

Según Manuela (2018), menciona que en distintas localidades del cantón Otavalo han sido afectadas por fenómenos naturales y/o antrópicos a lo largo de su historia, por lo

que la cuenca del río Blanco se encuentra en este cantón abarcando la mayor parte, siendo esta y sus pobladores susceptibles ante riesgo por inundaciones y deslizamientos. Por lo que "determinó la vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco-Provincia de Imbabura, como base para el planteamiento de medidas de mitigación y prevención de riesgos", dándonos a saber que la cuenca es altamente vulnerable en el componente socioeconómico, como por ejemplo los servicios básicos de agua potable o alcantarillado, entre 16 comunidades solo 1 posee estos servicios. Otro componente que tiene un alto nivel de vulnerabilidad es su infraestructura, encontrándose en un estado de mantenimiento malo con una presencia constante de deslizamientos.

Asimismo, Manuela (2018), se centró en "Identificar las zonas susceptibles a amenazas de deslizamientos e inundaciones en la cuenca del río Blanco a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG)". Por lo cual se basó en función a las características de la zona de estudio, su geología, geomorfología y elementos biofísicos, implementando el programa SIG a una escala de 1:25000; por lo que dio como resultado que la cuenca río Blanco muestra 3 niveles de amenazas por deslizamiento alto en 16,24 % (1438,97 ha), media en 18,35 % (1625,93 ha) y baja en 63,04 % (5586,72 ha) y no presenta en un 2,37 % (210,5 ha). En cuanto a la amenaza por inundaciones muestra 2 niveles, baja en 1 % (88,71 ha) y nula en un 99 % (8773,41 ha).

Según Salgado (2005), logró "Determinar por medio de Sistema de Información Geográfica (SIG) las principales amenazas en la zona (inundaciones y deslizamientos)". Concluyendo que el caudal pico de cada microcuenca es proporcional al área, por lo que El cerro o Río Negro, Motagua y San Francisco presentan mayor caudal y la microcuenca del Platanar presenta un caudal pico menor. Para el mapa de intensidad del uso de la Microcuenca del Río Gila, el 37 % es de buen uso, el 35 % en sobreuso y el 28 % es usado por debajo de su capacidad. Para la sobre posición de las áreas críticas ante deslizamientos indica un 4 % de nivel muy bajo, 51 % de nivel bajo, 39 % de nivel medio y 6 % de nivel alto. Según el mapa de zonas críticas a deslizamientos, se visualizan que las comunidades, aldeas y caseríos que se encuentran a 100 metros o menos de distancia de las áreas de más alto riesgo a deslizamientos son los siguientes: Barrio El Tigre, Golfito, El Playón, Plan de Perico, Barbasqueadero, San Antonio de Miramar, La Cumbre de San Juan y Vega Redonda.

Según Aroní & Pareja (2020), nos menciona que buscó "describir los daños en las viviendas en años anteriores debido a la ocurrencia de desastres por fenómenos

naturales como son las inundaciones por desborde de río a consecuencia de lluvias, activación de quebradas y deslizamientos de suelos y rocas para identificar zonas de peligro recurrente”. Determinando así los niveles de peligro de la quebrada Huascata, por lo que se aprecia un nivel alto de 100 %; en niveles de vulnerabilidad bajo de 45,3 %, un nivel medio de 29,64 % y un nivel alto de 25,33 %; en niveles de riesgo medio de 54,56 % y un nivel alto de 45,44 %. Los niveles de peligro de la quebrada Panorama se aprecia un nivel alto de 99,33 % y un nivel medio de 0,67 %; en niveles de vulnerabilidad bajo de 45,57 %, un nivel alto de 27,94 % y un nivel medio de 26,49 %; en niveles de riesgo medio de 71,29 % y nivel alto de 28,71 %. Los niveles de peligro para la quebrada Huascaran se aprecia un nivel alto de 75,26 % y nivel medio de 24,74 %; en niveles de vulnerabilidad nivel alto de 62,51 %, a nivel medio de 29,21 % y nivel bajo de 8,28 %; para niveles de riesgo a nivel alto de 57,28 % y nivel medio de 42,72 %. Para los niveles de peligro de la quebrada Cusipata tienen un nivel alto de 98.45 % y un nivel medio de 1,55 %; para los niveles de vulnerabilidad tienen un nivel alto de 51,03 %, un nivel bajo de 28,87 % y un nivel medio de 20,10 %; para los niveles de riesgo tienen un nivel medio de 50,52 % y un nivel alto de 49,48 %. Y por último se tiene los niveles de peligro de la quebrada Los Cóndores tiene un nivel alto de 86,61 % y un nivel medio de 13,9 %; para los niveles de vulnerabilidad a un nivel alto de 51,79 %, a nivel medio de 35.12 % y un nivel bajo de 13,10 %; para los niveles de riesgo a un nivel alto de 55,95 % y un nivel medio de 44,05 %.

Según Chanca & Inga (2018), “Identificaron el nivel de peligrosidad y vulnerabilidad por inundación que presenta el distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017”. Para determinar el nivel de peligrosidad se obtuvo un valor de 3,30 debido a que cae fuera de la región crítica de 1,64754 por lo que existe el nivel de peligrosidad alto de inundación en el distrito de Moya, los centros poblados más afectados son: Quiñiri, Yanayaco, Marquilla, Suncullpi, Yauyopata y Putacca. Mientras que para obtener el nivel de vulnerabilidad se obtuvo un valor de 3,28 debido a que cae fuera de la región crítica de 1,64736 dándonos a entender que existe un nivel de vulnerabilidad alto de inundación en el distrito de Moya, que nos advierte que ante un suceso por inundación este sería altamente vulnerable.

Asimismo, Aroní & Pareja (2020), se enfocó en “Elaborar un mapa temático de zonas de riesgo bajo los efectos de las amenazas por fenómenos naturales para identificar las zonas seguras, rutas de evacuación y elaborar propuestas para la mitigación de sus efectos”. Para ello logró dar las alternativas de mitigación para el control de riesgo, por lo que nos propone instalar una barreda dinámica en la parte superior de las quebradas.

En todas las quebradas se implementan dos presas abiertas distanciadas. Se plantea una obra de forestación vegetal a lo largo de la cárcava y en las áreas circundantes a parte de una barreda vegetal para proteger las zonas seguras y rutas de evacuación; y por último se propone un proceso para retirar los materiales sólidos y sedimentos que son arrastrados por las vertientes de los ríos con labores de limpieza y un mantenimiento de manera constante a cargo de la municipalidad distrital de Chiclayo.

Según Mendoza (2017), “propuso medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo de inundación existente en la quebrada Romero”. En las medidas estructurales como realizar un proceso para el retiro de materiales sólidos y sedimentos arrastrados por las vertientes, Hacer una limpieza en el área encausada, el implemento de un desarenador en el inicio del encausamiento, igualar la anchura del cauce de la quebrada en todo su trayecto, implementación de un sistema de alerta temprana. Mientras que en las medidas no estructurales como: hacer cumplir las normativas referidas a la delimitación de las fajas marginales y así mismo la ley de los recursos hídricos, Aplicando multas para los pobladores quienes viertan desechos a la quebrada, realizar capacitaciones a los pobladores en base a la gestión de riesgo de desastre, capacitaciones sobre la importancia y cuidado de los recursos hídricos, determinar las áreas de evacuación ante la presencia de una inundación.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación se basan en los objetivos propuestos.

En cuanto al objetivo principal: Evaluar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco – Tacna. Podemos decir que se logró realizar la evaluación de los niveles de vulnerabilidad ambiental, asociado a los niveles de riesgo, siendo que la vulnerabilidad ambiental en las tres asociaciones presenta niveles medio, alto y muy alto y en el caso de los niveles de riesgo estos van desde alto a muy alto, los factores que condicionan estos resultados es el manejo de los residuos sólidos que realizan los pobladores ubicados en estas viviendas y el grado de desconocimiento frente al peligro expuesto.

Para el primer objetivo específico propuesto que es: Determinar los niveles de peligro por inundación en el río Seco – Tacna a través del Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se tiene que la zona de estudio presenta niveles muy alto en las tres asociaciones de viviendas, esto debido que en los factores condicionantes en cuanto a la geología se tienen depósitos aluviales los cuales son materiales no consolidados, la geomorfología se tiene geoformas de pie de monte aluvial y aluvio-torrencial compuesto de sedimentos sueltos, en el caso de la pendiente se tiene que en la zona de estudio estas son no muy pronunciadas zonas casi llanas, para el factor desencadenantes se tiene que el umbral de precipitación, se da por lo menos 1 vez al año cada evento del niño y/o superior a 5 eventos al año en promedio.

Considerando el segundo objetivo específico que es: Evaluar los niveles de vulnerabilidad ambiental en la zona de estudio. Podemos decir que se logró realizar la evaluación de los niveles de vulnerabilidad ambiental presentes en la zona de estudio, presentando que en la Asociación de vivienda Sauce II niveles medio, alto y muy alto; en Villa Sausal, niveles medio y alto y en la asociación Villa Rinconada III niveles Alto y Muy Alto, esto debido a que las personas no toman conciencia del manejo de los residuos sólidos domiciliarios, al realizar la encuesta en las tres asociaciones se tiene como respuesta que la mayoría de los pobladores desechan sus residuos en el cauce del río, generando obstrucción y en épocas de avenidas se producen el desborde del mismo.

Finalmente se trabajó el tercer objetivo específico que es: Evaluar los niveles de riesgo por peligro de inundación en la zona de estudio. Se tiene que en la Asociación de vivienda Sauce II niveles alto y muy alto; en Villa Sausal, niveles altos y en la asociación Villa Rinconada III niveles Muy Altos, este resultado es el reflejo de la interacción del peligro y la vulnerabilidad ambiental.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda aplicar una metodología hacia las instituciones públicas, siendo en este caso para la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín Lanchipa y el Gobierno Regional Tacna sobre la educación y sensibilización ambiental para poder prevenir estos fenómenos naturales y tomar las medidas adecuadas.

Las autoridades deben capacitar y realizar campañas para los pobladores que habitan en la zona de estudio de manera regular para su conocimiento sobre la conservación ambiental y sus riesgos, pues es una zona muy vulnerable a inundaciones a causa del río Seco.

Se recomienda el Gobierno Regional Tacna tome en cuenta el mapa de peligros y vulnerabilidad ambiental debido a que se encuentra en un nivel alto a muy alto siendo una zona que debe tomarse como prioridad principal los lugares en donde no se deban construir casa ni otra infraestructura.

Se recomienda ejecutar más estudios de investigación sobre la vulnerabilidad ambiental aplicando el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) con la finalidad de planificar estrategias para mitigar la pérdida económica, social y ambiental en la región de Tacna de manera actualizada y precisa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sánchez Peralta, G. A., Reynaga Medina, J. T., Arce Batallanos, W. P., Challco Olivera, C. L., Lazarte Lozano, E., Condorhuacho Valdeiglesias, R. F., . . . Montesinos Olivares, P. (2021). *INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR INUNDACION EN LA ZONA DE REGLAMENTACIÓN ESPECIAL ZRESS12. MEJORAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LAS CONDICIONES DE HABITABILIDAD URBANA EN 41*. Obtenido de [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11950\\_informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-por-inundacion-en-la-zona-de-reglamentacion-especial-zress12-sector-denominado-quispiquilla-apv-tipo-hue.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11950_informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-por-inundacion-en-la-zona-de-reglamentacion-especial-zress12-sector-denominado-quispiquilla-apv-tipo-hue.pdf)
- Acosta Pereira, H., Mamani Huisa, M., & Alván de la Cruz, A. &. (2012). *Geología de los cuadrángulos de la Yarada (37u), Tacna (37-v) y Huaylillas (37-x) ( Boletín N° 145 Serie A )*. INGEMMET.
- Álvarez Conoz, L. (2012). *Evaluación de la Vulnerabilidad físico-estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepéquez [Tesis de Título], Universidad de San Carlos de Guatemala*. Biblioteca. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_3300.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_3300.pdf)
- Arévalo Reyna, M. H. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad físico estructural y funcional en edificaciones públicas y privadas ante el riesgo de inundaciones generadas por el desborde de la quebrada serrano en el sector urbano de la ciudad de Saposoa [Tesis de Título]*. ,Universidad Nacional de San Martin - Tarapoto Repositorio. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11458/2580>
- Aroní Almanza, P. F., & Pareja Zimic, H. O. (2020). *Gestión de datos con tecnología geomática para la mitigación del riesgo de desastres por fenómenos naturales [Tesis de Título], Universidad Ricardo Palma*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3651>
- CENAPRED. (2012). *Inundaciones (1a. reimpresión de la 1a. edición)*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de [https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Folleto\\_de\\_Inundaciones.pdf](https://pcivil.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2018/02/Folleto_de_Inundaciones.pdf)
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales (2da version)*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de [https://www.congreso.gob.pe/Docs/OCI/files/manual\\_para\\_la\\_evaluaci%C3%B3n\\_de\\_riesgos\\_por\\_fen%C3%B3menos\\_naturales\\_v.2.pdf](https://www.congreso.gob.pe/Docs/OCI/files/manual_para_la_evaluaci%C3%B3n_de_riesgos_por_fen%C3%B3menos_naturales_v.2.pdf)
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- CONRED. (2018). *Glosario de Gestion integral de riesgo de desastres*. Obtenido de CONRED: <https://conred.gob.gt/glosario/>
- CORREO. (6 de marzo de 2013). Tacna: mil familias en riesgo ante posible desborde de Río Seco. *CORREO*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/tacna-mil-familias-en-riesgo-ante-posible-desborde-de-rio-seco-658307/?ref=dcr>
- CORREO. (18 de enero de 2020). Lluvias activan el río seco en Gregorio Albarracín. *CORREO*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/lluvias-activan-el-rio-seco-en-gregorio-albarracin-930228/?ref=dcr>
- CORREO. (12 de febrero de 2023). Tacna: Unas 30,000 personas en riesgo de quedar aisladas por daños en puentes. *CORREO*. Obtenido de <https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/tacna-unas-30000-personas-en-riesgo-de-quedar-aisladas-por-danos-en-puentes-noticia/>

- Dávila Gutiérrez, H. (2011). El método Dávila & Mc Donald (I) para la estimación de la fragilidad ambiental del territorio, el caso de la cuenca del río Toro, Costa Rica. *Geo Group Resources & Projects.*, 16.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. (26 de mayo del 2011). *Normas legales, Ley N° 29664*. Ministerio de Justicia.
- defensacivilcuba. (2017). *Glosario de terminos del sistema de la defensa civil cuba*. Obtenido de PreventionWeb: [https://www.preventionweb.net/files/59362\\_glosariodeterminosdeladefensacivil.pdf](https://www.preventionweb.net/files/59362_glosariodeterminosdeladefensacivil.pdf)
- enel. (8 de marzo de 2023). *Resiliencia ecológica: cómo los ecosistemas se adaptan a los cambios*. Obtenido de enel: <https://www.enel.com/es/nuestra-compania/historias/articulos/2023/03/resiliencia-ecologica>
- INDECI. (2006). *Manual Basico para la estimacion del riesgo (1er Ed)*. Instituto Nacional de Defensa Civil. Obtenido de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319\\_contenido.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf)
- Jacay, J., Flores, A., Sempere, T., & Fornari, M. (2004). *Características depositacionales del Volcánico Huaylillas*. Congreso Peruano de Geología.
- Lavell, A. (2010). *Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastre en el Contexto del Cambio Climático: Una Aproximación al Desarrollo de un Concepto y Definición Integral para Dirigir la Intervención a través de un Plan Nacional de Desarrollo*. Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Ley N° 29664. (19 de febrero de 2011). *Ley que crea el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres*. Diario Oficial El Peruano.
- Limachi Cori, Y., & Limachi Cori, J. C. (2021). *Análisis de vulnerabilidad para reducir los impactos adversos, a la captación del sistema de agua potable ante amenazas naturales en el distrito de Pachía – 2020 [Tesis de Título], Universidad Privada de Tacna*. Repositorio. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1785>
- Luque, G., Gómez, H., Pari, W., Peña, F., & Huamán, M. (2021). *Peligro geológico en la región Tacna ( 1er Ed )*. INGEMMET. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3161>
- Mendoza Solis, M. A. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016 [Tesis de Título], Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*. Repositorio. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/289>
- Muenala Muenala, M. (2018). *Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del Río Blanco, provincia de Imbabura-Ecuador [Tesis de Maestría], Universidad Técnica del Norte*. Repositorio Digital. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8212>
- Nina Dilas, N. M. (2021). *Zonas de vulnerabilidad ambiental y peligros múltiples mediante modelamiento geoespacial en la cuenca del río Moquegua, 2021 [Tesis de Título], Universidad Privada de Tacna*. Repositorio. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2145>
- Oliveras, J., & Saladié, Ò. (2010). *Módulos Universitarios en ciencia del Desarrollo Sostenible (MOUDS)*. URV. Obtenido de [desenvolupamentsostenible: https://www.desenvolupamentsostenible.org/es/los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-7-riesgo-de-inundaciones](https://www.desenvolupamentsostenible.org/es/los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-7-riesgo-de-inundaciones)
- Pastrana Talavera, S. F. (2011). *Valoración del riesgo de inundación del río Caplina-Uchusuma, y percepción del peligro de la población del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010 [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*. Repositorio Institucional. Obtenido de URI: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/653>
- Redacción RPP. (18 de enero de 2013). *Vuelve a aumentar caudal del río Seco en Tacna*. RPP. Obtenido de <https://rpp.pe/peru/actualidad/vuelve-a-aumentar-caudal-del-rio-seco-en-tacna-noticia-559072?ref=rpp>.

- Rodríguez López , M., Piñeiro Sánchez , C., & Monelos, P. (2013). Mapa de Riesgos: Identificación y Gestión de Riesgos. En M. Rodríguez López, C. Piñeiro Sánchez, & P. d. Monelos, *Mapa de Riesgos: Identificación y Gestión de Riesgos* (pág. 29). Brasil: Universidad de A Coruña .
- Ropero Portillo, S. (6 de abril de 2020). *Qué es la vulnerabilidad ambiental*. Obtenido de Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-vulnerabilidad-ambiental-2518.html>
- Salgado Montoya, R. A. (2005). *Análisis integral del riesgo a deslizamientos e inundaciones en la microcuenca del Río Gila, Copán, Honduras [Tesis de Masestía], Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5256>
- Wilson, J., & Garcia, W. (1962). *Geología - Cuadrangulo de Pachía y Palca ( Vol II )*. Comisión Carta Geológica Nacional. Obtenido de <https://www.calameo.com/books/0008201299c450a3cee24>
- Zurich. (22 de abril de 2019). *Tres tipos comunes de inundacion*. Obtenido de Zurich: <https://www.zurich.com.mx/es-mx/blog/art/2019/04/3-tipos-inundacion>

**ANEXOS**

## Anexo 1 Matriz de consistencia

<b>problema</b>	<b>objetivos</b>	<b>hipótesis</b>	<b>variables</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicador</b>	<b>metodología</b>
<b>Problema general</b>  ¿Cómo determinar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco - Tacna?	<b>Objetivo general</b>  Evaluar la vulnerabilidad ambiental frente a riesgos de inundación, en el río Seco – Tacna	<b>Hipótesis general</b>  En la evaluación de vulnerabilidad ante los riesgos producidos por inundaciones en el río seco – Tacna se determina que los niveles de riesgo serán de un nivel significativo .	<b>Variable independiente</b>  - Riesgo de Inundación	- Riesgo	- Bajo - Medio - Alto - Muy Alto	<b>Tipo de investigación:</b> - Investigación básica  <b>Nivel de investigación:</b> - Correlacional
<b>Problemas específicos</b>  a. ¿Cuáles serán las áreas más susceptibles ante la amenaza por inundación en el río Seco – Tacna?  b. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ambiental por inundaciones en el río Seco - Tacna?  c. ¿Cuál es el nivel de riesgo por peligros de inundación en la zona de estudio?	<b>Objetivos específicos</b>  a. Determinar los niveles de peligro por inundación en el río Seco – Tacna a través del Sistemas de Información Geográfica (SIG)  b. Evaluar los niveles de vulnerabilidad ambiental en la zona de estudio.  c. Evaluar los niveles de riesgo por peligro de inundación en la zona de estudio.	<b>Hipótesis específicas</b>  a. Con ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG) se determina los niveles de peligro se encuentran de manera significativa  b. Evaluando la zona de estudio se presenta niveles de vulnerabilidad ambiental de nivel significativa  c. Evaluando la zona de estudio se presenta niveles de riesgo de manera significativa por peligro de inundación	<b>Variable dependiente</b>  - Vulnerabilidad Ambiental   <b>Variable interviniente</b>  Geología Geomorfología Precipitación	- Vulnerabilidad Ambiental	- Baja - Media - Alta - Muy Alto	<b>Diseño de investigación</b>  - No experimentales

**Anexo 2**  
*Registro Fotográfico*

**Figura 8**

*Encuesta a los centros de negocios de la Asociación los Sauces II*



**Figura 9**

*Encuesta a los pobladores de la Asociación los Sauces II*



**Figura 10**

*Encuesta a los centros de negocios de la Asociación Villa Sausal*

**Figura 11**

*Encuesta a las viviendas de la Asociación Villa Sausal*

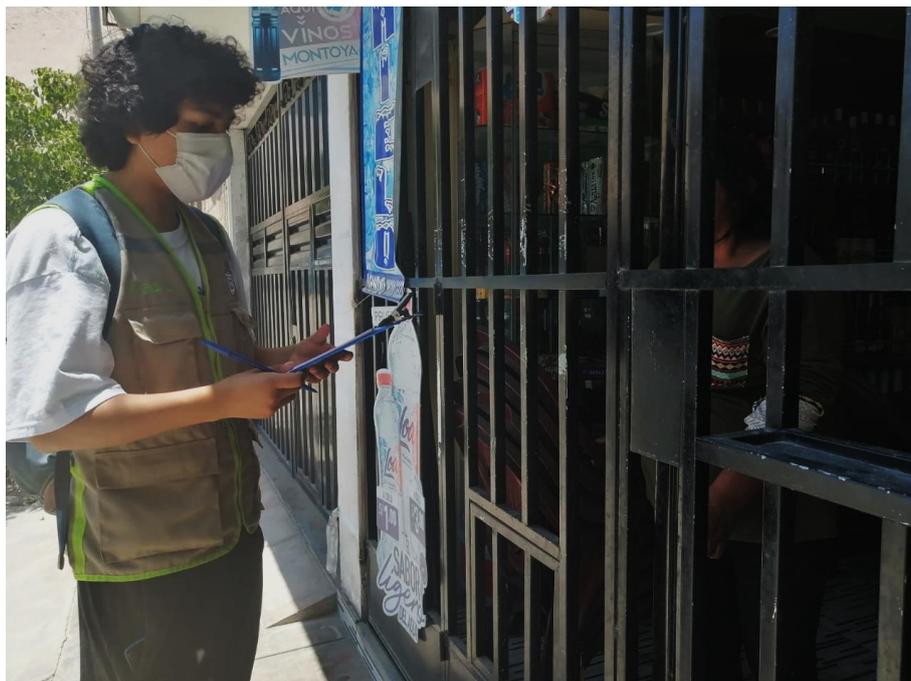


**Figura 12**

*Encuesta a las viviendas de la Asociación Villa Rinconada III.*

**Figura 13**

*Encuesta a los centros de negocios de la Asociación Villa Rinconada III*



**Anexo 3**  
**Guía de las Encuestas**



ENCUESTA SOBRE VULNERABILIDAD AMBIENTAL



1. ¿Cuántas personas viven en su vivienda?

mas de 6		1 a 3	
3 a 6		persona sola	deshabilitado

2. ¿Qué edad presentan los habitantes de la vivienda?

0 a 5 años y mayores de 65	
6 a 12 y entre 60 a 65	
12 a 15 y entre 50 a 60	
15 a 30	
30 a 50	

3. ¿De dónde proviene su abastecimiento de agua?

Otro tipo de abastecimiento de agua
Agua de Quebrada
Camión cisterna
Red pública fuera de la vivienda
Red pública dentro de la vivienda

4. ¿Qué tipo de acceso tiene a la red de desagüe?

Campo abierto o aire libre
Quebrada
Pozo negro (letrina)
Red pública de desagüe fuera de la vivienda
Red pública de desagüe dentro de la vivienda

5. ¿Qué tipo de acceso de servicio de alumbrado posee?

No tiene
Vela
Kerosene, mechero, lámpara
Alumbrado publico compartido
Con red pública de alumbrado

6. ¿Cuántas capacitaciones en el tema de riesgo ha tenido?

Nunca	1 vez cada 5 años	1 vez cada 3 años	1 vez cada 2 años	1 vez al año
-------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------

7. ¿Ha tenido interés en participar en campañas de prevención de riesgo?

No muestra interés
Muestra interés de vez en cuando
Participa si hay incentivos
Me gusta participar
Siempre estoy atento para participar

8. ¿Cuál es el uso de suelo o lotes que posee?

Residencial	Comercial	Semi industrial	Industrial	Sin construcción
-------------	-----------	-----------------	------------	------------------

9. ¿Cuál es su ocupación?

Agricultor	Trabajador del hogar	Independiente
Servidor de sector publico	Servidor de sector privado	

10. ¿Cuenta con obras de mitigación?

Ninguna	Sacos de arena	Drenaje pluvial	Vegetación ribereña	Muros de contención
---------	----------------	-----------------	---------------------	---------------------

11. ¿Cómo es su tendencia de vivienda?

Propio	Alquilado	Hipoteca	Ante creces	Otro
--------	-----------	----------	-------------	------

12. ¿Punto de entrega de los residuos sólidos?

mayor a 200 metros	100 a 200 metros
50 a 100 metros	20 a 50 metros
menor a 20 metros	

13. ¿Cómo es el manejo y disposición de los residuos sólidos?

Sin recojo de residuos solidos
Botadero en el cauce de la quebrada
Recojo con moto furgón (reciclado)
Recojo municipal (compactadora)

14. ¿Cuánto es su conocimiento sobre el reciclaje?

No conoce
No conoce, ni practica
Conoce pero no practica
Conoce y practica parcialmente
Conoce y practica totalmente

Nota. Elaboración propia