

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES Y
VULNERABILIDAD POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL
DISTRITO ALTO DE LA ALIANZA, TACNA”**

**PARA OPTAR
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

Bach. DIEGO JUNIOR OBANDO FLORES

TACNA – PERU

2021

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

TESIS

**“ANÁLISIS DE RIESGO DE DESASTRES Y VULNERABILIDAD
POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DISTRITO ALTO DE LA
ALIANZA, TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 15 de Enero de 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Dr. Oscar Segundo Angulo Salas

SECRETARIO: Ing. Anabel del Rosario Crisosto Fuster

VOCAL: Ing. Carmen Rosa Román Arce

ASESOR: MSc. Humberto Jacinto Santana Soto

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Diego Junior Obando Flores, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71419901

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“Análisis de riesgo de desastres y vulnerabilidad por cambio climático en el distrito Alto de la Alianza, Tacna”.

La misma que presento para optar:

Título Profesional de Ingeniero Ambiental

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

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

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

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

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 15 de Enero del 2021



Bach. Diego Junior Obando Flores

71419901

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que arriesgan sus vidas por salvarnos de los desastres y no son reconocidas por los organismos del gobierno y la sociedad, personas que están siempre al servicio y disposición cuando se presentan todos estos tipos de fenómenos naturales.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia por su comprensión y entendimiento en estos tiempos difíciles, donde la angustia y la ansiedad son parte de la nueva normalidad pero que con tiempos libres y conversaciones se puede salir adelante siempre.

A mis asesores por su tiempo y disposición de estar orientándome y apoyando virtualmente con la elaboración de este informe que reforzó mis conocimientos en el manejo de información geográfica.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|----------------------------------------------------------|----|
| PÁGINA DE JURADOS | I |
| DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD | II |
| DEDICATORIA | 1 |
| AGRADECIMIENTO | 2 |
| RESUMEN..... | 7 |
| ABSTRACT | 8 |
| INTRODUCCION..... | 9 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 10 |
| 1.1 Descripción del problema | 10 |
| 1.2 Formulación del problema | 11 |
| 1.3 Justificación e importancia de la investigación..... | 12 |
| 1.4 Objetivos..... | 12 |
| 1.5 Hipótesis..... | 13 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 14 |
| 2.1. Antecedentes..... | 14 |
| 2.2. Bases teóricas | 19 |
| 2.3. Definición de términos | 27 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO | 28 |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación | 28 |
| 3.2. Acciones y actividades..... | 28 |
| 3.3. Materiales y/o instrumentos | 29 |
| 3.4. Población o muestra de estudio..... | 29 |
| 3.5. Operación de variables | 29 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 30 |
| 3.7. Ubicación de la zona de estudio | 31 |
| 3.8. Procesamiento y análisis de datos..... | 32 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS | 51 |

| | |
|---------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Caracterización física, biológica y climática..... | 51 |
| 4.2. Análisis y evaluación de Peligros | 65 |
| 4.3. Análisis y evaluación de Vulnerabilidad..... | 66 |
| 4.4. Análisis y evaluación de Riesgo | 67 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIONES | 70 |
| CONCLUSIONES..... | 72 |
| RECOMENDACIONES..... | 73 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 74 |
| ANEXOS..... | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1 Acciones y actividades..... | 30 |
| Tabla 2 Operación de variables | 30 |
| Tabla 3 Condiciones económicas y sociales..... | 33 |
| Tabla 4: Población (Edades cada 10 años) – Distrito Alto de la Alianza..... | 333 |
| Tabla 5: Población – Distrito Alto de la Alianza..... | 34 |
| Tabla 6: Vivienda, (material que predominante) - Distrito Alto de la Alianza | 34 |
| Tabla 7: Ocupación vivienda – Distrito Alto de la Alianza..... | 35 |
| Tabla 8 Déficit y cobertura de agua por red domiciliaria – Distrito Alto de la Alianza | 35 |
| Tabla 9 Disposición del Servicio de agua (todos los días) – Distrito Alto de la Alianza | 36 |
| Tabla 10 Disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública – Distrito Alto de la Alianza..... | 36 |
| Tabla 11 Medios de comunicación y Transporte – Distrito Alto de la Alianza..... | 36 |
| Tabla 12 Condiciones del Medio Físico | 37 |
| Tabla 13 Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física.. | 39 |
| Tabla 14 Unidades geológicas en la zona de estudio | 42 |
| Tabla 15 Unidades Geomorfológicas | 43 |
| Tabla 16 Clasificación de fases por Pendiente | 43 |
| Tabla 17 Unidades Fisiográficos Identificas en la zona de estudio..... | 45 |
| Tabla 18 Criterios de valoración | 46 |
| Tabla 19 Estructuración de Peligros | 47 |
| Tabla 20 Peligros asociados al cambio climático | 48 |
| Tabla 21 Nivel de riesgo | 50 |
| Tabla 22 Cuadro de Ponderaciones - Geología | 51 |
| Tabla 23 Cuadro de ponderaciones - Geomorfología | 53 |
| Tabla 24 Cuadro de ponderaciones - Pendiente..... | 54 |
| Tabla 25 Cuadro de ponderaciones - Vegetación | 56 |
| Tabla 26 Cuadro de ponderaciones - Fisiografía | 60 |
| Tabla 27 Cuadro de ponderaciones - Suelos | 62 |
| Tabla 28 Cuadro de ponderaciones para la susceptibilidad física | 63 |
| Tabla 29 Criterios de valoración para la susceptibilidad física | 63 |
| Tabla 30 Identificación de Peligros | 65 |
| Tabla 31 Estimación y evaluación de riesgos | 68 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Mapa de ubicación del distrito Alto de la Alianza | 32 |
| Figura 2 Diagrama de flujo para la obtención de unidades temáticas en datos ráster. | 38 |
| Figura 3 Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física...40 | |
| Figura 4 Esquema para el análisis de la vulnerabilidad..... | 49 |
| Figura 5 Mapa de Geología de la zona de estudio..... | 52 |
| Figura 6 Mapa de Geomorfología de la zona de estudio..... | 53 |
| Figura 7 Mapa de Pendiente de la zona de estudio | 55 |
| Figura 8 Mapa de Vegetación de la zona de estudio | 56 |
| Figura 9 Temperaturas máximas medias mensuales | 57 |
| Figura 10 Temperaturas mínimas medias mensuales..... | 57 |
| Figura 11 Precipitación total mensual | 58 |
| Figura 12 Humedad relativa media mensual..... | 59 |
| Figura 13 Mapa de Fisiografía de la zona de estudio..... | 61 |
| Figura 14 Mapa de suelos. | 62 |
| Figura 15 Mapa de susceptibilidad física – Distrito Alto de la Alianza | 64 |
| Figura 16 Mapa de peligros – Distrito Alto de la Alianza | 66 |
| Figura 17 Mapa de Vulnerabilidad – Distrito Alto de la Alianza | 67 |
| Figura 18 Mapa de riesgo – Distrito Alto de la Alianza | 69 |

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, basado en el análisis y evaluación de riesgo de desastres en el “Distrito Alto de la Alianza” de la ciudad de Tacna, tiene como principal objetivo la identificación de las zonas más vulnerables del distrito frente a los embates de la naturaleza causados por el cambio climático; que conlleva a la activación de quebradas y movimiento de grandes cantidades de agua y lodo generando preocupación en toda la población, pérdidas económicas, desabastecimiento, incluso hasta pérdida de vidas humanas.

Es por ello que los gobiernos locales y toda la ciudadanía en general tome conciencia de lo grave que podría ser tener acontecimientos de este tipo con mayor periodicidad poniendo en peligro y estado de alarma a todas las poblaciones, arriesgando sus vidas y salud.

Este trabajo comenzó con la recopilación de la información para caracterizar al distrito, así como el análisis y ponderación de sus variables físicas. Se crean mapas temáticos del distrito que indican el alto grado de vulnerabilidad de la mayoría de zonas en el distrito Alto de la Alianza con el uso de herramientas SIG y software especializado en procesamiento e interpolación de datos geográficos, evidenciando una vez más el alto grado de peligrosidad de sus viviendas y exposición de su infraestructura primaria, diversos estudios en el ámbito sísmico, geotécnico, constructivo demuestran que estos sectores tienen que implementar medidas de protección inmediata y entes fiscalizadores que prohíban la expansión y ocupación de zonas con muy alto riesgo, como las quebradas y faldas de cerros.

Palabras claves: Cambio Climático, Peligro, Riesgo, Vulnerabilidad.

ABSTRACT

In the present research work, based on the analysis and evaluation of disaster risk in the "Alto de la Alianza District" of the city of Tacna, its main objective is to identify the most vulnerable areas of the district in the face of attacks from nature caused by climate change; that led to the activation of streams and movement of large amounts of water and mud, generating concern throughout the population, economic losses, shortages, even loss of human lives.

That is why local governments and all citizens in general become aware of how serious it could be to have events of this type more frequently, putting all populations in danger and a state of alarm, risking their lives and health.

This work began with the compilation of information to characterize the district, as well as the analysis and weighting of its physical variables. Thematic maps of the district are created that indicate the high degree of vulnerability of the majority of areas in the Alto de la Alianza district with the use of GIS tools and specialized software for processing and interpolation of geographic data, once again evidencing the high degree of dangerousness of their homes and exposure of their primary infrastructure, various studies in the seismic, geotechnical, construction field show that these sectors have to implement immediate protection measures and supervisory entities that prohibit the expansion and occupation of areas with very high risk, such as streams and slopes of hills.

Key words: Climate Change, Danger, Risk, Vulnerability.

INTRODUCCION

Los deslizamientos y fenómenos naturales extraordinarios nos acompañan siempre a lo largo de nuestra vida en ciertas áreas que además presentan evidencia física de haber sufrido cambios debido a estos procesos climatológicos(cambio climático) , cabe resaltar que dichos eventos se volverán más constantes y con periodos de retorno más cortos, con mayor intensidad y poder destructivo; es una realidad que no solo se presenta en esta región sino a lo largo de la costa Peruana ;pero que se acrecienta debido a la acción del hombre , por la falta de preocupación y estimación de los riesgos que pueden sufrir ,habitando en lugares que no se deben urbanizar, ocupando zonas de escurrimiento naturales que forma conos de deyección, comprometiendo además a infraestructura importante para su población como es el caso de colegios ,bancos, caminos, puestos de salud; sin duda una problemática muy seria y grave por la alta densidad poblacional.

Por ello que en el siguiente trabajo se identifica los peligros y riesgos presentes en el área de estudio, seguido por una metodología que nos permite estimar las zonas de máxima vulnerabilidad, creando recursos temáticos que sean de fácil entendimiento para los actores de la sociedad que velan por nuestra seguridad, recursos SIG que han demostrado una rápida, eficiente y sistemático procesamiento de información, es así que se cumplirá el principal objetivo el identificar los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad que existen en el entorno geográfico del Distrito Alto de la Alianza frente al Cambio Climático.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El cambio climático es un fenómeno global el cual afecta de manera indiferenciada a todos los países del mundo, así mismo existen zonas más vulnerables a los efectos del cambio climático el cual requieren de medidas de adaptación y prevención por parte del Estado y sociedad para enfrentar de mejor forma los escenarios climáticos futuros.

La vulnerabilidad de riesgo frente a amenazas de eventos climatológicos se entiende por fragilidad y exposición que sufren los ciudadanos que viven expuestos a eventos peligrosos. Este tipo de desastres son comunes en los lugares más pobres de los países en desarrollo, por lo tanto es el resultado de los impactos provocados por el patrón de desarrollo en el plano social el cual se puede captar una mayor exposición en gran parte de habitantes en América Latina.

Adicionalmente, en muchas ciudades desarrolladas o en desarrollo se presentan casos de urbanización sin una planificación y ordenamiento territorial en relación al peligro natural al que están expuestos. Debido al crecimiento excesivo de las ciudades, siendo este el problema y cuyos efectos principales se reflejan en el incremento de la vulnerabilidad y el impacto negativo en la salud.

Recientemente en la ciudad de Tacna el 21 de Febrero de 2020, se registraron intensas precipitaciones pluviales, lo que produjo la activación de las quebradas Karamolle y El Diablo, ocasionando deslizamientos, inundaciones, colapso de servicios de agua potable y alcantarillado, cuantiosos daños materiales y económicos, afectando la salud de las personas, a las viviendas en particular a la asociación de vivienda la Florida y alrededores de la zona de la Quebrada del Diablo, instituciones educativas, establecimientos de salud, locales públicos, el terminal de transporte Nacional e Internacional de Tacna, ocasionó graves pérdidas económicas en los negocios del mercado mayorista Grau.

Cabe mencionar que el problema se origina debido a los efectos del calentamiento global, debido a la aglomeración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que incrementan la temperatura del planeta cada vez más, y al subir la temperatura grandes volúmenes de agua de los océanos se evaporan y provocan las

lluvias. Asimismo, estas temperaturas altas hacen que las lluvias sean menos frecuentes pero con una mayor intensidad, por lo tanto el nivel de inundaciones y su gravedad aumentan. Es la propia acción de la naturaleza la que hace que el agua discorra por las quebradas, produciendo una avalancha de lodo con bloques de rocas de grandes dimensiones que descienden por quebradas secas.

A su vez la población se ve afectada debido al desconocimiento de los peligros naturales, la baja recurrencia de eventos climáticos como los huaicos, la mala planificación urbana en los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano en la ciudad. Así mismo considerando que en los últimos años aumentó el crecimiento dinámico del comercio, servicio, y de la población.

Con el presente estudio se pretende realizar un análisis de riesgo y vulnerabilidad asociados al cambio climático en el Distrito Alto de la Alianza el cual se determina los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica para su análisis, es así que esto ayudara a tomar medidas de prevención a la población ante la ocurrencia de un evento climatológico , con el fin de promover programas permanentes que impulsen una cultura de prevención y de autoprotección en todos los niveles de población.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cuáles son los riesgos y las condiciones de vulnerabilidad en el distrito Alto de la Alianza?

1.2.2 Problema Específico

- ¿Cuáles son los factores que afectan a la susceptibilidad y las zonas de peligro en el distrito Alto de la Alianza?
- ¿Cuáles son las zonas de vulnerabilidad y riesgo en el distrito Alto de la Alianza?
- ¿Cuán resiliente es el distrito Alto de la Alianza frente a riesgos por cambio climático?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

Debido al excesivo crecimiento urbano en la ciudad de Tacna, que se expresa de manera desordenada sin tener en cuenta las zonas de riesgo se aprecia la construcción de viviendas, dando lugar a un incremento de vulnerabilidad ante cualquier fenómeno de origen natural. Así mismo debido a efectos del cambio climático que aumentan la intensidad de las lluvias produciendo grandes y fuertes deslizamientos de huacos en la ciudad de Tacna, han producido grandes pérdidas socioeconómicas como principales afectados los pobladores del distrito Alto de la Alianza que han predispuesto su temor y preocupación por causa de este tipo de eventos.

La presente investigación surge de la necesidad de conocer el grado de vulnerabilidad y riesgo al que se encuentran expuestos los habitantes del distrito Alto de la Alianza, por lo tanto se pretende ampliar estudios para la prevención y reducción de riesgo para que la población no se vea afectada frente a un futuro desastre, de tal manera para realizar la siguiente investigación es necesario hacer uso de un sistema de Información Geográfica dado que este permitirá y servirá en la identificación de las zonas vulnerables y generar los mapas temáticos correspondientes. También se pretende utilizar una metodología para realizar un análisis de riesgos por cambio climático, llegado a este punto cabe mencionar que el cambio climático es un desafío vinculado a la generación del riesgo y del desastre ya que es un tema ligado a procesos fundamentales de la sociedad.

Así mismo se busca proporcionar información que será útil para toda la población de la ciudad de Tacna para tomar conciencia y la necesidad de comprender los peligros y riesgos que ocasiona el cambio climático, así mismo la forma de cómo prevenirlo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Identificar los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad que existen en el Distrito Alto de la Alianza

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la susceptibilidad y zonas de peligro en el Distrito Alto de la Alianza
- Determinar y elaborar un análisis de vulnerabilidad y riesgo en el Distrito Alto de la Alianza haciendo uso de un SIG
- Realizar análisis de resiliencia frente a los riesgos en el Distrito Alto de la Alianza

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

Los riesgos y condiciones de vulnerabilidad que existen en el Distrito Alto de la Alianza son altamente significativos.

1.5.2 Hipótesis específicas

Identificando la susceptibilidad, se podrá determinar las zonas de peligro.

Identificar las zonas de vulnerabilidad y riesgo.

El grado de resiliencia que presenta el distrito de Alto de la Alianza.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Estudios a nivel internacional*

Aviles (2018) investigó la estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en la subcuenca de montaña Machángara - Ecuador teniendo como objetivo estimar la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático con el fin de implementar medidas de adaptación y mitigación para reducir los efectos. Así mismo utilizó la metodología que se basa en informes del IPCC y los principios de la gestión de riesgo, en consecuencia, utilizó el modelo Ensemble RCP 8.5 haciendo uso de los valores obtenidos de temperatura media y precipitación, es así que realizó una interpolación haciendo uso del software ArcGis 10.5, el cual le permitió determinar los valores de sus puntos de muestra. Es así que concluyó que la metodología empleada es muy versátil y fiable ya que le determina al detalle la información geográfica de la zona de estudio, dado que en su zona de estudio se presenta una vulnerabilidad media.

Urzúa (2017) evaluó la vulnerabilidad social prevalente frente a la ocurrencia de eventos extremos: en el que determinó un análisis comparativo de Puerto Varas y Puerto Montt, ciudades ubicadas en Chile, es así que tuvo como objetivo realizar la evaluación de vulnerabilidad social prevalente frente a la ocurrencia de futuros eventos extremos elaborando un análisis comparativo que tuvo como finalidad contribuir generar información para la prevención de desastres a futuro. Asimismo el autor tuvo como etapas, la recopilación de datos, por el cual obtuvo información municipal, planos reguladores (PRC), planos de desarrollos comunales (PLADECO y la encuesta CASEN del Ministerio de Desarrollo Social) y el desarrollo y modelamiento por software, simultáneamente observando el material cartográfico de patrones espaciales respecto de las variables de vulnerabilidad sociodemográfica, socioeconómica y socio residencial procedió a elaborar el análisis comparativo mediante el uso de cartografías de vulnerabilidad para Puerto Montt y Puerto Varas, mediante el cual analizó y empleo un breve análisis de los resultados obtenidos tratando de encontrar factores causales comunes. Como resultado el autor concretó que las características y condiciones de vulnerabilidad sociodemográfica,

socioeconómica y socio residencial generan condiciones de inseguridad para la población, efecto amenazas en sus bienes y actividades.

Es así que las identifico de alta vulnerabilidad respecto de la capacidad de reacción y resiliencia ante un evento extremo.

Ibarra (2016) investigó sobre la vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeoro lógico en la colonia 3 de octubre, teniendo como objetivo el analizar las alternativas para reducir la vulnerabilidad social realizando entrevistas semi-estructuradas a los habitantes de la comunidad. Como resultado el autor establece según los datos obtenidos en las entrevistas semi-estructuradas que el 100% de las personas entrevistadas son foráneos, de tal manera que optaron a la informalidad por los bajos recursos, y gran porcentaje de entrevistados desconocía que se encontraban en una zona de riesgo, de tal manera el autor logro mapear las zonas más vulnerables de enfrentar consecuencias debido a eventos hidrometeoro lógicos y climáticos.

Soares & Gutiérrez (2011) investigaron sobre la vulnerabilidad social, la institucionalidad y las percepciones sobre el cambio climático con el objetivo de contribuir con un estudio de caso sobre las percepciones de la vulnerabilidad social ante el cambio climático en San Felipe. Así mismo obtuvieron información mediante la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos, mediante la cual elaboraron encuestas a 98 habitantes (19.2%) de 511 viviendas y entrevistas semi-estructuradas a 21 personas utilizando el criterio de bola de nieve, como resultado los autores determinan que encuestar al 10% de población es una muestra suficiente. Además, resaltan que los resultados son preocupantes debido a que la población expresa desconocimientos sobre el tema por falta de capacitaciones sobre el cambio climático y carece de estrategias encaminadas a reducir la vulnerabilidad a largo plazo.

Por otro lado Abajo & Fernández (2015) elaboraron un análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el Municipio de Madrid, teniendo como objetivo evaluar la vulnerabilidad frente al cambio climático como la combinación de exposición, sensibilidad, la capacidad de respuesta y adaptación empleando una metodología cualitativa y una técnica de análisis estadístico combinado con un marco metodológico, así mismo haciendo uso de un SIG el cual les permitió elaborar una representación homogénea de los resultados, como resultado pueden concluir que las personas están expuestas frente al cambio climático a una vulnerabilidad alta o media el cual superaría a 1.600000 personas con un porcentaje del 50% de población total. Para finalizar recomiendan hacer alianzas el cual se vean involucrados las

entidades de nivel municipal, regional e incluso nacional lo cual permitirá diseñar estrategias de adaptación y realizar estudios específicos sobre los posibles efectos de las posibles amenazas.

2.1.2. Estudios a nivel nacional

Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (2014) realizó un estudio orientado en lograr una segura sociedad y recipiente frente al riesgo de desastres debido que en los últimos años se ha presenciado un acrecimiento en la severidad y la aparición de fenómenos de origen natural o los que son provocados por el humano, teniendo como objetivo el reducir la vulnerabilidad al que se encuentran expuesta la población y los distintos medios de vida, ante el riesgo de desastres. Es así que realizo el estudio en base a los lineamientos establecidos en la Ley N° 29664, ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, en el cual elaboro un proceso participativo que involucra distintos tipos de gobiernos y entes técnicos como INDECI, CENEPRED el cual realizaron talleres participativos para la población, Por otra parte el Ministerio del Ambiente elaboro un mapa de vulnerabilidad física en el que determina que 46% de territorio presenta un grado alto a muy alto en condiciones de vulnerabilidad.

Ante el riesgo de desastres debido que, en los últimos años, se presencia el acrecentamiento en la severidad y aparición de desastres asociados a fenómenos de origen natural o provocados por la acción humana, teniendo como objetivo reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida, ante el riesgo de desastres. Por lo tanto, realizó el estudio en base a lineamientos establecidos en la Ley N° 29664, ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, mediante un proceso participativo el cual involucro distintos tipos de gobiernos y entes técnicos como INDECI, CENEPRED el cual realizaron talleres participativos para la población. Por otro lado, el Ministerio del Ambiente elaboro el mapa de vulnerabilidad física donde el 46% del territorio nacional se encuentra en condiciones de vulnerabilidad alta a muy alta y el 36,2% de población ocupa este espacio territorial. En resumen, tiene como misión prevenir, reducir y controlar los factores de riesgo de desastres razón por la cual se orienta a lograr una sociedad segura y recipiente ante el riesgo de desastre y la población ocupa un 36.2% de este espacio territorial. Como resumen se tiene como principal misión, el prevenir, reducir y

controlar los factores de riesgo de desastres razón por la cual tiene como finalidad lograr una sociedad segura y resistente ante el riesgo de desastres.

Diario correo (2020) de acuerdo a las editoriales periodísticas nacionales según datos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en el Perú fallecieron 169 personas producto del Niño Costero, puesto que trajo consigo, inundaciones, precipitaciones, deslizamientos y huacos en todo el Perú durante el 2017.

Mendoza Solís (2017) realizó la evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero – Cajamarca teniendo como objetivo evaluar el nivel de riesgo por inundación, peligrosidad y análisis de vulnerabilidad de la población, realizó una investigación descriptiva que se encuentra basada en la aplicación de tablas para poder realizar la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales (02 versión - 2014) del CENEPRED, haciendo uso de técnicas como la obtención de datos meteorológicos, análisis, observación, generación de mapas, entrevistas y la selección de viviendas. Como resultado el autor obtuvo un nivel alto de riesgo al analizar la peligrosidad y vulnerabilidad, simultáneamente resalta que es de suma importancia concientizar a la población con respecto a las medidas preventivas, ante un futuro fenómeno natural, además resalta que es importante realizar estudios con relación al crecimiento poblacional para poder evaluar los niveles de riesgo.

Utilizando las técnicas, como la observación, obtención de datos meteorológicos, la generación de mapas, selección de viviendas y entrevistas. Como resultado el autor determino que al analizar la peligrosidad y vulnerabilidad obtiene un nivel de riesgo alto. Simultáneamente resalta que se debe concientizar a la población acerca de las medidas preventivas ante la ocurrencia de algún fenómeno natural, además de elaborar evaluaciones de niveles de riesgo y actualizar cada estudio en relación al crecimiento poblacional.

Por otro lado Callalle Cueto (2016) analizó el riesgo en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima, tuvo como objetivo identificar los lineamientos para formular un Plan de Gestión de Riesgos, con el fin de reducir la exposición al riesgo de un posible desastre, el cual se fortalezca su resiliencia y mejorar las posibilidades de su desarrollo, logro su estudio a partir de la adaptación de la propuesta metodológica del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos y Desastres, mediante la metodología multicriterio en la que elaboraron, cuestionarios, entrevistas, fichas de observación y registro fotográfico. Así mismo utilizo el software ArcGis10 para procesar la información y así poder obtener los mapas. Como resultado el autor establece que la zona Lomas de Nocheto

presenta un alto riesgo e identificó tres grupos vulnerables: mujeres, niños y ancianos. Así mismo establece que se presenta un nivel de peligro alto en un total de 32% de lotes, así mismo se percibe un grado medio de susceptibilidad con más de 50% de lotes y de vulnerabilidad social se presenta más del 50% de vulnerabilidad muy alta.

Así mismo el Instituto Geofísico del Perú (2012) realizó un proyecto manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro teniendo como principal objetivo el lograr fortalecer el manejo de riesgo frente a un evento meteorológicos extremo, a fin de poder disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población rural y urbana. Los autores identificaron estos eventos utilizando distintas fuentes de información, como entrevistas, encuestas a los ciudadanos, periódicos locales, datos meteorológicos. Como resultado del proyecto identificaron que una de las principales causas es la poca o escasa información que existe sobre el sistema nacional de gestión de riesgos y desastres, así también la mínima interacción que existe entre las instituciones responsables y la población afectada, además de la mala coordinación de los ciudadanos, poca organización y la falta de planes de prevención de desastres a largo y mediano plazo. Siendo así un proyecto de investigación -acción, los autores buscaron superponer los aspectos de investigación científica como los de acción a nivel institucional, por parte de las autoridades y la población local.

2.1.3. Estudios a nivel local

El Peruano (2020) reportó que el 22 de febrero de 2020 en el Departamento de Tacna hubieron 4 personas fallecidas, 21 personas heridos, 250 viviendas afectadas y cientos de damnificados debido a la activación de quebradas que provocaron un aluvión e inundaciones en la ciudad de Tacna, por otra parte las zonas: la Florida, la Rotonda y Araguez fueron los poblados más afectados por los eventos meteorológicos. Cabe resaltar que según el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) recomendó que se proceda a evacuar a las personas ubicadas en la Quebrada del Diablo, dado que es una zona de alto riesgo.

Cruz (2019) elaboró una propuesta de metodológica para analizar la vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en el río Ilabaya, cuenca Locumba en la región de Tacna haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica el cual le

permitió obtener el nivel de riesgo y vulnerabilidad frente al cambio climático y así valorar el nivel de peligro, así mismo en base a la información de la Zonificación Ecológica y Económica realizó la caracterización de entorno geográfico, estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos de desastres. Finalmente obtuvo como resultado el nivel medio de riesgo y un nivel muy bajo de vulnerabilidad frente al cambio climático.

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2016) realizó la evaluación geológica – geodinámica en la Quebrada del Diablo con el objetivo de evaluar y determinar los peligros geológicos que le afectan. Como resultado los autores concluyeron que La Asociación de Vivienda La Florida se encuentra asentada sobre el cauce de la quebrada Del Diablo, una zona susceptible a movimientos de masa y una alta posibilidad de fenómenos como los flujos de lodo, caída de rocas y derrumbes, es por ello que esta zona se consideró como peligro alto.

El Gobierno Regional de Tacna (2016) realizó un estudio de Identificación de Condiciones de Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático en la Región Tacna, el cual tuvo como objetivo conocer las amenazas y peligros existentes; elaboro un análisis de vulnerabilidad y estableció sus niveles y escenarios de riesgo que permitirán la toma de decisiones al momento de elaborar la de riesgo de desastres en el marco del Cambio Climático para el Departamento Tacna considerando que su principal fuente de información es la ZEE del Departamento de Tacna, proporcionada por el MINAM y la guía para la elaboración de los instrumentos Técnicos Sustentatorios para el Ordenamiento Territorial, aprobada por Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM, Con la finalidad de incluir información actualizada, que responden a estudios, documentos e investigaciones la cual permitió construir los mapas de sensibilización. Se puede concluir que este documento nos revela los resultados de aproximación de la construcción de modelos en función a la susceptibilidad física, vulnerabilidad, peligros y riesgos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cambio climático

El cambio climático es la variación del clima el cual persiste durante extensos periodos de tiempo e implica cambios en la probabilidad de diversos impactos. Se debe a procesos internos naturales o forzamientos externos por actividades humanas

que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática (IPCC, 2014). Esta problemática es asociada a la emisión indiscriminada de gases de efecto invernadero (GEI) los cuales son los causantes del calentamiento global. Los efectos de este fenómeno primordialmente influyen en el incremento de frecuencia y precipitaciones de eventos meteorológicos extremos, y diversas modificaciones en estaciones del clima (Nelson et. al. 2009).

2.2.2 Riesgo

La palabra “riesgo” según la Real Academia Española (RAE) se define como la “proximidad de un daño, desgracia o contratiempo que puede afectar la vida de los hombres”. De esta básica definición podemos desprender la posibilidad de daños o pérdidas hacia los “hombres”, es decir, la sociedad y sus medios de vida (Real Academia Española, 1992, p.1562).

Por otro lado, Naciones Unidas define “riesgo” como el “grado de pérdida previsto debido a un fenómeno natural y en función del peligro como de la vulnerabilidad”. Ya en esta definición se puede observar la complejización de la misma, dado que incluye, conceptos como “fenómeno natural”, “peligro” y por sobre todo “vulnerabilidad”, probablemente desde el punto de vista teórico, el término más complejo de definir, a la hora de hablar de riesgo y temas afines (Naciones Unidas, 1984, p. 80).

Así mismo riesgo es un concepto que se añade a distintas disciplinas: económica, política, medicina, el cual revela el amplio concepto de alcance. La UNDRO, determina que el grado de pérdida y riesgo natural se ve previsto debido a un fenómeno natural que se determina en función del peligro natural el cual genere daños potenciales y distintas pérdidas con respecto a las actividades humanas. Es así que afirma que el riesgo sólo se definirá en base al cálculo de las probabilidades que pueden ser del tipo cualitativos o cuantitativos. (Rojas, 2011)

El EIRD (2002, p. 10) define que el riesgo es la probabilidad de que una amenaza se transforme en un desastre, además de afirmar que las amenazas y vulnerabilidad no son representantes de un peligro pero al juntarse pueden convertirse en un riesgo el cual es la probabilidad de que pueda ocurrir un desastre.

2.2.3 Desastre

La situación de desastre se caracteriza por el estudio de una población determinada debido al impacto de origen antropogénico o natural cuyos resultados son pérdidas humanas, daños, infraestructurales y económicas, en la cual la estructura social se ve interrumpida en su funcionamiento cotidiano (FIODMO, 2011).

El desastre es un conjunto de daños el cual provocan la ocurrencia de un peligro, es decir que mientras existan peligros habrá daños. Cabe mencionar que los peligros no siempre ocasionaran desastres. Dado que un desastre se define como la consecuencia, no evitable de un peligro cuando el nivel de daños se supera socialmente (Aneas, 2000: s/n).

Así mismo mediante el Reglamento de la Ley N° 29664 (2011) lo define como pérdidas que ocurren a consecuencia del impacto de una amenaza o peligro el cual genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales.

2.2.4 Riesgo de Desastre

El Perú, es un país el cual se se encuentra propenso a la concentración de distintos fenómenos naturales en los que sus efectos se asocian a las condiciones de vulnerabilidad de la población y lo medios de vida. Así que el riesgo se produce en base a la interacción de los peligros y la vulnerabilidad, esta puede ser dinámico y cambiante en medida que lo producen los factores, por lo tanto se describe el escenario de riesgo como un proceso que está en movimientos, en vías de actualización. (PLANAGERD, 2014-2021)

Se alcanza al riesgo cuando se presenta un peligro sujeto a las condiciones de vulnerabilidad, en un tiempo y espacio, Por lo que no existirá vulnerabilidad de un peligro si no existe una sociedad vulnerable y viceversa. De modo que la vulnerabilidad y los peligros están mutuamente condicionados. Cabe resaltar que una comunidad podrá reducir el nivel de riesgo y las condiciones de vulnerabilidad si aumentar su resiliencia. (Caritas, 2009).

Así mismo según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2011) se entiende que el riesgo se basa al concepto de análisis de riesgo el cual se relaciona con la vulnerabilidad y el peligro con el fin de poder determinar los efectos y consecuencias

económicas, sociales y ambientales que se asocian a los fenómenos peligrosos, por lo tanto es así que se puede determinar el riesgo:

{1}
Determinación del Riesgo

$$R = f (P_i \times V_e)$$

R= Riesgo

f= En función

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

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

El Reglamento de la Ley N° 29664 (2011) emplea la respectiva ecuación en la que expresa el riesgo en función del peligro y vulnerabilidad la cual nos permitirá realizar un análisis para actuar en la reducción de riesgos; por otra parte define riesgo de desastre como la probabilidad de que los habitantes sufran graves pérdidas y daños a consecuencia de su condición de vulnerabilidad.

2.2.5 Prevención y mitigación de desastres

Se define el riesgo como la probabilidad en una amenaza se pueda transformar en un desastre. Es así que las amenazas y la vulnerabilidad de manera individual no representa un peligro. Pero si estas se juntan, se convertirán en un riesgo, y existirá la probabilidad de que pueda ocurrir un desastre. En cambio, los riesgos se pueden reducir o manejar. es por eso que debe ser cuidadoso en relación con el ambiente, y si los ciudadanos están conscientes de los vulnerables que estén frente las amenazas será así que podrá adoptar las medidas para que las amenazas no se conviertan en un desastre.

La mitigación y prevención son todo lo que las personas hacemos para prevenir un desastre o en caso suceda no afecte gravemente como podría. Dicho esto se resalta que fenómenos naturales no se podrán impedir, pero si se podrá reducir los daños que causen (UNDRR, 2005).

2.2.6 Amenaza

Se entiende por amenaza como un fenómeno por el cual se genera algún tipo de pérdida o daños a la sociedad y sus elementos como infraestructura, medio-ambiente y personas (ISDR; 2006). También puede ser definido como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.

Según Cardona (1985), define Amenaza como un componente de riesgo externo de un sistema o sujeto que se protagoniza por un peligro que está asociado con un fenómeno físico que puede ser de origen tecnológico o natural el cual se produce en tiempo y lugar determinado y ocasiona adversos efectos en los ciudadanos, medio ambiente y bienes, es así que la probabilidad se expresa al exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una intensidad en un cierto periodo de tiempo.

Uno de los principales elementos a la hora de estudiar una amenaza natural, corresponde al intervalo de recurrencia o al denominado período de retorno de un evento, el cual compete al tiempo promedio entre los similares eventos con características en una región. Por lo tanto, determinar la amenaza consiste en pronosticar la ocurrencia de un fenómeno con base en: el estudio de su mecanismo generador, registro de eventos en el tiempo o el monitoreo del sistema perturbador. Así mismo dada la diversidad de este término es conveniente aclarar la diferencia entre la amenaza y el riesgo, la cual significa que riesgo se relaciona con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias y la probabilidad de que se manifieste un evento natural o provocado. (La Red, 1993).

2.2.7 Vulnerabilidad

El concepto de vulnerabilidad a lo largo de estos tiempos demostró un alto nivel de confusión que fue complicada desde un principio en aprender y entender su integralidad lo cual no significa que se entiendan hoy en día a la perfección las causas y sus consecuencias de la existencia de un contexto vulnerable, que puede estar a un nivel metodológico o conceptual, sincrónicamente existen muchas dudas e incógnitas que están asociadas a este concepto. Todavía cabe señalar que la relación que existe entre los conceptos de vulnerabilidad, riesgo y amenazas se encuentran ligados y deben ser estudiados de manera holística (Urzúa, 2017).

Sin embargo el concepto de vulnerabilidad logra complejizarse aún más, ya que se hace casi imposible medir la vulnerabilidad de una sociedad en un solo aspecto, por lo cual autores como Wilches-Chaux (1989) sostienen que la sociedad puede desafiar distintas vulnerabilidades (física, económica, política, social, natural, ideología, cultural, etc.) haciendo aún más complicado pero a la vez más completo el proceso de cuantificar la vulnerabilidad y el riesgo de una población, ya que de esa forma se logran desprender una serie de indicadores que hacen más detallado el estudio de caso.

Por esta razón se hace necesario generar una métrica que incorpore todos los factores de la vulnerabilidad a la hora de generar un modelo de prevención, mitigación y atención de desastres, como señala Oliva *et al.* (2011) que al investigar desastres, se observa que los eventos son únicos de acuerdo a su intensidad y forma en la que se presenta, ya que son resultados de la unión circunstancias físicas, biológicas, ambientales y pueden tener procesos políticos, culturales, socioeconómicos, componentes que en forma colectiva o individual se manifestaran en distintas escalas determinando los niveles de vulnerabilidad las distintas localidades de un país

Cabe resaltar Reglamento de la Ley N° 29664 (2011) vulnerabilidad es la susceptibilidad de las actividades socioeconómicas y la población dado que pueden sufrir daños por acción de una amenaza o peligro.

2.2.7.1 Evaluación de la vulnerabilidad

Según la Organización de los Estados Americanos (OEA, 1993) los estudios de vulnerabilidad consideran que los daños que resultan del grado de pérdida y la ocurrencia de un fenómeno natural. Es así como el análisis de los elementos incluye a las infraestructuras de bienes de capital, la población, los recursos como los asentamientos, instalaciones para la producción, líneas vitales, locales para concentraciones públicas y patrimonio cultural; además incluyen a las actividades económicas y el funcionamiento normal de los asentamientos humanos. Por lo que la vulnerabilidad evalúa en distintas áreas geográficas, por ejemplo, áreas que tengan un mayor potencial para su desarrollo o áreas que están desarrolladas en las zonas con índice alto en peligrosidad.

Por otro lado (Füssel & Klein, 2006) caracterizan que la evaluación de la vulnerabilidad se debe a los efectos del clima considerando la adaptación potencial

y la relevancia para la sociedad. El primordial descubrimiento de los estudios de vulnerabilidad de segunda generación es la evaluación más completa de la capacidad de adaptación, lo que permitida que el enfoque desde adaptación potencial a adaptación viable.

Las principales alternativas de respuesta que se plantean a los riesgos frente al cambio climático antropogénico son: la adaptación al cambio climático el cual tiene como objetivo principal la moderación de los adversos efectos frente al cambio climático a través de extensa serie de acciones que al sistema vulnerable y la mitigación que se relaciona con la limitación del cambio climático global a través de los gases del efecto invernadero, restablecer sus sumideros (Füssel & Klein, 2006).

2.2.7.2 Factores de la vulnerabilidad

1. Exposición

Como su nombre lo indica y lo señala Cardona (2013) este concepto hace referencia a los elementos que se encuentran expuestos, referente a la presencia de humanos servicios ambientales, medios de subsistencia, recursos sociales y económicos, bienes culturales e infraestructura que su ubicación poder verse afectados por la manifestación de una amenaza.

Tiene una ilación directa con la vulnerabilidad, ya que, en el rango urbano, por ejemplo, como el componente interno de riesgo interno, por lo cual se debe relacionar con el contexto material o la susceptibilidad, así mismo con la falta de resiliencia y las fragilidades sociales de una comunidad: es decir su capacidad para absorber o responder ante el impacto (Cardona, 2003).

2. Resiliencia

La resiliencia, se relaciona a la capacidad de recuperación o al nivel de asimilación de los medios de vida y la población ante la ocurrencia de un peligro. Este se asocia a las condiciones sociales y de la organización de la población. Cabe resaltar que mientras exista mayor capacidad de resiliencia será menor la vulnerabilidad (CENEPRED 2014 p 123)

El concepto de resiliencia es un índice utilizado para cuantificar el grado de exposición de los habitantes de una localidad a través de su capacidad de respuesta y/o reacción frente a una amenaza natural o antrópica.

3. Fragilidad

Hace referencia a las condiciones de debilidad relativa de la persona y desventaja o sus medios de vida frente a un peligro. En efecto, se encuentran centradas las condiciones físicas de una sociedad o comunidad y que debe ser de origen interno, por ejemplo: si no existe un seguimiento de normativa vigente sobre la construcción y/o materiales, formas de construcción entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED 2014 p 122)

2.2.8 Sistemas de información geográfica (SIG)

Sistemas de Información Geográfica (SIG) Según (Velásquez, 2009) es un sistema que está conformado por programas utilizados (software) y equipos (hardware) para almacenar, recuperar, analizar y representar datos geográficos. Asimismo, cabe mencionar que un SIG es importante porque brinda la solución de distintos problemas que necesitan diferentes tipos de información que sólo se pueden conseguir por la distribución espacial; el Software SIG permitirá almacenar y manejar información para poder elaborar distintos análisis, tendencias y relaciones. En la actualidad los SIG son una herramienta sumamente importante que se usan con gran frecuencia ya que nos facilita al momento de tomar decisiones la apreciación y evaluar los fenómenos naturales desde otro punto de vista, también se usa para poder elaborar un estudio desastres en un contexto geoespacial y temporal y de peligros naturales, así como la habilidad de integrar datos ambientales y socioeconómicos para el análisis de vulnerabilidad.

Por otro lado (Mendoza, 2014) deduce que la utilidad de un SIG se encuentra relacionada con la capacidad de construir representaciones o modelos del mundo real, mediante la aplicación de procedimientos. Por lo que permitirá visualizar los datos en diferentes formas el cual revelaran las relaciones, tendencias y patrones entre los elementos, crearán escenarios, presentaran ideas con un gran alcance, y darán soluciones rápidas y efectivas.

2.3. Definición de términos

2.3.1 Análisis de riesgo/evaluación

Metodología para determinar el grado de riesgo a través de un análisis de amenazas y evaluar las condiciones que existen de vulnerabilidad que se representan un daño o amenaza a la población, medios de subsistencia, propiedades y al ambiente del cual dependen. (EIRD, 2002)

2.3.2 Cambio climático

Es una variación estadísticamente significativa, ya sea en la media del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. (IPCC, 2014)

2.3.3 Mitigación

Es la limitación o disminución de los impactos adversos de las amenazas y los desastres afines. (EIRD, 2002)

2.3.4 Prevención

Es la evasión total de los impactos adversos de los desastres conexos y las amenazas. (EIRD, 2002)

2.3.5 Resiliencia

Es la capacidad que tiene la población, entidades privadas y públicas para poder asimilar, adaptarse, resistir cambiar, asimilar y recuperarse del impacto de una amenaza o peligro, así como aumentar la capacidad de aprendizaje y recuperación de un pasado desastre para un mejor futuro (CENEPRED 2014, p 194).

2.3.6 Riesgo

El concepto incluye la probabilidad de ocurra un acontecimiento antrópico o natural y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (EIRD, 2002)

2.3.7 Vulnerabilidad

Es el grado de resiliencia o exposición de uno o más elementos ante la ocurrencia de un peligro, el cual puede ser social, físico, cultural, institucional, económico u otros. (INDECI 2006:45)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación es descriptiva debido a que se elaboró un análisis del riesgo climático a una escala local, teniendo en cuenta que se hizo una extensa revisión bibliográfica que fueron parte de las variables de la nueva herramienta. El diseño de investigación es aprehensivo porque se realizó un análisis de la vulnerabilidad y riesgo en el Distrito Alto de la Alianza.

3.2. Acciones y actividades

Tabla 1
Acciones y actividades

| Acción | Actividad |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recolectar información | Descargar imágenes satelitales Landsat Información de ZEE de Tacna, INDECI, INEI, SENAMHI. |
| Analizar y procesar la información mediante el software | Descargar imágenes satelitales Landsat Información de ZEE de Tacna. Información del INDECI |
| Realizar la correlación de datos | Procesamiento de la información. Elaboración de mapas temáticos |
| Determinar vulnerabilidad y riesgo | Realizar y procesar la información para determinar la vulnerabilidad y riesgo de la zona de estudio |
| Análisis de la información elaborada | Realizar un análisis de toda la información procesada para obtener los resultados |
| Elaborar el informe final | Culminar la redacción del informe hasta las conclusiones |

Nota: Elaboración propia

3.3. Materiales y/o instrumentos

- Equipo de informática
- Papel bond A4
- Impresora
- Útiles de escritorio
- Material de consulta
- Libreta de anotaciones
- Software: Se utilizara software especializado en el manejo de datos y la generación de los mapas temáticos, mediante un SIG, se generalizaran las características de los mapas.

3.4. Población o muestra de estudio

La población corresponde al Distrito de Alto de la Alianza, que tiene una población de 34061 habitantes, según cifras del INEI 2017.

Para este tipo de investigación no se considera una muestra representativa, ya que se debe analizar el área de estudio en su totalidad.

3.5. Operación de variables

La siguiente tabla nos muestra la operación de variables:

Tabla 2
Operación de variables

| Variables | Concepto | Indicadores | Técnicas e instrumentos |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| VI. Riesgo asociado al Cambio climático | - Cambio en el clima (temperatura y precipitaciones. - Eventos extremos | - Temperatura. - Precipitaciones | - Información de SENAMHI |
| | - Entorno geográfico | - Elementos sociales y económicos | - Información de INE |
| VD. Riesgo de desastre y vulnerabilidad | - Caracterización física, biológica y climática. | - Geología - Geomorfología - Clima - Pendiente - Vegetación - Fisiografía - Suelos | - Información de ZEE de Tacna. - Uso de un software para la elaboración de mapas temáticos |
| | - Peligros. | - Peligros de la zona de estudio | - Información de INDECI |
| | - Vulnerabilidad. | - Eventos extremos | - Uso de software para la elaboración de mapas temáticos |
| | - Riesgo | | - Uso de software para elaborar mapas temáticos |

Nota: Elaboración Propia.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Técnicas de procesamiento

Las técnicas en el procesamiento de la investigación fueron las siguientes:

- Procesamiento de la información de SENAMHI, INEI y Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) de la Región de Tacna.
- Delimitación de zona de estudio.

- Elaboración de mapas temáticos.
- Elaboración de mapas temáticos para la evaluación de peligro, riesgo y vulnerabilidad.

3.6.2. Análisis de datos

Primero se recolecto la información bibliográfica y la base legal para poder tener una mejor perspectiva del trabajo a realizar, se realizó la búsqueda de conceptos relacionados con el tema, así como la metodología empleada por otros autores, luego se crearon cuadros para el análisis de susceptibilidad, peligros y finalmente vulnerabilidad y riesgo.

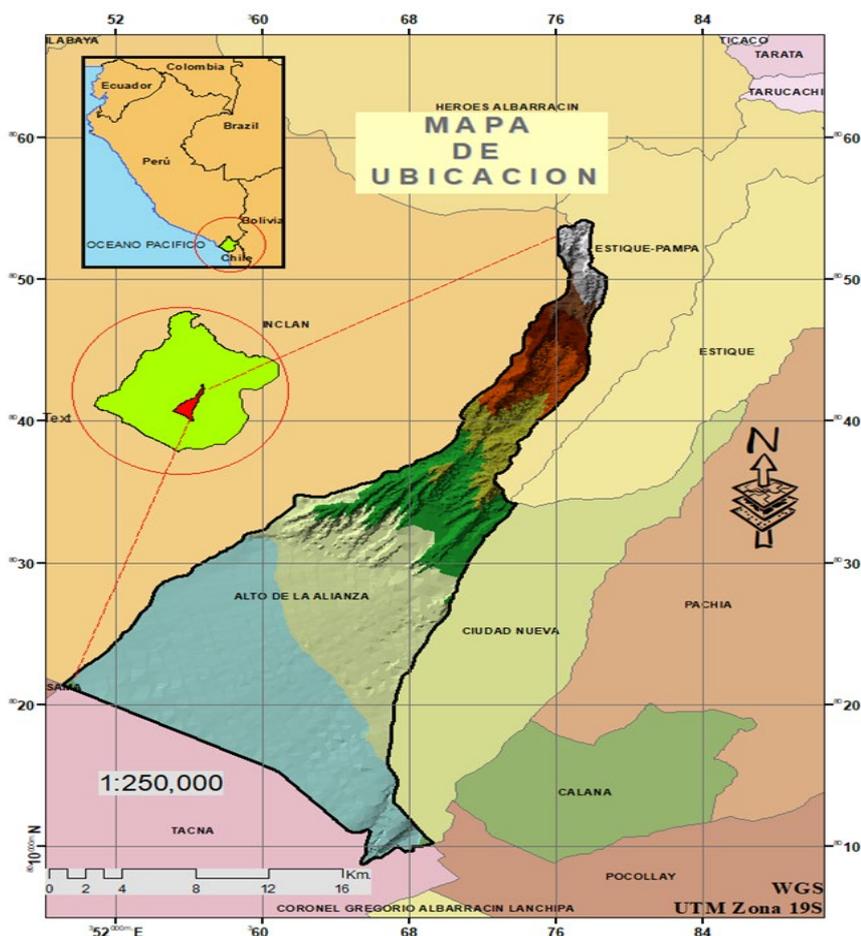
También se realizó el análisis estadístico de los indicadores, de igual manera de los mapas temáticos realizados en la zona de estudio.

3.7. Ubicación de la zona de estudio

El Distrito Alto de la Alianza se encuentra ubicado en el extremo sur occidental del Perú y al norte de la ciudad de Tacna, fue creado mediante la Ley N° 23828 el 09 de mayo de 1984 y redelimitado con la Ley N° 27415 el 02 de febrero del 200, entre las coordenadas geográficas UTM (WGS-84) 365995, 8009632 con una altitud de 626 msnm. Limita de la siguiente forma:

- Norte: Distrito de Inclán y Provincia de Tarata
- Sur: Ciudad de Tacna
- Este: Distrito de Ciudad Nueva
- Oeste: Ciudad de Tacna

Figura 1
 Mapa de ubicación del distrito Alto de la Alianza



3.8. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se trabajó en la forma que detallamos a continuación.

3.8.1. Recolección de información

Se solicitó información a la entidad climatológica SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) de la estación meteorológica Jorge Basadre. Así mismo esta información corresponde a datos históricos de temperatura, humedad relativa y la precipitación del año 2000 al 2020, esta información se encuentra presente en anexos 02.

Se obtuvo información del Instituto Nacional de Estadística e Informática del distrito Alto de la Alianza del año 2017. Es sumamente necesario realizar la identificación de los espacios de influencia el cual se encuentran caracterizados por el ámbito de estudio social, económico y ambiental, de tal manera que se pueda elaborar el análisis de las condiciones que caracterizan en punto de vista social de la dinámica poblacional de la zona de estudio

Tabla 3
Condiciones económicas y sociales

| Condiciones Económicas | Condiciones Sociales |
|------------------------|----------------------|
| Servicios básicos | Población |
| Vías de comunicación | Instituciones |

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

3.8.1.1 Características sociales y económicas de la zona de estudio

a. Población

Tabla 4
Población (Edades cada 10 años) – Distrito Alto de la Alianza

| Distrito | Total | Grupos de edad | | | | | |
|-----------------------|--------|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | Menores de 1 año | 1 a 14 años | 15 a 29 años | 30 a 44 años | 45 a 64 años | 65 y más años |
| D. Alto de la Alianza | 34 061 | 403 | 6 744 | 9 113 | 8 607 | 6 752 | 2 442 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

Tabla 5
Población – Distrito Alto de la Alianza

| Provincia, distrito, y edades simples | Total | Población | |
|------------------------------------------|--------|-----------|---------|
| | | Hombres | Mujeres |
| Distrito Tacna | 92 972 | 44 800 | 48 172 |
| Distrito Alto de la Alianza | 34 061 | 16 874 | 17 187 |
| Menores de 1 año | 403 | 195 | 208 |
| De 1 a 4 años | 1 774 | 904 | 870 |
| De 5 a 9 años | 2 478 | 1 267 | 1 211 |
| De 10 a 14 años | 2 492 | 1 274 | 1 218 |
| De 15 a 19 años | 2 781 | 1 404 | 1 377 |
| De 20 a 24 años | 3 175 | 1 574 | 1 601 |
| De 25 a 29 años | 3 157 | 1 597 | 1 560 |
| De 30 a 34 años | 3 008 | 1 495 | 1 513 |
| De 35 a 39 años | 2 933 | 1 427 | 1 506 |
| De 40 a 44 años | 2 666 | 1 327 | 1 339 |
| De 45 a 49 años | 2 213 | 1 076 | 1 137 |
| De 50 a 54 años | 1 837 | 894 | 943 |
| De 55 a 59 años | 1 444 | 673 | 771 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

b. Vivienda

Tabla 6
Vivienda, (material que predominante) - Distrito Alto de la Alianza

| Distrito | Total | Tipo de Material Predominante | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------------------|----------|--------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|
| | | En techos | | | En Pisos | | | En paredes exteriores | | |
| | | Material noble | Calamina o tejas | Material precario | Cemento | Tierra | Parquet, losetas o similares | Material noble | Material de adobe, quincalla y piedra | Material Precario |
| Tacna, Alto de la Alianza | 8148 | 5609 | 2194 | 342 | 5005 | 1653 | 1490 | 6908 | 101 | 1090 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

Tabla 7
Ocupación vivienda – Distrito Alto de la Alianza

| Distrito | Viviendas Particulares | | |
|---------------------------------|------------------------|---------|------------|
| | Total | Ocupada | Desocupada |
| Alto de la Alianza | 10 105 | 9 511 | 594 |
| Casa independiente | 9 273 | 8 870 | 403 |
| Departamento en edificio | 50 | 50 | - |
| Vivienda en casa de vecindad | 11 | 11 | - |
| Cabaña o choza | 148 | 56 | 92 |
| Viviendas improvisadas | 614 | 515 | 99 |
| Local no dest. Para hab. humana | 9 | 9 | - |

Nota: Censo Nacional de Población y vivienda (2017).

c. Servicios Básicos

Tabla 8
Déficit y cobertura de agua por red domiciliaria – Distrito Alto de la Alianza

| Distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes | Total | Tipo de procedencia del agua por red pública | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| | | Red pública dentro de la vivienda | Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación | Pilón o pileta de uso público |
| Viviendas particulares | 7 377 | 6 663 | 187 | 527 |
| Ocupantes presentes | 28 398 | 26 392 | 662 | 1 344 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

Tabla 9*Disposición del Servicio de agua (todos los días) – Distrito Alto de la Alianza*

| Distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes. | Total | Disponen del servicio de agua todos los días de la semana | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|------|
| | | Si | NO |
| Viviendas particulares | 7377 | 6509 | 868 |
| Ocupantes Presentes | 28398 | 25578 | 2820 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

Tabla 10*Disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública – Distrito Alto de la Alianza*

| Distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes. | Total | Disposición de alumbrado eléctrico por red pública | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|-----|
| | | Si | NO |
| Distrito Alto de la Alianza | 8148 | 7317 | 831 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017).

d. Medios de comunicación y transporte**Tabla 11***Medios de comunicación y Transporte – Distrito Alto de la Alianza*

| Distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda | Total | Servicio y medios de transporte que posee el hogar | | | | | | | |
|-------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------|------|------|------|---------|
| | | celular | Teléfono fijo | Tv. por cable | Conexión a internet | Auto | Moto | Bote | Ninguno |
| Hogar | 8684 | 7849 | 1341 | 1510 | 2411 | 1492 | 406 | 32 | 714 |
| Ocupantes | 29786 | 27470 | 5569 | 6290 | 9487 | 5743 | 1534 | 96 | 1867 |

Nota: Censo Nacional de Población y Vivienda (2017)

3.8.2. Caracterización física, biológica y climática

Para elaborar el análisis del entorno geográfico con la información de la Zonificación Ecológica y Económica se puede realizar un diagnóstico de nuestra zona de estudio, así mismo es necesario considerar los datos que comprendan estudios de vulnerabilidad, peligro y riesgos de desastres.

De tal modo que el análisis se ha de realizar con los componentes físicos de territorio, considerando las condiciones de los medios físicos como la unidades hidrográficas, fisiográficas, geológicas, los estudios de tipos de suelo y su capacidad mayor.

Tabla 12
Condiciones del Medio Físico

| Condiciones del Medio Físico | | | | |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| Unidades Hidrográficas | Unidades Fisiográficas | Unidades Geológicas | Relieve Predominante | Tipo de Suelos |

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

En el análisis multivariable se debe determinar y considerar el peso y grado que contribuyen a sus variables, de modo que se podrá obtener el grado de susceptibilidad de la zona. Así mismo se obtendrá la interpretación de las unidades litológicas para poder obtener una relación cartográfica entre las unidades de datos de pendientes y fisiográficas.

En segunda instancia para modelar las características físicas del territorio se realizará la interpretación e integración de la unidad geomorfológica y de suelo.

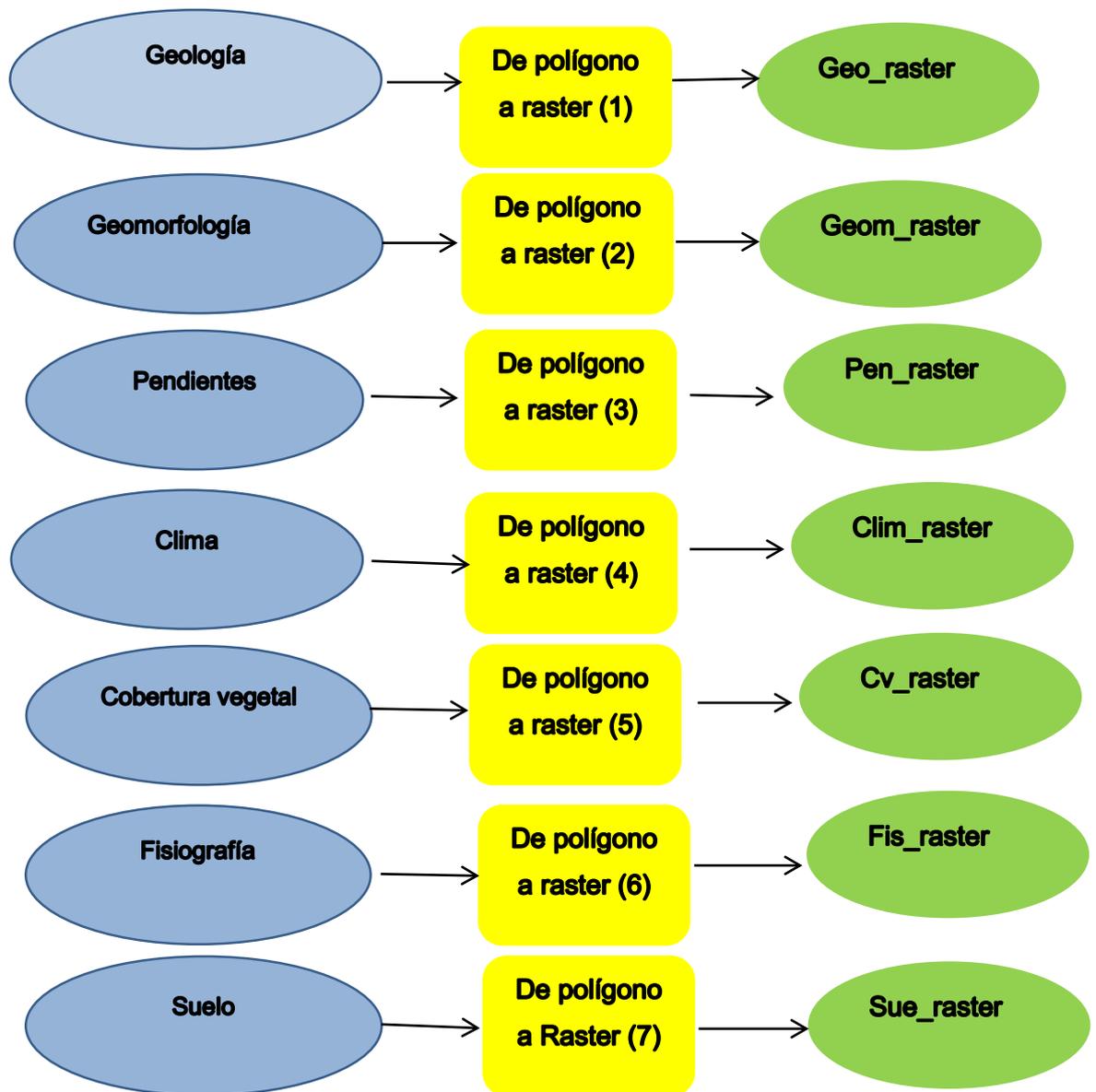
En último lugar haciendo uso de un modelo matemático de posición central Media Geométrica Ponderada es que se podrá integrar las unidades de la precipitación y vegetación.

Finalmente se elaborará un diagrama de flujo con la aplicación ModelBuilder, el cual nos permitirá establecer y correr modelos que enlazan la sucesión de las herramientas del geo procesamiento, es así que se debe suministrar la salida; en lo

que sigue el caso de una investigación, de manera que la imagen en polígono a los datos ráster.

Figura 2

Diagrama de flujo para la obtención de unidades temáticas en datos ráster.



Con respecto a los datos extraídos se debe llevar a cabo la superposición con los valores que se establecen en la tabla.

Tabla 13*Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física*

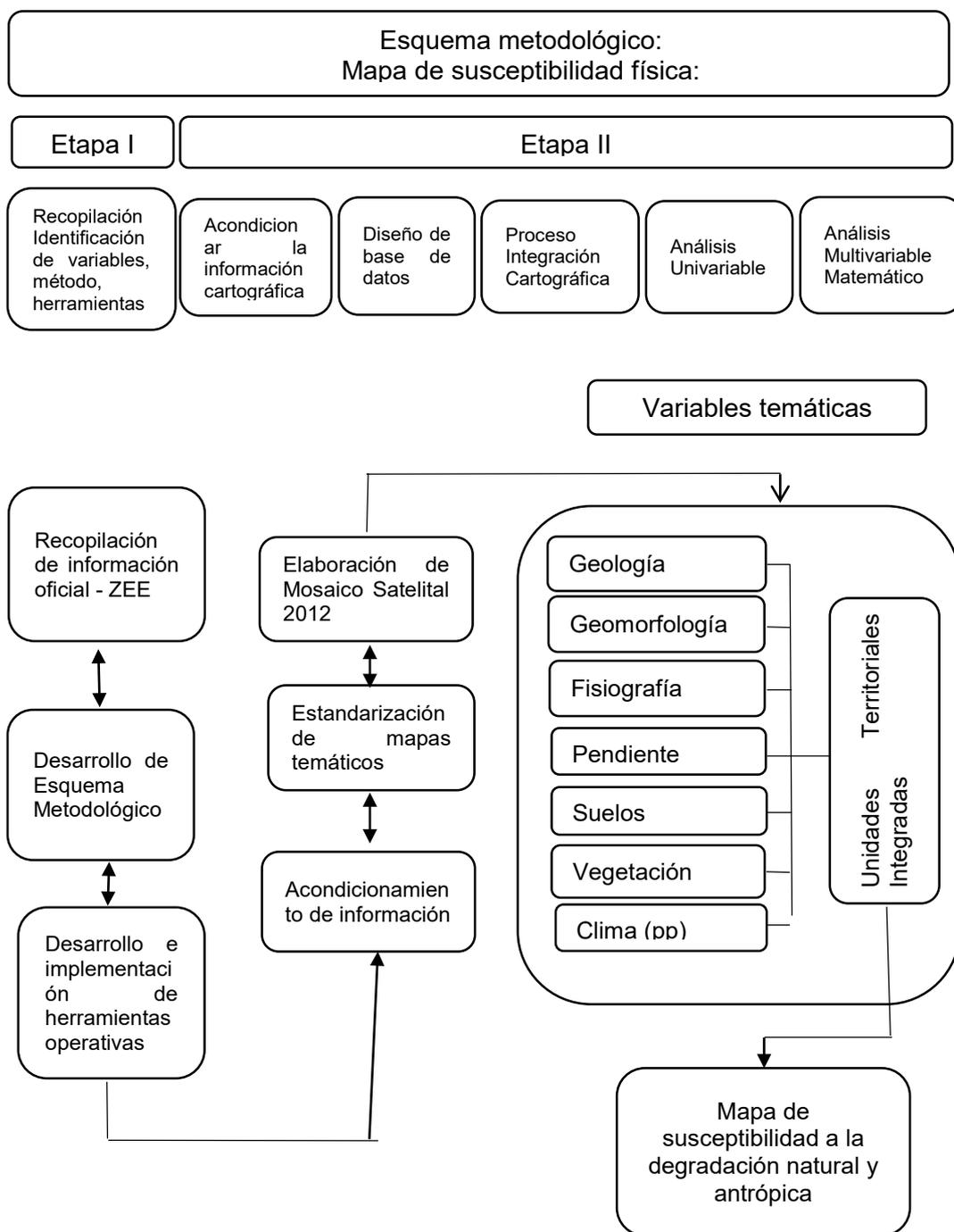
| Mapa (variable) | Ponderación |
|-------------------|-------------|
| Geología(ge) | 20 |
| Geomorfología(ge) | 20 |
| Fisiografía (fi) | 10 |
| Pendiente (pe) | 20 |
| Suelos (su) | 10 |
| Vegetación (ve) | 10 |
| Clima (pp) | 10 |

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

Nota: Mapa de vulnerabilidad del Perú (MINAM, 2012)

Figura 3

Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física



Nota: Dirección General de Ordenamiento Territorial Ministerio del Ambiente 2012.

Para determinar la susceptibilidad física se debe determinar las siguientes variables temáticas

3.8.2.1. Geología

Se determinó las siguientes unidades geológicas

- a. **Depósitos aluviales:** Son depósitos compuestos por arenas conglomerados, y arcillas consolidados que se intercalan irregularmente. Los conglomerados son de forma redondeada hasta subangular de distintos tipos de rocas volcánicas y menor tamaño de rocas intrusivas. Los depósitos aluviales en el cuadrángulo de Tacna se ubican en los bordes de la planicie costera teniendo un grosor que varía desde pocos metros hasta más de 100.
- b. **Formación Huaylillas:** Esta formación se divide en tres miembros de los cuales en los cuadrángulos de la ciudad de Tacna solo se reconocieron los miembros superior y medio el cual consisten:
 - Miembro superior, se encuentra compuesto por un tufo riolítico con distintas variedades de textura y compacidad el cual contiene clastos de volcánicos porfiroides de dimensiones pequeñas (1 a 10 mm) y una cantidad regular desde lamelas de biotita. Estos miembros se pueden observar en los cerros Para y Magollo al Oeste de Tacna y cerro Molles al sur de la ciudad.
 - Miembro medio, está compuesto de tufos riolíticos y en menor proporción riodacítica, Las rocas se encuentran compuestas por cuarzo, feldespato, ortosa y cantidad subordinada de biotita.
- c. **Formación Moquegua:** consiste en una secuencia de areniscas tufáceas, areniscas arcósicas, lutitas y conglomerados irregularmente estratificados, se encuentra expuesta incompleta en el sector oriental del cuadrángulo de Tacna en la que se estima un grosor máximo de 100 metros. Es así que siguen el estudio esta formación consiste en una serie de conglomerados polimícticos medianamente compactados, el cual se intercalan capas de arcillas y areniscas tufáceas

Tabla 14
Unidades geológicas en la zona de estudio

| Rango | Descripción |
|------------------------------|----------------|
| Arenas y limos | Sedimentos |
| Bloques | Sedimentos |
| Conglomerados | Sedimentos |
| Gravas arenas y limos | Sedimentos |
| Tobas e ignimbritas | Roca Volcánica |
| Tobas: riolitas y riodacitas | Roca Volcánica |

Nota: Geología del cuadrángulo de la Yarada y Tacna (Hoja 37-x) (Wilson, 1963)

3.8.2.2. Geomorfología

1. Depósitos aluviales, en muchas de las quebradas se aprecian pequeños depósitos aluviales. Los aluviales consisten en grava y cantos redondeados. Estos depósitos se identifican como los más jóvenes del cuadrángulo ya que tienen una edad cuaternaria.
2. Formación huaylillas, esta unidad cubre más del 90% del área mapeada y se extiende tanto hacia el Norte y Noroeste como hacia el Sur y Sureste, en territorio chileno.
 - a. Miembro superior: tufo riolítico, blanco crema friable, de grano fino
 - b. Miembro medio: tufo dacítico, rojiza, de grano grueso, compacto.
 - c. Miembro inferior: tufo riolítico, blanco, friable de grano fino.
3. En el cuadrángulo de Huaylillas el miembro inferior aflora en las quebradas hondas, mientras que el miembro superior está restringido a una faja a lo largo del límite Occidental del cuadrángulo, estas formaciones que sobreyacen e infrayacen carecen de fósiles por lo tanto nos sugiere que la formación pertenece al Plioceno inferior o medio.

Tabla 15
Unidades Geomorfológicas

| Unidades Geológicas |
|-------------------------------|
| Flanco disectado de los andes |
| Pampa costanera |
| Superficie Huaylillas |
| Terraza aluvial |

Nota: Geología del cuadrángulo de la Yarada, Tacna

3.8.2.3. Pendiente

Se entiende como la inclinación de la superficie del suelo con relación a la horizontal que se establece en el Reglamento de Clasificación de Tierras (MINAG, 2002).

Tabla 16
Clasificación de fases por Pendiente

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

Nota: Reglamento de Clasificación de Tierras (MINAG, 2002)

3.8.2.4. Vegetación

Para determinar la vegetación en la zona de estudio, se estimó la información que fue obtenida de la Zonificación Ecológica Económica del Departamento, y según el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015)

- Cardonal, se extiende en una angosta y larga franja que recorre la vertiente occidental andina, desde la libertad hasta la ciudad de Tacna, desde los 1800 – 2700 m.s.n.m y en el sur del país desde 1500 – 2500 m.s.n.m. Su cobertura vegetal se ve influenciada por las condiciones de aridez en la que predominan la familia Cactaceae.
- Desierto Costero: es una ecorregion compuesto por un clima subtropical, muy árido que posee una alta humedad atmosférica con escasa vegetación, están constituidas por suelos con afloramientos rocosos o arenosos, el cual ocupan áreas disectadas, ondulado y plano con una eólica erosión constante.
- Matorral Arbustivo, se encuentra presente en la región andina, desde 1500 hasta 3800 m.s.n.m. en la zona sur y centro del país, se distinguen tres subtipos de matorrales que son influenciados por las condiciones climáticas los cuales son:
 - Subtipo matorral del piso inferior: se influencia por la condición de humedad del suelo a partir de 1500 m.s.n.m
 - Subtipo matorral del piso medio y alto que se comprende en rangos altitudinales de 2500 – 3800 m.s.n.m
 - Subtipo nivel superior comprendido en rangos altitudinales de 3600 y 3800 en la zona sur.
- Tillandsial: Se encuentra dispersa a lo largo de la línea costera, cubiertas en las colinas y planicies en áreas que presentan una superficie y cobertura mayor, como en suceso de las primeras estribaciones de las pampas y la cordillera occidental. Ocupa una superficie de los 1100 m.s.n.m. Estos ecosistemas sobreviven a la alta concentración de las nieblas invernales que se encuentran compuestas por plantas postradas o rastreras del género *Tillandsia*.

3.8.2.5. Precipitación

La información que se ha requerido compete a los registros de la precipitación total mensual del año 2000 hasta el 2020, años que fueron seleccionados para realizar el presente análisis.

3.8.2.6. Fisiografía

Las unidades fisiográficas que se identifiquen en la zona de estudio deben ser clasificadas según el proyecto de ordenamiento territorial, de tal forma se hace mención de forma descriptiva el mapa de fisiografía y pendientes de la ciudad de Tacna la cual es:

Tabla 17
Unidades Fisiográficas Identificadas en la zona de estudio

| Gran Paisaje | Paisaje | SubPaisaje | Elementos de paisaje |
|--------------|----------------------|-----------------|------------------------------------|
| Colina | Colinas altas | Ladera | Disectada |
| | | | Fuertemente Disectada |
| | Colinas bajas | Ladera | Ligeramente Disectada |
| Montaña | Montaña sedimentaria | Ladera | Empinada |
| | | | Muy Empinada |
| | Montaña volcánica | Ladera | Empinada Moderadamente Empinada |
| Planicie | Planicie Fluvial | Llanura aluvial | Disectada |
| | | | Ondulado |

Nota: Elaboración Propia

3.8.2.7. Suelos

El siguiente paso consiste en la elaboración del análisis integrado de las condiciones del medio biológico, físico y climático, de manera que en el análisis univariable y multivariable de la información identificada en el paso anterior, caracterización del medio biológico, físico y climático del ámbito de estudio.

Se determina los factores que se obtendrán por el software considerando los impactos generados de agentes naturales y antrópicos. Es así que se tendrá que considerar los siguientes criterios descritos en la siguiente tabla:

Tabla 18
Crterios de valoración

| Unidades | Nivel |
|----------------------|----------|
| Geología – Litología | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Geomorfología | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Pendiente | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Clima | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Vegetación | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Fisiografía | Muy bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |
| Suelos | Muy Bajo |
| | Bajo |
| | Medio |
| | Alto |
| | Muy alto |

Nota: Resolución Ministerial N°008-2016 (MINAM, 2016).

Con estas caracterizaciones se elaborará el mapa de susceptibilidad física que se detallará más adelante.

3.8.3. Peligros

Se realizará la identificación de los peligros de tipo antropogénico y físico, dado que en el ámbito del análisis estos deben tener una probabilidad de ocurrencia, es así que una vez obtenido estos datos se deberá proceder a caracterizar a identificar los peligros existentes, de modo que mediante la recopilación cuantitativa o cualitativa, el análisis de las imágenes satelitales, material cartográfico, seguido el mapeo de las zonas de influencia se podrá modelar un SIG, es así como se podrá realizar la evaluación del nivel de peligro en las zonas de influencias.

Tabla 19
Estructuración de Peligros

| Tipos De Peligro | | Localización | Niveles De Peligro | | | Afectación | |
|------------------|-----------|--------------|--------------------|------|----------|------------|-----------------|
| Físicos | Naturales | | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Superficie % |

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

Por consiguiente se evalúa y analiza los peligros que se encuentran asociados al cambio climático, y es así como se evaluarán los peligros con origen hidrometeorológico asociados al cambio climático.

Tabla 20
Peligros asociados al cambio climático

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

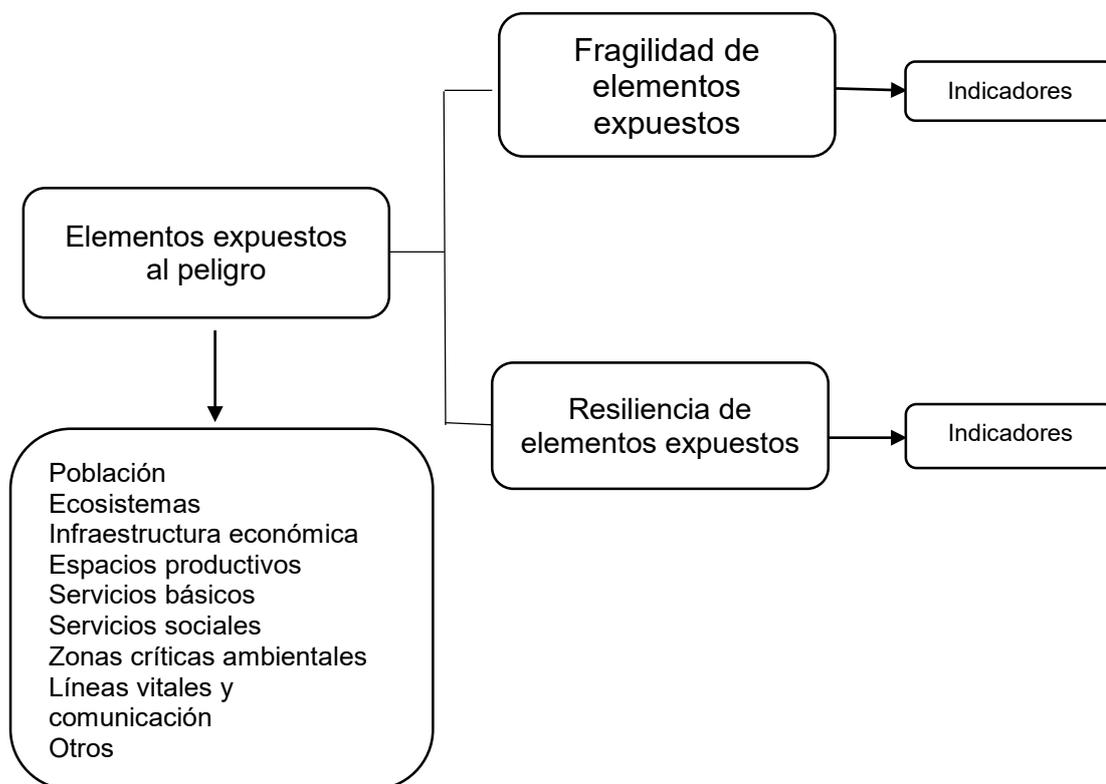
Nota: Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático (MINAM).

3.8.4. Vulnerabilidad

Para la vulnerabilidad es necesario analizar e identificar las condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia de igual forma las líneas y servicios vitales, que permitirá que se realice la caracterización e identificación de los componentes sociales, económicos y los ambientales, además de la caracterización de los elementos que se construyeron y que se encuentran acondicionados en la zona de estudio y el inventario.

Previamente se deberá realizar un análisis de los factores de vulnerabilidad, por medio del análisis de los indicadores, la determinación y comparación entre la resiliencia y fragilidad, de tal modo que se podrá determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el respectivo mapeo.

Figura 4
Esquema para el análisis de la vulnerabilidad



Nota: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM

3.8.5. Riesgo

Para poder realizar la evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al cambio climático, se debe elaborar un análisis de los riesgos que van en función la condición de vulnerabilidad y los peligros de la zona de estudio.

De la vulnerabilidad de la zona de estudio y los riesgos es que se evalúa el análisis de riesgos:

{2}
Determinación del riesgo

$$R=f (P_i \times V_e)$$

R= Riesgo

f= En función

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

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e.

3.8.6. Evaluación de los escenarios de riesgos

Para determinar las zonas de riesgo se deberá elaborar un análisis de los mapas de peligro que nos permitirá así podremos identificar las zonas de riesgo, una vez identificado los peligros por grados se realizará el análisis junto a los niveles de vulnerabilidad y peligrosidad que determinan el nivel de riesgo.

Tabla 21
Nivel de riesgo

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Peligro MA | M | A | A | MA | MA |
| Peligro A | M | M | M | A | MA |
| Peligro M | B | B | M | A | A |
| Peligro B | MB | B | B | M | A |
| Peligro MB | MB | MB | B | M | M |
| | Vulnerabilidad MB | Vulnerabilidad B | Vulnerabilidad M | Vulnerabilidad A | Vulnerabilidad MA |

Nota: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Caracterización física, biológica y climática

4.1.1. Geología

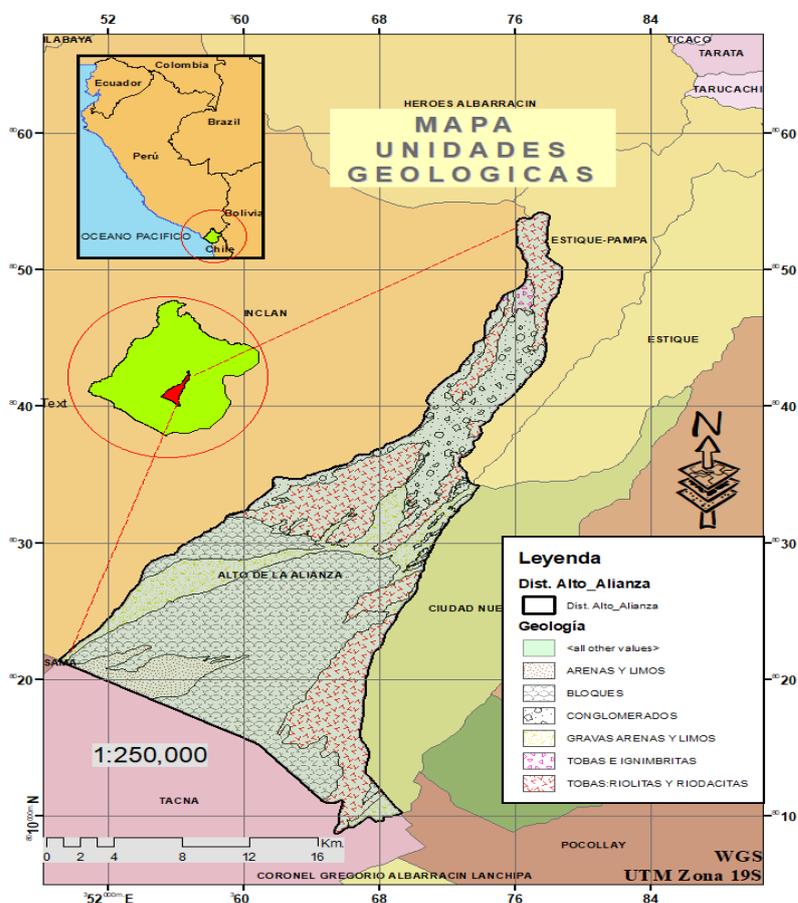
De acuerdo como se indicó en la metodología de estudio la geología está asociado al tipo de rocas es por eso lo que predomina en la zona de estudio son gravas y arenas lo cual nos representa un valor alto en susceptibilidad con un valor de (20) seguidamente encontramos rocas sedimentarias y sedimentos detríticos representado por un valor de (12) mientras que las rocas ígneas y volcánicas presentan un valor de (8).

Tabla 22
Cuadro de Ponderaciones - Geología

| Variable | Rango | Descripción | Ponderación | Valor de Escala |
|----------|------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Geología | Riolitas y riodacitas | Roca Ígnea Volcánica | 8 | 4 |
| | Gravas y conglomerados | Sedimento y roca sedimentaria | 12 | 5 |
| | Conglomerados | Roca Sedimentaria detrítica | 12 | 5 |
| | Gravas y Arenas | Sedimentos | 20 | 9 |
| | Arenas | Sedimentos | 20 | 9 |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 5
Mapa de Geología de la zona de estudio



4.1.2. Geomorfología

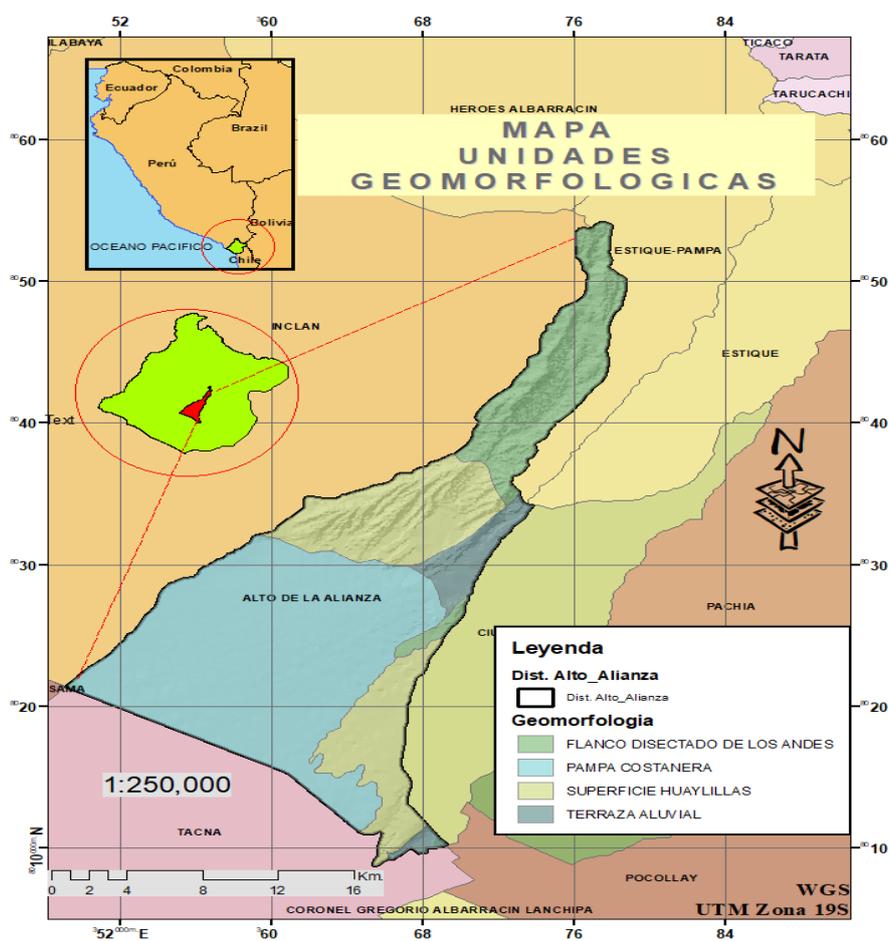
Teniendo en cuenta que la geomorfología está relacionada con los procesos geológicos, el relieve y la variedad de micro-climas que se encuentran asociados al territorio cabe resaltar que por su naturaleza el blanco disectado de los andes recibe el valor más alto de (20), en segundo lugar terraza aluvial que son originadas por sedimentos recibe un valor de (15), la superficie de Huaylillas y colina disectada tiene un valor de (10) y por último la pampa costera recibe un valor de (5) ya que presenta una superficie más o menos llana.

Tabla 23
Cuadro de ponderaciones - Geomorfología

| Variable | Rango | Ponderación | Valor de Escala |
|---------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
| Geomorfología | Colina disectada | 10 | 5 |
| | Flanco disectado de los andes | 20 | 9 |
| | Pampa costanera | 5 | 2 |
| | Superficie Huaylillas | 10 | 5 |
| | Terraza aluvial | 15 | 7 |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 6
Mapa de Geomorfología de la zona de estudio



4.1.3. Pendiente

Teniendo en cuenta que a más porcentaje de pendiente se le considera un mayor valor considerada por la Zonificación Ecológica Económica del distrito Alto de la Alianza la siguiente clasificación de Fases por pendiente:

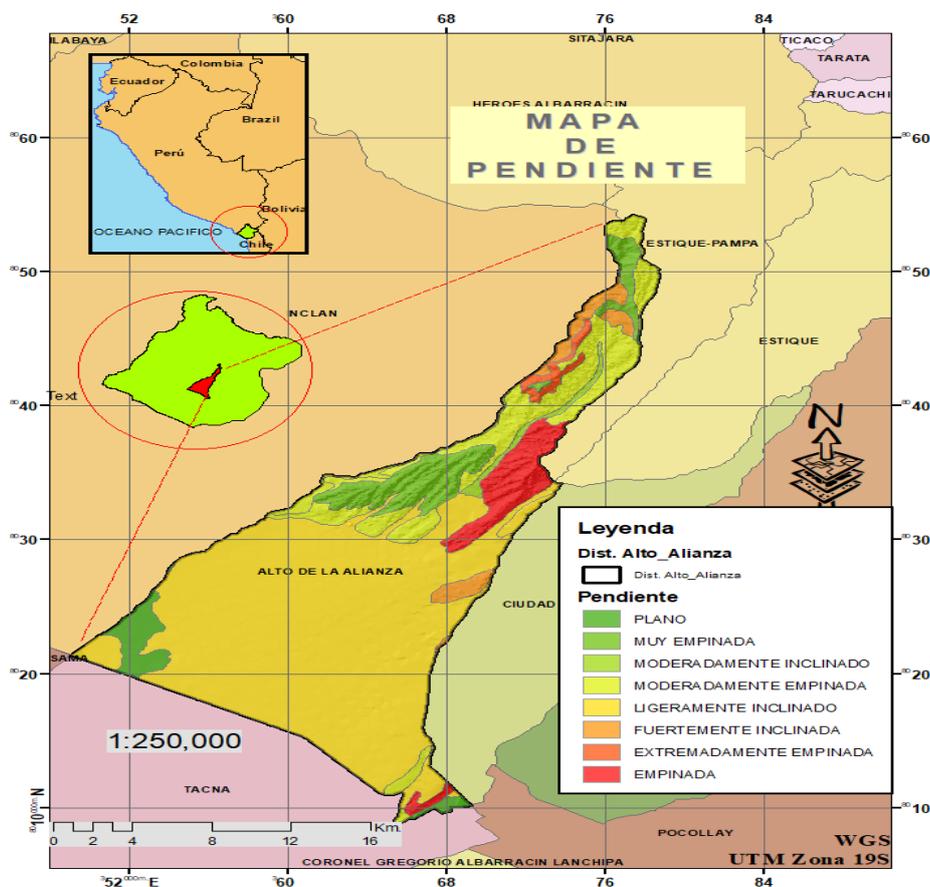
Extremadamente empinada, >75% con un puntaje de 20, Muy empinada, 50 - 75 con un puntaje de 16, Empinada, 25 - 50 con un puntaje de 12, tanto moderadamente empinada, 15 - 25 y fuertemente inclinada, 8 - 15 agrupados con un valor de 10 y 4 moderadamente inclinada, 4% - 8% y ligeramente inclinada 2 - 4 y por ultimo rara o casi a nivel <2 (1).

Tabla 24
Cuadro de ponderaciones - Pendiente

| Variable | Rango | Descripción | Ponderación | Valor de Escala |
|-----------|-------|-------------------------|-------------|-----------------|
| | >75 | Extremadamente empinada | 20 | 9 |
| | 50-75 | Muy Empinada | 16 | 7 |
| | 25-50 | Empinada | 12 | 5 |
| Pendiente | 15-25 | Moderadamente empinada | 10 | 5 |
| | 8.-15 | Fuertemente inclinada | 8 | 4 |
| | 4.-8 | Moderadamente inclinada | 4 | 2 |
| | 2.-4 | Ligeramente inclinada | 2 | 1 |
| | <2 | Plana o casi a nivel | 1 | 0 |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 7
Mapa de Pendiente de la zona de estudio



4.1.4. Vegetación

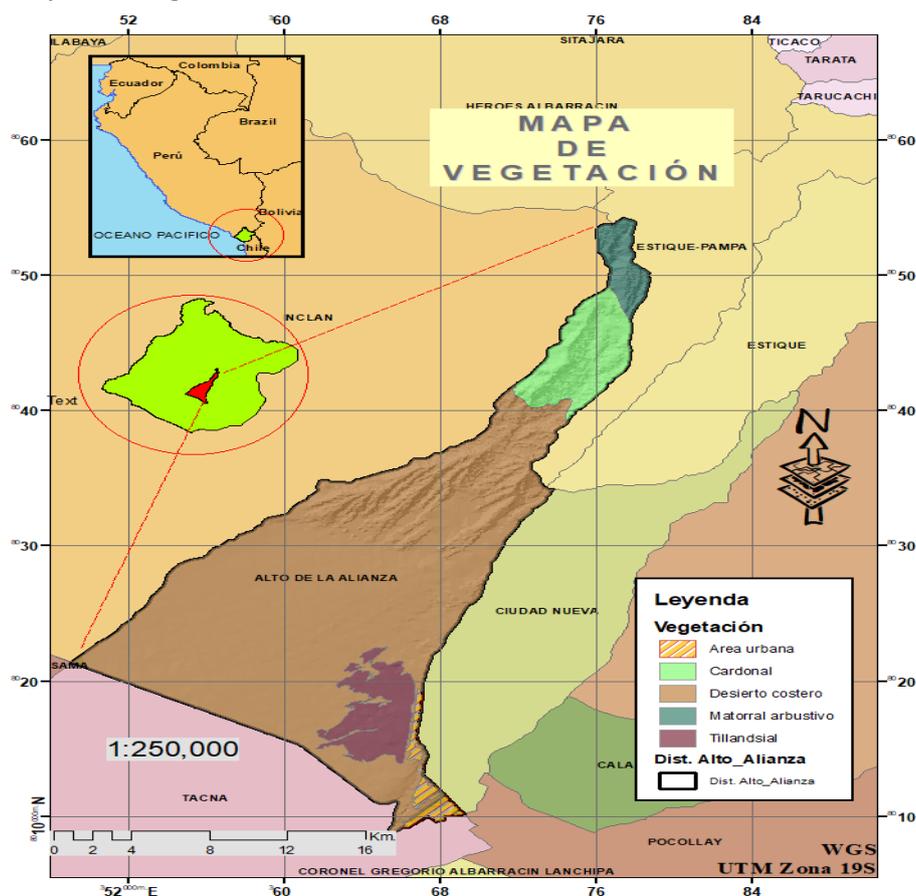
En el distrito Alto de la Alianza se obtienen los siguientes datos de la cobertura vegetal, el desierto semiclimático y costero se encuentran agrupados en un valor (10) por la poca erosión eólica, el matorral semiárido en un valor (8) por la escasa vegetación en las zonas, el matorral árido y relictos de cuarzo se encuentran agrupados en un valor de (6) por la baja influencia de humedad y por último la actividad agropecuaria obtiene un puntaje de (2).

Tabla 25
Cuadro de ponderaciones - Vegetación

| Variable | Rango | Ponderación | Valor de Escala |
|------------|----------------------------------------------|-------------|-----------------|
| | Actividad minera | 10 | 9 |
| | Actividad agropecuaria | 2 | 2 |
| | Desierto semiclimatico muy escasa vegetación | 10 | 9 |
| Vegetación | Matorral Semiárido, vegetación escasa | 8 | 7 |
| | Matorral árido cálido | 6 | 5 |
| | Relictos de carzo | 6 | 5 |
| | Desierto costero escasa o nula vegetación | 10 | 9 |

Nota: Elaboración Propia.

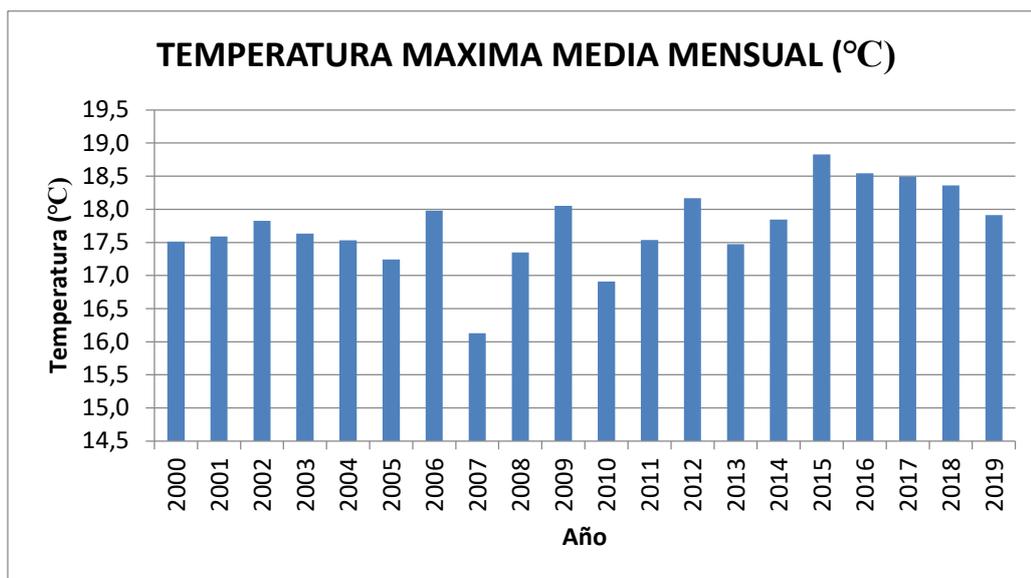
Figura 8
Mapa de Vegetación de la zona de estudio



4.1.5. Temperatura

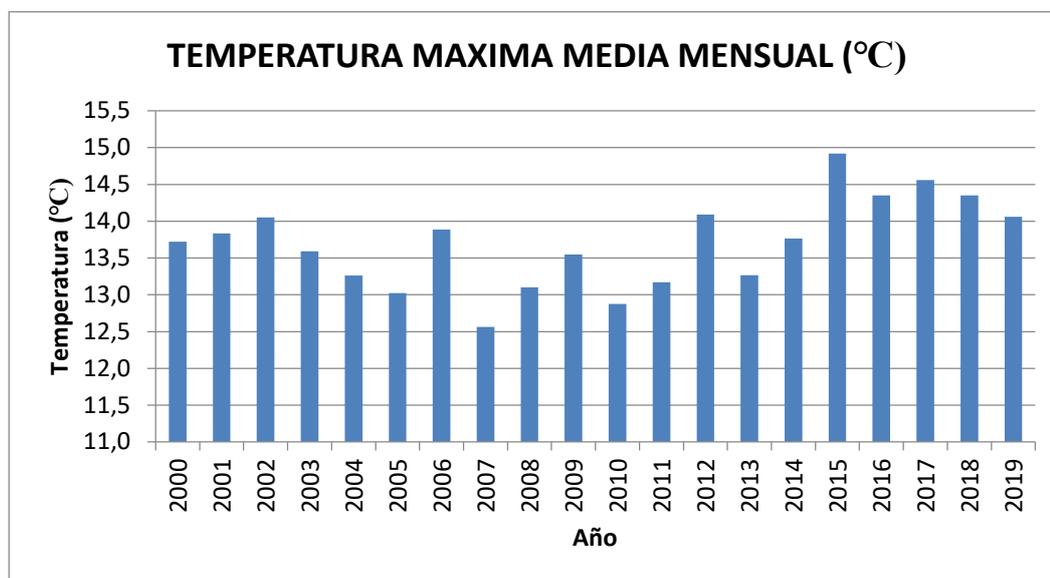
Para la caracterización de la temperatura se analizó información de la estación meteorológica Jorge Basadre entre los años 2000 y 2020. De modo que en el año 2015 se registró la mayor temperatura media con un valor de 18.8 ° C y en el año 2007 se registró la mínima temperatura media con un valor de 12,6 ° C.

Figura 9
Temperaturas máximas medias mensuales



Nota: (SENAMHI, 2020)

Figura 10
Temperaturas mínimas medias mensuales



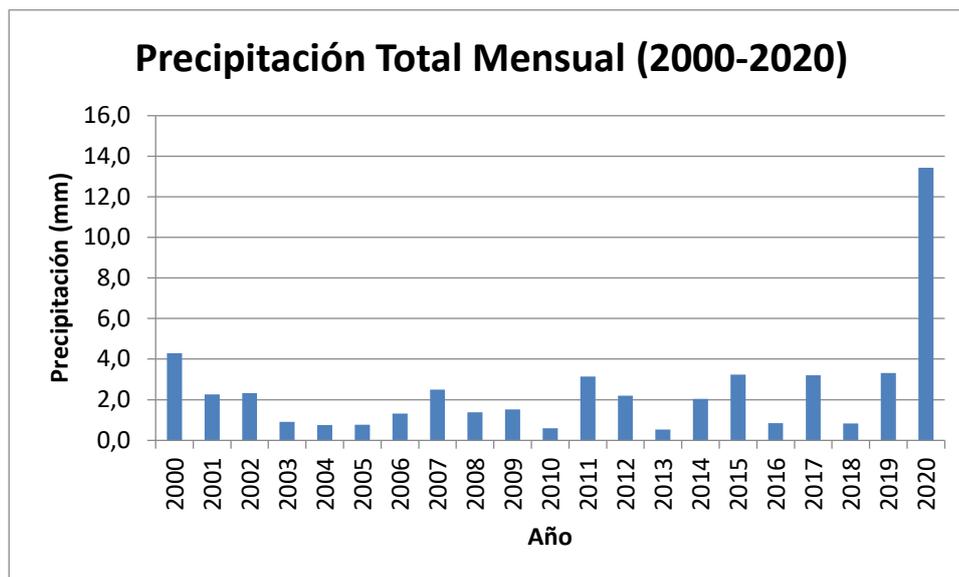
Nota: (SENAMHI, 2020)

4.1.6 Precipitación

Se realizó el análisis y comparación de los registros de precipitación total mensual en el rango de los años 2000 – 2020.

Es así que se podemos deducir que en la estación Jorge Basadre en los meses de Enero y Febrero del año 2020 se registró la mayor precipitación con un valor de 13,4 mm.

Figura 11
Precipitación total mensual

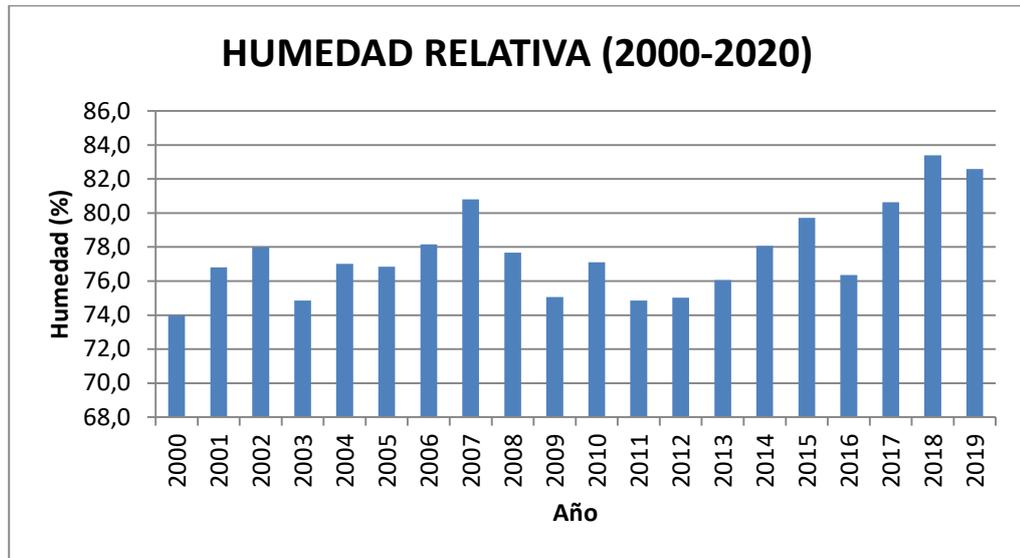


Nota: (SENAMHI, 2020)

4.1.7 Humedad relativa

En la estación Jorge Basadre en el año 2018 se registró la mayor humedad relativa con un valor de 83,4 y en el año 2000 se registró el mínimo teniendo un valor de 74,0.

Figura 12
Humedad relativa media mensual



Nota: (SENAMHI, 2020)

4.1.8. Fisiografía

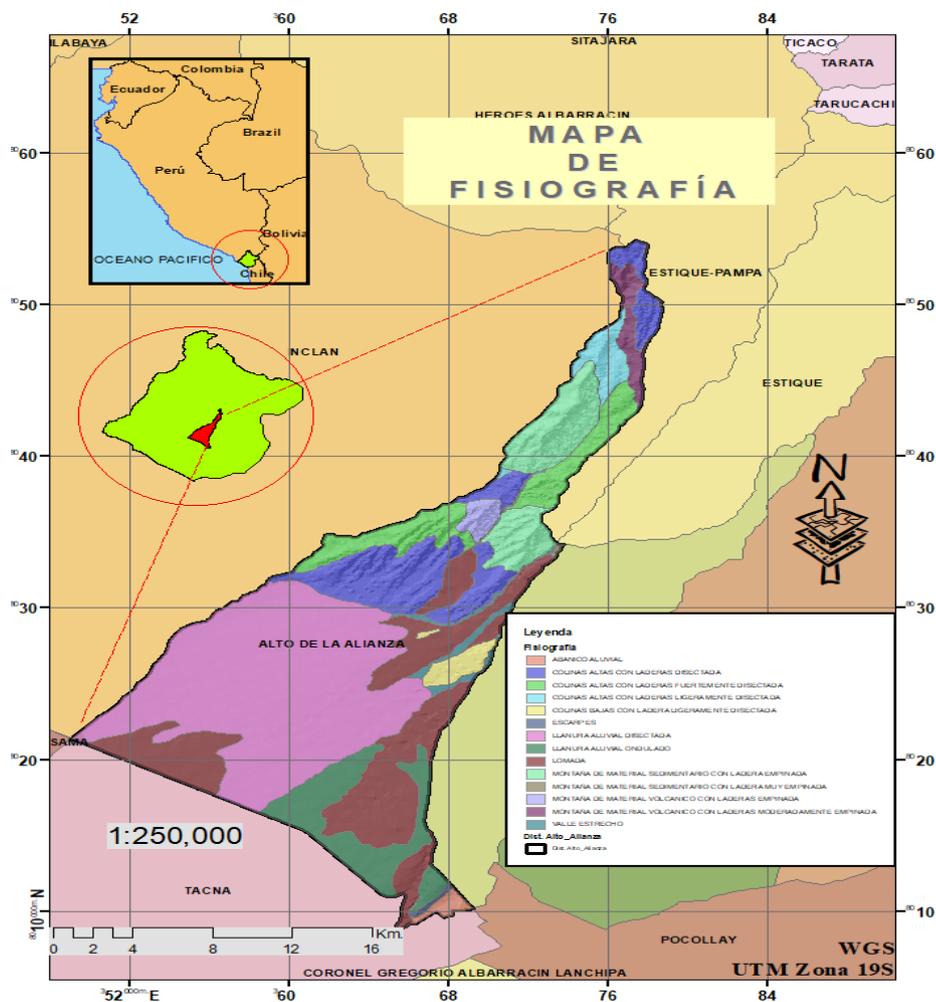
Dentro de los rangos fisiográficos se obtiene que las colinas altas con laderas fuertemente disectadas y las montañas con laderas ligeramente disectadas reciben el mayor valor (9) y en último lugar los rangos de llanura aluvial, lagunas de sedimentación y terraza fluvial con el valor más bajo (2) como se puede observar en la (Tabla 24)

Tabla 26
Cuadro de ponderaciones - Fisiografía

| Variable | Rango | Ponderación | Valor de Escala |
|-------------|-------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| Fisiografía | Llanura aluvial plana | 2 | 2 |
| | Lomada | 4 | 4 |
| | Colinas bajas con ladera fuertemente disectada | 6 | 5 |
| | Pedimento | 4 | 4 |
| | Colinas altas con laderas fuertemente disectada | 10 | 9 |
| | Talud | 4 | 4 |
| | Colinas altas con laderas disectada | 6 | 5 |
| | Escarpes | 4 | 4 |
| | Valle estrecho | 8 | 7 |
| | Colinas bajas con ladera disectada | 4 | 4 |
| | Montaña con laderas ligeramente disectada | 10 | 9 |
| | Colinas altas con laderas ligeramente disectada | 4 | 4 |
| | Llanura aluvial disectada | 6 | 5 |
| | Laguna de sedimentación | 2 | 2 |
| | Terraza fluvial baja | 2 | 2 |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 13
 Mapa de Fisiografía de la zona de estudio.



4.1.9 Suelos

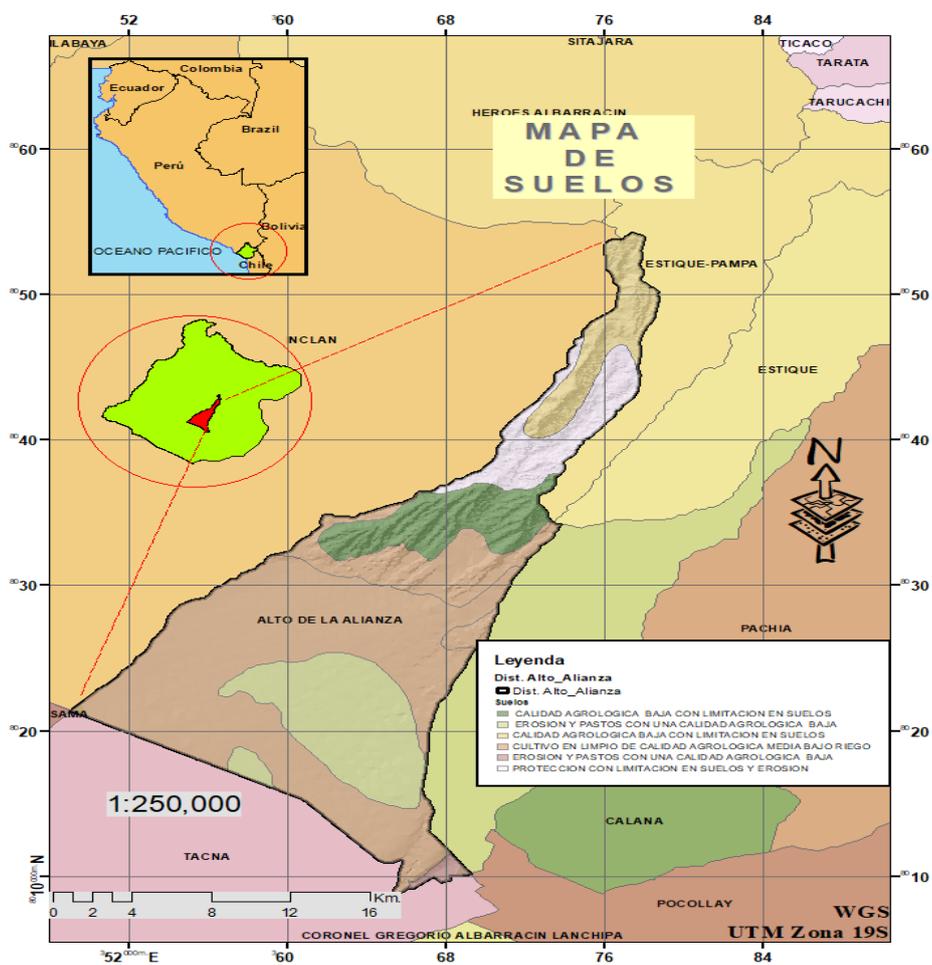
Los suelos erosionados presentan el mayor valor de (9) ya que presentan una baja calidad agrícola, así mismo los que presentan el nivel más bajos son los de calidad agrologica media bajo riego y media presentan un valor de (5). (Figura 14).

Tabla 27
Cuadro de ponderaciones - Suelos

| Variable | Rango | Ponderacion | Valor de escala |
|----------|----------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| Suelos | Erosion y pastos con una calidad agrologica baja | 10 | 9 |
| | Cultivo en limpio de calidad agrologica media bajo riego | 6 | 5 |
| | Proteccion con limitacion en suelos y erosion | 10 | 9 |
| | Cultivo en limpio con una calidad agrologica media | 6 | 5 |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 14
Mapa de suelos



4.1.10 Susceptibilidad física

Tabla 28

Cuadro de ponderaciones para la susceptibilidad física

| Criterio de valoración | Nivel | Valor |
|------------------------|-------|-------|
| Geología | | 16 |
| Geomorfología | | 11 |
| Pendiente | | 9 |
| Vegetación | | 7 |
| Precipitación | | 7 |
| Fisiografía | | 6 |
| Suelos | | 5 |

Nota: Elaboración Propia

Tabla 29

Criterios de valoración para la susceptibilidad física

| Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
|--------------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 16-20 | 12.-16 | 8.-12 | 4.-8 | 0-4 |
| 16-20 | 12.-16 | 8.-12 | 4.-8 | 0-4 |
| 16-20 | 12.-16 | 8.-12 | 4.-8 | 0-4 |
| 8.-10 | 6.-8 | 4.-6 | 2.-4 | 0-2 |
| 8.-10 | 6.-8 | 4.-6 | 2.-4 | 0-2 |
| 8.-10 | 6.-8 | 4.-6 | 2.-4 | 0-2 |
| 8.-10 | 6.-8 | 4.-6 | 2.-4 | 0-2 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

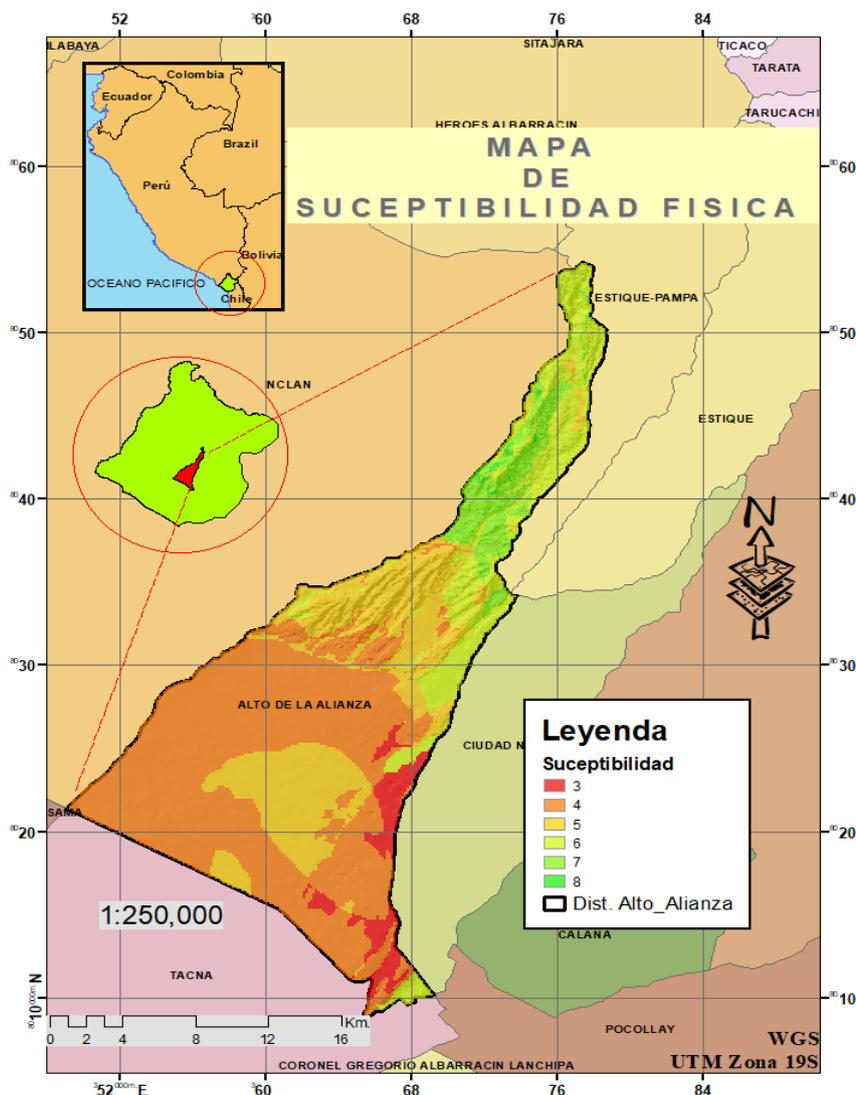
Nota: Elaboración Propia.

Según el procedimiento técnico, mediante la fórmula para la determinación de la susceptibilidad física, se procede a designar los valores obtenidos para cada mapa temático en una escala de valores de 0 – 20. Así mismo en el Mapa de Susceptibilidad se describe las zonas que se ven expuestas de manera física a sufrir riesgos de desastre y mayor vulnerabilidad frente al cambio climático. Según los valores que se

establecen del nivel de susceptibilidad (Muy alto, Alto, Moderado, Bajo y Muy bajo), se obtuvo el valor ponderado final de 5, el cual se demuestra que tiene una susceptibilidad alta en vegetación, las unidades geológicas inestables y un alto nivel de precipitación total mensual. (Figura 11).

Esta información contrasta con los estudios geotécnicos que se realizaron para la determinación de las capacidades portantes y estudios de sismicidad elaborados por el INDECI, arrojando como resultados capacidades portantes menores a 1 kg/cm², dichos suelos están formados en su mayoría por procesos de erosión a causa de la gravedad y el viento.

Figura 15
Mapa de susceptibilidad física – Distrito Alto de la Alianza



4.2 Análisis y evaluación de Peligros

Con base al informe técnico de Zonas críticas por peligros geológicos en la región de Tacna (G.R TACNA, 2020) se identificaron 2 escenarios de peligros.

Desprendimiento y erosión de laderas, peligros que se presentan en el Distrito Alto de la Alianza y pueden afectar a las viviendas que se encuentran ubicadas en las partes bajas de las Quebradas como la del Diablo, situada al noreste del distrito de Tacna.

Dicho lo anterior cabe resaltar que en el Distrito Alto de la Alianza en las laderas de la quebrada Del Diablo se han identificado peligros por erosión de laderas del tipo (cárcavas) las cuales se dan bajo diversas condiciones climáticas siendo los más comunes los climas semiáridos y suelos estériles con vegetación abierta, este fenómeno se debe a las intensas y continuas lluvias sobre los terrenos vacíos.

4.2.1 Análisis y evaluación de peligros asociados al cambio climático

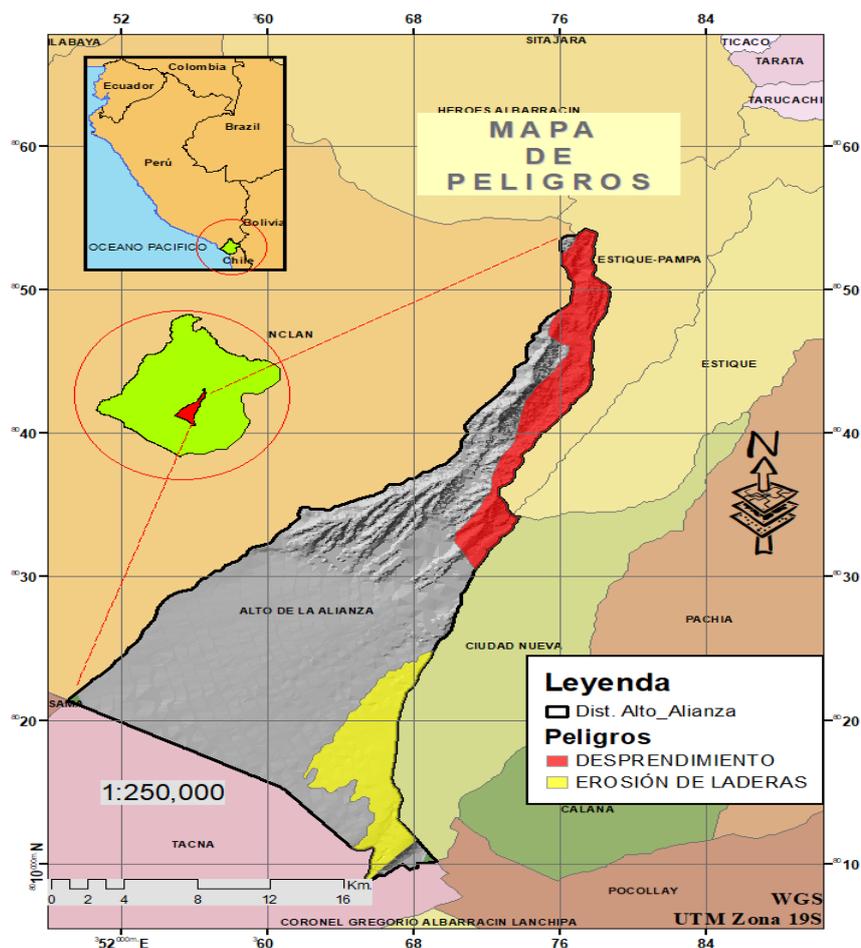
Comparando y analizando la tabla 16 se puede deducir y resaltar que en el distrito Alto de la Alianza se pueden considerar las inundaciones por las altas precipitaciones causadas por el aumento de la temperatura y el peligro de sequias, esto nos lleva a niveles de peligros muy alto de erosión de laderas y alto en desprendimiento. (Figura 12)

Tabla 30
Identificación de Peligros

| Naturales | Localización | Niveles de peligro | | | | | Afectación Superficie |
|---------------------------------------|--------------|--------------------|------|-------|------|----------|--------------------------|
| | | Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Muy bajo | |
| Desprendimiento Erosión de laderas | | x | x | | | | |

Nota: Elaboración Propia.

Figura 16
Mapa de peligros – Distrito Alto de la Alianza



4.3. Análisis y evaluación de Vulnerabilidad

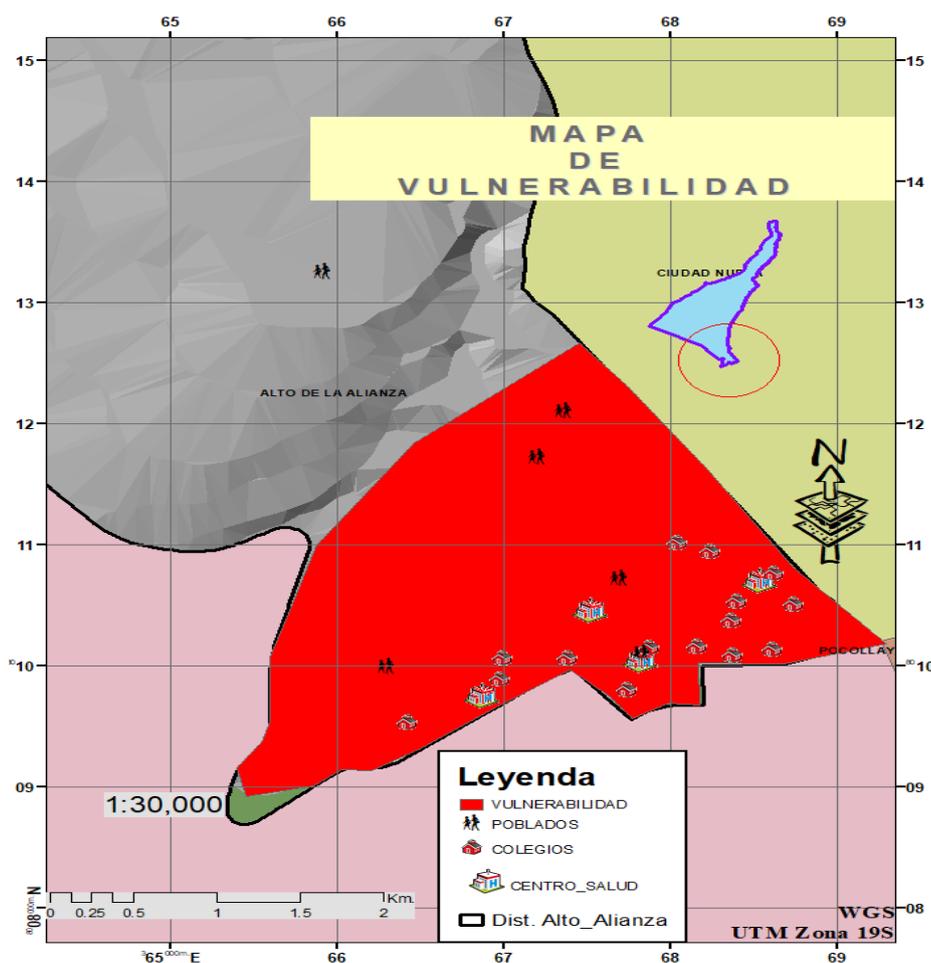
Para el análisis de vulnerabilidad se consideró el esquema de la figura 4 por el cual se determina los elementos expuestos, además la resiliencia de los elementos involucrados y la fragilidad de estos.

Conforme lo analizado se puede determinar el grado de susceptibilidad económica y social, por el cual se identifica 15 centros educativos, 4 centros de salud y 5 centros poblados, el cual se encuentran expuestos a un nivel muy alto de vulnerabilidad. La condición de vulnerabilidad aumenta por la precariedad de los materiales de construcción de las viviendas que se ubican en los centros poblados.

Cabe mencionar que la resiliencia es alta a causa de la irresponsabilidad de sus habitantes y falta de fiscalización y cumplimiento del plan de ordenamiento

territorial, son muchos los estudios que determinan a la Quebrada del como de Peligro Alto, un ejemplo en el informe de evaluación geológica de la quebrada Del Diablo (Gómez, 2016), también cabe precisar que debido a que la población sigue habitando en la zona su fragilidad será alta y podemos determinar que su grado de vulnerabilidad socioeconómicamente es muy bajo.

Figura 17
Mapa de Vulnerabilidad – Distrito Alto de la Alianza



4.4 Análisis y evaluación de Riesgo

Según los datos obtenidos en base a los mapas de peligro y vulnerabilidad y la obtención de valores:

- Nivel de peligro: Alto
- Nivel de vulnerabilidad: Muy Alta

Una vez llegado a este punto se procede a realizar una integración de los mapas de nivel de riesgo:

- Elementos vulnerables expuestos
- Nivel de peligrosidad

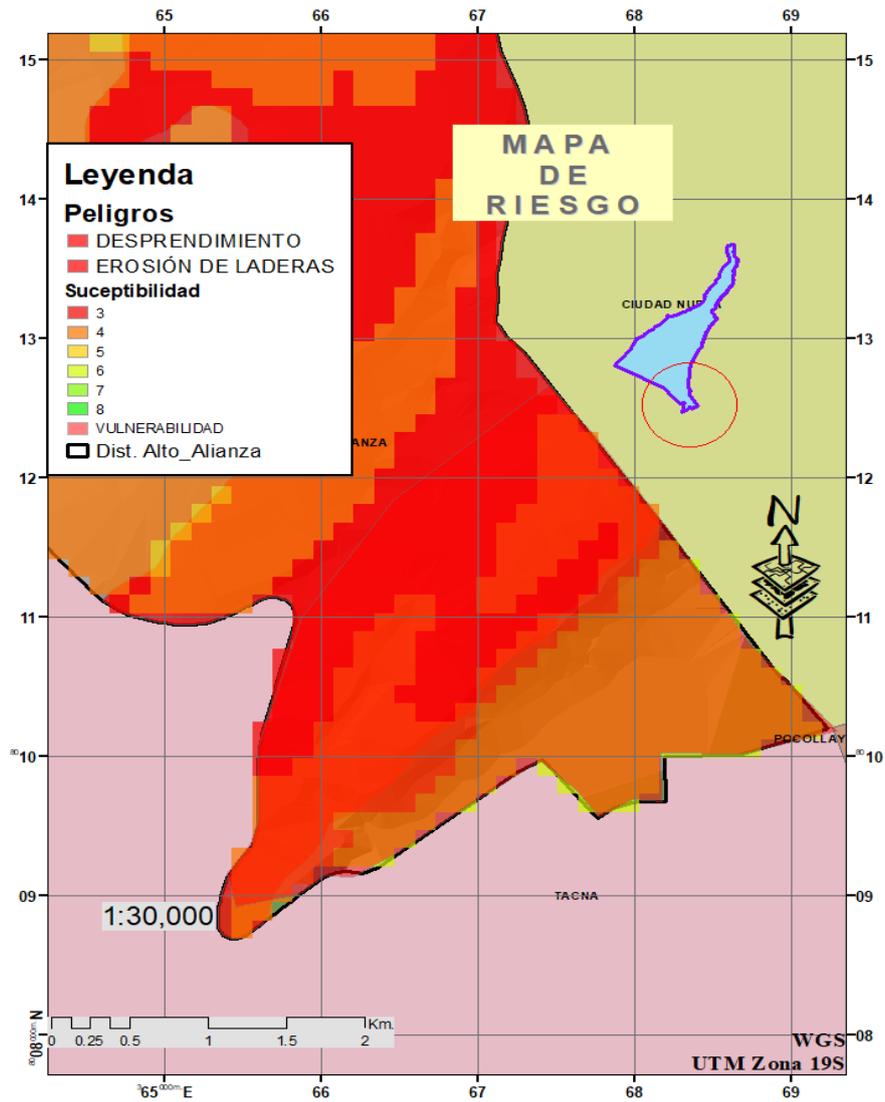
Tabla 31
Estimación y evaluación de riesgos

| | | | | | | |
|----|---------|----------------|----|---|----|----|
| MA | PELIGRO | M | A | A | MA | MA |
| A | | M | M | M | A | MA |
| M | | B | B | M | A | A |
| B | | MB | B | B | M | A |
| MB | | MB | MB | B | M | M |
| | | VULNERABILIDAD | | | | |
| | | MB | B | M | A | MA |

Nota: Elaboración propia.

El nivel de riesgo que se obtiene para el Distrito Alto de la Alianza esta representado por un valor alto, debido a que posee en sus valores de vulnerabilidad muy alta y un peligro alto, determinado esto podemos deducir que los ciudadanos que habitan en las zonas de alto riesgo se ven expuestos a posibles y futuros riesgos de desastres naturales por cambio climático.

Figura 18
 Mapa de riesgo – Distrito Alto de la Alianza



CAPÍTULO V: DISCUSIONES

1. Para la identificación de riesgos y las condiciones de vulnerabilidad que existen en el Distrito Alto de la Alianza.

Según Abajo & Fernández (2018) en su análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el Municipio de Madrid, el cual tuvieron como objetivo principal el evaluar la exposición, sensibilidad y adaptación empleando una metodología cualitativa, datos históricos y una técnica haciendo uso de un SIG. Por lo que le permitió poder determinar la vulnerabilidad, riesgos relacionados con el medio ambiente teniendo como resultado que el 50% de población y bienes están expuestas a diversos tipos de amenazas por el cambio climático con una vulnerabilidad alta o media, es así que proponen que las entidades municipales se involucren realizando distintos tipos de estudios para diseñar estrategias de adaptación y estudios sobre los posibles efectos de las futuras amenazas a las que se encuentren expuestas, en nuestro estudio el objetivo principal es la identificación de riesgos y las condiciones de vulnerabilidad que existen en el Distrito Alto de la Alianza, obteniendo como resultado una vulnerabilidad muy alta y un nivel de riesgo alto en el distrito Alto de la Alianza, haciendo uso de un Sistema de Información Geográfica, la recopilación de datos históricos y datos del ámbito municipal el cual nos fue sumamente importante ya que nos permitió realizar un preciso análisis de los riesgos en nuestra zona de estudio y así proponer nuestras recomendaciones para que la población no se vea afectada y expuesta frente a este tipo de desastres frente al cambio climático.

2. En la determinación de susceptibilidad y las zonas de peligro en el Distrito Alto de la Alianza

Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2016) en su evaluación geológica – geodinámica en la Quebrada del Diablo el cual tuvo como objetivo principal evaluar y determinar los peligros geológicos que le afectan, el cual les permitió elaborar un análisis de la zona de estudio e identificación de peligros geológicos como los derrumbes, huaycos, arenamientos u otros que ocurren en la zona de la Quebrada del Diablo, región de Tacna, en consecuencia obtuvieron como resultado que la zona de estudio registra un nivel de peligro alto y un nivel de susceptibilidad medio frente a los movimientos de masa. Dicho lo anterior podemos inferir que estos estudios nos permitieron trabajar uno de nuestros objetivos que es la determinación de susceptibilidad y las zonas de riesgo de peligro en el Distrito Alto

de la Alianza, en consecuencia nos fue de suma importancia para realizar el análisis e interpretación de nuestros mapas, dado que nos sirvió para identificar y caracterizar los peligros geológicos que podrían afectar a nuestra zona de estudio, es así que analizamos y obtuvimos un alto nivel de susceptibilidad y de peligro el cual se verán afectadas los habitantes del Distrito Alto de la Alianza, una vez obtenido estos resultados podemos emitir nuestras conclusiones y observaciones para la reducción y prevención de futuros peligros por eventos climatológicos,

3. Para determina y elaborar un análisis de vulnerabilidad y riesgo en el Distrito Alto de la Alianza haciendo uso de un SIG

Según Cruz (2019) en su propuesta metodológica para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en el rio Ilabaya, cuenca Locumba, región de Tacna haciendo uso de un SIG, el cual tuvo como principal objetivo el simplificar la metodología de análisis de amenazas que se asocian frente al cambio climático, la determinación del grado de vulnerabilidad y riesgo en el Rio Ilabaya, con el cual pudo obtener como resultado un nivel de vulnerabilidad Muy bajo y de riesgo Medio frente al cambio climático. En nuestro estudio fue conveniente el empleo de su propuesta metodológica por lo que fue sumamente importante el uso del Sistema de Información Geográfica dado que nos permitió generar los mapas temáticos, la superposición de los mapas con las unidades temáticas para poder determinar el nivel de susceptibilidad física de nuestra zona de estudio e identificar la zonas vulnerables para realizar nuestro respectivo análisis de la evaluación de riesgo junto con el mapeo de las zonas que se encuentran con una mayor exposición frente a un posible desastre natural frente al cambio climático.

CONCLUSIONES

- De acuerdo al primer objetivo planteado que es identificar los riesgos y las condiciones de vulnerabilidad podemos decir que el riesgo en nuestra zona de estudio tiene un nivel alto y una vulnerabilidad que representa un nivel muy alto.
- De acuerdo al segundo objetivo se ha logrado definir que gran parte del Distrito Alto de la Alianza, y los alrededores de la Quebrada del Diablo, constituyen zonas de mucha susceptibilidad, por tanto se convierten en áreas muy peligrosas que su mayoría son vinculados a desastres naturales.
- De acuerdo a lo propuesto en la metodología haciendo uso de sistemas de información geográfica, se logró determinar que las zonas aledañas a esta formación de escorrentía en la Quebrada del Diablo del Distrito Alto de la Alianza presentan una vulnerabilidad muy alta y su capacidad de resiliencia alta debido a la mala planificación territorial es así que estas viviendas se encuentran afectadas por los aumentos de los niveles y sumado la acumulación de escombros que bloquean las líneas naturales de evacuación y distintos tipos de residuos.
- Finalmente, los altos niveles de vulnerabilidad y riesgo identificados para el Distrito Alto de la Alianza reafirman la hipótesis trabajada en la presente investigación, dando que las condiciones de vulnerabilidad generan inseguridad para los habitantes y los posibles efectos de alguna amenaza. Esto se evidencia a través del análisis de riesgo y vulnerabilidad, donde se identificó las zonas de alta vulnerabilidad de resiliencia ante un evento climatológico.

RECOMENDACIONES

- Realizar mapas de inventarios de los peligros geológicos, mapas de susceptibilidad y erosión fluvial de la región, de tal forma nuestras autoridades puedan efectuar un buen ordenamiento territorial, ya que existen viviendas ubicadas en zonas altamente susceptibles y de alto peligro.
- Trabajar e implementar estrategias que puedan plantear la reducción de la vulnerabilidad en el cual se vean involucrados distintos sectores públicos y privados, dado que la vulnerabilidad afecta los aspectos urbanos, socioeconómicos, institucionales y geomorfológicos.
- Elaborar planes de evacuación en las zonas vulnerables frente a diversos tipos de riesgos de desastres naturales o antropogenicos y la limpieza periódica del cauce de la Quebrada del Diablo.
- Promover la participación de las autoridades y de la Municipalidad del Distrito Alto de la Alianza con el fin de realizar campañas en el cual se trabajen distintos talleres y charlas de concientización para capacitar a la población con respecto a los temas de prevención de riesgos de desastres y vulnerabilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aneas, S. (2000). Riesgos y peligros, una visión desde la geografía. Scripta Nova, 60.
- Aviles, a. (2018). Estimacion de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climatico en una cuenca de montaña. Tesis, Ecuador.
- Cardona, O. &. (2000). El riesgo sísmico de estructuras sometidas a acciones dinámicas. Tesis doctoral. , Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Técnica Superior D'Enginyers de Camins, Barcelona, España.
- Cardona, O. D. (2005). Indicators o f disaster risk and risk management. Washington D.C: Inter-American Development Bank.
- CENEPRED. (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. (Vol. 2). Peru.
- Cruz, A. (2019). elaboro una propuesta de metodología para el análisis de vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en el río Ilabaya, cuenca locumba, región Tacna. Tesis, Tacna - Peru.
- Cueto, C. L. (2016). Análisis del riesgo en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima. Tesis, Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, Peru.
- Disaster, I. S. (2009). "Terminología sobre reducción del riesgo de Desastre". Ginebra, Suiza.
- EIRD. (2002). Aprendamos a prevenir desastres, los niños y las niñas también participamos en la reducción de riesgos. . Nicaragua. Obtenido de <https://www.unicef.org/paraguay/spanish/aprendamos.pdf>
- El Peruano. (23 febrero 2020). Acción inmediata del Estado ante emergencia por huaico en Tacna. (E. Peru, Ed.) Obtenido de <https://elperuano.pe/noticia-accion-inmediata-del-estado-ante-emergencia-huaico-tacna-90218.aspx>
- FIODMO. (2011). Guia general para la prevención-mitigacion de vulnerabilidad y control de desastres hidrometeorologicos. Distrito Federal: Naciones Unidas.

- Füssel, H.-M. &. (2006). *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*.
- Hasan, J. (2013). *Jardines Verticales*. Taiwan.
- Houghton J. T., Yihui D., et al. (2001). *IPCC - Third Assessment Report of Working Group I*. Cambridge University Press. Cambridge: The Scientific Basis.
- I., S. D. (2011). *Vulnerabilidad social, institucionalidad y percepciones sobre el cambio climático: un acercamiento al municipio*. San Felipe, Costa de Yucatán, Mexico.
- Ibarra Martinez, L. (2016). *Vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeorológico: caso de estudio colonia 3 de Octubre*. Tijuana Mexico.
- IGP. (2012). "manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del mantaro". lima, Peru. Obtenido de <http://www.met.igp.gob.pe/proyectos/maremex>
- INEI. (2017). *Censos Nacionales de Población y Vivienda*. Tacna, Perú.
- INGEMMET. (2016). *INGEMMET Evaluacion Geologica – Geodinamica en la Quebrada del Diablo*. Tacna- Peru.
- International Strategy for Disaster Reduction. (2009). "Terminología sobre reducción del riesgo de Desastre". Ginebra, suiza.
- IPCC. (2001). *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva. Obtenido de http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/.
- IPCC. (2014). *Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Peru.
- Ley N° 29664. (26 de mayo de 2011). *Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo*. Lima.
- Mendoza Solis, M. (2017). *evaluación del riesgo por inundación en la quebrada romero, del distrito de cajamarca periodo 2011-2016*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo., cajamarca, Peru.
- Mendoza, R. C. (2014). *Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa*. Tesis, Lima - Peru.

- MINAM. (2016). Procedimiento técnico y metodológico para la elaboración del estudio especializado de evaluación de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático. Ministerio del Ambiente, Lima.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2015). Plan de prevención y reducción de riesgos de desastres de Lima Metropolitana 2015-2018.
- Naciones Unidas. (1979). Prevención y mitigación de desastres (Vol. 10). Nueva York.
- Oliva, V., Garza, G., & Alcántara-Ayala, I. (2011.). "Configuración y dimensión temporal de la vulnerabilidad: espacios mestizos y desastres en la Sierra Norte de Puebla". Revista Investigaciones Geográficas, N° 75, Universidad Autónoma de México, Mexico.
- Organisation, U. N. (1992). "Visión General sobre Manejo de Desastres". Programa de Entrenamiento para el Manejo de Desastres.
- Organisation, United Nations for Disaster Relief. (1979). "Natural disasters and vulnerability analysis: report of Expert Group Meeting". Boston. Estados Unidos: Expert Group Meeting.
- PLANAGERD. (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021. Lima. Obtenido de <http://www.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2018/01/PLANAGERD.pdf>
- Reduction. (2009). "Natural disasters and vulnerability analysis: report of Expert Group Meeting" . United Nations for Disaster Relief Organisation, 1979, 1-60. Boston, Estados Unidos: Report of Expert Group Meeting.
- Reduction, International Strategy for Disaster. (2009). "Terminología sobre reducción del riesgo de Desastre". Ginebra, Suiza.
- Rojas, O., & Martínez, C. (2011). "Riesgos Naturales: evolución y modelos conceptuales". Revista Universitaria de Geografía N° 20. , Universidad de Concepción., Chile.
- Tapia, C. A. (2005). UN ANALISIS DE VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MUNICIPIO DE MADRID. Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad , Madrid.

Urzua Moraga, D. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad social prevalente frente a la ocurrencia de eventos extremos: un análisis comparativo entre las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas. Universidad de Chile., Chile.

Velásquez, S. (2009). Curso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Turrialba, CR, : CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Wilchez-Chaux, G. (1989). "Desastres, ecologismo y formación profesional para la crisis". . Popayan, Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | | | METODO |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| | | | VARIABLES | INDICADORES | ESCALA | |
| FORMULACION GENERAL | Objetivo general | Hipótesis general | Condiciones climáticas | Precipitación Temperatura | mm °C | Búsqueda de información Procesamiento de la información recopilada |
| FORMULACION ESPECIFICA | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICAS | | Nivel de peligrosidad Análisis de vulnerabilidad | Bajo Medio Alto Muy alto | Modelar y analizar con un SIG en la zona de estudio |
| ¿Cuáles son los riesgos y las condiciones de vulnerabilidad en el distrito Alto de la Alianza? | Identificar los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad que existen en el Distrito Alto de la Alianza. | H0: Los riesgos y condiciones de vulnerabilidad que existen en el distrito Alto de la Alianza son altamente significativos | | | | |
| ¿Identificando las zonas de susceptibilidad, podremos determinar las zonas de peligro en el distrito Alto de la Alianza? | Determinar la susceptibilidad para identificar las zonas de peligro en el Distrito Alto de la Alianza | H1: Identificando la susceptibilidad, se podrá determinar las zonas de peligro. | | | | |
| ¿Cuáles son las zonas de vulnerabilidad y riesgo en el distrito Alto de la Alianza? | Determinar y elaborar un análisis de vulnerabilidad y riesgo en el Distrito alto de la Alianza haciendo uso de un SIG | H2: Identificar las zonas de vulnerabilidad y riesgo. | | | | |
| ¿Cuál resiliente es el distrito Alto de la Alianza frente a riesgos por cambio climático? | Realizar análisis de resiliencia frente a los riesgos en el Distrito Alto de la Alianza | H3: Que grado de resiliencia presenta el distrito de Alto de la Alianza | | | | |

ANEXO 2: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

| JORGE BASADRE : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL | | | | | | | | | | | | | | PROM. | DESVIACION EST. MUESTRAL |
|---------------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|---------|------|------|-------|-------|--------------------------------|
| Año | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL | | |
| 2000 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 14 | 15 | 1 | 5 | 0 | 0 | 51,5 | 4,3 | 5,58 |
| 2001 | 2 | 7 | 5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 27,2 | 2,3 | 2,12 |
| 2002 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 14 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 27,9 | 2,3 | 4,07 |
| 2003 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 6 | 0 | 0 | 0 | 9,1 | 0,9 | 1,86 |
| 2004 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 9,0 | 0,8 | 1,35 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | | 8,4 | 0,8 | 1,28 |
| 2006 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 | 2 | 0 | | 0 | 13,1 | 1,3 | 1,91 |
| 2007 | 0 | | | | 0 | 2 | 1 | 10 | 7 | 0 | 2 | 0 | 22,5 | 2,5 | 3,47 |
| 2008 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 | 5 | 1 | 0 | 1 | 16,6 | 1,4 | 1,60 |
| 2009 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 18,3 | 1,5 | 1,58 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 2 | | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | | 0 | 6,0 | 0,6 | 0,83 |
| 2011 | 1 | 8 | 0 | 0 | 1 | 9 | 5 | 6 | 4 | 0 | 1 | 1 | 37,7 | 3,1 | 3,36 |
| 2012 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 8 | 7 | 2 | 0 | 0 | 26,3 | 2,2 | 2,68 |
| 2013 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6,3 | 0,5 | 0,59 |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 13 | 1 | 2 | 2 | 24,5 | 2,0 | 3,62 |
| 2015 | 1 | 1 | 2 | 0 | 4 | 0 | 4 | 11 | 6 | 7 | 2 | 2 | 38,8 | 3,2 | 3,29 |
| 2016 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10,2 | 0,9 | 1,75 |
| 2017 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 10 | 2 | 11 | 1 | 7 | 0 | 38,4 | 3,2 | 3,92 |
| 2018 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 9,2 | 0,8 | 1,37 |
| 2019 | 14 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 5 | 3 | 1 | 0 | 39,8 | 3,3 | 4,41 |
| 2020 | 27 | 26 | | | | | 0 | | 1 | | | | 53,7 | 13,4 | 14,99 |
| PROM | 2,9 | 3,0 | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 2,3 | 3,9 | 4,5 | 4,0 | 1,5 | 1,0 | 0,6 | 25,0 | 2,1 | |
| DESV. EST. | 6,3 | 6,1 | 1,4 | 0,6 | 0,8 | 2,9 | 4,5 | 3,9 | 3,4 | 2,0 | 1,7 | 1,0 | 34,5 | 2,9 | |
| MAX. | 26,5 | 26,3 | 4,6 | 2,2 | 3,7 | 9,4 | 14,4 | 14,6 | 12,5 | 7,4 | 6,9 | 3,6 | 132,1 | 11,0 | |
| MIN | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | |

ANEXO 3: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

| JORGE BASADRE : TEMPERATURA MEDIA MENSUAL | | | | | | | | | | | | | | PROM. | DESVIACION EST. MUESTRAL |
|-------------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|---------|------|------|-------|-------|--------------------------------|
| Año | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL | | |
| 2000 | 21,9 | 21,6 | 20,9 | 19,7 | 16,0 | 13,9 | 12,9 | 13,8 | 15,0 | 16,5 | 17,7 | 20,3 | 210,2 | 17,5 | 3,27 |
| 2001 | 21,9 | 22,9 | 21,8 | 18,7 | 16,1 | 13,9 | 13,3 | 13,8 | 14,5 | 16,3 | 17,9 | 20,0 | 211,1 | 17,6 | 3,46 |
| 2002 | 21,5 | 22,5 | 21,9 | 18,6 | 17,1 | 14,4 | 13,5 | 13,8 | 15,2 | 17,0 | 18,3 | 20,0 | 213,9 | 17,8 | 3,17 |
| 2003 | 21,1 | 22,7 | 20,8 | 18,0 | 15,8 | 14,0 | 13,8 | 14,2 | 14,8 | 17,4 | 19,0 | 20,2 | 211,6 | 17,6 | 3,10 |
| 2004 | 21,9 | 21,6 | 21,0 | 18,6 | 15,3 | 13,3 | 13,5 | 14,1 | 15,3 | 16,7 | 18,4 | 20,7 | 210,4 | 17,5 | 3,25 |
| 2005 | 22,3 | 21,2 | 20,6 | 18,4 | 15,6 | 14,0 | 13,4 | 13,8 | 14,0 | 15,4 | 17,9 | 20,2 | 206,9 | 17,2 | 3,25 |
| 2006 | 22,1 | 22,4 | 21,3 | 18,0 | 16,3 | 14,8 | 14,9 | 14,6 | 15,6 | 17,3 | 18,4 | 20,1 | 215,8 | 18,0 | 2,90 |
| 2007 | | 21,8 | 20,8 | 18,3 | 14,7 | 13,2 | 12,4 | 11,9 | 13,1 | 15,2 | 17,3 | 18,8 | 177,4 | 16,1 | 3,46 |
| 2008 | 22,3 | 21,9 | 21,3 | 18,0 | 14,8 | 14,2 | 13,3 | 13,9 | 15,1 | 16,3 | | 19,9 | 190,8 | 17,3 | 3,44 |
| 2009 | 21,6 | 22,4 | 21,4 | 19,6 | 17,4 | 15,1 | 13,9 | 13,8 | 14,8 | 16,5 | 19,5 | 20,7 | 216,6 | 18,1 | 3,20 |
| 2010 | 21,6 | | 21,0 | 19,6 | 17,7 | 13,8 | 12,1 | 13,2 | 14,4 | 15,9 | 17,7 | 19,2 | 186,0 | 16,9 | 3,24 |
| 2011 | 20,8 | 22,2 | 20,3 | 19,1 | 16,3 | 15,0 | 13,8 | 13,6 | 14,5 | 16,2 | 18,4 | 20,2 | 210,4 | 17,5 | 3,00 |
| 2012 | 21,4 | 22,6 | 22,4 | 20,3 | 17,2 | 15,9 | 14,4 | 13,9 | 15,3 | 16,3 | 18,1 | 20,3 | 218,0 | 18,2 | 3,13 |
| 2013 | 21,1 | 22,6 | 20,7 | 17,6 | 16,2 | 14,2 | 13,4 | 13,7 | 15,3 | 16,4 | 17,9 | 20,6 | 209,7 | 17,5 | 3,14 |
| 2014 | 22,6 | 21,0 | 20,7 | 18,8 | 17,0 | 14,7 | 13,4 | 14,5 | 14,9 | 17,5 | 19,1 | 19,9 | 214,1 | 17,8 | 2,98 |
| 2015 | 21,4 | 23,2 | 23,2 | 20,7 | 18,2 | 16,1 | 14,6 | 15,0 | 16,8 | 17,4 | 18,7 | 20,6 | 226,0 | 18,8 | 2,99 |
| 2016 | 22,3 | 23,7 | 22,7 | 19,8 | 17,0 | 15,6 | 14,5 | 15,2 | 16,3 | 17,6 | 19,2 | | 204,0 | 18,5 | 3,25 |
| 2017 | 23,8 | 24,4 | 22,4 | 20,1 | 18,4 | 15,8 | 14,5 | 14,2 | 14,9 | 16,5 | | | 184,9 | 18,5 | 3,96 |
| 2018 | 22,1 | 23,3 | 21,5 | 19,8 | 17,0 | 15,1 | 13,8 | 14,1 | 15,6 | 17,8 | 19,5 | 20,6 | 220,3 | 18,4 | 3,24 |
| 2019 | 22,4 | 23,3 | 21,6 | 19,6 | 16,6 | 15,0 | 13,8 | 14,2 | 15,2 | 16,3 | 19,1 | | 197,0 | 17,9 | 3,43 |
| 2020 | 22,9 | 23,2 | | | | | 14,1 | 14,7 | 15,2 | | | | 90,1 | 18,0 | 4,63 |
| PROM | 21,9 | 22,5 | 21,4 | 19,1 | 16,5 | 14,6 | 13,7 | 14,0 | 15,0 | 16,6 | 18,5 | 20,1 | 214,0 | 17,8 | |
| DESV. EST. | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,5 | 9,1 | 0,8 | |
| MAX. | 23,8 | 24,4 | 23,2 | 20,7 | 18,4 | 16,1 | 14,9 | 15,2 | 16,8 | 17,8 | 19,5 | 20,7 | 231,5 | 19,3 | |
| MIN | 20,8 | 21,0 | 20,3 | 17,6 | 14,7 | 13,2 | 12,1 | 11,9 | 13,1 | 15,2 | 17,3 | 18,8 | 196,0 | 16,3 | |

ANEXO 4: TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)

| JORGE BASADRE : TEMPERATURA MINIMA MENSUAL | | | | | | | | | | | | | | PROM. | DESVIACION EST. MUESTRAL |
|---------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------------------------------------|
| Año | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL | | |
| 2000 | 17,4 | 16,9 | 16,0 | 16,1 | 12,6 | 11,5 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 12,9 | 13,5 | 16,3 | 164,7 | 13,7 | 2,72 |
| 2001 | 17,6 | 18,8 | 17,7 | 14,9 | 12,1 | 11,0 | 9,7 | 10,7 | 11,0 | 12,4 | 14,3 | 15,9 | 166,0 | 13,8 | 3,13 |
| 2002 | 16,0 | 18,1 | 17,6 | 15,5 | 13,5 | 11,3 | 10,8 | 10,6 | 11,7 | 13,2 | 14,3 | 15,9 | 168,6 | 14,1 | 2,61 |
| 2003 | 16,6 | 18,4 | 16,4 | 13,7 | 12,0 | 10,1 | 10,3 | 10,8 | 11,2 | 13,1 | 15,0 | 15,6 | 163,1 | 13,6 | 2,79 |
| 2004 | 16,9 | 16,5 | 16,3 | 13,9 | 10,8 | 9,4 | 10,1 | 10,7 | 11,2 | 12,7 | 14,1 | 16,5 | 159,1 | 13,3 | 2,81 |
| 2005 | 17,5 | 16,9 | 15,8 | 14,0 | 12,0 | 9,8 | 9,9 | 10,1 | 10,4 | 11,2 | 13,3 | 15,5 | 156,3 | 13,0 | 2,87 |
| 2006 | 17,3 | 17,9 | 16,8 | 13,9 | 12,2 | 11,2 | 11,1 | 11,0 | 11,8 | 13,4 | 14,1 | 15,9 | 166,7 | 13,9 | 2,55 |
| 2007 | 17,7 | 16,8 | 16,1 | 13,8 | 11,0 | 9,6 | 8,6 | 9,1 | 9,8 | 10,9 | 13,2 | 14,2 | 150,8 | 12,6 | 3,19 |
| 2008 | 17,7 | 17,0 | 16,3 | 13,3 | 10,5 | 10,7 | 9,6 | 10,3 | 11,4 | 12,4 | 13,4 | 14,7 | 157,2 | 13,1 | 2,77 |
| 2009 | 16,1 | 16,9 | 16,7 | 15,1 | 13,5 | 11,0 | 10,3 | 9,6 | 11,1 | 11,9 | 14,7 | 15,7 | 162,6 | 13,6 | 2,66 |
| 2010 | 15,9 | 17,1 | 15,7 | 15,8 | 13,6 | 10,4 | 8,1 | 9,0 | 10,4 | 11,8 | 13,0 | 13,8 | 154,5 | 12,9 | 2,95 |
| 2011 | 15,4 | 16,7 | 14,8 | 14,7 | 12,7 | 11,7 | 10,9 | 10,2 | 10,6 | 11,3 | 13,8 | 15,4 | 158,0 | 13,2 | 2,23 |
| 2012 | 16,5 | 17,5 | 17,5 | 15,4 | 13,0 | 12,2 | 10,9 | 10,7 | 11,9 | | 14,0 | 15,6 | 155,0 | 14,1 | 2,52 |
| 2013 | 16,4 | 17,5 | 16,0 | 12,8 | 12,7 | 10,8 | 10,0 | 10,3 | 11,5 | 12,3 | 13,5 | 15,5 | 159,2 | 13,3 | 2,54 |
| 2014 | 17,3 | 15,6 | 15,8 | 15,3 | 13,5 | 11,3 | 9,9 | 10,7 | 11,8 | 13,2 | 15,0 | 15,7 | 165,2 | 13,8 | 2,37 |
| 2015 | 16,9 | 18,8 | 18,5 | 16,6 | 15,0 | 12,7 | 11,4 | 11,5 | 12,8 | 13,8 | 14,7 | 16,4 | 179,0 | 14,9 | 2,55 |
| 2016 | 17,7 | 18,7 | 17,7 | 15,7 | 13,3 | 12,0 | 11,3 | 11,5 | 11,5 | 13,2 | 14,0 | 15,6 | 172,2 | 14,4 | 2,69 |
| 2017 | 19,7 | 19,4 | 18,2 | 15,3 | 14,5 | 12,6 | 11,4 | 11,1 | 11,3 | 12,4 | 13,7 | 15,3 | 174,7 | 14,6 | 3,11 |
| 2018 | 16,8 | 18,5 | 17,0 | 15,5 | 13,8 | 12,5 | 11,1 | 10,5 | 11,6 | 13,5 | 15,3 | 16,0 | 172,2 | 14,3 | 2,58 |
| 2019 | 18,0 | 19,0 | 16,6 | 15,4 | 12,9 | 11,7 | 11,0 | 10,0 | 11,2 | 12,0 | 14,8 | 16,3 | 168,7 | 14,1 | 2,99 |
| 2020 | 18,7 | 18,8 | 18,7 | | | | 10,1 | 9,8 | 11,2 | | | | 87,2 | 14,5 | 4,61 |
| PROM | 17,1 | 17,7 | 16,8 | 14,8 | 12,8 | 11,2 | 10,3 | 10,4 | 11,3 | 12,5 | 14,1 | 15,6 | 164,5 | 13,7 | |
| DESV. EST. | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 10,6 | 0,9 | |
| MAX. | 19,7 | 19,4 | 18,7 | 16,6 | 15,0 | 12,7 | 11,4 | 11,5 | 12,8 | 13,8 | 15,3 | 16,5 | 183,5 | 15,3 | |
| MIN | 15,4 | 15,6 | 14,8 | 12,8 | 10,5 | 9,4 | 8,1 | 9,0 | 9,8 | 10,9 | 13,0 | 13,8 | 143,0 | 11,9 | |

ANEXO 5: HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

| JORGE BASADRE : HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL | | | | | | | | | | | | | | PROM. | DESV. EST. MUESTRAL |
|------------------------------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|---------|------|------|--------|-------|---------------------|
| Año | ENERO | FEB. | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPT. | OCTUBRE | NOV. | DIC. | TOTAL | | |
| 2000 | 69 | 66 | 68 | 74 | 77 | 80 | 80 | 80 | 76 | 76 | 72 | 71 | 887,8 | 74,0 | 5,04 |
| 2001 | 67 | 69 | 69 | 74 | 76 | 82 | 82 | 84 | 83 | 81 | 78 | 78 | 921,6 | 76,8 | 5,90 |
| 2002 | 76 | 78 | 77 | 83 | 78 | 81 | 83 | 81 | 78 | 76 | 75 | 70 | 935,9 | 78,0 | 3,68 |
| 2003 | 71 | 67 | 70 | 75 | 81 | 77 | 80 | 80 | 80 | 75 | 73 | 70 | 898,3 | 74,9 | 4,64 |
| 2004 | 70 | 69 | 72 | 76 | 79 | 81 | 82 | 83 | 80 | 80 | 78 | 75 | 924,3 | 77,0 | 4,71 |
| 2005 | 73 | 75 | 74 | 77 | 80 | 81 | 81 | 80 | 81 | 76 | 73 | 70 | 922,3 | 76,9 | 3,91 |
| 2006 | 71 | 71 | 75 | 78 | 80 | 82 | 81 | 84 | 84 | 79 | 78 | 75 | 938,0 | 78,2 | 4,49 |
| 2007 | | 68 | 72 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 | 86 | 82 | 79 | 77 | 889,0 | 80,8 | 6,10 |
| 2008 | 73 | 71 | 71 | 75 | 79 | 82 | 85 | 85 | 80 | 81 | | 71 | 854,4 | 77,7 | 5,41 |
| 2009 | 70 | 65 | 70 | 71 | 77 | 82 | 82 | 83 | 79 | 77 | 74 | 70 | 900,7 | 75,1 | 5,96 |
| 2010 | 68 | | 69 | 75 | 80 | 83 | 81 | 80 | 82 | 76 | 79 | 74 | 848,1 | 77,1 | 4,98 |
| 2011 | 74 | 66 | 71 | 73 | 77 | 81 | 82 | 79 | 79 | 73 | 72 | 70 | 898,2 | 74,9 | 4,90 |
| 2012 | 65 | 66 | 71 | 71 | 76 | 79 | 80 | 83 | 83 | 77 | 75 | 74 | 900,3 | 75,0 | 5,78 |
| 2013 | 74 | 68 | 74 | 73 | 78 | 80 | 83 | 82 | 80 | 77 | 72 | 71 | 912,7 | 76,1 | 4,76 |
| 2014 | 73 | 75 | 74 | 80 | 84 | 84 | 80 | 79 | 84 | 77 | 74 | 73 | 936,7 | 78,1 | 4,38 |
| 2015 | 72 | 70 | 71 | 76 | 82 | 83 | 84 | 85 | 82 | 85 | 84 | 82 | 956,6 | 79,7 | 5,62 |
| 2016 | 72 | 71 | 75 | 78 | 82 | 81 | 81 | 79 | 78 | 73 | 69 | | 839,8 | 76,3 | 4,48 |
| 2017 | 69 | 64 | 73 | 74 | 80 | 90 | 95 | 98 | 85 | 80 | | | 806,3 | 80,6 | 11,16 |
| 2018 | 89 | 88 | 88 | 86 | 89 | 85 | 90 | 84 | 79 | 78 | 75 | 70 | 1000,9 | 83,4 | 6,47 |
| 2019 | | 74 | 76 | 78 | 83 | 87 | 88 | 89 | 88 | 80 | | | 743,3 | 82,6 | 5,53 |
| 2020 | 71 | | | | | | 83 | 89 | 86 | | | | 328,7 | 82,2 | 7,67 |
| PROM | 72,0 | 70,5 | 73,0 | 76,6 | 80,0 | 82,2 | 83,4 | 83,5 | 81,6 | 78,0 | 75,2 | 73,1 | 929,1 | 77,4 | |
| DESV. EST. | 4,9 | 5,6 | 4,4 | 4,1 | 3,1 | 2,8 | 3,7 | 4,4 | 3,2 | 3,0 | 3,4 | 3,6 | 46,2 | 3,9 | |
| MAX. | 89,2 | 87,6 | 88,4 | 86,1 | 88,8 | 89,6 | 94,8 | 98,1 | 88,2 | 85,1 | 83,6 | 82,3 | 1061,8 | 88,5 | |
| MIN | 65,5 | 64,4 | 67,7 | 70,8 | 76,1 | 77,3 | 79,7 | 79,1 | 75,9 | 73,1 | 68,9 | 69,9 | 868,5 | 72,4 | |