



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS ESPACIAL PARA DETERMINAR EL RIESGO DE DESASTRE POR EL  
RÍO TINGO EN EL DISTRITO DE PALLANCHACRA, PASCO-2022**

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería

**Autor:**

Cóndor Bedoya, Raúl Delfín

**Asesor:**

Manrique Suarez, Luis Humberto  
(ORCID: 0000-0002-5694-5279)

**Jurado:**

Zambrano Cabanillas, Abel Walter  
Ccasani Allende, Julián  
Jave Nakayo, Jorge Leonardo

**Lima - Perú**

**2023**

# ANALISIS ESPACIAL PARA DETERMINAR EL RIESGO DE DESASTRE POR EL RIO TINGO EN EL DISTRITO DE PALLANCHACRA, PASCO-2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.revistasnicaragua.net.ni">www.revistasnicaragua.net.ni</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://desastres-evitales.medium.com">desastres-evitales.medium.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://epdf.pub">epdf.pub</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS ESPACIAL PARA DETERMINAR EL RIESGO DE DESASTRE POR EL  
RÍO TINGO EN EL DISTRITO DE PALLANCHACRA, PASCO-2022**

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Tesis para optar el grado académico de:

Doctor en Ingeniería

Autor:

Cóndor Bedoya, Raúl Delfín

Asesor:

Manrique Suarez, Luis Humberto  
(ORCID: 0000-0002-5694-5279)

Jurados:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Ccasani Allende, Julián

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Lima – Perú

2023

## **TESIS**

**“ANALISIS ESPACIAL PARA DETERMINAR EL RIESGO DE DESASTRE POR  
EL RIO TINGO EN EL DISTRITO DE PALLANCHACRA, PASCO-2022**

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, quiero elevar mi más profundo agradecimiento por darme la vida, la salud, la sabiduría y la fortaleza para enfrentar las adversidades. Su amor y guía han sido una fuente constante de inspiración en mi vida. Cada día me siento bendecido por tus innumerables regalos y la oportunidad de superar los desafíos que se presentan en mi camino.

Con profundo cariño y gratitud, quiero rendir homenaje a mis amados padres, Máxima y Nicolás, quienes durante su vida me inculcaron los valores que me han guiado para ser una persona de bien. Sus enseñanzas y su amor continúan protegiéndome cada día y su legado perdura en mi corazón.

A mis queridos hermanos Ramiro, Aida y Maritza, les agradezco por el apoyo emocional que siempre me han brindado. Aunque hoy están en la eternidad, su influencia positiva en mi vida sigue siendo una fuente de fortaleza y consuelo.

A mis queridas hijas Susan y Milagros, quiero agradecerles por ser fuentes constantes de inspiración en mi vida. Vuestra presencia y apoyo incondicional han sido motores para el desarrollo del presente y mis proyectos.

A mi amada esposa, Emilia, quien ha estado a mi lado en cada paso del camino, quiero agradecerle profundamente por ser mi compañera de siempre y por brindarme su apoyo inquebrantable en los momentos más desafiantes. Tu fe en mí y tus palabras alentadoras fueron el faro que me guio cuando me sentí desanimado para culminar la tesis.

## RECONOCIMIENTO

A la Universidad Federico Villarreal por cobijarme en sus aulas y a los docentes por brindarme los conocimientos de actualidad, la cual ha contribuido en mi desarrollo académico y personal, lo que considero un valioso activo que me ayudará a enfrentar los desafíos de un mercado competitivo.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los distinguidos miembros del jurado por su compromiso y diligencia en este proceso:

Dr. Abel Walter, ZAMBRANO CABANILLAS

Dr. Jorge Leonardo, JAVE NAKAYO

Dr. Julián, CCASANI ALLENDE

Asimismo, quiero expresar mi más sincero reconocimiento a mi asesor:

Dr. Luis Humberto, MANRIQUE SUAREZ

Por su compromiso y contribución, que fue fundamental, para mejorar y culminar el presente.

¡Muchas gracias a todos!

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	i
TÍTULO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
RECONOCIMIENTO .....	iv
ÍNDICE.....	v
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	i
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Descripción del problema .....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general .....	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Antecedentes.....	4
1.5. Justificación de la investigación.....	10
1.6. Limitaciones de la investigación .....	11
1.7. Objetivos.....	12
1.7.1. Objetivo general.....	12
1.7.2. Objetivos específicos.....	12
1.8. Hipótesis .....	12
1.8.1. Hipótesis general.....	12
1.8.2. Hipótesis específicas .....	12

II. MARCO TEÓRICO .....	13
2.1. Marco conceptual.....	13
2.1.1.Bases teóricas – científicas .....	13
2.1.2.Bases teóricas – básicas .....	25
III. MÉTODO .....	40
3.1.Tipo de investigación .....	40
3.2. Población y muestra.....	40
3.3. Operacionalización de variables .....	41
3.4. Instrumentos .....	42
3.5. Procedimientos.....	45
3.6. Análisis de datos .....	46
3.6.1. Determinacion de Peligrosidad .....	48
3.6.2. Identificacion de Peligros .....	49
3.6.3. Analisis Multicriterio .....	51
3.7. Consideraciones éticas.....	56
IV. RESULTADOS .....	57
4.1. Descripcion del Trabajo de Campo .....	57
4.1.1. Ubicación Política .....	57
4.1.2. Accesibilidad .....	57
4.1.3. Climatología .....	57
4.2. Trabajo de Gabinete .....	58
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	70
VI. CONCLUSIONES.....	72



VII. RECOMENDACIONES .....	73
VIII. REFERENCIAS .....	74
XI. ANEXOS .....	91
Anexo A. Matriz de Consistencia .....	92
Anexo B. Instrumentos, equipos, software.....	93

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro pluvial .....	42
Tabla 2. Operacionalización de las variables.....	42
Tabla 3. Equipos, instrumentos y materiales .....	43
Tabla 4. Softwares .....	43
Tabla 5. Enlaces de descargas digitales .....	44
Tabla 6. Servicios de mapas Web.....	44
Tabla 7. Red Hídrica del CC.PP. Salcachupan .....	47
Tabla 8. Determinación de los Niveles de Peligrosidad.....	50
Tabla 9. Escala de Comparación de Pares .....	52
Tabla 10. Estaciones Meteorológicas Cercana al Área de Estudio .....	53
Tabla 11. Matriz de Ponderacion de Pares de Factores Condicionantes.....	60
Tabla 12. Nivel de Suceptibilidad .....	60
Tabla 13. Matriz de ponderacion de precipitacion (Desencadenantes).....	60
Tabla 14. Factores Condicionantes (FC) .....	61
Tabla 15 Parametros de evaluacion de peligros .....	61
Tabla 16. Matriz de nivel de peligro.....	62

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red hídrica respecto al ámbito de estudio, CC.PP. Salcachupan .....	21
Figura 2. Sistemas de coordenadas geograficas.....	22
Figura 3. Universal transversa mercator.....	23
Figura 4. Modelo de analisis espacial.....	26
Figura 5. Diferencia entre el modelo digital DSM y ATM.....	39
Figura 6. Procedimiento de la metodologia .....	55
Figura 7. Red hidrica del ambito de estudio .....	47
Figura 8. determinacion de niveles de peligrosidad .....	50
Figura 9. Estructura de analisis multivariante.....	52
Figura 10. Mapa de susceptibilidad a inundaciones .....	54
Figura 11. Pendiete de terreno en inundaciones.....	54
Figura 12. Geomorfología .....	55
Figura 13. Peligros geograficos .....	55
Figura 14. Ambito Territorial de Pallanchacra .....	57
Figura 15. Ubicación Geografica del Centro poblado de Salcachupan .....	58
Figura 16. Centro Poblado de Salcachupan .....	63
Figura 17. Delimitación del lugar de Estudio .....	63
Figura 18. Unidad hidrografica en Qgis.....	64
Figura 19. Unidad hidrografica en Google Earth.....	64
Figura 20. Pendiente del DEM.....	65
Figura 21. Modelo digital de elevacion.....	65
Figura 22. Cuenca del rio Tingo .....	66
Figura 23. Mapa de sombra y curva de nivel.....	66
Figura 24. Ajuste del pendiente .....	67

Figura 25. Vector del pendiente.....	67
Figura 26. Falla geológica.....	68
Figura 27. Antecedentes de trabajos realizados .....	68

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo utilizar el modelo de análisis espacial, para determinar el nivel de riesgo en la cuenca baja del río Tingo, donde se encuentran viviendas vulnerables en el distrito de Pallanchacra; por la acción de fenómenos naturales como lluvias torrenciales, intensas tormentas; que estos incrementan el caudal del río de manera considerable. El desarrollo de la investigación se realizó de la siguiente manera: trabajo de campo y de gabinete, el primero consistió en la recopilación de datos geoespaciales y la evaluación de variables de modo visual, utilizando los siguientes equipos: GPS, cámara fotográfica y dron de tecnología avanzada; mientras que el trabajo de gabinete se realizó aplicando el método de análisis espacial, con el soporte de softwares: Google Earth Pro, ArcGIS, Satellite Alaska Facility, Aquaduct y las informaciones de instituciones públicas nacional, competente y confiable como el ANA, INGEMMET, CENEPRED, SENHAMI; con ello se determinó el nivel de peligro por inundación a través de la tabla de valores de peligro; dando un resultado de 0.23, la cual nos indica que el peligro es ALTO. Los resultados de la información adecuada del estudio son importantes para el proceso de toma de decisiones en la planificación urbanística y la implementación de medidas preventivas y de mitigación del Riesgo. Se espera que estos resultados sean utilizados por el gobierno local de Pallanchacra para mejorar la respuesta ante los fenómenos naturales, reducir la vulnerabilidad y el riesgo.

**Palabras claves:** Fenómenos naturales, vulnerabilidad, amenaza, fragilidad, riesgo, análisis espacial.

## ABSTRACT

The objective of the study was to use the spatial analysis model to determine the level of risk in the lower basin of the Tingo River, where vulnerable homes are located in the Pallanchacra district; due to the action of natural phenomena such as torrential rains, intense storms; that these increase the flow of the river considerably. The development of the research was carried out in the following way: field and office work, the first consisted of the collection of geospatial data and the evaluation of variables visually, using the following equipment: GPS, photographic camera and technology drone advanced; while the office work was carried out applying the spatial analysis method, with the support of software: Google Earth Pro, ArcGIS, Satellite Alaska Facility, Aquaduct and information from national, competent and reliable public institutions such as ANA, INGEMMET, CENEPRED , SENHAMI; With this, the flood danger level was determined through the table of danger values; giving a result of 0.23, which indicates that the danger is HIGH. The results of the adequate information of the study are important for the decision-making process in urban planning and the implementation of preventive and risk mitigation measures. It is expected that these results will be used by the local government of Pallanchacra to improve the response to natural phenomena, reduce vulnerability and risk.

**Keywords:** Natural phenomena, vulnerability, threat, fragility, risk, spatial analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

Los desastres naturales siguen siendo motivo de preocupación en muchas regiones del planeta por las pérdidas humanas y materiales que conllevan a un importante reto para el desarrollo sostenible a largo plazo. La mejor técnica para prevenir pérdidas de vidas y bienes es proveer advertencias oportunas y precisas en un lenguaje sencillo, enseñar al público a tomar precauciones contra estas amenazas antes de que se materialicen en desastres reales (Organización Meteorológica Mundial, 2022). Riesgos considerables, como inundaciones y desbordamientos, afectan sobre todo a lugares cercanos a ríos y otros volúmenes de agua. El centro poblado de Salcachupan, que forma parte del distrito de Pallanchacra, no es inmune a esta realidad, ya que una de su vía de acceso es por la cuenca del río Tingo (IPerú, 2016).

El río Tingo, atraviesa al centro poblado de Salcachupan, la cual presenta un potencial de riesgo significativo para la población y la infraestructura local. Para comprender y evaluar adecuadamente esta amenaza, es esencial utilizar herramientas y técnicas especializados. En este sentido, el análisis espacial emerge como parte importante de un instrumento para determinar y mitigar el riesgo de desastre asociado al río Tingo.

En ese sentido, el análisis espacial juega un papel importante al proporcionar una comprensión completa de cómo interactúa un río con su entorno geográfico, este enfoque implica modificar la información tradicional para presentar las características, dinámicas y los comportamientos de los procesos territoriales, sociales, económicos o medioambientales; al hacerlo, se diseñan las partes constituyentes, las superponen las capas, y las relacionan entre ellos; por ello, este método nos ayuda a convertir datos crudos en información procesable, generando nuevas expectativas y conocimientos sobre el fenómeno investigado; es así que a través, del análisis espacial, podemos identificar las áreas que son propensas a

sufrir inundaciones y también comprender los factores geográficos, sociales y ambientales que contribuyen a la vulnerabilidad de dichas zonas (Ojeda y Tovar, 2016).

El estudio se llevó a cabo durante el año 2022, lo que permitió contar con información actualizada y relevante para el diseño e implementación de estrategias de gestión del riesgo de desastre. Con base en los resultados del análisis espacial, se podrán desarrollar planes de acción y políticas de prevención y mitigación que ayuden a prevenir y reducir el impacto de los desastres asociados al río Tingo en el distrito de Pallanchacra, específicamente en el centro poblado de Salcachupan.

Concluyó manifestando que, en relación con la variable de gestión de riesgos y desastres, existen algunas prioridades que requieren acuerdo y desarrollo en los estados, agencias gubernamentales e internacionales, así como en los expertos en desastres y clima. Sugiere ciertos medios prácticos para lograr lo manifestado, como establecer vínculos institucionales a nivel nacional y regional mediante la eliminación de barreras estructurales, con el fin de abordar adecuadamente la gestión de riesgos de desastres.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La investigación fue concebida con el objetivo de desarrollar una propuesta práctica para evaluar la susceptibilidad física de las viviendas en las zonas de alto riesgo de Pallanchacra, en particular el centro poblado de Salcachupan, que es extremadamente susceptible a las inundaciones en época de invierno, temporada crítica de precipitaciones pluviales intensas. El modelo geoespacial tiene en cuenta la estimación y evaluación de diversos factores fisiográficos, que sirve para predecir las posibles zonas inestables, consiguientemente la sensibilidad a las migraciones humanas.

“En la década de los 80, cuando los ordenadores aun no estaban ampliamente disponibles, la evaluación de las amenazas se realizaba empleando métodos tradicionales, que incluían dibujos o planos físicos de mapas temáticos” (Guevara. 2015). Durante décadas,



los cartógrafos se han basado en este método para elaborar mapas de residuos peligrosos, que son utilizados a través de polígonos, los que permitían identificar las posibles zonas fuera de riesgo aptos para la construcción, en zonas libres de inundaciones donde construir nuevos edificios (McHarg, 1975). El Plan de Protección Sísmica del Área Metropolitana de Lima se elaboró siguiendo el mismo método (Maskrey, 1985), superponiendo capas cartográficas de datos sobre el peligro económico y social con datos relativos a la sensibilidad exterior de las estructuras (altura, material utilizado para la construcción, esfuerzos actuales de conservación, etc.).

## **1.2. Descripción del problema**

Además de la limitación que supone en el mundo real superponer más de una cantidad determinada de mapas o secciones, los enfoques analógicos presentan importantes restricciones a la hora de evaluar los riesgos. Por lo tanto, son inadecuados para procesar conjuntos de datos masivos o realizar cálculos espaciales complejos. Sin embargo, debido al tiempo y al esfuerzo necesarios para trabajar personalmente los mapas, la mayoría de los datos suministrados se han mantenido en modo estacionario.

Luego de la incorporación de los sistemas de información geográfica (SIG), softwares, bases de datos electrónicas para evaluar los riesgos, se procesan diversos datos geográficos en diferentes formatos, como mapas analógicos escaneados, fotos satelitales, datos georreferenciados y el almacenamiento de considerables cantidades de datos informáticos en diversas arquitecturas de bases de datos. Al utilizar un SIG, se puede combinar una cantidad ilimitada de capas temáticas, cada una de las cuales funciona con una metodología independiente para llevar a cabo acciones geoespaciales.

La no administración eficiente de la información durante el cálculo del riesgo de desastre ha sido la causa fundamental del problema en cuestión. Esto se debe a que el cálculo

de la probabilidad de desastre genera un gran volumen de datos nuevos que no se almacenan de forma sistemática, lo que provoca trabajo innecesario y bloqueos en la toma de decisiones y en la realización de las etapas siguientes. El objetivo del presente estudio es evaluar el papel que desempeña el análisis espacial en la estimación de amenazas en la cuenca baja del río Tingo, en el distrito de Pallanchacra-Pasco, en específico el Centro Poblado de Salcachupan.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. *Problema general***

¿De qué manera influye el análisis espacial en la determinación de riesgo de desastres por el Rio Tingo, en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022?

#### **1.3.2. *Problemas específicos***

¿Cómo la identificación del peligro contribuye al análisis espacial para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?

¿Cuál es el modelo requerido para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?

¿Cómo el análisis espacial ayuda en el proceso de estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?

### **1.4. Antecedentes**

#### **1.4.1. *Antecedentes nacionales.***

Zevallos (2018). En su estudio: Implementación de la gestión del riesgo de desastres en la Universidad Nacional del Centro del Perú, para determinar el nivel de ejecución e identificar las vulnerabilidades de la institución. Utilizó una metodología descriptiva, explicativa, cualitativa y de diseño experimental, con una muestra de 201 participantes. El instrumento utilizado fue una encuesta y la evaluación de las vulnerabilidades de las instalaciones. Los resultados revelaron que el 12,5% de los encuestados (25 integrantes)

afirmaron que existía un Plan de Emergencia. En conclusión, se propone desarrollar un plan de gestión del riesgo de desastres para su evaluación, a fin de cumplir con el objetivo primordial de la Universidad, de propender la adecuada gestión de los riesgos de desastres como ente formativo.

Llontop (2020). Analiza, el manejo del riesgo de desastres causados por fenómenos hidrometeorológicos en la ciudad de Chiclayo, cuyo objetivo fue evaluar la gestión de riesgos en relación con lo referido. La metodología utilizada fue descriptiva, no experimental y cualitativa, involucrando una muestra de 6 personas a través de entrevistas. Los resultados revelaron que, a nivel local, existen mecanismos legales, normativos e informativos sólidos para abordar de manera prospectiva la gestión del riesgo. Sin embargo, se observó una discrepancia notoria entre lo que se dice y lo que se hace, lo que indica que no se ajusta a la realidad y los resultados esperados no se logran. En resumen, se concluyó que la gestión correctiva presenta una gran deficiencia en términos de capacidad de gestión, cultura de prevención e inversión, lo que resulta en la repetición de errores del pasado. Por otro lado, se encontró que la gestión reactiva está mejor implementada, debido a que anteriormente se abordaba el riesgo desde la perspectiva de Defensa Civil y también porque es más atractiva políticamente, generando resultados a corto plazo y obteniendo apoyo popular.

Gallo y Sánchez (2021). Estudiaron los efectos del aumento de las temperaturas en la provincia de Alto Amazonas para examinar la gestión del riesgo de desastres y el cambio climático durante el período 2017-2021. Realizaron un estudio de carácter básico de la revisión sistemática de informaciones. Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron 21 artículos de revistas indexadas mediante los buscadores EBSCO Discovery, Google Académico y Base, después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Para examinar estos trabajos se utilizó un método documental. De acuerdo con los objetivos del estudio, los resultados y conclusiones muestran que la mayoría de las investigaciones evaluadas son de

tipo fundamental, con un enfoque cualitativo y un diseño descriptivo. Cabe destacar que estas investigaciones están relacionadas con los objetivos de la gestión de riesgos de desastres, donde peligro se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un evento, ya sea provocado por el hombre o natural, con impacto a la población vulnerable. En otras palabras, describe a una población que lucha por recuperarse de los efectos de un riesgo debido a factores políticos, sociales, culturales, organizativos y económicos. En consecuencia, se determinó que existen prioridades en cuanto a los elementos de mitigación relacionados con los riesgos que deben implementar y aplicar en los estados, las organizaciones locales y mundiales, y los especialistas climáticos relacionados con los desastres. Para ello, se proponen muchas opciones viables. Para que los países gestionen eficazmente el riesgo de catástrofes, es crucial desarrollar vínculos institucionales reduciendo los impedimentos estructurales a nivel nacional y regional.

Cano (2019). Evalúa el paralelismo de peligro presente en la parte baja de la subcuenca del río Shullcas, específicamente en la zona urbana de Huancayo. El objetivo principal era concienciar y prevenir a la población sobre el riesgo y el impacto al que se enfrentan en caso de un desastre. La zona de estudio reveló la existencia de asentamientos humanos en condiciones precarias, ubicados en barrancos, en cauce del río y otras áreas no habitables. Además, se encontró evidencia de contaminación en diversas formas. Por lo tanto, la falta de conocimiento sobre el paralelismo de peligro de catástrofes se planteó como una dificultad de búsqueda, cuyo objetivo fueron estimar la dimensión de riesgo y reducir los posibles impactos, para ello se utilizó el manual de estimación de riesgo del INDECI. Utilizó la metodología cualitativa y experimental para alcanzar los objetivos propuestos. Asimismo, empleó datos recopilados en el terreno y realizó simulaciones de desastres utilizando el software HECRAS. Los resultados revelaron la existencia de 85 lugares críticos con una estimación de riesgo que variaba de medio a alto. Esto indica claramente que la zona

en cuestión presenta condiciones críticas y muy peligrosas. Estos hallazgos se respaldan aún más por los impactos identificados durante la simulación del desastre utilizando el software HECRAS. Concluyó que, en el estudio logró estimar el nivel de peligro en la subcuenca baja del Shullcas en Huancayo, con ello sensibilizó y previno a la población sobre los peligros y los posibles impactos de un desastre. Los datos obtenidos pueden funcionar como fundamento para implementar estrategias de mitigación y preparación ante desastres, con el fin de proteger a la población y reducir los daños potenciales en caso de un evento de desastre.

Falcón (2019). Trató sobre el manejo de peligros de catástrofes en el lugar turístico de Caral. Cuyo objetivo principal fue determinar los diferentes eventos naturales y sociales que ocurren en la región, que provocan daños tanto a la población como al sitio arqueológico. La metodología empleada fue cualitativa, exploratoria y descriptiva, en donde el instrumento fue la entrevista. Además, se investigaron los trabajos empleados por los organismos gubernamentales para mitigar y prevenir los impactos generados por estos eventos. Sin embargo, se encontró que tanto la población como las instituciones encargadas carecen de información y preparación adecuada frente a las amenazas derivadas del cambio climático y las demandas humanas. Como resultado, se destacan los elementos que colaboran con la fragilidad de la población y se ofrecen recomendaciones para mejorar las acciones actuales y minimizar el impacto. Por lo que se concluyó que, se evidencia la penuria de fortalecer la misión de peligros en la zona de Caral, involucrando a todos los actores relevantes y promoviendo una mayor conciencia sobre las amenazas y medidas de prevención.

#### ***1.4.2. Antecedentes internacionales***

Barrios et al. (2021). En el estudio realizado sobre el análisis espacial para prevenir el riesgo de inundaciones en la colonia Encinal, ubicada en Xicotepec, México, cuyo objetivo fue demostrar la importancia de utilizar tecnología de Sistemas de Información

Geográfica (SIG) en una investigación socioespacial del método de construcción del riesgo dentro de una comunidad de okupas. La metodología empleada fue de enfoque mixto, con un nivel descriptivo y un diseño experimental. Se utilizaron los SIG para georreferenciar y procesar los datos, así como para crear mapas que representaran las consecuencias del examen espacial. Los hallazgos mostraron que la posibilidad de inundaciones, así como la susceptibilidad en la comunidad heterodoxa de la Colonia Encinal, puede demostrarse mediante una investigación socioespacial de datos numéricos y geográficos en diversos formatos (vectorial, raster y alfanumérico) utilizando software de código abierto, geoprocetamiento y modelos matemáticos. La toma de decisiones desde el punto de vista de la mitigación y evitación de eventos catastróficos se ve favorecida por los SIG, que son una tecnología que permite recopilar datos detallados para detectar las circunstancias de vulnerabilidad en poblaciones discontinuas.

Sandoval, (2020). En su investigación sobre la vulnerabilidad y resiliencia frente a los riesgos y desastres ubicado en México, el objetivo primordial fue analizar la construcción del discurso académico e institucional en torno a estos conceptos. Luego, se buscó explorar cómo se produce la vulnerabilidad y emerge la resiliencia a nivel local. Para llevar a cabo el estudio, utilizo la metodología cualitativa con un enfoque fenomenológico y exploratorio, recurrió a entrevistas y observaciones como instrumentos de recolección de antecedentes. Los resultados revelaron la presencia de riesgos de desastre, así como la necesidad de clarificar conceptualmente la relación dialéctica entre vulnerabilidad y resiliencia a nivel local y global. En conclusión, se enfatizó la importancia de considerar tanto el esclarecimiento conceptual como la relación dialéctica entre vulnerabilidad y resiliencia en el contexto de la reducción de riesgos de desastre. Además, se reconoció que el fortalecimiento de capacidades debe ir de la mano con la disminución de las injusticias espaciales y ambientales.

Gao, (2023). Estudio en la región de Wuchengxiyu con el objetivo de evaluar el riesgo de inundaciones mediante la construcción de un sistema de índices basado en datos de geografía física y economía social. El estudio se enfocó en examinar los elementos inductores de catástrofes, el entorno propicio a las catástrofes y el cuerpo portador de catástrofes como indicadores clave. Por lo que se empleó una metodología cualitativa que involucró el análisis de los factores de formación e impacto de las catástrofes por inundaciones. Se asignó un peso a repetición lista mediante el sumario de jerarquía analítica, y se edificó un índice de evaluación global utilizando el método global ponderado. Además, se utilizó el Sistema de Información Geográfica para llevar a cabo la zonificación del riesgo de inundación en la región de Wuchengxiyu mediante métodos de análisis espacial. Los resultados obtenidos revelaron que las franjas de valioso peligro se concentran principalmente en el distrito de Liangxi, el distrito de Binhu y el distrito de Xishan en la ciudad de Wuxi, así como en el distrito de Zhonglou, el distrito de Tianning y el distrito de Xinbei en la ciudad de Changzhou, y en la ciudad de Jiangyin. Se observó que la ciudad de Wuxi se encuentra altamente expuesta debido a su terreno bajo, mientras que la ciudad de Changzhou presenta una alta vulnerabilidad debido a su densidad de población, edificios y carreteras. Por otro lado, la zona de alto riesgo en la ciudad de Jiangyin se encuentra influenciada por factores causantes de catástrofes debido a su abundante precipitación pluvial. En conclusión, este estudio ha proporcionado una evaluación integral del riesgo de inundaciones en la región de Wuchengxiyu; a través del análisis de los factores inductores, el entorno propicio y el cuerpo portador de catástrofes han permitido identificar las zonas de alto riesgo en diferentes áreas, por lo que estos hallazgos puede servir de base para la preparación ante emergencias en la zona, ayudando a salvar a sus habitantes y propiedades de los efectos devastadores de catástrofes naturales como los ríos.

Bernal y Grajales (2019). Realizó un examen del riesgo de fenómenos hidrometeorológicos en el territorio colombiano, considerando tanto las condiciones físicas y naturales del entorno como las diligencias condesciendes que contribuyen a inestabilidades en el intermedio próximo. El objetivo principal fue realizar una modelación espacial del riesgo y evaluar las variables relacionadas con la población afectada, así como los mecanismos de control implementados por cada municipio de Colombia para hacer frente a situaciones de urgencia. Para alcanzar nuestros objetivos, empleamos una estrategia exploratoria que utilizó datos recopilados del Departamento Nacional de Planeación y de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo Natural. Se realizaron análisis estadísticos, como el índice de Moran, que permitieron identificar patrones de distribución espacial de la variable de respuesta y evaluar la autocorrelación espacial con las variables independientes. Los resultados obtenidos indicaron que el riesgo se ve influenciado por la planificación del territorio en términos de gestión del riesgo. Los municipios que presentaban menor fortaleza en estas capacidades fueron los que mostraron mayor amenaza y vulnerabilidad ante los fenómenos hidrometeorológicos. Además, se evidenció la importancia de considerar tanto las condiciones físicas del entorno como las acciones humanas para comprender y abordar adecuadamente el riesgo en el territorio colombiano. En conclusión, este estudio proporcionó una estimación exhaustiva de inseguridad de fenómenos hidrometeorológicos en Colombia, por ello se resaltaron la necesidad de fortalecer la planificación del territorio y las capacidades de gestión del riesgo en los municipios más vulnerables. Estos hallazgos pueden ser utilizados para orientar políticas y enfoques de prevención y reducción de catástrofes, con la finalidad de dominar las marcas sociales y económicas de los fenómenos naturales en el país.

### **1.5. Justificación de la investigación**



El aprendizaje sobre los peligros, la investigación de las vulnerabilidades, incluido el establecimiento de la clasificación de riesgos, todo ello puede obtenerse mediante la investigación de las estimaciones de las amenazas de desastres utilizando modelos geográficos, informando las decisiones de gestión y el análisis espacial.

Se propone un enfoque de planificación para el proceso de evaluación de riesgos de desastres en el lugar de investigación, con el propósito de desarrollar un prototipo informativo para el control de riesgos de desastres en la zona cercana al río Tingo. Este enfoque busca analizar detalladamente la distribución geográfica de los posibles peligros y utilizar tecnologías modernas, como los sistemas de información espacial, a través del análisis espacial para mejorar la eficacia del proceso. El objetivo final es implementar un sistema que permita gestionar de manera efectiva los riesgos de desastres en dicha área, tomando en cuenta su ubicación geográfica y aprovechando las herramientas tecnológicas disponibles.

Mediante el presente estudio de investigación se pretende contribuir para la oportuna intervención en los procesos de estimación del riesgo de desastres en la Cuenca baja del río Tingo, generando una contribución adicional a la información existente, asimismo dotándola de dinamismo de flujo continuo en su actualización; asimismo se intenta con el desarrollo del presente trabajo, que las autoridades locales, provinciales y nacional, puedan realizar una inversión pública de modo eficiente y sostenible en el tiempo, dando seguridad, desarrollo y calidad de vida a los ciudadanos.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Considero que el trabajo de alcance funcional tiene limitaciones y condicionantes para el desarrollo, asimismo otro limitante es lo económico para la adquisición de imágenes

satelitales y la escasa bibliografía técnica especializada para el manejo de gestión de procesamiento de base de datos mediante el análisis espacial.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Aplicar el Análisis Espacial para determinar el riesgo de desastres por el río Tingo en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Caracterizar el nivel de peligro y riesgo por inundaciones en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022, mediante el análisis espacial.

Determinar el nivel de vulnerabilidad ante riesgo por inundación en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022.

Presentar mapas de niveles de riesgos por inundación en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022; mediante el análisis espacial.

## **1.8. Hipótesis**

### **1.8.1. Hipótesis general**

La aplicación del Análisis Espacial como herramienta contribuirá en el proceso de estimación del riesgo de desastres por el río Tingo, en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022.

### **1.8.2. Hipótesis específicas**

El proceso de estimación del riesgo de desastres por el río Tingo, distrito Pallanchacra se analizará aplicando el Análisis Espacial.

Diseñar el modelo de la base de datos para la estimación del riesgo de desastres por el río Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022, que permita la aplicación del Análisis Espacial.

Aplicar el Análisis Espacial como herramienta para la estimación del riesgo de desastres por el río Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco conceptual

#### 2.1.1. Bases teóricas – científicas

**2.1.1.1 Gestión del riesgo de desastres.** Es un proceso social que tiene como objetivo prevenir, reducir y controlar los factores de riesgo asociados a los desastres. También involucra la preparación de planes de acción y respuestas ante posibles emergencias que podrían amenazar a la sociedad.

Debido a su enfoque orientado hacia la minimización de riesgos, la Gestión del Riesgo de Desastres es fundamental para el desarrollo sostenible de un país. Este enfoque implica la implementación de políticas, acciones y estrategias tienen por objeto garantizar la seguridad de las personas y de los bienes de su propiedad, además de la del Estado, en todos los ámbitos del gobierno y de la comunidad. (Camus et al., 2016)

La gestión del peligro de catástrofe comprende el conjunto de resoluciones administrativas, organizativas y operativas adoptadas por casas y colectividades con el objetivo de establecer planes y objetivos, y reforzar sus capacidades, para aminorar los efectos de las inclemencias del tiempo, la meteorología severa y el colapso tecnológico. Esta gestión implica una amplia gama de actividades, que incluyen medidas tanto estructurales (como la construcción de defensas ribereñas para prevenir inundaciones) como no estructurales (como la regulación de la ocupación de terrenos para uso residencial) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres. Reducir el nivel actual de incertidumbre es el objetivo primordial del control de los riesgos de desastres para salvar la vida de las personas más expuestas. Es una parte crucial del proceso de crecimiento sostenible y tiene ramificaciones en otros temas relacionados que van más allá de las disciplinas, como la orientación sexual, las libertades y la ecología.

La gestión de riesgos es un concepto muy nuevo, la noción de desastre gobernó la política junto con la estrategia de crecimiento a lo largo de la última década del siglo XX, estaba ampliamente aceptado que el desastre era un acontecimiento normal e inevitable que podía preverse y para el que había que prepararse con medidas preventivas, de respuesta y terapéuticas. Es decir, la preparación y el control del desastre. El plan de control de los sucesos catastróficos fue objeto de estudios en la década de 1990 porque atribuía la tragedia únicamente a la ocurrencia de peligros naturales y no a las variables sociales, económicas y ecológicas que contribuyen a su aparición. “La formación de los desastres se explicó utilizando los principios de exposición más incertidumbre psicológica, se hizo evidente que la gestión de los desastres tiene como resultado la reacción de los entornos de susceptibilidad previos a la catástrofe” (Wilhelm, 2014).

Así mismo Hardy et al. (2019) define como:

Un proceso sistemático que involucra el uso de directrices administrativas, estructuras organizativas, habilidades y aforos obrantes para implementar habilidades y fortificar los arcos de respuesta. Su objetivo principal es comprimir el embudo negativo de las intimidaciones oriundas y minimizar la probabilidad de que suceda un desastre.

Campos (2017), menciona que:

El propósito de la gestión del riesgo es disminuir y regular el nivel de riesgo, lo cual implica implementar un conjunto de medidas que aborden los factores que contribuyen al decaimiento. En otras palabras, se busca comprimir la exposición a las amenazas, fortalecer la capacidad de recuperación y minimizar la fragilidad de los sistemas y las comunidades involucradas.

Se refiere a las acciones empañadas para mitigar y comprimir la inseguridad de catástrofes. Estas medidas suelen incluir tanto enfoques estructurales como no estructurales. Los enfoques estructurales se basan en la construcción física de infraestructuras y sistemas para disminuir o prevenir los eventuales efectos de las amenazas. En consecuencia, los ingenieros pueden utilizar sus conocimientos para fortificar edificios y otras infraestructuras contra posibles amenazas.

Por otro lado, los enfoques no estructurales abarcan medidas que no involucran la construcción física, sino que se basan en conocimientos, procedimientos y pactos que mitigan el peligro y sus efectos. Esto puede incluir la implementación de políticas y leyes relacionadas con la gestión del riesgo de desastres, la promoción de una mayor conciencia pública sobre los peligros y las moderadas desconfianzas, así como la capacitación y la instrucción de las comunidades para que estén preparadas y puedan responder de manera adecuada ante los desastres. (Zúñiga y Yone, 2020)

Tello et al. (2021) define como:

Los desastres son el producto de la interacción entre las amenazas y la vulnerabilidad de las personas y los sistemas. Por lo tanto, se enfoca en acciones que reduzcan la exposición a las amenazas, fortalezcan la cabida de réplica y promuevan la resiliencia de las corporaciones y los sistemas. Esta gestión implica la colaboración de diferentes actores, incluyendo gobiernos, organizaciones del consorcio urbano, comunidades y la división íntima. Se basa en el análisis de riesgo, la planificación y preparación ante desastres, la respuesta y recuperación, así como en la formación y concientización de la localidad.

**2.1.1.2. Lineamientos teóricos del proceso de estimación del riesgo de desastres.** Estimar la probabilidad de que se produzca una catástrofe es un paso crucial en

la prevención de riesgos de crisis, ya que ofrece datos cruciales para evaluar las amenazas potenciales y desarrollar estrategias de mitigación. Tanto las entidades gubernamentales como las organizaciones privadas y la sociedad civil deben seguir este conjunto de directrices y utilizar herramientas técnicas que garanticen la calidad y confiabilidad de la información.

Es fundamental que el método de estimación del riesgo de catástrofe se rija por normas científicas y procesos burocráticos. Estos lineamientos deben permitir la generación de conocimiento sobre las condiciones del riesgo de desastres de manera accesible y útil para aquellos encargados de tomar decisiones en la materia, y contribuir al correcto funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD, 2010).

Los lineamientos teóricos del proceso de estimación del riesgo de desastres según Sacoto (2022) se basan en principios y conceptos fundamentales que guían la aplicación de este proceso. Algunos de estos lineamientos teóricos son:

*Enfoque basado en amenazas.* - El proceso de estimación del riesgo de desastres se centra en la identificación y evaluación de las amenazas naturales y tecnológicas que pueden causar desastres. Se analiza la frecuencia, intensidad y magnitud de las amenazas para comprender su potencial impacto.

*Análisis de vulnerabilidad.* - Se evalúa la vulnerabilidad de las personas, comunidades, infraestructuras y ecosistemas expuestos a las amenazas. Esto implica comprender las características y condiciones que los hacen más susceptibles a sufrir daños o impactos negativos en caso de un desastre.

*Evaluación de la capacidad de respuesta.* - Se analiza la capacidad de respuesta de los actores involucrados, como gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y comunidades, para hacer frente a los desastres. Se considera la disponibilidad de recursos, infraestructuras, planes de contingencia y sistemas de alerta temprana.

*Evaluación de riesgos.* - Se integran los datos de amenazas, vulnerabilidad y capacidad de respuesta para estimar los riesgos de desastres. Esto implica la identificación de escenarios posibles, la cuantificación de los riesgos y la evaluación de su significancia y consecuencias potenciales.

*Participación y enfoque multidisciplinario.* - Se fomenta la participación de múltiples actores y disciplinas en el proceso de evaluación del peligro de catástrofes. Esto incluye la colaboración entre científicos, expertos técnicos, autoridades gubernamentales y comunidades afectadas para garantizar una comprensión integral de los riesgos.

*Uso de datos e información confiable.* - Se requiere el uso de datos y fuentes de información confiables y actualizados en el proceso de valoración del riesgo de catástrofes. Esto incluye la recopilación de datos históricos, estudios científicos, informes técnicos y otros recursos relevantes que respalden el análisis de riesgos.

Estos lineamientos teóricos proporcionan una base sólida para realizar el proceso de estimación del peligro de catástrofes de modo integral y efectiva, con el objetivo de informar la ocupación de disposiciones y acciones de desconfianza y amortiguamiento de desastres. (Sacoto, 2022)

**2.1.1.3. Tecnologías de información geográfica.** Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) abarcan una serie de enfoques tanto clásicos como modernos relacionados con la Cartografía (interpretación, elaboración y lectura de mapas), la

Fotointerpretación (análisis de fotografías aéreas verticales para estudiar cambios territoriales) y la Teledetección (utilización de datos espaciales proporcionados por satélites para interpretar información). También incluyen los Sistemas de Información Geográfica (programas informáticos para análisis espacial y creación de mapas digitales). “Encontrar una publicación que describa detalladamente todos los métodos y técnicas desarrollados por cada componente de las TIG puede resultar difícil. Por lo general, se requiere consultar diferentes manuales para obtener esa información” (Buzai et al., 2016)

Las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) son un arsenal de métodos para recopilar, almacenar, analizar y visualizar información espacial. Estas tecnologías integran datos espaciales, como mapas, imágenes de satélite, datos de sensores remotos y datos geográficos relacionados con atributos, en un sistema de información geográfica (SIG). Un SIG es una plataforma informática que permite gestionar y manipular datos geográficos para comprender y analizar la información espacial. Estos sistemas permiten visualizar los datos en forma de mapas y realizar análisis espaciales, lo cual facilita la toma de determinaciones en diferentes campos, como la proyección comedida, el encargo del medio cercano, la agricultura, la gestión de recursos naturales, la cartografía, la logística y muchos otros. Para Buzai et al. (2019) “Las TIG abarcan una amplia gama de tecnologías y herramientas, que incluyen:

*Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).* - Permiten determinar la ubicación exacta de un objeto o persona utilizando satélites.

*Sistemas de Teledetección.* - Utilizan imágenes de satélite, fotografías aéreas u otros sensores remotos para obtener información sobre la superficie terrestre.



*Sistemas de Información Geográfica (SIG).* - Son sistemas informáticos que almacenan, manipulan, analizan y visualizan datos geográficos. Permiten realizar consultas espaciales y generar mapas temáticos.

*Base de Datos Geográfica.* - Es una base de datos especializada para almacenar y gestionar datos geográficos, permitiendo realizar consultas espaciales y análisis.

*Modelado y análisis espacial.* - Permite realizar análisis y modelado de fenómenos geográficos, como la interpolación espacial, el análisis de rutas, el análisis de proximidad, entre otros.

*Sistemas de Información Geográfica en la Web (SIG-WEB).* - Permiten el acceso y la visualización de datos geográficos a través de internet, facilitando el intercambio de información espacial.

Las Tecnologías de Información Geográfica son ampliamente utilizadas en diversos campos, desde la planificación urbana y la gestión de desastres hasta la navegación por GPS en dispositivos móviles. “Estas herramientas son fundamentales para comprender las relaciones espaciales y tomar decisiones informadas basadas en la información geográfica” (Miguel, 2015)

**2.1.1.4. Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS).** “Los SIG son conjuntos de hardware, software y tecnología que facilita la recogida, almacenamiento, manipulación, análisis y presentación de información geográfica. Estos sistemas están diseñados para organizar y gestionar datos espaciales, relacionando información geográfica con atributos específicos” (Buzai et al., 2016)

“La planificación urbana, el tratamiento de los recursos naturales, la agricultura de precisión, la organización, la preparación para emergencias, la logística y muchos otros

campos dependen en gran medida de los datos cartográficos, por ello los SIG se utilizan tan ampliamente” (Pérez et al., 2019)

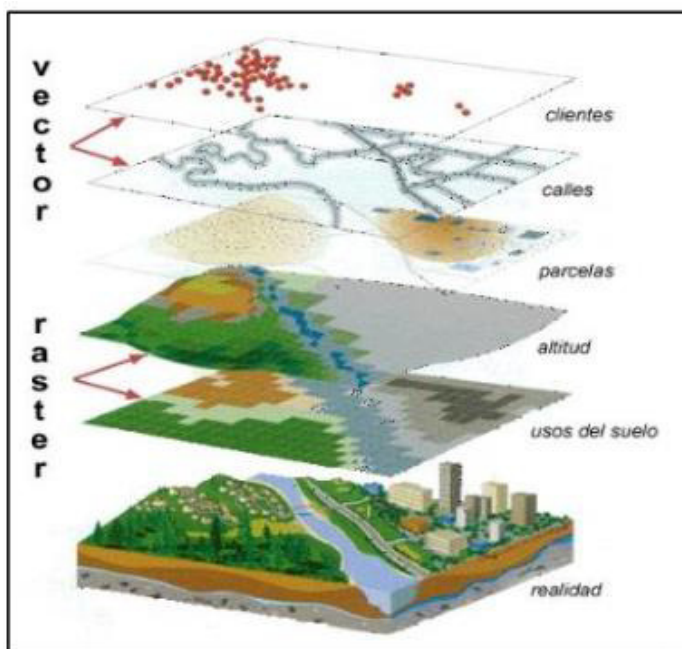
Los SIG son herramientas tecnológicas que forman parte de la Geomática, las cuales permiten realizar la gestión eficiente de datos e información geoespacial, a través del almacenamiento, procesamiento, análisis, modelamiento y construcción de mapas a partir de datos vectoriales (x, y, z), datos tabulares (tablas de datos o atributos) y ráster georreferenciados (imágenes), para el conocimiento y solución de los problemas de índole territorial (Valenzuela, 1989).

Los elementos que contienen el mapa son las capas para una extensión determinada, y los datos e información geoespacial que se cargan, administran, procesan e interpretan en un SIG o referido se esquematiza en la Figura 1.

**2.1.1.5. Sistema de Coordenadas.** Un sistema de coordenadas es un marco de referencia utilizado para representar y ubicar puntos en un espacio tridimensional. Proporciona un conjunto de reglas y parámetros para especificar las posiciones relativas de los puntos en un sistema de referencia determinado. (García, 2017)

### Figura 1

*Datos e información geoespacial en un sistema de información geográfica (SIG)*

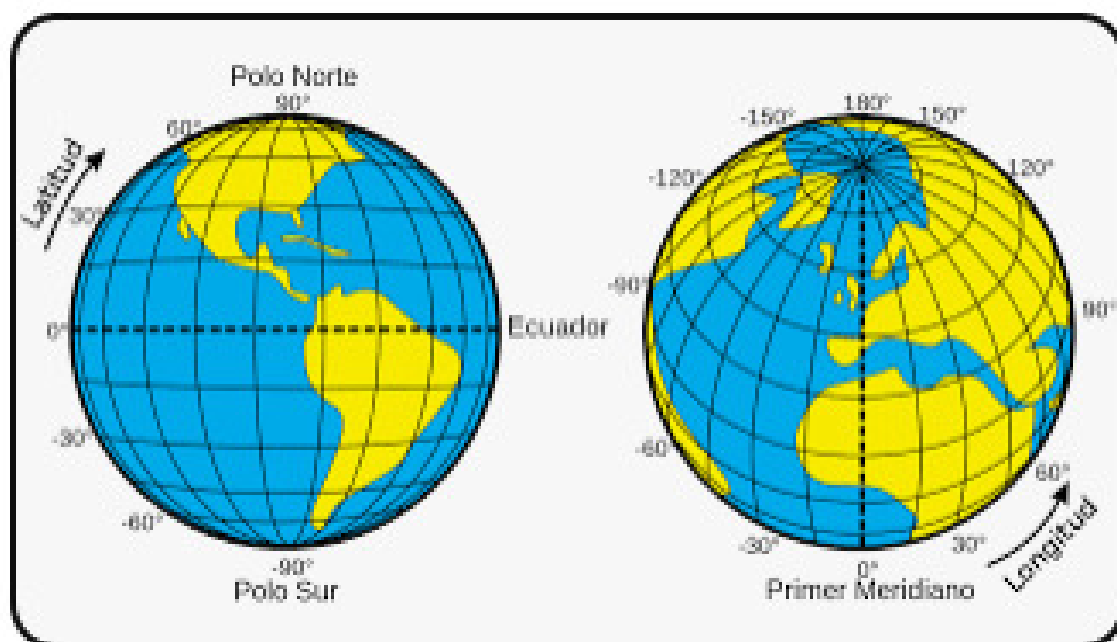


“Los sistemas de coordenadas son fundamentales en muchas disciplinas, como la matemática, la física, la geografía, la ingeniería y la informática, ya que permiten la representación precisa y la localización de puntos en un espacio específico” (Matesanz et al., 2021). Existe una gran cantidad de sistemas de coordenadas, las coordenadas de mayor uso son las geográficas y las referidas a la proyección UTM, ambas utilizaré en adelante.

**A. Coordenadas Geográficas.** Permite la localización de puntos sobre la tierra y está definido por los paralelos que son un grupo de líneas circulares, paralelas al ecuador y cóncavas al polo, y los meridianos; que son círculos máximos que convergen en los polos. De esta forma la ubicación de un punto se obtiene definiendo su distancia al norte o sur del ecuador ( $0^\circ$ ), y al este u oeste del meridiano de origen ( $0^\circ$ ). llamado Meridiano de Greenwich (meridiano de origen). Figura 2.

**Figura 2**

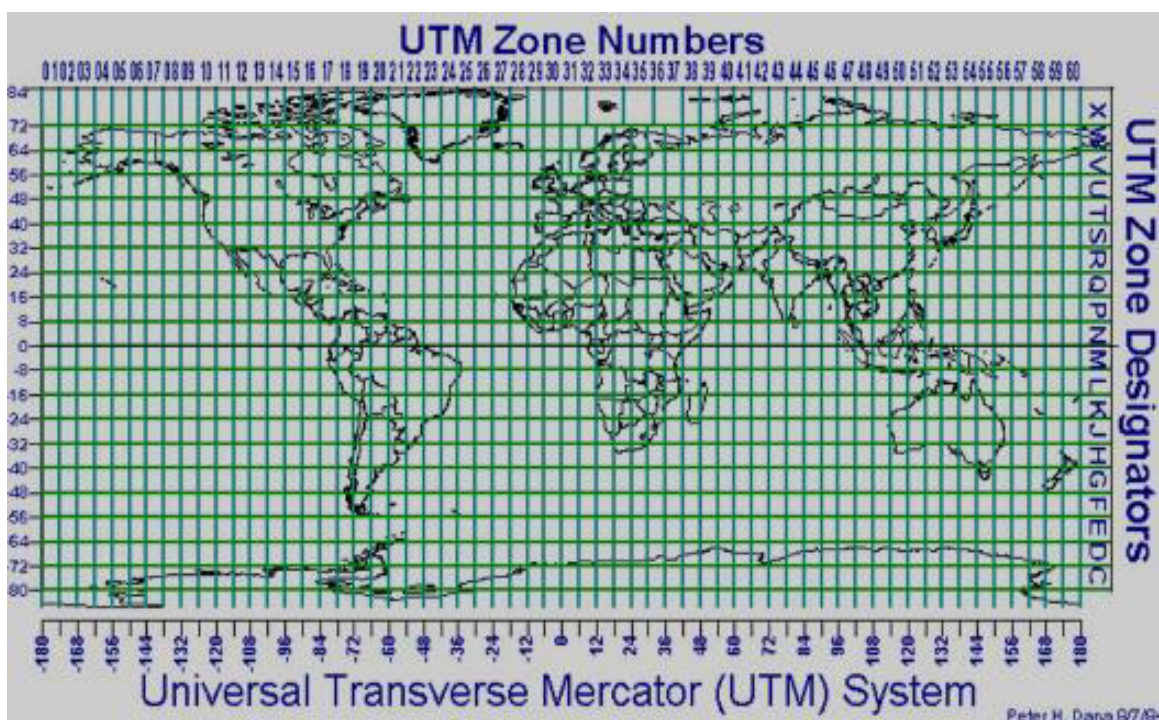
*Sistema de coordenadas geográficas*



**B. Proyección Universal Transversa de Mercator.** Es un tipo de cartografía en la que a menudo se pierde la direccionalidad, aunque se conservan las formas y la geometría a nivel microscópico. Si el coeficiente de escala es 1,0 las separaciones a lo largo del eje principal serán correctas. Dos líneas casi rectas surgen a cada lado del meridiano central a una escala equivalente exacta si el factor de dimensión es inferior a uno. Las distorsiones de área, distancia y escala crecen rápidamente a medida que nos alejamos del meridiano central o de cualquiera de las líneas estándar indicadas anteriormente. En los extremos izquierdo y derecho del mapa es donde estas distorsiones son más evidentes. A lo largo del plano del Ecuador sobre el primer meridiano, los valores alterados son idénticos (ArcGIS, 2023).

**Figura 3**

*Universal Transversa de Mercator (UTM)*



Es una técnica utilizada en cartografía que implica el uso de cuadrículas para identificar ubicaciones específicas en la Tierra. En concreto, la proyección del Meridiano

Terrestre Universal es un modelo cilíndrico perpendicular al elipsoide por su meridiano central, a menudo llamado meridiano central, y está centrado en la representación de un hemisferio. En la proyección anterior, los puntos del elipsoide se disponen sobre una superficie anular perpendicular al meridiano central. Al desplegar el cilindro, el ecuador se convierte en una línea ininterrumpida que sirve de eje X, mientras que el meridiano central se convierte en una línea suave adicional que sirve de dirección Y, opuesta al eje X. Y. De esta manera, se establece un sistema de coordenadas en el que se pueden representar y localizar puntos sobre la superficie terrestre. Salazar y Delgado, (2016) mencionan que:

El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM) es ampliamente utilizada en aplicaciones cartográficas y de navegación, ya que proporciona una forma conveniente y precisa de representar ubicaciones en la Tierra. Al dividir la superficie terrestre en zonas UTM, cada una de ellas con un ancho de 6 grados de longitud, se facilita el proceso de referencia y localización de puntos específicos.

Es un sistema de proyección cartográfica utilizado comúnmente para representar la superficie de la Tierra en un mapa. Por su parte Garay (2020) manifiesta que:

La UTM fue desarrollada por el geógrafo y cartógrafo Gerardus Mercator en el siglo XVI y posteriormente adaptada para su uso en sistemas de coordenadas geográficas. La UTM divide a la Tierra en 60 zonas horizontales, cada una de las cuales se extiende desde 6 grados de longitud hacia el este y hacia el oeste desde un meridiano central designado. Estas zonas se numeran del 1 al 60, comenzando desde el meridiano de longitud  $180^{\circ}$  y avanzando hacia el este. Cada zona tiene un ancho de 6 grados de longitud y abarca aproximadamente 111 kilómetros de norte a sur. La proyección UTM utiliza una proyección cilíndrica transversa, lo que significa que el

cilindro de proyección está colocado en posición vertical en lugar de horizontal, como en la proyección de Mercator estándar. Esto permite que cada zona UTM sea representada en un sistema de coordenadas rectangulares en lugar de una superficie cilíndrica. El resultado es una representación más precisa y menos distorsionada de las áreas pequeñas y medianas en comparación con la proyección de Mercator estándar.

**2.1.1.6. Modelo de Análisis Espacial.** Se refiere a un conjunto de métodos, técnicas matemáticas, estadísticas y herramientas computacionales son utilizadas para analizar datos geográficos distribuidos en el espacio. Cuando se aplica dentro del contexto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se considera como una parte central y específica que incluye herramientas y procedimientos para su aplicación. Estas herramientas son el producto de la adaptación digital de diversas técnicas, lo cual permite su aplicación en un ámbito tecnológico y científico de divulgación amplia. “Este enfoque proporciona una vía para que todos los procesos técnicos de la Geografía puedan ser implementados utilizando recursos informáticos” (Buzai et al., 2019)

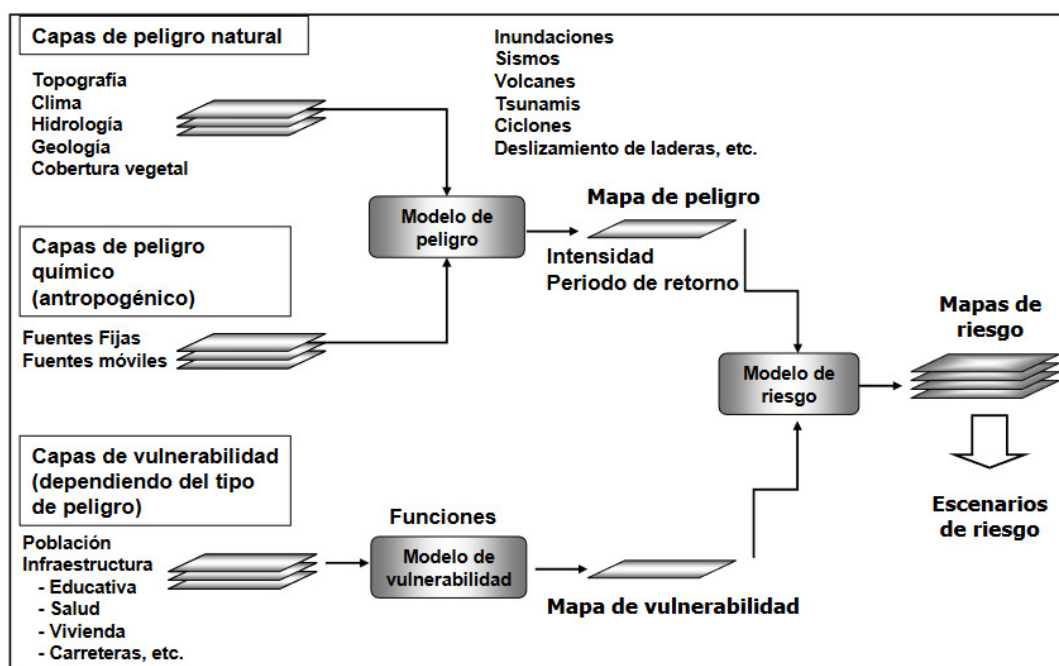
Se refiere a un conjunto de técnicas y enfoques utilizados para examinar y comprender la distribución y la relación de los fenómenos geográficos en el espacio. El análisis espacial se aplica en varios campos, como la geografía, la planificación urbana, la ecología, la epidemiología, estudio de criminalidad, entre otros (Valbuena y Rodríguez, 2018).

En la figura 4, se presenta un modelo de análisis espacial para determinar el riesgo, donde a través de la sobreposición de capas se llega a la generación de escenarios. Iniciando el análisis con información en formatos digitales sobre aspectos físicos a una escala asociada al nivel de detalle que se requiera, posteriormente se aplican modelos programados y se

generan mapas de peligros. En cuanto a las capas de vulnerabilidad deberán tener asociados los atributos con los que se determina la susceptibilidad del sistema expuesto a sufrir daños. Esta relación es determinada por las funciones de vulnerabilidad, y mediante los SIG se obtendrá la representación de mapas de vulnerabilidad. Finalmente, con estas dos capas, la de peligro y la de vulnerabilidad se obtienen los mapas de riesgo, a través del análisis espacial. “Los SIG permiten visualizar diferentes escenarios variando las condiciones de peligro y el sistema expuesto” (Harder y Brown, 2017)

**Figura 4**

*Modelo de Análisis espacial para su integración al SIG*



### 2.1.2. Bases teóricas – básicas

**2.1.2.3. Sistema.** – “Conjunto de partes que trabajan juntas para completar una tarea o alcanzar un objetivo. Existen dos tipos de disposiciones: abiertas, que se comunican con su entorno intercambiando también materia y energía, y disminuidas, que no lo hacen” (Vega et al., 2017).

Un sistema se refiere a sistemas de partes relacionadas que trabajan juntas para completar una única tarea:

Estos elementos pueden adoptar la forma de cosas físicas, seres humanos, sistemas, ideas o cualquier otra cosa. combinación de ellos. Los sistemas están presentes en una amplia variedad de áreas, como la informática, la biología, la ingeniería, la economía, la sociología, entre otras, (Ríos y Santillán, 2016).

Los sistemas de información se definen como herramientas tecnológicas utilizadas en el ámbito de la dirección y la administración de las empresas. Estos sistemas son de importante categoría en el proceso de transformación digital que están llevando a cabo las empresas en la actualidad para adaptarse y tener éxito en un mercado globalizado. Estos sistemas de información se conciben como una integración tecnológica que se fundamentó en la usanza de conjunto de técnicas de información y noticia para apoyar a los líderes de la organización en la toma de decisiones. “Su objetivo principal es proporcionar datos, análisis y herramientas que permitan a los líderes tomar decisiones informadas y estratégicas para el desarrollo y la capacidad de la empresa” (Milton et al., 2018).

**2.1.2.2. Teoría general de sistemas.** “La teoría general de sistemas sostiene que los sistemas son entidades complejas compuestas por componentes interrelacionados que funcionan juntos para lograr un objetivo común” (Ríos y Santillán, 2016).

“Proporciona un marco conceptual para comprender los sistemas complejos y fomenta un enfoque holístico e integrado en la investigación y el análisis. Se utiliza ampliamente en diversas disciplinas para analizar y comprender fenómenos complejos y sus interacciones” (De la Peña y Velázquez, 2018).



La teoría general de sistemas, en el contexto del enfoque basado en organismos, se utiliza para optimizar la organización y funcionamiento de los sistemas complejos de ingeniería dedicadas a la industria o química, por lo que se busca lograr efectos sinérgicos mediante la coordinación y eficiencia de los elementos del sistema a diferentes niveles, lo que resulta en una mayor macroscopicidad, integridad y autonomía energética. (Naletov et al., 2023).

**2.1.2.3. Sistema de información geográfica (SIG).** “Son herramientas poderosas para la captura, gestión y análisis de datos geográficos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones basada en la ubicación y el entendimiento de los patrones y procesos espaciales” (Da Silva y Cardozo, 2015).

“Los SIG tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos campos, como la gestión del medio ambiente, la planificación urbana, la agricultura, la gestión de desastres, la navegación, el análisis de redes, la logística, la epidemiología, la demografía y muchos otros” (Buzai et al., 2016).

Un sistema de información geográfica (SIG) se describe como una herramienta esencial en la investigación que permite calcular la capacidad estimada de cada área identificada como potencial, aplicándose en diversos escenarios para la identificación y evaluación de lugares con potencial para la generación de energía hidroeléctrica. Este sistema se utiliza con el propósito de analizar de manera detallada y precisa los datos espaciales y atributos relacionados con la geografía de una región determinada. Al combinar información cartográfica con datos geoespaciales, el SIG proporciona una visión integral de los sitios candidatos para la instalación de plantas hidroeléctricas, teniendo en cuenta aspectos como la topografía, los flujos de agua, las características del terreno y otros factores relevantes. De este modo, el SIG se convierte en una valiosa herramienta para los

investigadores y planificadores energéticos, al permitirles tomar decisiones fundamentadas en la selección de lugares con el mayor potencial para la generación de energía hidroeléctrica. “Además, el SIG también puede contribuir en la evaluación de posibles impactos ambientales y sociales asociados con la implementación de proyectos de energía hidroeléctrica, facilitando así un enfoque más completo y sostenible en la toma de decisiones” (Averi y Bibi, 2023).

**2.1.2.4. Base de datos.** “Una base de datos es un conjunto organizado de datos que se almacenan electrónicamente en un sistema informático. Estos datos pueden ser números, texto, imágenes, archivos multimedia u otros tipos de información” (Beynon, 2018).

Las bases de datos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones y sectores, como empresas, instituciones educativas, organizaciones gubernamentales, sitios web, entre otros. “Proporcionan una forma eficiente de almacenar y acceder a grandes cantidades de información, permitiendo la gestión de datos de manera estructurada y facilitando la realización de consultas y búsquedas” (Armetrics, 2022).

**2.1.2.5. GeoDataBase.** Schägner et al. (2017). Hace referencia que:

Se refiere a una base de datos geoespacial, es decir, una base de datos que almacena información geográfica o espacial. En una GeoDataBase, los datos están estructurados y organizados de manera que se pueda acceder y manipular la información geográfica de manera eficiente.

Es un tipo de contenedor de documentos que permite agrupar múltiples capas en un solo archivo, lo que facilita la organización y gestión de los datos geoespaciales. Además, brinda la posibilidad de aplicar propiedades consistentes a todas las capas contenidas en ella,

como la proyección cartográfica, lo que garantiza la coherencia y evita inconsistencias en los análisis (Cursosgis, 2023).

**2.1.2.6. Georreferenciación.** “Es el procedimiento de asignar coordenadas geográficas (como latitud y longitud) a un objeto, imagen, mapa u otro tipo de dato que representa una ubicación en la Tierra” (Escobar et al., 2015).

“La georreferenciación se utiliza ampliamente asociados a los SIG (Sistemas de Información Geográfica) y la cartografía digital. Permite vincular datos espaciales a su ubicación geográfica correspondiente, lo que facilita su análisis, visualización y superposición con otros datos geoespaciales” (Cascón et al., 2019).

**2.1.2.7. Movimientos de Masa.** “Los movimientos de masa, también conocidos como deslizamientos de tierra o deslizamientos, son fenómenos geológicos en los que una porción de suelo, rocas o material sedimentario se desplaza o desliza hacia abajo o hacia los lados a lo largo de una pendiente” (Olarte, 2017).

Por su parte, Marcano (2016) manifiesta que:

Representan una amenaza para las personas y las estructuras, provocando pérdidas humanas y destrucción de infraestructuras. La prevención y mitigación implican la identificación de áreas de alto riesgo, la implementación de medidas de ingeniería, la planificación adecuada del uso del suelo y la educación pública sobre los peligros asociados con estos eventos.

**2.1.2.8. Inundaciones en el Área de Estudio.** “Son eventos comunes que ocurren cuando una zona se ve cubierta por agua, ya sea por la crecida de un río, el desbordamiento de un lago, la acumulación de lluvia intensa o el aumento del nivel del mar debido a tormentas o marejadas” (Agamez y Gónima, 2015).

“Pueden tener diversos efectos en el área de estudio y causar daños significativos tanto en términos humanos como económicos y ambientales” (Reina, 2021).

**A. Frecuentes.** “Las inundaciones pueden ocurrir con frecuencia, dependiendo de la localización geográfica y las características climáticas de un área determinada. Algunas regiones son más proclives a sufrir desbordamientos debido a factores como la proximidad a cuerpos de agua, la topografía, el clima y la cobertura vegetal” (Arreguín, 2016).

Es importante tener en cuenta que la asiduidad y la dimensión de los desbordamientos pueden variar con el tiempo debido a cambios climáticos, alteraciones en el uso del suelo y otros factores (Benítez, y Gómez, 2015).

**B. Periódicas.** “Las inundaciones periódicas se refieren a eventos de inundación que ocurren de manera regular en una determinada área geográfica” (Arreguín, 2016).

Se caracterizan por repetirse en intervalos predecibles, ya sea estacionalmente o en ciclos más largos. La periodicidad de las inundaciones puede verse afectada por una amplia gama de variables, entre las que se incluyen las condiciones meteorológicas, los patrones de precipitación, las características geomorfológicas y la interacción entre cuerpos de agua y cuencas hidrográficas. (Roces, 2015).

**2.1.2.9. Vulnerabilidad.** Romero y Romero, (2015), menciona que: Debemos aprender acerca de la presentación de las amenazas a través de la fragilidad, que presentan las disparidades socioambientales y el avance geográfico desigual en la creación de riesgos. Este punto de vista examina cómo las amenazas medioambientales se entrelazan con los métodos socioespaciales, político-económicos e histórico-culturales, produciendo configuraciones de situaciones catastróficas en constante cambio.

Una de las primeras y más completas definiciones de vulnerabilidad establece que se refiere a la incapacidad de una comunidad para adaptarse y absorber los efectos de un cambio en su entorno, lo que se traduce en una falta de flexibilidad para ajustarse a dicho cambio. Esta falta de adaptación representa un riesgo para la comunidad, y la vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que sufrirá en caso de que ese riesgo se materialice. Aunque la vulnerabilidad frente a desastres naturales es resultado de la actividad humana, también indica el grado de fortaleza o debilidad de una sociedad para enfrentar las amenazas naturales. Por lo tanto, existe una relación entre la fortaleza ante una amenaza y la reducción de víctimas en un desastre natural. “La vulnerabilidad depende del tipo, magnitud y velocidad de los cambios climáticos a los que está expuesto un sistema, así como de su sensibilidad y capacidad de adaptación<sup>2</sup>” (García y Naranjo, 2016).

**2.1.2.10. Riesgo.** Puac (2013) define como:

La posibilidad de causar daños a la sociedad, al medio ambiente y a la economía en un lugar y momento específicos. En este sentido, se considera que el peligro es un evento que puede ocurrir y provocar daños en función de las amenazas y del nivel de vulnerabilidad en un lugar determinado. El impacto y las consecuencias resultantes dependerán de estos factores.

En términos cuantitativas el riesgo se ha adoptado en función de tres factores: la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino, es decir el peligro, la vulnerabilidad y el valor de los bienes expuestos. Esta definición se traduce en la ecuación siguiente:

Riesgo = f (Peligro, Vulnerabilidad, Exposición)

$$R = f (P, V, E)$$

**2.1.2.11. Riesgo de desastre.** “El riesgo de desastre es el resultado de las interacciones entre la sociedad y su entorno natural o artificial. Por lo tanto, para comprender el riesgo es necesario entender estas interacciones y conocer los factores que las determinan” (Zapa et al., 2017)

**2.1.2.12. Desastre.** Las adversidades naturales tienen efectos de gran alcance en la calidad de vida de las personas, ya que pueden causar estragos en las economías, destruir infraestructuras tanto gubernamentales como privadas y hacer que las poblaciones ya vulnerables sean aún más susceptibles al estancamiento monetario. “Tanto los factores naturales como los provocados por el hombre interactúan para causar desgracias” (Romero y Romero, 2015).

“Un desastre se produce cuando se tiene conciencia de un peligro, se es receptivo a ese riesgo o se es incapaz de tomar medidas preventivas o paliativas” (García y Naranjo, 2016).

Los desastres naturales se refieren a situaciones que surgen debido a eventos relacionados con el comportamiento geológico de la tierra y que, por su impacto, afectan a un ambiente social con peculiaridades y contextos que pueden ocasionar perjuicios y menoscabos. En términos sencillos:

Es la posibilidad de que se produzcan resultados negativos, como la pérdida de vidas, lesiones, daños a la propiedad, pérdida de ingresos, interrupción de la generación de ingresos o deterioro del medio ambiente. Estos resultados se derivan de la interacción entre los peligros (ya sean naturales, socioculturales o provocados por el hombre). y la susceptibilidad preexistente (Tomalá, 2020).

**2.1.2.13. Estimación del riesgo.** “Existe una fórmula matemática que permite medir el riesgo, es decir, se puede calcular o estimar el riesgo en función de la probabilidad

de que ocurra algo peligroso y la gravedad del daño que dicho evento podría causar” (Alejo, 2021).

**2.1.2.14. Peligro.** “Un peligro se refiere a cualquier fuente, situación o acto que pueda causarnos daño. Este daño debe entenderse en términos de incidentes, es decir, puede implicar la pérdida de vidas, lesiones, enfermedades laborales o cualquier tipo de pérdida material, temporal o de recursos” (Ecoseg, 2016)

**2.1.2.15. Subcuenca hidrográfica.** Cotler et al. (2013) define como:

La jerarquía de una cuenca se refleja en el hecho de que puede dividirse en subcuencas más pequeñas, desde las que las aguas residuales acaban desembocando en el río de la cuenca más grande. Cada subdivisión se subdivide a su vez en cuencas más pequeñas, denominadas microcuencas, que pueden o no corresponderse con las fronteras administrativas existentes, por ejemplo, los límites de una ciudad. Estas cuencas son estratificadas y no estratificadas, por lo que parece lógico que se delimiten de numerosas maneras. Los objetivos, las cuestiones a tratar y el grado de supervisión y liderazgo determinarán qué niveles de jerarquía (cuencas, subcuencas o microcuencas) utilizar.

**2.1.2.16. Gestión del riesgo de desastres.** Los peligros sociales pueden mitigarse o gestionarse mediante lo que se conoce como "gestión de riesgos", por su parte Grozo, (2019) define como:

Un proceso polifacético de interacción social. Es el conjunto de estrategias, procedimientos y equipos diseñados para disminuir el impacto de posibles catástrofes. Su objetivo es supervisar diversas formas de intervención, dando la máxima prioridad a la prevención y a la reducción de las mismas sin dejar de lado la preparación ante los desastres.

**2.1.2.17. SINAGERD.** El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) es un marco interinstitucional caracterizado por su alto grado de sinergia, descentralización, participación y naturaleza transversal. “Su principal objetivo es detectar peligros potenciales, reducir su impacto y prevenir la aparición de nuevos peligros. También pone en marcha iniciativas y procedimientos de gestión de catástrofes con el fin de educar mejor para afrontarlas y reaccionar ante ellas” (Ugarte, 2022).

**2.1.2.18. CENEPRED.** Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres es una institución pública establecida por la Ley N° 29664. Tiene como objetivo identificar y reducir los riesgos relacionados con peligros con el fin de evitar consecuencias económicas y sociales para la población. “Sin embargo, como institución pública, el CENEPRED presenta debilidades en su desempeño institucional, evidenciadas por las dificultades para gestionar de manera efectiva los procesos asignados debido a la ineficiencia en diferentes oficinas y direcciones que lo conforman” (Palacios, 2018).

**2.1.2.19. Prevención.** “La prevención consiste en una serie de actividades que se llevan a cabo antes de una situación con el objetivo de evitar que ocurra. Durante esta etapa, el objetivo principal es evitar la aparición de un desastre mediante acciones efectivas que eliminen la posibilidad de su impacto” (Puac, 2013).

**2.1.2.20. Identificación de riesgos.** “La probabilidad de que ocurra un riesgo y sus consecuencias dependen de su magnitud. Por lo tanto, para identificar un riesgo es necesario establecer sus causas a través de la consideración de factores internos y externos en el contexto estratégico. Esto permite prever los escenarios de peligro más significativos” (López et al, 2017).

**2.1.2.21. Mitigación y prevención.** La mitigación y la prevención son dos conceptos importantes en el encargo de peligros y desastres. Aunque se utilizan de manera



intercambiable en algunos contextos, en general, se refieren a aspectos diferentes de la comisión de riesgos. La mitigación se enfoca en reducir o minimizar los efectos adversos de un riesgo o desastre una vez que haya ocurrido. El objetivo es reducir el impacto de un desastre sobre las personas y los bienes, tomando precauciones antes, durante y después de que ocurra. Algunas acciones de mitigación incluyen la construcción de estructuras resistentes, la implementación de sistemas de alerta temprana, el desarrollo de planes de evacuación y la promoción de la conciencia pública sobre los riesgos. La mitigación busca reducir el impacto de los desastres en términos de pérdidas humanas, económicas y sociales. La prevención se centra en evitar que ocurran los riesgos o desastres en primer lugar. Implica identificar las causas subyacentes de los riesgos y tomar medidas para reducir esas causas. La prevención se basa en la anticipación y la planificación a largo plazo, en ese sentido López et al. (2017) menciona que, “en el contexto de los desastres naturales, la prevención puede incluir la protección y conservación de los ecosistemas naturales, la promoción de prácticas de construcción seguras y la adopción de políticas de desarrollo urbano sostenible”.

La mitigación de daños causados por desastres naturales puede lograrse mediante medidas estructurales que abarquen códigos de construcción, requisitos de materiales, mejoras en la resistencia de las estructuras existentes y la construcción de barreras protectoras como diques. Aunque estas medidas pueden ser efectivas a corto plazo, conllevan costos directos asociados al proyecto de mejora y a largo plazo pueden generar nuevos problemas, además de generar una "sensación de seguridad" que no siempre refleja la realidad. “Por otro lado, tomar medidas preventivas no estructurales, como la planificación del territorio, incentivos fiscales, programas de seguros y reubicación de residentes fuera de áreas de riesgo, tiene como objetivo identificar las zonas de riesgo y limitar su uso” (Hernández et al., 2016)

**2.1.2.22. Atención de emergencias.** La atención de emergencias se refiere a un conjunto de acciones y medidas que se implementan para hacer frente a situaciones de crisis o desastres con el objetivo de salvaguardar vidas, propiedades y el bienestar general de las personas afectadas. A esto Cerrón, (2021) añade que:

Las acciones son llevadas por organizaciones gubernamentales y agencias, como equipos de respuesta y voluntarios. La atención de emergencias es crucial en casos de urgencias o emergencias vitales, que se caracterizan por ser condiciones clínicas con riesgo inminente de muerte o de secuelas funcionales graves. Ante estos eventos, la atención de urgencia o emergencia vital debe ser inmediata y prioritaria, sin posibilidad de ser postergada.

**2.1.2.23. Recuperación y reconstrucción.** Después de una crisis, desastre o emergencia, se llevan a cabo procesos de recuperación y reconstrucción con el objetivo de restablecer la infraestructura de las comunidades y sistemas de servicios que han sido afectados. Palazuelos y Vázquez, (2017) extiende el concepto mencionando que:

Los procesos abarcan la rehabilitación física, económica, social y psicológica de las áreas y personas damnificadas. La recuperación y reconstrucción son de largo plazo y requieren una coordinación efectiva entre los diversos actores involucrados, así como la disponibilidad de suficientes recursos materiales, intelectuales y de talento. Estos procesos no solo se enfocan en la restauración de lo que se ha perdido, sino también en la construcción de comunidades más resistentes y preparadas para hacer frente a desafíos futuros.

**2.2.1.24. Evaluación del impacto.** Las evaluaciones de impacto se centran en determinar el efecto causal de un programa en un resultado específico de interés. Para responder a esta pregunta, se requiere considerar el contrafactual, es decir, lo que habría

sucedido en ausencia del programa. Para estimar este efecto causal, se utilizan diversos métodos que implican la identificación de un grupo de comparación, también conocido como grupo de control. El grupo de control consiste en un conjunto de individuos o unidades similares a los beneficiarios del programa, pero que no participaron en él. Esta selección permite establecer una base de comparación para estimar qué habría ocurrido con los beneficiarios si no hubieran participado en el programa. Al comparar los resultados entre el grupo de beneficiarios y el grupo de control, es posible identificar y cuantificar el impacto o efecto causal del programa. Los métodos utilizados para estimar el impacto incluyen el enfoque experimental, como los ensayos controlados aleatorios (ECA), donde los participantes se asignan al azar al grupo de beneficiarios o al grupo de control. También se emplean enfoques no experimentales, como los métodos de emparejamiento o modelos econométricos que buscan controlar y ajustar por variables relevantes. El objetivo de identificar y utilizar un grupo de comparación es obtener una estimación más precisa del impacto del programa, controlando los factores que podrían influir en los resultados de interés. “Esto permite evaluar de manera más rigurosa si los cambios observados en los beneficiarios son realmente atribuibles al programa y no a otros factores externos o características individuales” (Flores y Le, 2019).

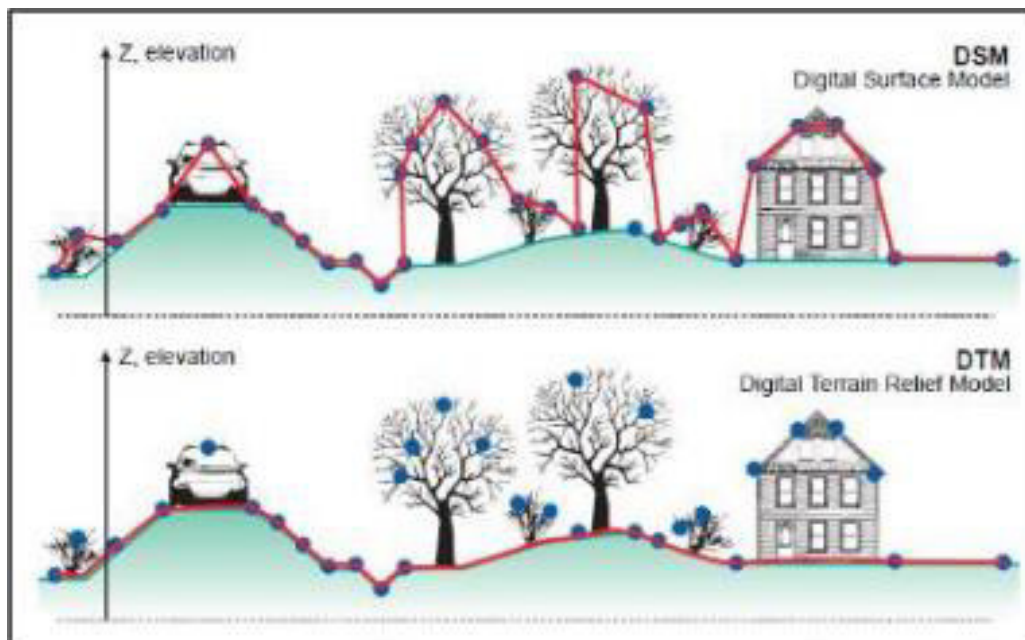
**2.1.2.25. Modelos Digitales de Elevaciones y Modelos Digitales del Terreno.** Los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE), también conocidos como Digital Elevation Models (DEM), son representaciones digitales de la topografía de una superficie terrestre. Estos modelos capturan la información de las elevaciones de un terreno y su variación altimétrica en forma de datos numéricos distribuidos en una grilla regular. Los MDE tienen múltiples aplicaciones en varias áreas, como la geodesia, la comisión de recursos naturales, la ingeniería, la hidrología, la modelización de cuencas hidrográficas, la predicción de inundaciones, la generación de perfiles topográficos y el análisis de pendientes. Estos

modelos proporcionan información detallada sobre las características del terreno, como la elevación, el aplazado, la disposición de las pendientes y los perfiles de elevación. Se representan mediante una matriz de celdas, donde cada celda contiene un valor que indica la elevación en ese punto específico. “En base en estos datos, se pueden realizar análisis espaciales y cálculos para comprender mejor la topografía de un área determinada” (Fraile y Leatherman, 2016)

El Modelo Digital del Relieve del Terreno (MDT) son representaciones digitales de la superficie del terreno sin incluir elementos artificiales, como edificios, árboles o infraestructuras humanas. Mientras que el Modelo Digital de Superficie (MDS) capturan el relieve del terreno y su variación altimétrica, pero no excluyendo las estructuras y objetos que no son parte natural del paisaje. La principal diferencia entre los MDT y los MDS radica en la exclusión de los objetos artificiales en los primeros. Esto los hace especialmente útiles en aplicaciones relacionadas con análisis geomorfológicos, estudio de características naturales del terreno, planificación de rutas y senderos, análisis de drenaje y flujo de agua, entre otros. Los MDT también son utilizados en combinación con otros datos, como imágenes satelitales, para generar visualizaciones realistas y precisas del terreno. Estas representaciones digitales permiten realizar análisis espaciales detallados, calcular perfiles topográficos, determinar pendientes y orientaciones, y modelar la superficie del terreno en diferentes contextos. (Fraile y Leatherman, 2016).

**Figura 5**

*Diferencia entre modelo digital de superficie (DSM) y modelo digital del terreno (DTM)*



**Fuente:** GDEM, 2019 (Global Digital Elevation Map)

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

“La investigación empleada en el desarrollo de la investigación es la **descriptiva**, porque con ella se recoge la información del estado actual del objeto tal como se presenta, además es útil para definir con precisión las dimensiones del fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación que se desea analizar”. (Sampieri, 2018)

“El método de la investigación es **cuantitativo**, formando un conocimiento subjetivo, con base en hechos estudiados, para brindar una descripción de los sucesos, captando los comportamientos de los fenómenos en el momento que se producen, explicando la causa que lo originan” (Baena, 2017)

Se considera una investigación de corte **transversal** dado que los datos que se recopilaran se realizaran dentro de una sola ocasión, por lo que no existen periodos de seguimiento, por lo tanto, el diseño se efectúa en un momento determinado de esta manera, no se puede distinguir si la exposición determino el desarrollo o solo afecto al estudio de manera individual (Manterola y Otzen, 2014)

Asimismo, “se cataloga la investigación **no experimental** por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan los datos” (Sampieri, 2018)

#### 3.2. Población y muestra

##### 3.2.1. Población

La población según Vara, (2015) “es el conjunto de todos los objetos (personas, lugares, situaciones, etc.) a investigar. Para el presente estudio la población a considerar del distrito de Pallanchacra, es de 5010 habitantes” (INEI, Censo Nacional 2017).

### 3.2.2. Muestra

El muestreo utilizado es el no probabilístico – intencional, para el caso de estudio es el Centro Poblado de Salcachupan con 70 habitantes (INEI, directorio nacional de CC.PP., Censo Nacional 2017), es el lugar afectado por el desborde del río Tingo en la cuenca baja. Se realiza teniendo en consideración un procedimiento, donde se considera ciertos parámetros normativos y procedimentales.

### 3.3. Operacionalización de variables

#### 3.3.1. Variable Independiente.

Constituyen los factores (causas) que influyen sobre el fenómeno que se está analizando, para comprobar su influencia. En el presente trabajo de investigación se considera como variable independiente “al análisis espacial” a fin de determinar el riesgo por inundación del centro poblado de Salcachupan. zona de vulnerabilidad o exposición.

#### 3.3.2. Variable Dependientes.

Son las consecuencias o resultados (efectos) del fenómeno en estudio, que dependen de los factores (causas) que lo originan. En el presente trabajo de investigación se consideran como variables dependientes al “riesgo de desastre del centro poblado de Salcachupan” ante el riesgo de inundación que se desencadenaría por los altos valores de precipitación pluvial en época de avenida. En la Tabla 1, se presenta el historial de las precipitaciones anómalas pluviales del lugar de estudio (SENAMHI, 2023)

**Tabla 1**

*Precipitación pluvial*

CLASE	AÑO	DIC - FEB	mm
Fuerte	1972 - 1973	"	210 a 300
Extraordinario	1982 - 1983	"	60 a 120
Moderado	1986 - 1987	"	120 a 210
	1991 - 1993	"	-60 a -30
	2006 - 2007	"	120 - 210

	2009 - 2010	"	120 - 210
	2016 - 2017	"	120 - 210

*Nota*, SENAMHI 2023, datos históricos.

**Tabla 2**

*Operacionalización de las variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición de Conceptos</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Independiente:</b> Análisis espacial	Permite resolver problemas complejos orientados a la ubicación, explorar y entender sus datos desde una perspectiva geográfica, determinar relaciones, evaluar tendencias, y realizar predicciones y tomar decisiones.	Identificación de los factores de amenazas de inundaciones. Estimación de la probabilidad de ocurrencia.	Factores de vulnerabilidad: - Pendiente. - Geología. - Geomorfología. - Litología.
	<b>Dependiente:</b> Determinar el riesgo de desastre por inundación del distrito de Pallanchacra, centro poblado de Salcachupan,	Riesgo por inundación del río Tingo en época de avenida	Generación de mapas de amenazas por inundaciones.

### 3.4. Instrumentos

Para el desarrollo del proyecto se utilizó equipos, instrumentos, softwares especializados y otros; que permiten obtener resultados concluyentes en lo que concierne a la determinación de riesgo del lugar en estudio. En la Tabla 3, presento los equipos e instrumentos y se explica la función que cumplen cada uno de ellos.



**Tabla 3***Equipo e Instrumentos*

<b>ITEM</b>	<b>EQUIPOS-INSTRUMENTOS</b>	<b>FUNCIÓN</b>
1	GPS, Garmin Modelo MJHG	Ubicación satelital
2	Cámara fotográfica Digital, marca SONY	Proceso de objetivos satelitales
3	Radio comunicación Portátil, Motorola	Proceso de objetivos satelitales
4	Laptop	Procesar datos, informes

*Nota.* Los equipos en mención sirvieron para el levantamiento de información en el campo.

Para el desarrollo del proyecto se utilizó softwares especializados que permite obtener resultados concluyentes en lo que concierne a la determinación de riesgo del lugar en estudio; en la Tabla 4, presento los softwares y explico la función.

**Tabla 4***Softwares.*

<b>ITEM</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>FUNCIÓN</b>
1	Google Earth Pro	Ubicación satelital
2	Qgis, Sistema de Información Espacial	Proceso de objetos satelitales
3	ArcGIS, Sistema de Información Espacial	Proceso de objetos satelitales

*Nota.* **1.** Conjunto completo de datos geospaciales e incluye imágenes de alta resolución, presentadas en 3D por ciudades, mapas detallados de carreteras, imágenes panorámicas de calles, imágenes históricas, ríos y puntos de interés importantes, como accidentes naturales geográficos. **2.** Es del tipo software libre, procesa la información geográfica; permitiendo crear, administrar, manipular, editar, analizar y distribuir la información geográfica. **3.** Sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. ArcGIS incluye al escritorio ArcMap utilizado para realizar muchas tareas habituales del SIG en donde se representa la información geográfica como una colección de capas y otros elementos en un mismo mapa.

Asimismo, para la determinación del riesgo de desastre del lugar en estudio, se utilizó enlaces digitales que coadyuvaron a los softwares mencionados en líneas arriba.

**Tabla 5**

*Enlace de descarga digital*

ITEM	Modelo Digital	Páginas Web
1	Alaska Satellite Facility	<a href="https://search.asf.alaska.edu">https://search.asf.alaska.edu</a>
2	Aqueduct	<a href="https://aqueductsoftware.com">https://aqueductsoftware.com</a>
3	Weather Spark	<a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a>

*Nota.* 1. Modelo de enlace de descarga satelital cumple con la función de proceso, archivo y distribuye datos de teledetección a usuarios científicos de todo el mundo, asimismo proporciona datos y servicios de alta calidad de forma rápida y fiable, 2. Atlas de riesgo del agua en el futuro, es decir evalúa el riesgo hídrico en todo el mundo, 3. Reporte de lluvias máx. y mín., T°, velocidad de viento.

Por otro lado, las bases de datos de entidades públicas nacional, competentes y de garantía, se utilizaron para determinar la peligrosidad y vulnerabilidad del lugar de estudio, se presentan en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Servicios de mapas Web*

Entidad	Siglas Institucional	Páginas Web
Autoridad Nacional del agua	ANA	<a href="https://geosnirh.ana.gob.pe/server/rest/services">https://geosnirh.ana.gob.pe/server/rest/services</a>
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres	CENEPRED	<a href="https://sigrid.cenepred.gob.pe/arcgis/rest/services">https://sigrid.cenepred.gob.pe/arcgis/rest/services</a>
Instituto Geológico, Mínero y Metalúrgico	INGEMMET	<a href="https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/rest/services">https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/arcgis/rest/services</a>

*Nota.* Instituciones estatales que poseen bases de datos al servicio de la sociedad interesada y entidades científicas.

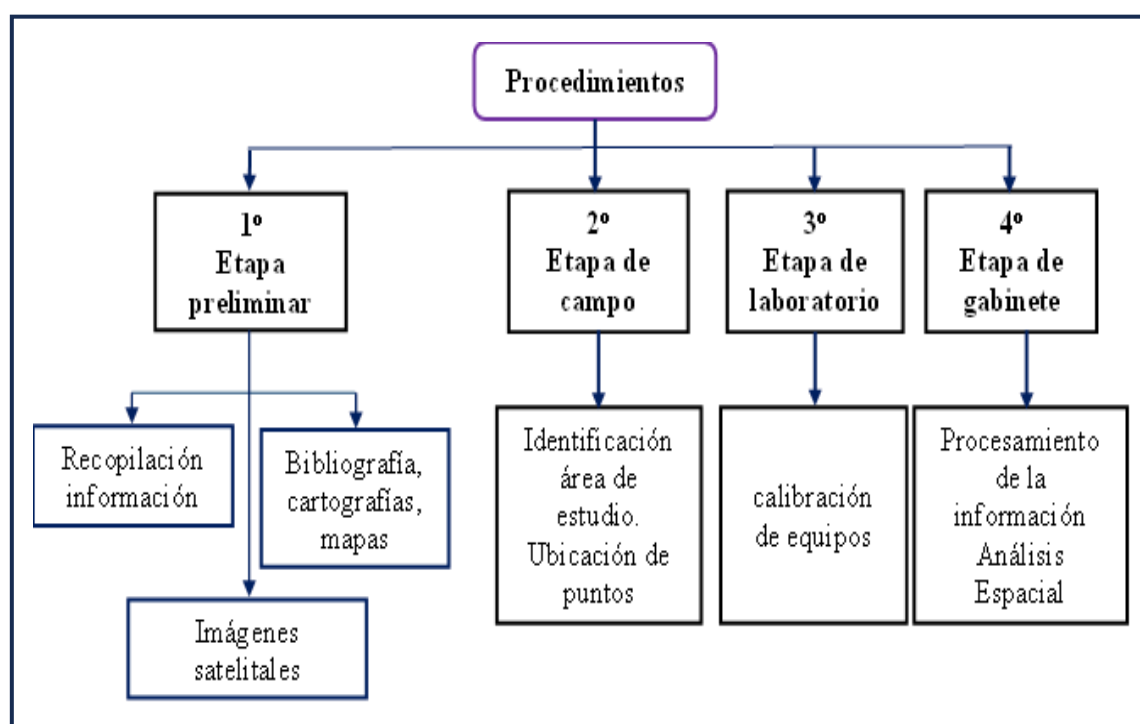
### 3.5. Procedimientos

“La metodología utilizada para la evaluación de riesgos se adapta a las diferentes concepciones del riesgo y permiten una evaluación más completa y precisa de los riesgos a los que están expuestas las personas y los bienes estructurales” (OEA, 1993).

Los procedimientos de la metodología para seguir la investigación, comprende de cuatro etapas: etapa preliminar, etapa de campo, etapa de laboratorio y etapa de gabinete.

**Figura 6**

*Procedimientos de la metodología.*



La etapa preliminar se inicia con la recopilación de informaciones de revistas especializadas y científicas: Scielo, Scopus, Ebsco, Redalio.Org., también, se acopió la información de las bases de datos de entidades públicas competentes y de garantía (tabla 6);

información bibliográfica, cartográficos, planos, mapas entre otros de interés para el desarrollo del estudio.

### **3.6. Análisis de datos**

Como se manifestó en un principio las inundaciones son originados por los ríos en nuestro país, debido a las fuertes precipitaciones, ocasionando riesgos en las personas y costos económicos. En la última década del presente siglo, las inundaciones han causado en total de 1,4 millones de personas muertas en todo el mundo. (Jonkman, 2005). La geografía del Perú es accidentada, por lo que ocasiona inundaciones repentinas, a esto se suma que, las montañas son jóvenes y tectónicamente activas. Además, se caracteriza por tener fuertes pendientes, consiguientemente alta tasa de erosión superficial. Así mismo, las condiciones geológicas, la intensa temporada de precipitación pluvial, específicamente durante la estación de invierno desencadenan distintos tipos de peligros naturales. Las inundaciones es una de las formas más comunes de los desastres naturales en la región.

Los sistemas de defensa frente a las inundaciones contribuyen a la reducción del riesgo, sin embargo el riesgo no puede eliminarse de modo total, es por ello para la reducción de riesgos es necesario un sistema de predicción, sistemas de aviso, planeamiento y otras medidas no estructurales pueden ser de gran ayuda en la reducción del riesgo existente, es por ello el interés de desarrollar nuevos métodos que permitan la estimación del riesgo (social y económico) y el efecto en riesgo de dichas medidas.

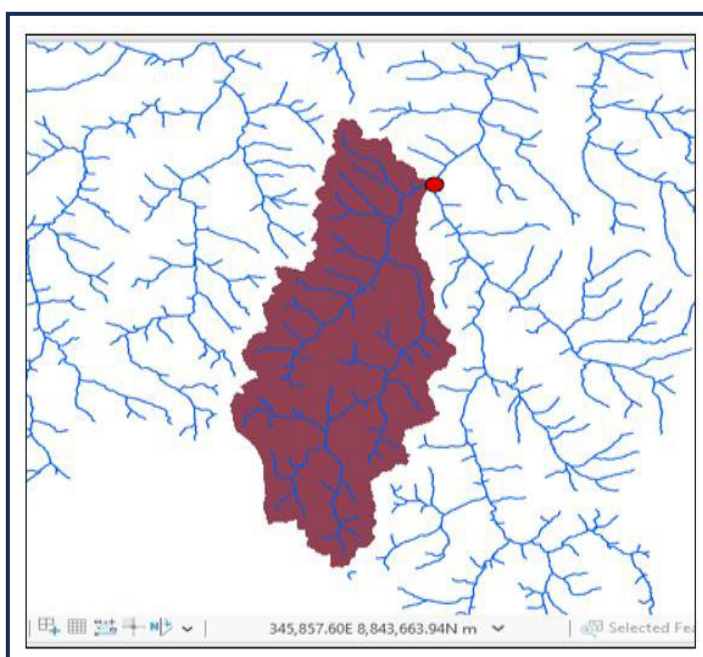
El desarrollo de las ciudades y su expansión urbana han invadido la franja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), invadiendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, obstruyendo la capacidad de descarga. Las inundaciones no se eximen en la capital, toda vez que se han desbordado los ríos Chillón y Rímac, asimismo inundaciones considerables se han dado en la costa del país en ciudades como en Ica y Pisco las cuales han dejado daños cuantiosos materiales como humanos.

Recientemente en el norte del país 2023, han ocurrido inundaciones de considerables proporciones, por efecto del huracán Yaku; en los años 1925, 1982-83, 1997-98 a causa del fenómeno del Niño y la Niña se vio inundaciones más intensas considerados catastróficos, ocasionando daños en las ciudades de Tumbes, Piura y Lambayeque, aquí tenemos que resaltar que no siempre se le debe atribuir al fenómeno del el Niño, sino también a procesos naturales meteorológicos o acciones antrópicas.

Para el caso en estudio, las inundaciones se dan por las características propias del relieve, que tienen pendientes muy pronunciadas, en época de avenida el cauce del río Tingo que se disgrega por la quebrada, incrementándose de volumen de agua en su recorrido por los efluentes colaterales. Figura 7, ocasionando inundación de consideración en el centro poblado de Salcachupan, de mayor consideración que otros caseríos también afectados por el desbordamiento del referido rio en la parte alta.

### Figura 7

*Red hídrica respecto al ámbito de estudio, CC.PP. Salcachupan*



En ese sentido el objeto del presente es mejorar la gestión de riesgo por inundación mediante medidas no estructurales, identificando las áreas de peligrosidad por inundación fluvial, análisis de vulnerabilidad y determinar el nivel de riesgo para optimizar la gestión y la reducción del desastre.

### ***3.6.1. Determinación de Peligrosidad***

Se determina los niveles de peligrosidad del fenómeno por inundación para identificar si es muy alto, alto, medio o bajo. Con el levantamiento de la información a fin de identificar los parámetros de evaluación y susceptibilidad del territorio (factores condicionantes y desencadenantes). Figura 8

**3.6.1.1. Recopilación y Análisis de Información.** Se tiene de estudios publicados, información histórica, cartografía, topografía, geología, geomorfología, etc, proporcionadas de entidades técnico-científicos como el INGEMMET, IGP, IGN, SENAMHI, INDECI, ANA, CONIDA, INEI, CISMID, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, Universidades públicas y privadas, entre otros. Las zonas preseleccionadas y seleccionadas de la inundación.

**3.6.1.2. Identificación de la probable área de influencia por inundación.** Se realiza en base a estudios previos o realizados por entidades técnicas competentes sobre peligrosidad y riesgo. En la identificación se contempla el área probable de influencia, ubicación geográfica, vías de acceso, entre otros.

#### **3.6.1.3. Parámetros de evaluación del fenómeno.**

**A. Susceptibilidad del territorio.** Consiste en la mayor o menor predisposición que un evento ocurra, en una determinada área geográfica, ello va a depender de los factores condicionantes y desencadenantes:

**a. Factores condicionantes.** Son propios del ámbito geográfico de estudio, la cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud, intensidad, otros), también la condición espacial.

**b. Factores desencadenantes.** Son eventos o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico. Por ejemplo, las lluvias generan deslizamientos de material suelto meteorizado, en nuestro caso la cantidad de agua por efecto de la lluvia en época de avenida, hacen que converjan de todos los efluentes de la parte alta, al cauce del río Tingo, desbordándose este en la cuenca baja, afectando al centro poblado de Salcachupan.

### ***3.6.2. Identificación de Peligros.***

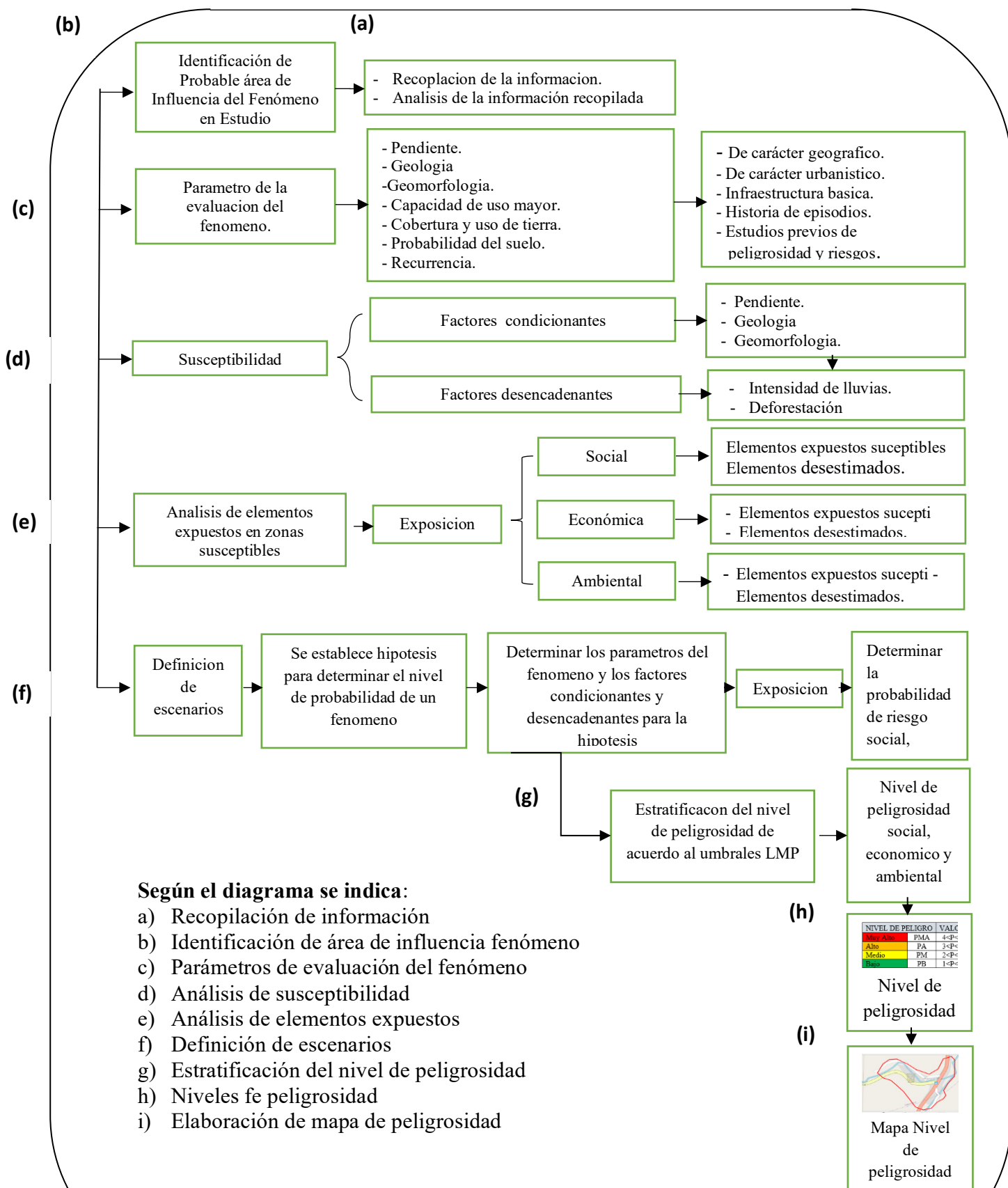
El peligro es la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (D.S. N° 048-2011-PCM. Numeral 2.15 del artículo 2).

En la determinación de los peligros, se identifica, se caracterizan, se evalúa la susceptibilidad, se define los escenarios, se determina el nivel y se elabora el mapa del nivel de peligro.

**3.6.2.1. Determinación del ámbito de ocurrencia del peligro.** Los peligros pueden suceder en un ámbito específico, localizada una fuente de peligro (por ejemplo, un flujo de detritos, o una quebrada activa), o en un ámbito difuso cuyos alcances no se puede precisar (por ejemplo, un sismo). En ambos casos, lo importante es determinar las poblaciones o bienes que podrían estar en el radio de impacto.

Figura 8

**Determinación de los Niveles de Peligrosidad**



Según el diagrama se indica:

- a) Recopilación de información
- b) Identificación de área de influencia fenómeno
- c) Parámetros de evaluación del fenómeno
- d) Análisis de susceptibilidad
- e) Análisis de elementos expuestos
- f) Definición de escenarios
- g) Estratificación del nivel de peligrosidad
- h) Niveles de peligrosidad
- i) Elaboración de mapa de peligrosidad

Fuente: CENEPRED, 2014



**3.6.2.2. Determinación de la susceptibilidad.** La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición, que un evento ocurra en determinado ámbito geográfico, dependiendo de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno. (CENEPRED Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2014).

La información de primera fuente para determinar la susceptibilidad se extrae de la publicación digital del INGEMMET del mapa de susceptibilidad de movimientos en masa e inundaciones. La susceptibilidad se precisa a escala de detalle hasta 1/25,000.

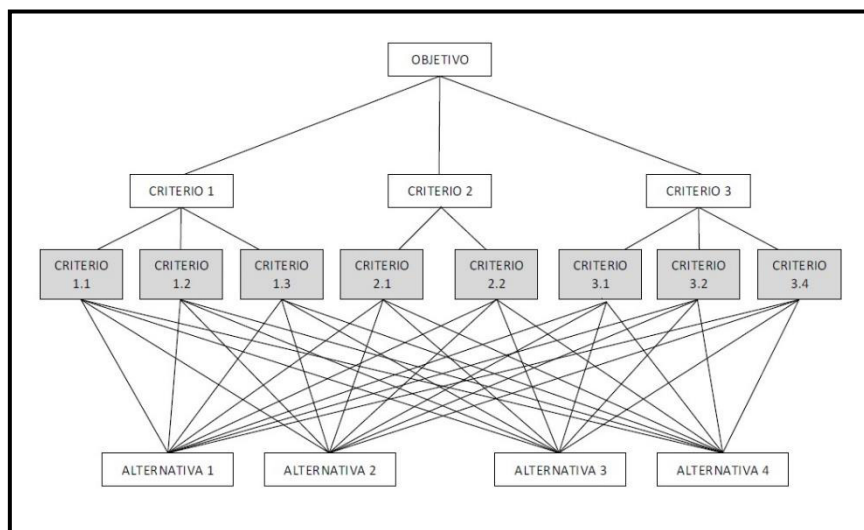
Por otro lado, para el caso de inundaciones, hay que tomar en cuenta que los valores se invierten a diferencia de la consideración en movimientos en masa, esto debido a que una pendiente muy escarpada ( $> 50^\circ$ ) o abrupta ( $35 - 50^\circ$ ) estará a salvo de una inundación. Por consiguiente, los máximos valores deben de considerarse en los terrenos llanos o moderados

### **3.6.3 Análisis Multicriterio o Proceso Analítico Jerárquico**

Teniendo en consideración los datos a procesar son del tipo multicriterio, recurrimos al modelo propuesto por el profesor Thomas L. Saaty, a fin de evaluar y comparar los parámetros, en función a una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. Para que el método sea eficaz, es fundamental que los criterios y subcriterios estén muy bien definidos, que sean relevantes y mutuamente excluyentes (es decir, que exista independencia entre ellos). Es importante que el número de criterios y subcriterios en cada nivel no sea superior a 7, para evitar excesivas comparaciones a pares. (Yepes, 2018).

### **Figura 9**

*Estructura Análisis Multivariante o Proceso Analítico*



En este orden de ideas, la Ley de Weber-Fechner establece que el menor cambio discernible en la magnitud de un estímulo es proporcional a la magnitud de dicho estímulo. Como la relación entre el estímulo y la percepción corresponde a una escala logarítmica, si un estímulo crece en progresión geométrica, la percepción evolucionará como una progresión aritmética. Por lo que AHP o Proceso Analítico Jerárquico utiliza una escala fundamental del 1 al 9 que ha sido satisfactoria en comprobaciones empíricas realizadas en situaciones reales muy diversas (Yepes, 2018).

**Tabla 9**

*Escala de Comparación por Pares*

VALOR	DEFINICION	COMETARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6,8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

*Nota.* Saaty 1980 compara diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada **matriz de decisión**.

Cuando se realiza el modelamiento geoespacial en un SIG, el análisis multicriterio, también conocido como análisis de superposición ponderada o álgebra de mapas, es útil en su aplicación a la caracterización de fenómenos, o atributos de cualquier índole geocientífica (geográfica, ambiental, geológica, geomorfológica, meteorológica, etc.), en muchos problemas de esta índole influyen multitud de factores. Muchas aplicaciones de SIG conocidas (como ArcGIS o QGIS) permiten efectuar este tipo de análisis.

Información de precipitación pluvial proveniente de las 4 estaciones convencionales meteorológicas cercanas al área de estudio: Huariaca y Chaprin. Los datos de ubicación y características de las estaciones consideradas en la investigación se mencionan a continuación en la Tabla 9:

**Tabla 10**

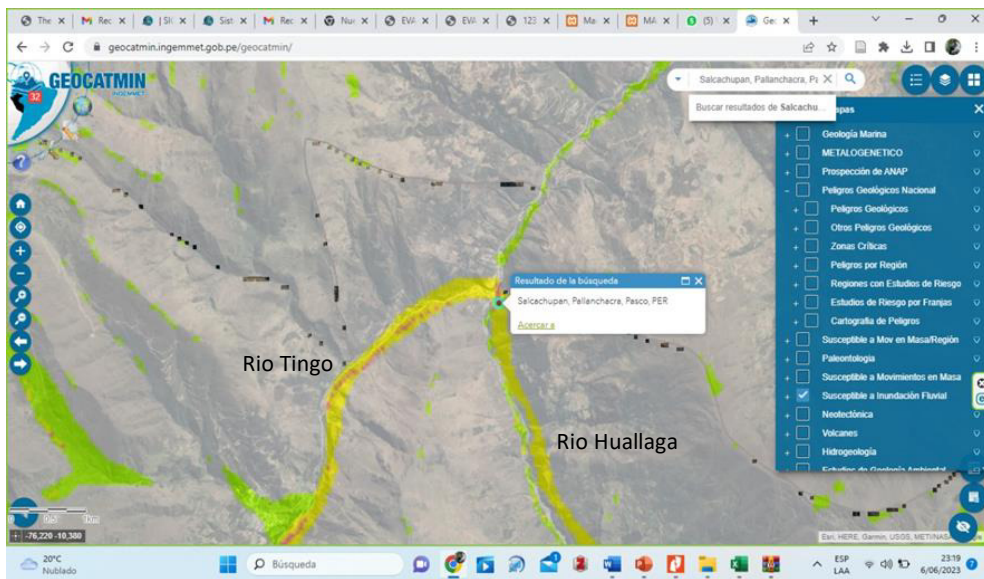
*Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio*

N°	Estacion	Depart.	Provincia	Distrito	Latitud	Longitud	Altitud m.n.s.m.
1	Huariaca	Pasco	Pasco	Huariaca	10° 26' 1"	76° 11' 1"	3355
2	Chaprin	Pasco	Pasco	Huariaca	10° 27' 34"	76° 10' 48"	2900

Para determinar el valor de susceptibilidad a inundaciones, recurrí a los mapas propuestos por el INGEMMET para el departamento de Pasco y la Matriz, publicados por el CENEPRED, Figura 10.

**Figura 10**

*Mapa de susceptibilidad a inundaciones*



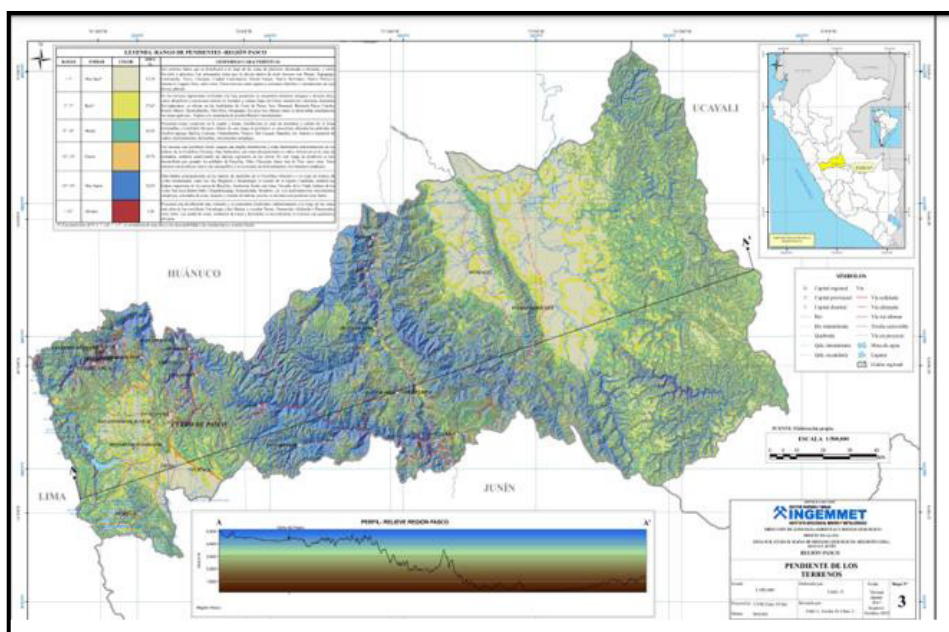
Fuente: INGEMMET, aplicativo Geocatmin

*Nota:* La sombra de color amarillo nos muestra la susceptibilidad por inundación fluvial en las cuencas del rio Tingo y del Huallaga.

Para determinar la estructura del terreno susceptible a inundación, recurrí al mapa propuesto por el INGEMMET para el departamento de Pasco

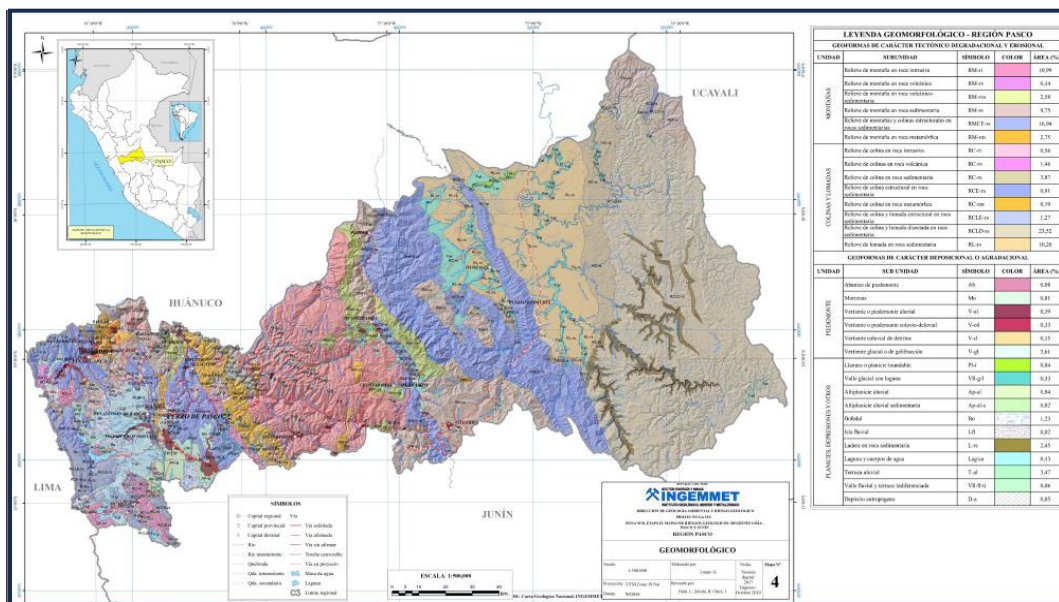
**Figura 11**

*Pendiente de terreno en inundaciones*



Se presente el mapa de Geomorfología a fin de determinar la forma de la superficie terrestre, para ver su génesis y su comportamiento.

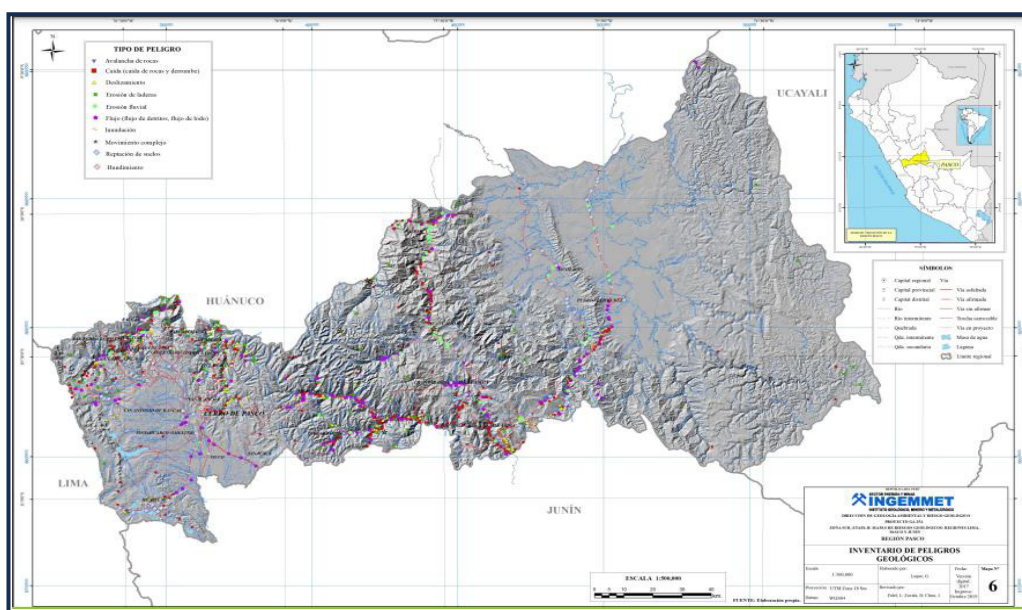
**Figura 12**  
*Geomorfología*



Fuente. INGEMMET

Nota. Según el Mapa de Geomorfología, el lugar de estudio pertenece a la Unidad: Montañas, Subunidad: Relieve de montaña en roca sedimentaria. (RM-rs).

**Figura 13**  
*Peligros geográficos o áreas restringidas*



Fuente; INGEMMET desbordamientos, derrumbes, erosión fluvial

El Evaluador de Riesgo o el equipo técnico a cargo del Análisis de Riesgo, de acuerdo con la tipología del peligro o características de la zona de estudio puede considerar otros aspectos a evaluar.

### **3.7. Consideraciones éticas**

La presente investigación cumplió con el reglamento establecido por la Universidad Nacional Federico Villarreal, manifestando compromiso y responsabilidad en el proceso de datos que se alcanzaron, después de aplicar los instrumentos de recolección.

Los que al mismo tiempo conllevaron a establecer las discusiones, conclusiones y recomendaciones respectivas. Por otra parte, se respetó el derecho de autenticidad, citando a todos los autores que en el trabajo de investigación se presentan, tomando en cuenta las Normas APA 7a Ed.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción del trabajo de campo

#### 4.1.1. Ubicación política

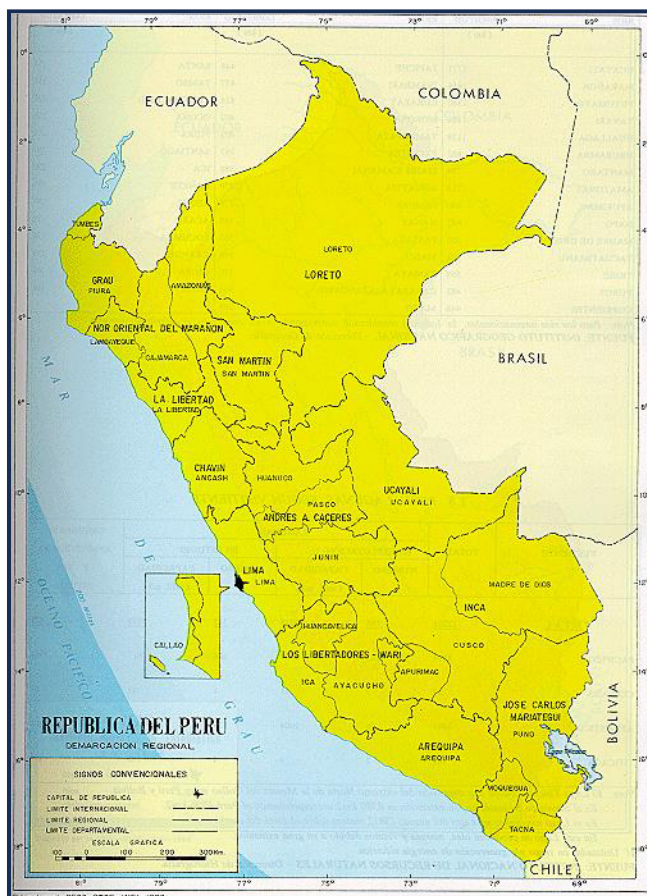
El lugar de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Pasco, Provincia de Pasco, distrito de Pallanchacra. Geográficamente se localiza en la cuenca baja del río Tingo.

Zona 18

Ubicación: UTM WGS84	-10.389	-76.210
	Latitud: 10°23'5.4"	Longitud: 76°12'35.9"
Coordenadas Geográficas	E367846.57	N8850892.16

**Figura 14**

*Ámbito territorial del distrito de Pallanchacra, Provincia Pasco*



#### 4.1.2. Accesibilidad

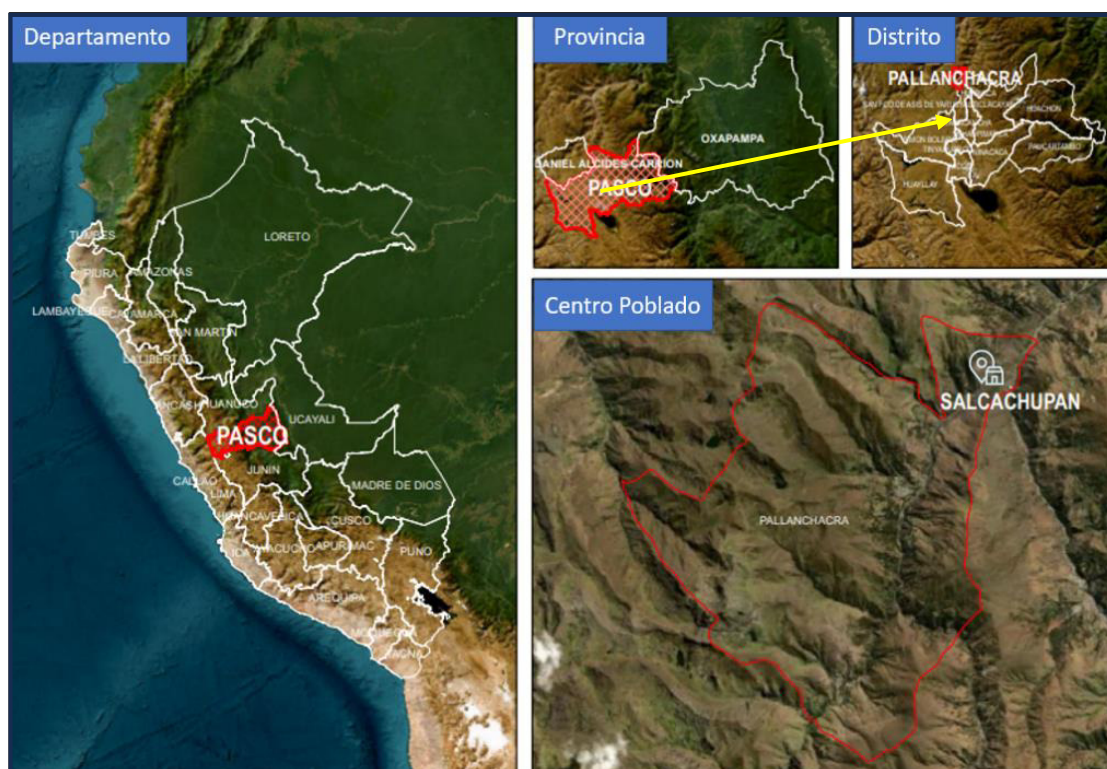
- El acceso a la zona de estudio se da por la carretera central Pasco – Huánuco.
- Cerro de Pasco – Huariaca – Salcachupan. (Pallanchacra).

#### 4.1.3. Climatología

La cuenca hidrográfica del río Tingo desde el punto de vista ecológico presenta dos zonas de vida y clima de acuerdo con la clasificación presentada en el mapa geológico del Perú

### Figura 15

*Ubicación geográfica del centro Poblado de Salcachupan*



#### 4.2. Trabajo de gabinete

Los datos de campo que se han considerado para el desarrollo del estudio han sido: la geología, la geomorfología, la pendiente; en la parte geológica se consideró la



composición, la estructura dinámica y los procesos que repercuten en su superficie (fm. Pocobamaba, fm. Jumasha, fm. Chulec, fm. Santa, Carhuaz), por su parte la geomorfología trata del relieve y sus deformaciones de la superficie de la tierra (llanura o planicie, terrazas inclinadas, laderas y colinas); otro de las variables es la pendiente para poder interactuar estas características, llámese variables con el propósito de calcular el nivel de peligro, se empleó el modelo de proceso analítico jerárquico, la cual se utiliza para la toma de decisiones complejas, desarrollado por Saaty para resolver como análisis multiproceso.

Los datos de campo que se han considerado para el desarrollo del estudio es la geología, la geomorfología, la pendiente del lugar de estudio, apoyados por los mapas del INGEMMET, Figura 11, 12 y 13; en la parte geológica se consideró la composición, la estructura dinámica y los procesos que repercuten en su superficie (fm. Pocobamaba, fm. Jumasha, fm. Chulec, fm. Santa, Carhuaz), por su parte la geomorfología trata del relieve y sus deformaciones de la superficie de la tierra (llanura o planicie, terrazas inclinadas, laderas y colinas); otro de las variables es la pendiente para poder interactuar estas características, llámese variables con el propósito de calcular el nivel de peligro, se empleó el modelo de proceso analítico jerárquico, la cual se utiliza para la toma de decisiones complejas, desarrollado por Saaty para resolver como análisis multiproceso (Yepes, 2018), se ajusta de modo excepcional a nuestro requerimiento. Por otro lado, se determinó el peligro que ocasiona el terreno, en función de la susceptibilidad, a partir de factores condicionantes: pendiente, geología, geomorfología; (Tabla 10, matriz de ponderación condicionantes), provocados por el factor desencadenante: la precipitación, (Tabla 12, matriz de ponderación desencadenantes) la cual es la causante de las inundaciones. (Zavala et.al 2012); con ello se generó la tabla 12 de nivel de peligro.

### **Tabla 11**

*Matriz de ponderación de pares, factores condicionantes*

FACTORES CONDICIONANTES	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.33	1.00	3.00
Geología	0.20	0.33	1.00
suma	1.53	4.33	9.00
1/suma	0.65	0.23	0.11

**Tabla 12**

*Nivel de susceptibilidad*

DESCRIPCION	NIVEL DE SUSCEPTIBILIDAD
Zona con una pendiente muy escarpada, mayor a 50°.	MUY ALTO
Zona con una pendiente abrupta, entre 35 a 50°.	ALTO
Zona con una pendiente fuerte, entre 20 a 35°.	MEDIO
Zona con una pendiente moderada, entre 0 a 20°.	BAJO

*Nota.* La asignación de los niveles se realizó, basándonos en el criterio de expertos (Villacorta et al, 2015).

**Tabla 13**

*Matriz de ponderación de pares del parámetro de Precipitación (desencadenante)*

PRECIPITACION	S60°	S40°	S30°	S20°	S10°
60-80% Superior a normal climático	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
40-60% Superior a normal climático	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
30-40% Superior a normal climático	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
20-30% Superior a normal climático	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
10-20% Superior a normal climático	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
suma	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

**Tabla 14***Factores Condicionantes (FC)*

FACTORES CONDICIONANTES (FC)						FACTOR DESENCADENANTE (FD)			
UNIDADES GEOLOGICAS		UNIDADES GEOMORFOLOGICAS		PENDIENTE DEL TERRENO		VALOR	PESO	ANOMALIA DE PRECIPITACION	
Ppar Geológica	Pdesc	Geomorfológica	Pdesc	Pendiente	Pdesc			VALOR	PESO
0.106	0.532	0.260	0.503	0.634	0.497	0.500	0.4	0.468	0.6
0.106	0.262	0.260	0.260	0.634	0.257	0.257	0.4	0.268	0.6
0.106	0.124	0.260	0.134	0.634	0.138	0.135	0.4	0.144	0.6
0.106	0.054	0.260	0.068	0.634	0.072	0.069	0.4	0.076	0.6
0.106	0.028	0.260	0.035	0.634	0.036	0.035	0.4	0.044	0.6

Ppar = Valor del vector de priorización, Pdesc = Valor desencadenante

**Tabla 15***Parámetros de Evaluación de Peligros (PE)*

SUSCEPTIBILIDAD		MATRIZ DE PARAMETROS DE EVALUACION DE PELIGROS (PE)										VALOR DE PELIGRO		
VALOR	PESO	MAGNITUD		INTENSIDAD		DURACION		FRECUENCIA		PERIODO DE RETORNO		VALOR	PESO	(Valor*pesoS)+ (Valor*pesoPE)
		VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO			
0.481	0.7	0.47	0.51	0.27	0.47	0.14	0.43	0.08	0.50	0.04	0.50	0.488	0.3	0.484
0.264	0.7	0.47	0.26	0.27	0.27	0.14	0.32	0.08	0.26	0.04	0.26	0.269	0.3	0.266
0.140	0.7	0.47	0.13	0.27	0.14	0.14	0.14	0.08	0.13	0.04	0.13	0.137	0.3	0.139
0.073	0.7	0.47	0.07	0.27	0.08	0.14	0.07	0.08	0.07	0.04	0.07	0.069	0.3	0.072
0.040	0.7	0.47	0.03	0.27	0.04	0.14	0.05	0.08	0.03	0.04	0.03	0.038	0.3	0.040

*Nota.* Las tablas 15 y 16 se halla de una secuencia de cálculos a partir de las tablas 13 y 14, de las de los factores condicionantes y desencadenantes; ponderación de pares, relación de consistencia, cálculo del índice de consistencia, relación de consistencia para validar si la ponderación fue correcta la asignación de valores.

**Tabla 16**

*Matriz de nivel de peligro*

RANGO			NIVELES DE PELIGRO
0.266	< P <	0.484	MUY ALTO
0.139	< P <	0.266	ALTO
0.072	< P <	0.139	MEDIO
0.040	< P <	0.072	BAJO

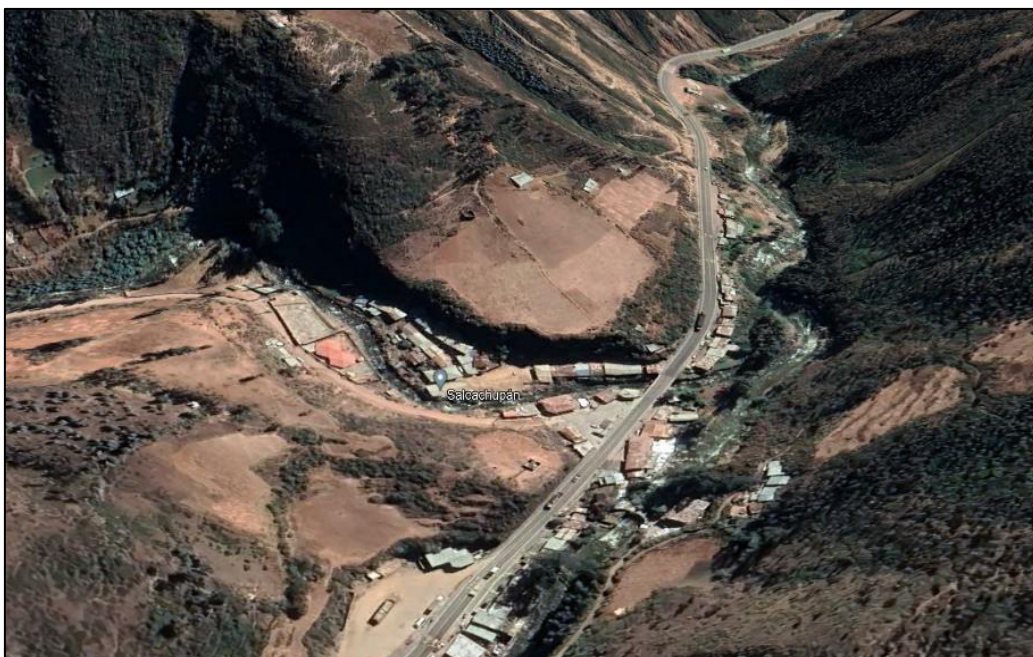
*Nota.* La matriz del nivel de peligro se obtiene de la relación de la matriz de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) con la matriz de los parámetros de evaluación de peligros.

De la Tabla N° 15, se extrajo el promedio de la columna VALOR de PELIGRO, resultando 0.26, esta ubicamos en la Tabla 16, lo cual corresponde a un nivel de peligro ALTO. Esto es de preocupación a tomar en cuenta.

Con el software Google Earth Pro, ubicamos al centro poblado de Salcachupan, este nos ayuda a visualizar la geografía, la geomorfología y la pendiente tridimensionalmente, sin ello sería arduo y tedioso el trabajo de campo.

**Figura 16**

### *Centro Poblado de Salcachupan*



*Nota.* Vista del centro poblado a través del Google Earth Pro

Se elaboró la red hídrica a partir de la unidad hidrográfica del ANA, para evaluar el riesgo.

### **Figura 17**

*Delimitación del lugar de estudio*

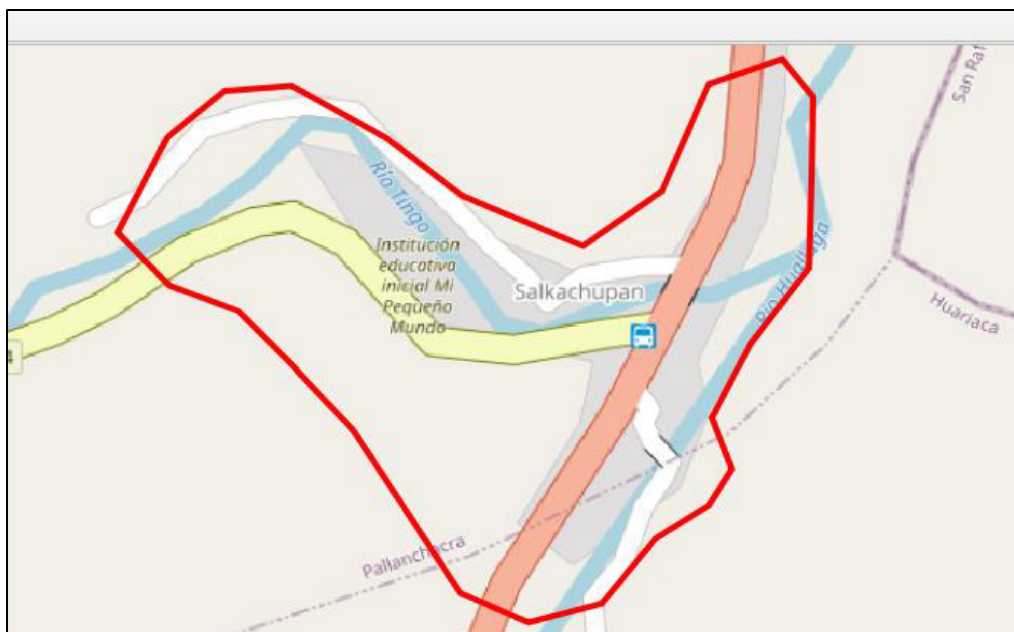


*Nota,* Se realiza para plotear solo en el área.



**Figura 18**

*Unidad hidrográfica en QGIS.*



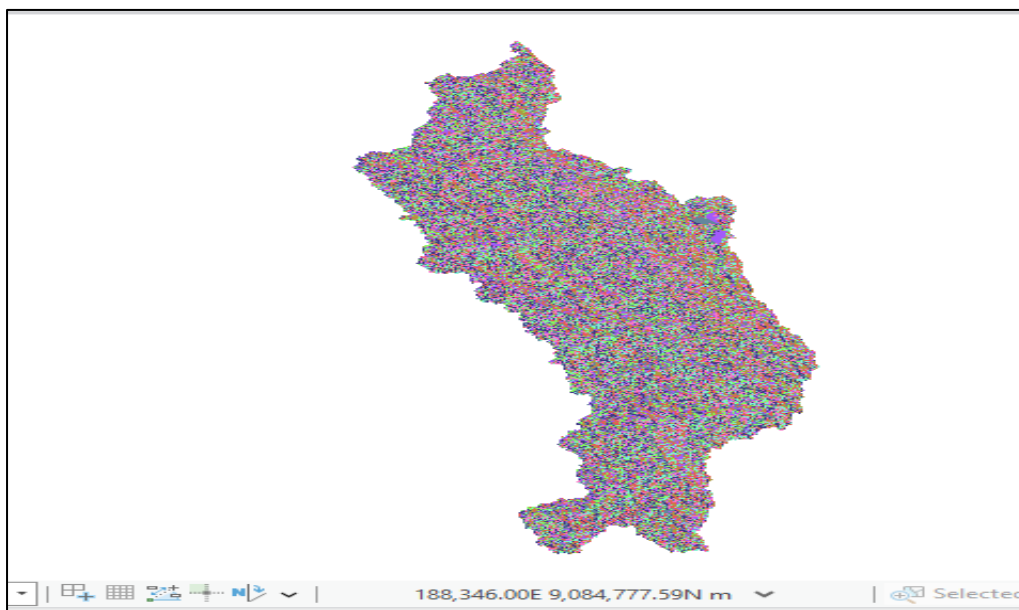
*Nota.* Descarga de la web del ANA, procesado con el software QGIS.

**Figura 19**

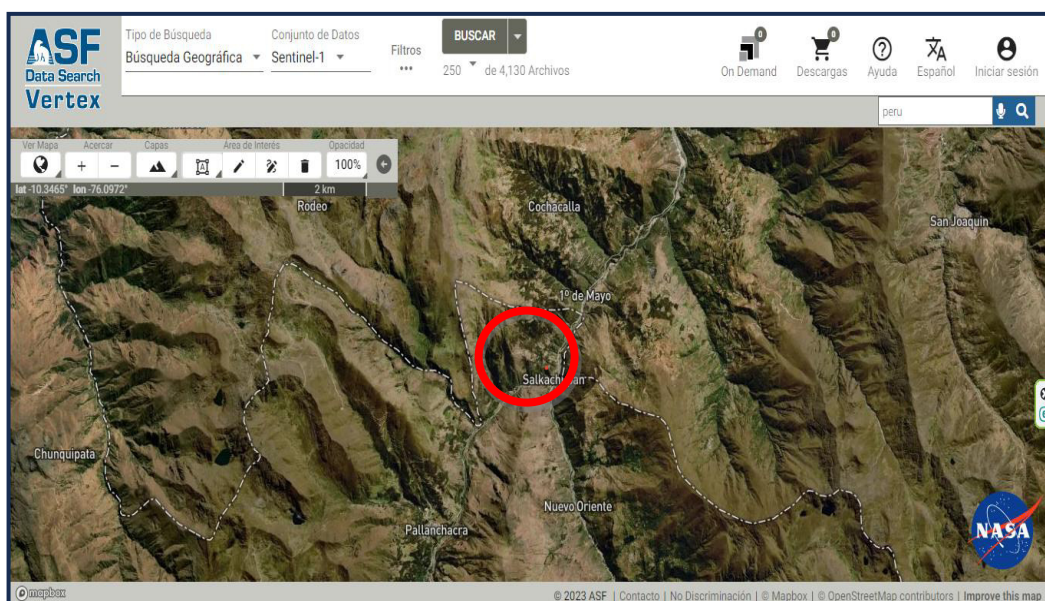
*Unidad hidrográfica en Google Earth Pro*



*Nota.* Modificación de la unidad hidrográfico con el software Google Earth Pro.

**Figura 20***Pendiente del DEM*

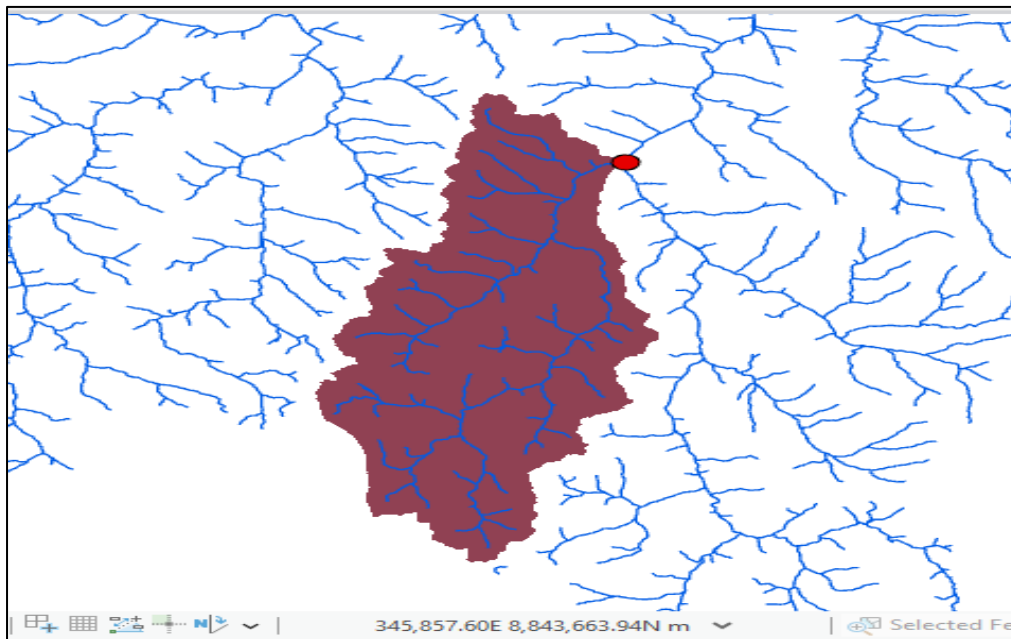
*Nota.* Direcciones de cada celda conforme a la pendiente del DEM, configuración de los parámetros de entrada y de salida.

**Figura 21***Modelo Digital de Elevación*

*Nota.* Imágenes raster del Modelo Digital de Elevación (DEM) del ámbito de estudio en el Alaska Satellite Facility (ASF).

**Figura 22**

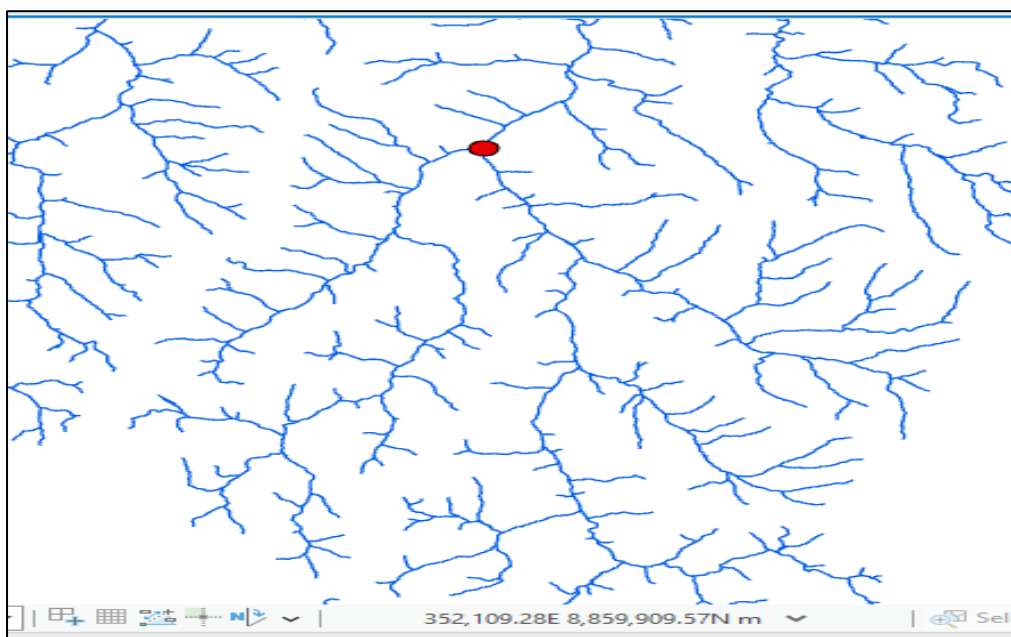
*Cuenca del río Tingo.*



*Nota.* Delimitación de la cuenca del río, Tingo, parámetros de entrada y de salida.

**Figura 23**

*Mapa de sombras y curvas de nivel.*

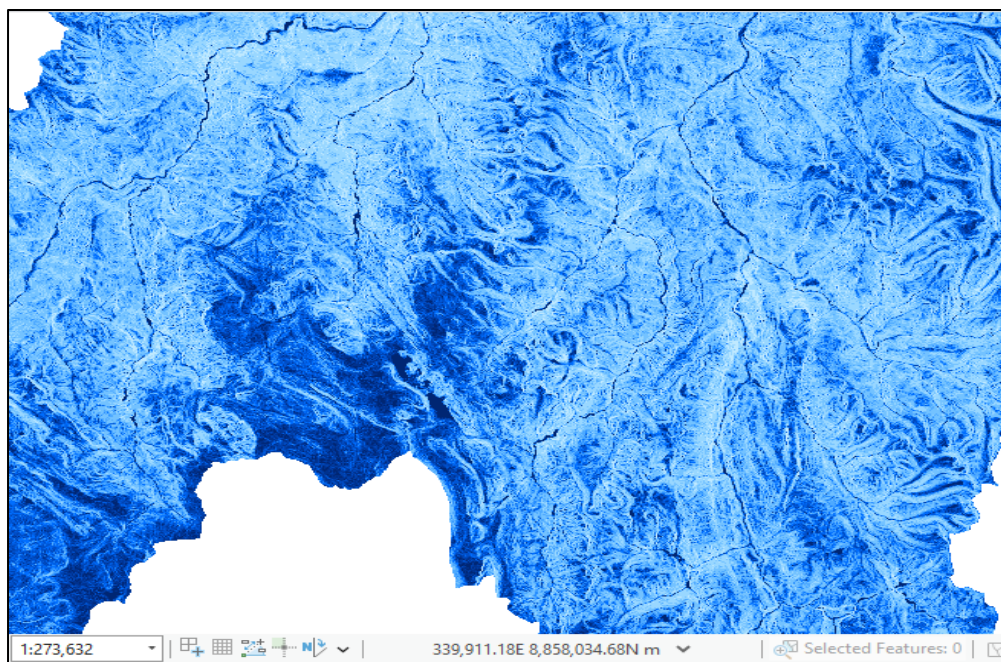


*Nota.* Pendiente, presentación con el mapa de sombras y curvas de nivel.



**Figura 24**

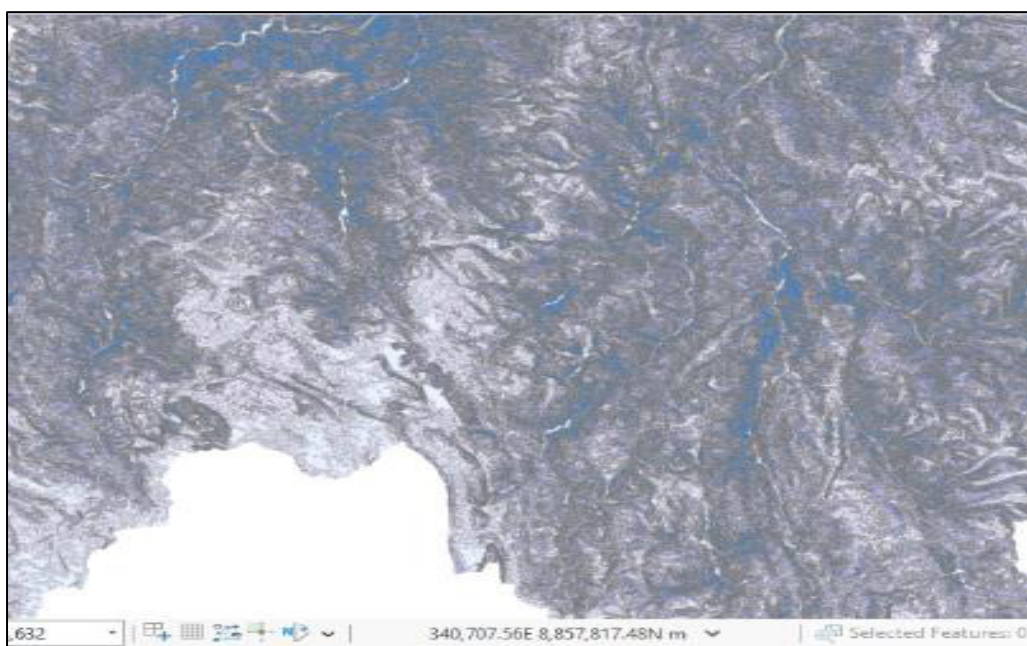
*Ajuste de pendiente*



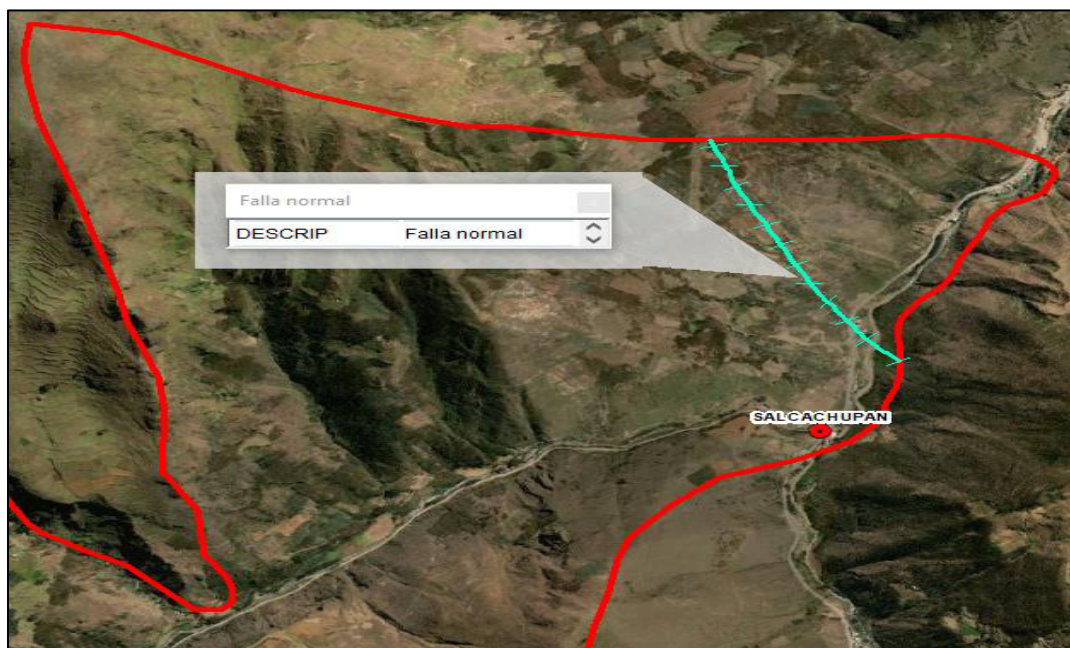
*Nota.* Ajuste de la pendiente con datos proporcionados (raster) por el INGEMMET.

**Figura 25**

*Vector de la pendiente*



*Nota.* Exportación de raster a vector.

**Figura 26***Falla geológica*

*Nota.* Presentación de falla geológica a escala 1:100,000 identificada por el INGEMMET, esto le hace más vulnerable a la zona de estudio.

Cabe mencionar que la Autoridad Nacional del Agua identificó con anterioridad 2 puntos críticos en el ámbito de estudio, de trabajos realizados por el INDECI: 1. Descolmatación y protección con rocas, en la confluencia del río Tingo y el Huallaga (2016) y 2. Limpieza, descolmatación y protección con enrocado (2020).

**Figura 27**

*Antecedente de trabajos realizados por efecto de inundación.*



En consecuencia, se determinó la importancia de la metodología del análisis espacial para estimar del riesgo de desastres en la cuenca baja del río Tingo, básicamente por fenómeno natural que ocasiona inundaciones en época de avenida, en el distrito Pallanchacra, de modo expreso en el centro poblado de Salcachupan. A través de la Tabla N° 13 se determinó un nivel de peligro ALTO; esto es de mucha preocupación a tomar en cuenta. En ese sentido el estudio servirá como instrumento para reducir el riesgo, a través de la toma de decisiones oportunas de políticas públicas, con la finalidad de planificar el desarrollo institucional y estimular la inversión por parte de la autoridad local; reduciendo la vulnerabilidad mediante la construcción de defensas ribereñas, gaviones, enrocados, enmallados en los ríos, con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible de la localidad citada: La cual puede servir como base para futuras investigaciones y acciones de reducción del riesgo en la zona y otras regiones.



#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Uno de los factores desencadenantes es la lluvia predominante en la zona, por lo general es permanente durante el año y con mayor intensidad en los meses de diciembre a abril, este corrobora con la publicación de la autoridad nacional en su reporte anual respecto a las precipitaciones pluviales anómalas, (SENAMHI, 2023). La lluvia es el causante de los fenómenos geodinámicos externos en la cuenca del Huallaga, como son las inundaciones y erosión de suelos por el desborde del río Tingo.

La generación de riesgos es la consecuencia de la transformación de la naturaleza por las personas, debido a las construcciones irresponsables de viviendas como los asentamientos urbanos (Ríos-Llamas, 2020). En la gestión del riesgo de desastre, los individuos tienen un rol fundamental para desarrollar acciones proactivas (Mojtahedi & Oo, 2016). Bajo este contexto los habitantes de la zona no la excepción por lo que deben adecuarse a un proceso social cuyo fin es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre.

Por otro lado, el análisis exploratorio y comparativo de datos georreferenciados de zonas de residencia y equipamientos, la distancia respecto a los cauces, tipos de suelo, pendiente del terreno y precipitaciones, así como el acercamiento cartográfico para la interpretación modelística sirven para definir con precisión los niveles de riesgo de inundación y vulnerabilidad (Narvéz et al., 2009). Este corrobora con lo realizado en el presente estudio, donde se obtuvo el nivel de riesgo de 0.266 correspondiente a ALTO.

Yepes (2018), manifiesta que el modelo es utilizado en aplicaciones prácticas y en la toma de decisiones complejas; en el caso de estudio la aplicación del modelo se observa en la secuencia de desarrollo de las tablas desde la 8 hasta la 12, como resultado se obtuvo la

matriz de nivel de peligro, tabla 13, la cual ayuda a determinar el peligro desde el nivel bajo a muy alto.

En la Figura 16 se puede observar que el INGEMMET, el 2023 ha identificado a una escala 1:100000, una falla geológica; esto acrecienta aún más la vulnerabilidad del centro poblado de Salcachupan, consiguientemente el PELIGRO es inminente.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Se aplicó el análisis espacial, datos geoespaciales y otros datos relevantes, para determinar la causa del riesgo, llegando a la conclusión que son originadas por la inundación provocados por los fenómenos naturales, específicamente por las lluvias permanentes.
- ✓ Se caracterizó los factores condicionantes y desencadenantes a fin de determinar la matriz del nivel de peligro (tabla 15), cuyo valor arroja a 0.2, correspondiente al nivel de peligro, ALTO
- ✓ Se determinó la vulnerabilidad del centro poblado de Salcachupan, mediante el análisis espacial, utilizando diversas fuentes de datos y herramientas de geoprocésamiento y modelado.
- ✓ Se determinó los mapas de niveles de peligro por inundación del centro poblado de Salcachupan, resueltos con el soporte de los softwares: ArcGis, Google earth Pro, Alaska Satellite Facility, y los datos del INGEMMET, ANA.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se propone mitigar los riesgos y fortalecer la resiliencia del centro poblado de Salcachupan, mediante la inclusión de mapas temáticos y la identificación de patrones espaciales; asimismo mapear las amenazas naturales, análisis de patrones climáticos, identificación de áreas no planificadas como zonas de riesgo.
- ✓ Se propone abordar la planificación del uso del suelo, la regulación de la construcción, la mejora de la infraestructura y la promoción de la concienciación comunitaria de modo que se reduzca la vulnerabilidad y la mejora de la resiliencia de las comunidades ante eventos extremos.
- ✓ Es necesario implementar el análisis espacial a través de los SIG para el estudio de los riesgos de desastre debido a que proporcionan información detallada y permiten definir con mayor precisión las variables físicas y sociales que ayudan a determinar los niveles de peligro y vulnerabilidad, principalmente en asentamientos humanos y centros poblados, asimismo las autoridades deben regular la construcción.

## REFERENCIAS

Alejo, G. (14 de octubre de 2021). ¿Qué es Peligro y Riesgo? Diferencias según ISO 45001.

*ISE-Academy*.

<https://ise-academy.net/que-es-peligro-y-riesgo-diferencias-segun-iso-45001/>

Agamez, M. y Gónima, L. (2015). Desarrollo de una metodología para el estudio de las inundaciones causadas por encharcamiento de agua de lluvia en zonas urbanas relativamente planas. Area de estudio: Montería (Colombia). *Estudios geográficos*, 76(278).

ArcGIS (2023). Proyección transversa de Mercator.

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/properties/transverse-mercator.htm#:~:text=La%20proyecci%C3%B3n%20transversa%20de%20Mercator%20es%20una%20proyecci%C3%B3n%20de%20mapa,de%20escala%20es%201%20C0.>

Armetrics (2022). Qué es Base de datos.

<https://www.armetrics.com/glosario-digital/base-de-datos>

Arreguín, F., López, M. y Marengo, H. (2016). Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(5).

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222016000500005&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222016000500005&script=sci_arttext)

Averi, D. & Bibi, T. (2023). Identification of small-scale hydropower potential sites using geographic information system and hydrologic modeling technique: Awata river, Genale Dawa basin, Ethiopia. *Energy Reports*, 9, 2405-2419.



<https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.01.081>

Baena, G. (2017). Metodología de la investigación (3a. ed.).

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

Barrios, U., Salgado, S. & Flores, M. (2021). Análisis espacial para la prevención de riesgo de inundación en la colonia Encinal, Xicotepec. *Revista Arquitectura +*, 6(12), 72–85.

<https://doi.org/10.5377/arquitectura.v6i12.12884>

Benítez, K. y Gómez, D. (2015). *Zonificación por susceptibilidad a fenómenos de inundación en el área de influencia urbana de la quebrada Chapal en San Juan de Pasto, Nariño*. [Tesis de grado, Universidad de Nariño]. Repositorio Institucional UDENAR.

<http://sired.udenar.edu.co/1010/>

Bernal, L. y Grajales, M. (2019). Modelación espacial del riesgo de Desastres Naturales en Colombia 2010-2016. [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional UDISTRAL.

<https://repository.udistral.edu.co/bitstream/handle/11349/14741/BernalNavarroLuisaFernanda2019.pdf;jsessionid=B5199A5075D2C2E7F32D9197D2DE3BA5?sequence=1>

Beynon, P. (2018). *Sistemas de bases de datos*. Reverté.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XjbeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=base+de+datos+concepto&ots=DID1zPCWFU&sig=0L1XIfD1eNEf2VA0mdiz2i3txy0>

Buzai, G. D., Baxendale, C. A., Humacata, L. y Principi, N. (2016). Sistemas de información geográfica. *Cartografía Temática y Análisis Espacial*. Universidad Nacional de Luján

[https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Buzai/publication/298353129\\_Los\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_en\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_actual/links/56e879e208ae9bcb3e1cd3bc/Los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-en-la-investigacion-cientifica-actual.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Buzai/publication/298353129_Los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_en_la_investigacion_cientifica_actual/links/56e879e208ae9bcb3e1cd3bc/Los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-en-la-investigacion-cientifica-actual.pdf)

Buzai, G., Humacata, L. y Principi, N. (2019). *Análisis espacial con sistemas de información geográfica*. Universidad Nacional de Quilmes.

[https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Buzai/publication/298352751\\_Analisis\\_Espacial\\_con\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_Aportes\\_de\\_la\\_Geografia\\_para\\_la\\_elaboracion\\_del\\_Diagnostico\\_en\\_el\\_Ordenamiento\\_Territorial/links/607ac0592fb9097c0ced03b9/Analisis-Espacial-con-Sistemas-de-Informacion-Geografica-Aportes-de-la-Geografia-para-la-elaboracion-del-Diagnostico-en-el-Ordenamiento-Territorial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Buzai/publication/298352751_Analisis_Espacial_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Aportes_de_la_Geografia_para_la_elaboracion_del_Diagnostico_en_el_Ordenamiento_Territorial/links/607ac0592fb9097c0ced03b9/Analisis-Espacial-con-Sistemas-de-Informacion-Geografica-Aportes-de-la-Geografia-para-la-elaboracion-del-Diagnostico-en-el-Ordenamiento-Territorial.pdf)

Campos, E. (2017). Plan de gestión de riesgos de desastres y cultura ambiental: un análisis desde el enfoque cuantitativo. *Espacio y Desarrollo*, (29).

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/17569>

Camus, P., Arenas, F., Lagos, M. y Romero, A. (2016). Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre. *Revista de Geografía Norte Grande*, (64).

[https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022016000200002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022016000200002&script=sci_arttext&tlng=pt)

Cano, T. (2019). Estimación del riesgo de desastres en la subcuenca baja del Río Shullcas zona urbana de la ciudad de Huancayo. [Tesis de doctorado, Universidad del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5447/T010\\_41362890\\_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5447/T010_41362890_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cascón, J., López, A., Ruiz, A. y Herrera, E. (2019). Proyecto Histocarto: aplicación de SIGs (georreferenciación y geolocalización) para mejorar la recuperación de la documentación histórica gráfica. *Profesional de la información*, 28(4).

<https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/71788>

CENEPRED (2023). Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.

[https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/guia\\_manuales/LINEAMIENTOS-PROCESOS-ESTIMACION.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/guia_manuales/LINEAMIENTOS-PROCESOS-ESTIMACION.pdf)

Cerrón, H. (2021). *Implementación de la gestión reactiva del riesgo de desastres en la Municipalidad de Pacarán y su relación con la atención de emergencias, provincia de Cañete 2020*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. Repositorio CONTINENTAL.

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9968/1/IV\\_PG\\_MGR\\_D\\_TE\\_Cerron\\_Rau\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9968/1/IV_PG_MGR_D_TE_Cerron_Rau_2021.pdf)

Chávez, R. (2019). Cambio climático, ciudad y gestión ambiental. Los ámbitos nacional e internacional. *Economía y Sociedad*, (39).

<http://148.216.28.16/ojs3/index.php/ecosoc/article/view/15>

Cotler, H., Galindo, A., Gonzáles, I. Pinedo, R. y Ríos, E. (2013). *Cuencas hidrográficas, fundamentos y perspectivas para su mapeo y gestión*.

[https://www.produccion-animal.com.ar/agua\\_cono\\_sur\\_de\\_america/80-Cuencas\\_hidrograficas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/agua_cono_sur_de_america/80-Cuencas_hidrograficas.pdf)

Cursosgis (2023). Como crear una Geodatabase en ArcGIS.

<https://www.cursosgis.com/como-crear-una-geodatabase-en-arcgis/>

Da Silva, C. y Cardozo, O. (2015). Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica aplicados a la definición de espacios potenciales para uso del suelo residencial en Resistencia (Argentina). *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, (16).

<http://geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/445>

De Miguel, R. (2015). Del pensamiento espacial al conocimiento geográfico a través del aprendizaje activo con tecnologías de la información geográfica. *Giramundo*, 2(4).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5489976>

De la Peña, G. y Velázquez, R. (2018). Algunas reflexiones sobre la teoría general de sistemas y el enfoque sistémico en las investigaciones científicas. *Revista cubana de Educación superior*, 37(2).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0257-43142018000200003&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0257-43142018000200003&script=sci_arttext&tlng=en)

Duque, J. (2015). *Comparación Estadística de Métodos Interpolación Determinísticos y Estocásticos para la generación de Modelos Digitales del Terreno a partir de datos LIDAR, en la parroquia de Tumbabiro, cantón San Miguel de Urucuquí, provincia de Imbabura*. [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio USFQ. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3569/1/112296.pdf>

Ecoseg (26 de julio de 2016). *¿Qué es un Peligro?*

<https://ecoseg.org/2016/07/26/que-es-un-peligro/>

Escobar, D., Jojoa, L. M., Díaz, S., Rudas, E., Albarracín, R., Gómez, J. y Ortiz, R. (2015). Georreferenciación de localidades: Una guía de referencia para colecciones biológicas.

[http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35180/Georreferenciacion%20de%20localidades\\_SiBColombia.pdf?sequence=1](http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35180/Georreferenciacion%20de%20localidades_SiBColombia.pdf?sequence=1)

Falcón, G. (2019). Aproximación al análisis de la gestión de riesgos de desastres en espacios turísticos, estudio de caso, Ciudadela de Caral, Barranca, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47930>

Flores, M. y Le, M. (2019). Evaluación de impacto del componente 1 del programa ambiental de gestión de riesgos de desastres y cambio climático (pagricc). *BID (Banco Interamericano de Desarrollo)*.

[https://www.researchgate.net/profile/Mario-Gonzalez-](https://www.researchgate.net/profile/Mario-Gonzalez-Flores/publication/333444523_Evaluacion_de_impacto_del_componente_1_del_Programa_ambiental_de_gestion_de_riesgos_de_desastres_y_cambio_climatico_PA)

[Flores/publication/333444523\\_Evaluacion\\_de\\_impacto\\_del\\_componente\\_1\\_del\\_Programa\\_ambiental\\_de\\_gestion\\_de\\_riesgos\\_de\\_desastres\\_y\\_cambio\\_climatico\\_PA](https://www.researchgate.net/profile/Mario-Gonzalez-Flores/publication/333444523_Evaluacion_de_impacto_del_componente_1_del_Programa_ambiental_de_gestion_de_riesgos_de_desastres_y_cambio_climatico_PA)

[GRICC/links/5cedf010458515026a638cbb/Evaluacion-de-impacto-del-componente-1-del-Programa-ambiental-de-gestion-de-riesgos-de-desastres-y-cambio-climatico-PAGRICC.pdf](https://www.gricc.org/links/5cedf010458515026a638cbb/Evaluacion-de-impacto-del-componente-1-del-Programa-ambiental-de-gestion-de-riesgos-de-desastres-y-cambio-climatico-PAGRICC.pdf)

Fraile, P. y Leatherman, S. (2016). Alternativas al análisis y representación cartográfica de la subida del nivel del mar sobre modelos digitales de elevaciones: el caso de Miami-Dade County (Florida, EEUU). *GeoFocus*, 17.

<https://idus.us.es/handle/11441/45399>

Gallo, A. y Sánchez, K. (2021). Gestión de riesgos de desastres y cambio climático en la provincia de Alto Amazonas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 6686-6727.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i5.791](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i5.791)

Gao, C., Zhang, B., Shao, S., Hao, M., Zhang, Y., Xu, Y., Kuang, Y., Dong, L. & Wang, Z. (2023). Risk assessment and zoning of flood disaster in Wuchengxiyu Region, China. *Urban Climate*, 49.

<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101562>

Garay, J. (2020). *Análisis de la aplicación de un sistema de coordenadas P.T.L. a nivel urbano dentro del municipio de La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA.

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/29744>

García, L. (2017). *Conversión entre coordenadas geodésicas y coordenadas locales*. [Tesis de grado, Pontificia Universitat Politècnica de Valencia]. Repositorio UPV.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/84060/Garc%C3%ADa-Asenjo%20-%20Conversi%C3%B3n%20entre%20coordenadas%20geod%C3%A9sicas%20y%20coordenadas%20locales.pdf>

García, M. y Naranjo, H. (2016). Factores influyentes en la vulnerabilidad ante desastres naturales en Bolivia 1980-2012. *Investigación & Desarrollo*, 2(16), 31-44.

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s2518-44312016000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=s2518-44312016000200004&script=sci_arttext)

Goicochea, B. e Hidalgo, E. (2019). *Sistema de gestión ambiental ISO 14001: 2015 para la mitigación de impactos ambientales en la Curtiembre Inversiones Harod SAC*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22139>

Grozo, W. (2019). *Participación de las Fuerzas Armadas en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) 2017-2018*. [Tesis de grado, Centro de Altos Estudios Nacionales]. Repositorio Institucional del CAEN.

<http://repositorio.caen.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13097/133/TESIS%20DOC%20TORAL%202019%20-%20Gral%20FAP%20GROZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guevara, L. (2019). *Inversión pública y desarrollo local del distrito de la Tinguña 2015-2018*.

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27480/Guevara\\_GJE-SD.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27480/Guevara_GJE-SD.pdf?sequence=6&isAllowed=y)

Hardy, V., Cuevas, A., y Gallardo, O. (2019). Aprendizaje y resiliencia en la gestión local de riesgos de desastres. *Luz*, 18(2).

<https://www.redalyc.org/journal/5891/589164245004/589164245004.pdf>

Hernández, A., Arroyo, H., BendeZú, G., Díaz, D., Vilcarromero, S., Rubilar, J., y Gutierrez, E. (2016). Potencial vulnerabilidad frente a inundaciones de los establecimientos de salud públicos de cuatro regiones del norte del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 33, 92-99.

<https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2016.v33n1/92-99/es/>

IPerú. (2016). Distrito de Pallanchacra.

<https://www.iperu.org/distrito-de-pallanchacra-provincia-de-pasco>

Isaac, C. L., Gómez, J. y Díaz, S. (2017). La integración de herramientas de gestión ambiental como práctica sostenible en las organizaciones. *Revista universidad y sociedad*, 9(4).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000400004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000400004)

Llontop, G. (2020). Análisis de la gestión del riesgo de desastres ante fenómenos hidrometeorológicos en Chiclayo. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio Institucional USAT.

<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3472>

López, L. M., López, M. L. y Medina, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, 13(1).

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-38032017000100078](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032017000100078)

López, L., López, M. y Medina, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica.



*Scielo*, 13(1). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-38032017000100078](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032017000100078)

Manterola C y, Otzen T. (2014) Estudios Observacionales. Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. (32), 634-645.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v32n2/art42.pdf>

Maskrey, A. (1975). Los Desastres No Son Naturales.

<https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>

Matesanz, F., López, D. y Sevilla, L. (2021). jCRS: Extensión de gvSIG para la gestión de Sistemas de Referencia de Coordenadas. *I Jornadas de SIG Libre*.

[https://www.academia.edu/download/43822926/jCRS\\_extensin\\_de\\_gvSIG\\_para\\_la\\_gestin\\_de20160317-23408-1hkzy5.pdf](https://www.academia.edu/download/43822926/jCRS_extensin_de_gvSIG_para_la_gestin_de20160317-23408-1hkzy5.pdf)

Marcano, A. (2016). Metodología para la zonificación de la amenaza por movimientos en masa desencadenados por la sismicidad. *Revista de Investigación*, 40(87).

[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142016000100008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1010-29142016000100008&script=sci_abstract&tlng=pt)

McHarg. (1975). A Critical Assessment of Ian McHarg 's Human Ecological Planning Curriculum at the University of Pennsylvania.

<https://core.ac.uk/download/pdf/219380928.pdf>

Milton, F., Orellana, S., Martillo, I. (2018). Los sistemas de información y su importancia en la transformación digital de la empresa actual. *Revista Espacios*, 39 (45), e3.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p03.pdf>

- Naletov, V., Glebov, M., Ravichev, L. & Naletov, A. (2023). Optimal Organization of Complex Processes in Chemical Engineering Using General Systems Theory. *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 57(2), 131-139.  
<https://link.springer.com/article/10.1134/s0040579523020070>
- Olarte, J. (2017). Clasificación de movimiento en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia.  
<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/36>
- Ojeda, L. y Tovar, L. (2016). El análisis espacial como una herramienta para el estudio del transporte de carga urbano. XII Congreso de Ingeniería del Transporte.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/90930/4125-9264-1-PB.pdf?sequence=1>
- OMM. (2022). Peligros naturales y reducción de riesgos de desastre.  
<https://public.wmo.int/es/peligros-naturales-y-reducci%C3%B3n-de-riesgos-de-desastre#:~:text=Los%20peligros%20naturales%20son%20fen%C3%B3menos,y%20los%20medios%20de%20subsistencia.>
- Palacios, E. (2018). El control interno y el desempeño institucional en el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres -CENEPRED- Lima 2018. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22541/Palacios\\_HEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22541/Palacios_HEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Palazuelos, I. y Vázquez, L. (2017). De la reconstrucción a la gestión del riesgo. Prevención de riesgos sísmicos con base en la experiencia propia, la de Japón y la de Chile. *Biblioteca digital Instituto Belisario Domínguez Senado de la República LXIII*, 135.

<http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/3774/Mirada%20Legislativa%20135.pdf?sequence=1>

Perez, C. A., Pérez, J., Hernández, L., Gustabello, R. y Becerra, E. (2019). Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(2).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992019000200030&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992019000200030&script=sci_arttext&tlng=pt)

Pretell, M. (2019). *Diseño del sistema de gestión ambiental para minimizar los impactos ambientales significativos en la empresa agroindustrias supe SAC–Supe 2019*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC.

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3459/MADELEINE%20YOMAIRA%20PRETELL%20DEL%20RIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puac, A. (2013). *Acciones educativas para la prevención de desastres naturales*. [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar]. Crai Landívar Red de bibliotecas. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/Puac-Angela.pdf>

Reina, A. (2021). Inundaciones en el litoral mediterráneo español en el actual contexto de Cambio Climático: Orientaciones para su análisis y gestión. Estudio en la cuenca del arroyo Piletas (Málaga). *Ería: Revista cuatrimestral de geografía*, 41(1).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7895172>

Ríos, V. y Santillán, M. (2016). Teoría General de Sistemas, un enfoque práctico. *Tecnociencia Chihuahua*, 10(3).

<https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/174>

Roces, C. (2015). *La ciudad de Resistencia y las inundaciones: la efectividad del sistema de defensas empleado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Nordeste]. Repositorio Institucional UNNE.

[https://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/30774/RIUNNE\\_FAU\\_AC\\_Roces\\_C.pdf?sequence=1](https://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/30774/RIUNNE_FAU_AC_Roces_C.pdf?sequence=1)

Romero, H. y Romero, H. (2015). Ecología política de los desastres: vulnerabilidad, exclusión socio-territorial y erupciones volcánicas en la Patagonia chilena. *Magallania*. 43 (3), 7-26.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-22442015000300002>

Romero, J. (2022). *La gestión ambiental en Compañía Nacional de Chocolates*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP.

[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24338/Romero\\_Amaya\\_Gesti%c3%b3n\\_Ambiental\\_Compa%c3%b1%c3%ada%20Nacional%20de%20Chocolates1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/24338/Romero_Amaya_Gesti%c3%b3n_Ambiental_Compa%c3%b1%c3%ada%20Nacional%20de%20Chocolates1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sacoto, M. (2022). *Implementación de los lineamientos para la Gestión del Riesgo de Desastres del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) en el Plan del Buen Vivir y Ordenamiento Territorial (PBVOT) del cantón Azogues-Ecuador*. [Tesis de grado, Pontificia Universitat de Barcelona]. Repositorio UB.

<https://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/185965>

Salazar, R. y Delgado, J. (2016). *Análisis de las metodologías empleadas en la georreferenciación de planos topográficos al sistema de coordenadas utm y su aplicación en el catastro urbano del municipio de La Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio UMSA.

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12300>

Sampieri, R. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill México.

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

Sandoval, J. (2020). Vulnerabilidad-resiliencia ante el proceso de riesgo-desastre: Un análisis desde la ecología política. Polis, 56.

<https://journals.openedition.org/polis/19313>

Schägner, J., Maes, J., Brander, L., Paracchini, M., Hartje, V. y Dubois, G. (2017). Monitoring recreation across European nature areas: A geo-database of visitor counts, a review of literature and a call for a visitor counting reporting standard. *Journal of outdoor recreation and tourism*, 18.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213078017300099>

Tello, T., Melgar, Á., Haro, I. y Vargas, G. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 26(94).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890463>

Tomalá, V. (2021). *Manual de prevención de desastres naturales desde la formación educativa curricular, en unidades educativas particulares. Cantón Santa Elena, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. *Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena*.

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6194/1/UPSE-MET-2021-0015.pdf>

Toscana, A. y Hernández, P. (2017). Gestión de riesgos y desastres socioambientales. El caso de la mina Buenavista del cobre de Cananea. *Investigaciones geográficas*, (93).

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112017000200009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112017000200009&script=sci_abstract&tlng=pt)

Ugarte, C. (2022). *Fortalecimiento de capacidades para el apoyo del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) en Lima Metropolitana 2018 – 2019*. [Tesis de grado, Centro de Altos Estudios Nacionales]. Renate.

<https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/3305564/1/TESIS%20CRNL%20C.%20UGARTE%20V.%20.pdf>

Valbuena, A. y Rodríguez, L. (2018). Análisis espacial en epidemiología: revisión de métodos. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 50(4).

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072018000400358](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072018000400358)

Vargas, G. (2017). Análisis de la gestión ambiental desde el concepto de sistemas socio-ecológicos. Estudio de caso cuenca hidrográfica del río Guabas, Colombia. *Gestión y ambiente*, 20(1).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6687496>

Vega, C., Grajales, H. y Montoya, L. (2017). Sistemas de información: definiciones, usos y limitantes al caso de la producción ovina colombiana. *Orinoquia*, 21(1).

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092017000100064](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092017000100064)

Wilhelm, S. (2014). *Identificación de factores que limitan una implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a nivel local, en distritos seleccionados de la Región Piura*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio PUCP.

<https://search.proquest.com/openview/dc91c97a89586a576bdd0bd487c9c6b4/1?pq-origsite=gscholar&cb1=18750&diss=y>

Zapa, K., Navarro, O., y Rendón-Rivera, A. (2017). Modelo de análisis de la vulnerabilidad psicosocial en la gestión del riesgo de desastres. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 11(2), 91-110.

<https://doi.org/10.24857/rgsa.v11i2.1309>

Zevallos, J. (2018). Análisis de la Implementación de la Gestión del Riesgo de desastres en la Universidad Nacional del Centro del Perú. [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP.

[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8056/T010\\_19986799\\_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8056/T010_19986799_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zheng, Q., Jia, J., Gao, H., Yang, S. y Li, B. Research on the seismic disaster risk analysis of islands based on spatial analysis technology. *World Earthquake Engineering*, 45(3), 168-176.

Zúñiga, F. y Yone, W. (2020). *Factores que limitan la implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a nivel local, en distritos de la región Pasco, 2016*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio PUCP.

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5460/NEUHA>

[US\\_WILHELM\\_SANDRA\\_IDENTIFICACION\\_GESTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)



## **XI. ANEXOS**

### Anexo A. Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué manera influye el análisis espacial en la determinación de riesgo de desastres por el Rio Tingo, en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿Cómo el análisis y representación de procesos favorece en el análisis espacial para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?</p> <p>¿Cuál es el modelo de datos requerido para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?</p> <p>¿Cómo el análisis espacial ayuda en el proceso de estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Aplicar el Análisis Espacial para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022.</p> <p><b>Objetivo Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar el nivel de peligro y riesgo por inundaciones en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022, mediante el análisis espacial.</li> <li>• Determinar el nivel de vulnerabilidad ante riesgo por inundación en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022.</li> <li>• Presentar mapas de niveles de riesgos por inundación en el distrito de Pallanchacra-Pasco, 2022; mediante el análisis espacial.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La aplicación del Análisis Espacial como herramienta contribuirá en el proceso de estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, en el distrito Pallanchacra-Pasco 2022.</p> <p><b>Hipótesis Especifica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra se analizará aplicando el Análisis Espacial.</li> <li>• Diseñar el modelo de la base de datos para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022, que permita la aplicación del Análisis Espacial.</li> <li>• Aplicar el Análisis Espacial como herramienta para la estimación del riesgo de desastres por el rio Tingo, distrito Pallanchacra-Pasco 2022.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Análisis espacial</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Factores de vulnerabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendientes.</li> <li>- Geología.</li> <li>- Geomorfología.</li> <li>- Litología.</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Determinación de riesgo de desastres por el Rio Tingo, en el distrito Pallanchacra.</p> <p><b>Indicadores</b></p> <p>Terrenos erosionables</p> <p>Frecuencia o probabilidad de ocurrencia de un desastre ambiental.</p>	<p><b>Diseño</b></p> <p>No experimental, Transversal</p> <p><b>Tipo:</b></p> <p>Descriptivo</p>	<p><b>Método</b></p> <p>Cuantitativo</p>	<p><b>Población</b></p> <p>La población del distrito de Pallanchacra es de 5010 habitantes.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Para el caso de estudio es el Centro Poblado de Salcachupan con 70 habitantes</p> <p><b>Tipo de muestreo:</b></p> <p>No probabilístico</p>

## Anexo B. Instrumentos, equipos, software

Equipo	Función
GPS, Garmin Modelo MJHG	Proporciona datos satelitales
Cámara fotográfica Digital, marca SONY	Para la toma de evidencias
Radio comunicación Portátil, marca Motorola	Para la comunicación en el campo
Laptop, Marca HP	Para procesar la data
Google Earth Pro	Ubicación satelital
Sistema de Información Espacial Qgis	Objetos satelitales
Sistema de Información Espacial ArcGis PRO	Idem
Alaska Satellite Facility	Enlace de descarga, modelo

GPS, Garmin Modelo MJHG



Cámara fotográfica Digital, marca SONY



Radio comunicación Portátil, marca Motorola



Laptop, Marca HP



# QGIS

Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto



Crear, editar, visualizar, analizar y publicar información geoespacial en Windows, macOS, Linux, BSD y dispositivos móviles.

Para su escritorio, servidor, en su navegador web y como bibliotecas para desarrolladores

[Descargar ahora](#)

[Apoya QGIS](#)

Versión 3.32.0 RC  
Versión 3.28.8 LTR

[Dona ahora!](#)

Google Earth Pro

— □ ×



