



**Universidad Nacional
Federico Villarreal**

**Vicerrectorado de
INVESTIGACION**

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**“ANÁLISIS DE RIESGOS POR INESTABILIDAD DE TALUDES EN LA
SUBCUENCA RÍO CANIPACO, TRAMO DISTRITO DE COLCA
PROVINCIA DE HUANCAYO DEPARTAMENTO DE JUNÍN”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE::

MAESTRO EN GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR:

GUSTAVO FREDDY GOMEZ MORALES

ASESOR:

MG. CESAR SERAPIO PEÑA CARRILLO

JURADO:

DR. FREDDY LIZARDO KASENG SOLIS

DR. . CIRO RODRIGUEZ RODRIGUEZ

DR. JORGE V. MAYHUASCA GUERRA

LIMA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios creador de toda fuente de sabiduría y enseñanza y en memoria a mis padres Julia y Crisólogo, cuyas enseñanzas me ayudan a enfrentar la vida; para ellos mi eterno agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Debo manifestar en estas líneas mi agradecimiento a los docentes de la Maestría en Gestión Ambiental Escuela Universitaria de Posgrado de la Universidad Nacional Federico Villarreal, por fortalecer mi formación académica y contribuir en la superación profesional.

Del mismo modo, debo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Freddy Lizardo Kaseng Solís por su orientación, seguimiento y supervisión continua, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo del presente estudio.

RESUMEN

La investigación se enmarca caracterizando el análisis de riesgos por inestabilidad de taludes y laderas cuyo alcance está orientado en la subcuenca río Canipaco, distrito de Colca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Como objetivo de la investigación se plantea: Identificar zonas vulnerables para prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.

Se emplea el método deductivo en el marco teórico, inductivo en los resultados, analítico en el análisis de resultados y comparativo para comparar los comportamientos de los taludes y deslizamientos, bajo condiciones de afectación (antes) y con diseños de protección y mecanismos de prevención (después) para prevenir y mitigar el paso de un fenómeno natural, aplicando los procedimientos, métodos y diseños de investigación científica. El tipo de investigación de acuerdo a la orientación es aplicada y según la técnica de contrastación es explicativa.

Como población y muestra se consideró nueve taludes y laderas inestables de la subcuenca del río Canipaco distrito de Colca perteneciente a la provincia de Huancayo, departamento de Junín., para lo cual se ha determinado el estudio análisis y evaluación de los factores de riesgo desde el punto de vista de la amenaza y la vulnerabilidad física.

La técnica de recolección de datos fue la observación analizando fuentes de primera mano y recopilando información mediante el inventario de taludes, instrumento adaptado y preparado para el presente estudio a fin de recopilar y anotar la información que sirvieron

como datos de entrada para procesamiento y tratamiento, permitiéndonos el análisis y evaluación de los taludes en estudio.

Como resultado se arribó a la siguiente conclusión: Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona, debido a que la prueba estadística t de Student está en el rango de aceptación de la hipótesis alternativa ($t_{calculada} > t_{tabla}(gl:8, \alpha:0.05)$) es decir $t_c > t_t$ ($15,558 > 1,860$), con lo que se cumple el objetivo principal y se corrobora la hipótesis principal.

Palabras clave: Análisis de riesgos, factores de riesgo, amenaza y vulnerabilidad física, taludes y laderas inestables, cuencas, subcuencas y microcuencas.

ABSTRACT

The research is framed by characterizing the risk analysis due to instability of slopes and slopes whose scope is oriented in the Canipaco river sub-basin, Colca district, Huancayo province, Junín Department. The objective of the research is to: Identify vulnerable zones to prevent the material and agricultural damage caused by unstable slopes and slopes in the Canipaco sub-basin of the Colca district.

The deductive method is used in the theoretical framework, inductive in the results, analytical in the analysis of results and comparative to compare the behavior of the slopes and landslides, under conditions of affectation (before) and with protection designs and prevention mechanisms (after) to prevent and mitigate the passage of a natural phenomenon, applying the procedures, methods and designs of scientific research. The type of investigation according to the orientation is applied and according to the contrasting technique is explanatory.

As a population and sample, nine slopes and unstable slopes of the sub-basin of the river Canipaco Colca district belonging to the province of Huancayo, Junín department were considered, for which the study has been determined, analysis and evaluation of the risk factors from the point of view of the threat and physical vulnerability.

The technique of data collection was observation by analyzing sources first hand and gathering information through the slope inventory, an instrument adapted and prepared for the present study in order to collect and record the information that served as input data for

processing and treatment, allowing us the analysis and evaluation of the slopes under study.

As a result, the following conclusion was reached: Determining the vulnerable zones due to the situation of unstable slopes and slopes in the Canipaco sub-basin could prevent the material and agricultural damages caused by natural phenomena in the area, because the statistical test t of Student is in the range of acceptance of the alternative hypothesis ($t_{\text{calculated}} > t_{\text{table}} (gl:8, \alpha:0.05)$) that is to say $t_c > t_t (15,558 > 1,860)$, which meets the principal objective and corroborates the principal hypothesis.

Key words: Analysis of risks, risk factors, threat and physical vulnerability, slopes and unstable slopes, basins, sub-basins and microwatersheds.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 Descripción de la realidad problemática	15
1.2 Definición del problema	21
1.2.1 Descripción de la problemática	21
1.2.2 Problema principal	26
1.2.3 Problemas secundarios	26
1.3 Objetivos de la investigación	26
1.3.1 Objetivo principal	26
1.4 Justificación, importancia y delimitación de la investigación	27
1.4.1 Justificación e importancia	27
1.4.2 Delimitación de la investigación	29
CAPITULO II	30

MARCO TEÓRICO	30
2.1 Bases teóricas	30
2.1.1 Taludes	30
2.1.2 Inestabilidad de laderas	40
2.1.3 Los fenómenos de inestabilidad de laderas	41
2.1.4 Clasificación de la inestabilidad de laderas	44
2.1.5 Factores que determinan la inestabilidad de laderas	45
2.1.6 El riesgo y sus componentes la amenaza y vulnerabilidad	51
2.1.7 Cuencas hidrográficas	60
2.1.8 Ubicación geográfica de la zona de estudio	63
2.2 Marco conceptual	65
2.2.1 El riesgo	65
2.2.2 Factores del riesgo	66
2.2.3 Amenaza	66
2.2.4 Vulnerabilidad	67
2.2.5 Análisis del riesgo	67
2.2.6 Gestión del riesgo	68
2.2.7 Taludes – laderas	70
2.2.8 Inestabilidad de taludes y laderas	71
2.2.9 Daños materiales y agrícolas	71
2.2.10 Plan de prevención de amenazas de desastres	71

2.2.11	Producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad	72
2.2.12	Susceptibilidad física	72
2.3	Formulación de hipótesis	72
2.3.1	Hipótesis principal	72
2.3.2	Hipótesis secundarias	73
2.3.3	Variables e indicadores	73
2.3.4	Operacionalización de variables	74
CAPÍTULO III		77
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		77
3.1	Tipo y nivel de investigación	77
3.1.1	Tipo de investigación	77
3.2	Método y diseño	78
3.3	Población y muestra	79
3.3.1	Población	79
3.3.2	Muestra	79
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	81
3.4.1	Técnicas	82
3.4.2	Instrumentos	82
3.5	Validación de instrumentos	83
3.6	Confiabilidad de instrumentos	83
3.7	Técnicas de análisis estadísticos	83

CAPÍTULO IV	85
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	85
4.1 Contratación de Hipótesis	86
4.1.1 Para la primera hipótesis específica	86
4.1.2 Para la segunda hipótesis específica	106
4.1.3 Para la tercera hipótesis específica	114
4.1.4 Para la hipótesis general	123
4.2 Análisis e interpretación	135
CAPÍTULO IV	138
DISCUSIÓN	138
CONCLUSIONES	141
RECOMENDACIONES	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
ANEXOS	151
ANEXO N° 1	151
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN	151
ANEXO N° 2	155
INVENTARIO DE TALUDES	155
ANEXO N° 3	161
ANÁLISIS DE VALIDACIÓN INSTRUMENTO	161
ANEXO N° 4	163

OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS EN LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	163
ANEXO N° 5	165
CARTA PARA OPINIÓN DE EXPERTOS	165
ANEXO N° 6	166
EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS	166

INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Federico Villarreal, se presenta a consideración la Tesis “Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río Canipaco, tramo distrito de Colca provincia de Huancayo departamento de Junín”, elaborada con el propósito de optar el grado académico de Magíster en Gestión Ambiental.

El presente trabajo describe el proceso de investigación acerca del análisis y evaluación para detectar el riesgo por amenaza y vulnerabilidad física asociada a taludes inestables, sobre la base de fenómenos y elementos expuestos en la subcuenca del río Canipaco perteneciente a la cuenca del río mantaro (Huanacyo, Junín, Perú)”. Se presenta una ecuación que relaciona los factores clave que influyen en la amenaza y los elementos expuestos asociados con la vulnerabilidad, tomados y adaptados de guías metodológicas empleadas en estudios previos, las mismas que están citadas en el presente informe. “El producto de la amenaza, la vulnerabilidad física y la probabilidad de ocurrencia, da como resultado el parámetro RVF (riesgo asociado a vulnerabilidad física), el cual se clasifica de bajo hasta muy alto, según efectos del evento amenazante sobre elementos físicos expuestos” Hernández (2016, p. 1).

El trabajo presenta la siguiente estructura: El primer capítulo: Planteamiento del Problema, y comprende: Descripción de la realidad problemática, definición del problema, objetivos de la investigación, justificación, importancia y limitación de la investigación.

El segundo capítulo: Marco Teórico contempla: Los antecedentes del estudio, bases teóricas, marco conceptual, hipótesis y variables de la investigación y su correspondiente operacionalización.

El tercer capítulo: Metodología de la Investigación, se refiere al método y diseño, tipo y nivel de investigación, así mismo define la población, muestra, técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos, confiabilidad de instrumentos y las técnicas de análisis estadísticos.

El cuarto capítulo: Presentación de resultados, se refiere al contenido de la presentación de datos generales, contrastación de hipótesis y análisis e interpretación de datos. El quinto capítulo contempla la discusión de los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Esperando el resultado del veredicto, respecto a la presentación del presente trabajo de investigación, invoco considerar los aportes del mismo, anhelando su aceptación y amerite vuestra aprobación; no obstante, acoger sugerencias y recomendaciones que permitirán mejorar esta experiencia.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El análisis de riesgos por inestabilidad de taludes está empalmado e inmerso en amplios estudios de vulnerabilidad donde se vinculan otras variables de tipo social como la población y la dispersión de ésta sobre el espacio estudiado “generalmente una o varias cuencas hidrográficas”; pero de todos modos, las variables físicas todavía en estos trabajos tienen un gran peso sobre la toma de decisiones hacia la reducción de la vulnerabilidad.

En consecuencia a través de la revisión bibliográfica impresa en diversas fuentes, así como también páginas web, se ha encontrado ciertos antecedentes, similares a la presente propuesta de estudio.

1.1.1 Descripción de antecedentes del problema en contexto internacional

Oliva y González (2015) en su trabajo “Evaluación del riesgo por inestabilidad de laderas. Trabajo de investigación presentado por el Grupo ITEICO Euroamericano – Universidad de las Californias Internacional”, México, plantean que la inestabilidad del terreno en laderas, produce cada año en todo el mundo movimientos de masas de suelo y rocas que ocasionan cuantiosas pérdidas materiales y considerables daños a las infraestructuras y el medioambiente, generando situaciones de emergencia cuyo manejo y prevención por parte de las autoridades se hacen sumamente difíciles, concluyendo que el mayor riesgo por

inestabilidad de laderas en el área de estudio está dado por la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos (rotacionales y/o traslacionales).

Cano (2013) presenta su trabajo “Estudio de los mecanismos de inestabilidad en taludes y laderas del Flysch carbonatado de Alicante”, para la obtención del grado de Doctor en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante. España. El objetivo se centra en el estudio de taludes artificiales y de laderas naturales en formaciones del Flysch carbonatado de la provincia de Alicante.

Concluye que, los procesos de inestabilidad de los diferentes taludes están condicionados por la disposición y potencia de las diferentes litologías de la serie rítmica del Flysch, la presencia de materiales blandos y friables, fácilmente degradables, el grado de fracturación del macizo, la presencia de estructuras sedimentarias, que por lo general definen los bloques individualizados de roca competente, la competencia relativa de las diferentes litologías que componen el talud, las relaciones geométricas entre el talud y la estratificación y la orientación de las diferentes capas.

Gómez, Osorio y Salazar (2013) en su estudio “SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca del río Campoalegre”, presentado para lograr la Especialización en Sistemas de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales – Colombia, cuyo objetivo fue determinar las posibles zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa en zonas donde las condiciones de pendientes y precipitación son los principales detonantes de los

movimientos en masa en la zona, cuyas condiciones son propensas a presentar este tipo de eventos. Y posteriormente desarrollar un Sistema de Información Geográfica SIG que permita evaluar la susceptibilidad por movimientos en masa para la prevención del riesgo en la cuenca del río Campoalegre.

Arriban a la conclusión de que al evaluar el mapa de susceptibilidad versus la ubicación de los movimientos en masa se observa que éstos se encuentran entre el límite de la susceptibilidad moderada y alta. Para la determinación de la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca Campoalegre se implementó un SIG automatizado, por medio de un método heurístico.

Paolini (2013) en sus Tesis Doctoral titulada “Una propuesta metodológica para la modelación y prospección de la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas en la Guayana Venezolana”, presentada como requisito para optar al título de doctor en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo por la Universidad Politécnica de Cataluña, cuyo propósito es diseñar una propuesta metodológica para la medición y prospección de la sostenibilidad en las cuencas hidrográficas de la Guayana Venezolana.

Para ello plantea como hipótesis que, la sostenibilidad se puede representar a partir de las disciplinas relacionadas con el objeto de estudio. Para la representación de la sostenibilidad se ha diseñado un constructo denominado Red Conceptual.

Para el estudio escogió la cuenca del Río Caroní y la cuenca del Río Caura. Estos ríos son los afluentes más caudalosos de la Orinoquia Guayanesa. En ambas cuencas realizó estudios de la sostenibilidad mediante métodos analíticos y métodos cualitativos.

Concluye que, la sostenibilidad de las cuencas observadas está severamente amenazada. Sin importar el método de prospección, sea analítico a través de modelos estocásticos o utilizando herramientas cualitativas, recomendando continuar en la construcción de modelos cuantitativos y cualitativos para determinar la sostenibilidad ambiental.

Rojas (2013) en su estudio “Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia”, manifiestan que ambos países son ricos en términos de dotación de agua, ubicándose como líderes en la oferta mundial de recurso hídrico. A pesar de esto, tienen problemas de escasez relativa de este líquido vital en zonas donde justamente existe mayor cantidad de población y un gran nivel de actividad económica.

El estudio plantea que en Colombia el estado a través de las Corporaciones Ambientales Regionales, implementa las principales herramientas de GIRH (concesiones, tasa por uso del agua, tasa por contaminación, planes de cuenca, etc.), sin existir una participación formal de la sociedad civil en la gestión. En Brasil en cambio, la estructura de gestión y las herramientas de GIRH son descentralizadas y participativas, pues son los Comités de Cuenca, entidades

donde participa el gobierno estatal, los municipios y los usuarios, los que tienen el mayor peso en la gestión del agua. Sin embargo, en ambos países el modelo de gestión del agua y las herramientas usadas, si bien constituyen avances importantes con relación al ideal de la GIRH, aún tienen un largo camino por recorrer.

Morales, (2012) en su tesis de grado Ordenación Agrohidrológica de la Cuenca del “Etang Pouillet”. Departamento del Sudeste. Haití, presentada en la Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal, plantea como objetivo mejorar las condiciones medioambientales de la cuenca “Etang Pouillet” mediante ordenación agrohidrológica e impulsar el conocimiento que se tiene del clima y del sistema hidrológico de la zona.

Manifiesta que la cuenca del “Etang Pouillet” (Departamento del Sudeste, Haití), presenta tasas de erosión muy elevadas producto de la deforestación y práctica de la agricultura sin técnicas de conservación de suelos, constituyéndose en un grave problema desde el punto de vista medioambiental y social, puesto que la pérdida de productividad del suelo pone en peligro la seguridad alimentaria de los habitantes de la cuenca, mayoritariamente agricultores.

Debido a las altas tasas de pérdidas de suelo; como conclusión, propone una intervención integral de la cuenca, en la que se combinarán actuaciones técnicas de conservación de suelos para frenar la degradación del mismo e incidir en el trabajo con las comunidades a fin de mitigar el impacto que realizan sobre el medio para asegurar una mayor durabilidad de las actuaciones correctoras.

Viltres, Pintón y Guardado (2011) en su estudio Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector este del Municipio Moa, presentado en el IX Congreso cubano de geología 2011 – III Simposio de Riesgos Geológicos y Sismicidad, cuyo objetivo fue evaluar los niveles de riesgos por deslizamientos del territorio, diagnosticar los diferentes tipos de deslizamientos, determinando los factores causales y condicionantes, trabajo que como resultado arroja la conclusión de que el sector en estudio (Municipio de Moa, Cuba) se caracteriza por una alta complejidad geológica y tectónica, por la presencia de varios grupos litológicos, diferenciados por su composición litológica y características físico-mecánicas. De acuerdo con sus comportamientos frente a los movimientos de masas, existen litologías más inestables, en este caso las rocas del complejo ofiolítico (gabros, harzburgitas y peridotitas), las cuales se presentan como escamas tectónicas muy fracturadas y representan una peligrosidad muy alta por deslizamientos.

1.1.2 Descripción de antecedentes del problema en contexto nacional

Mamani (2016) en su trabajo de investigación: Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya, presentada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, cuyo objetivo es realizar el análisis de estabilidad de taludes en macizos rocosos a partir de la caracterización geológica y resistencia a la compresión simple, que depende de una clasificación geomecánica para determinar la calidad del macizo rocoso y de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis de estabilidad cinemático y analítico.

Arriba a la conclusión que: La clasificación geomecánica se determina a partir de la caracterización del macizo rocoso y la resistencia a la compresión simple; y el factor de seguridad se realizó aplicando la metodología de la proyección estereográfica, y del método de equilibrio límite para cada tipo de rotura, mostrando los resultados obtenidos para cada talud analizado.

Torres (2013) en su trabajo de investigación titulado Valoración del riesgo en deslizamientos. Trabajo de investigación presentado en la Facultad de Ingeniería Civil de Universidad Ricardo Palma, Lima Perú, con el objetivo de estudiar, evaluar y cuantificar el grado de riesgo a deslizamientos en taludes de suelos y rocas en el Perú, aplicando nuevos conceptos a los análisis de estabilidad de taludes, desarrolladas a un caso real en estudio, concluye que existe una correlación entre el factor de seguridad calculado, el índice de confiabilidad, la pendiente del terreno y el índice de vulnerabilidad. Todo aplicando la metodología adecuada basada en la curva de confiabilidad.

1.2 Definición del problema

1.2.1 Descripción de la problemática

Los taludes (laderas, declives, pendientes, etc.) presentan diversos comportamientos, en razón a la naturaleza del terreno y los materiales que lo conforman, estos comportamientos se traducen en riesgos, que constituyen un problema de vital importancia.

“Estos fenómenos se localizan mayormente en la cordillera andina (valles interandinos) y en los contrafuertes orientales y occidentales de los andes” (Taype, 2005, p. 82).

Complementando lo expresado por Taype (2005, p. 82) en PMA/CGA (2007) se cita que: “Los Andes son jóvenes, tectónicamente hablando, de relieve topográfico abrupto, actividad sísmica y extenso vulcanismo, combinado con una meteorización profunda, conllevan a una alta e inusual incidencia de amenazas por movimientos en masa” (p. 20).

Por tanto, se puede observar que dichos comportamientos y movimientos son procesos importantes en los pisos andinos como el nuestro y que literalmente significan riesgos para las comunidades, principalmente al medio ambiente y sus pobladores.

De otro lado, se tiene que una cuenca hidrográfica “es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar” (Toycen, 2014, p. 9).

Según menciona Toycen (2014):

“La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca”.

Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores” (p. 12).

Considerando que cuencas, subcuencas, microcuencas y quebradas presentan taludes y laderas se puede observar que existen riesgos con sus componentes de amenazas y vulnerabilidades, que causan desastres y deterioros territoriales.

Nuestro país cuenta con abundantes cuencas hidrográficas y fuentes de reserva de agua; no obstante, la escasa o nula gestión, mala distribución y uso vienen generando que tanto el recurso hídrico como los ecosistemas que lo generan se vean afectados constituyéndose en grave riesgo ambiental, económico y social con severas consecuencias de disponibilidad del recurso para las diferentes actividades productivas del país.

Bajo este contexto, con este estudio se pretende realizar el análisis de riesgos por inestabilidad de taludes y laderas en la subcuenca del río Canipaco, que circula por el distrito de Colca perteneciente a la cuenca del río Mantaro, delimitando entonces el presente trabajo en la circunscripción del distrito mencionado.

Es preciso mencionar entonces que el distrito peruano de Colca, es uno de los veintiocho que conforman la provincia de Huancayo, ubicada en el Departamento de Junín, perteneciente a la Región Junín.

Fue fundado como pueblo indígena con la denominación “Santo Domingo de Colca”, el 4 de agosto de 1777 en la época colonial durante el virreinato del Virrey Manuel de Guirior.

Políticamente fue elevado a la categoría de distrito, mediante Ley dada por la Convención Nacional del 29 de Diciembre de 1856 – Ley transitoria de Municipalidades durante el gobierno provisorio del Mariscal Ramón Castilla, creándose como distrito de Colca por la misma Ley, donde se cita: “... mando se imprima, publique y circule y se le dé el debido cumplimiento. Dado en la casa de Gobierno, en el Callao a 2 de enero de 1857” Ley (1856, p. 7).

Por tanto su creación política se reconoce a partir de esta fecha última, 2 de enero de 1857.

El 23 de Septiembre de 1893 se da la inscripción oficial de Colca como Comunidad Campesina, ante el escribano Manuel F. Peña, ratificando y legalizando su reconocimiento como Comunidad Campesina de Colca el 16 de abril de 1986 ante los registros públicos y el Ministerio de Agricultura (Gomez, sf).

Geográficamente, el distrito se encuentra a una altura de 3 516 m.s.n.m. y tiene una población aproximada superior a los 2 000 habitantes. Su capital es el poblado de Colca, con una extensión superficial de:113,6 km². Limita al norte con la provincia de Chupaca y el distrito de Chupuro, al este con el distrito de

Cullhuas, al sur con el Departamento de Huancavelica y al oeste con los distritos de Chicche, Chacapampa y Carhuacallanca.

En su hidrografía, dispone de diversos manantiales, así como riachuelos que discurren por su territorio, siendo el principal el riachuelo Pumachaca, cuyas aguas llegan a la subcuenca del río de Canipaco, que baña la superficie baja del distrito por su lado Oeste.

El paisaje de la subcuenca Canipaco por el sector de Colca está caracterizado por ser de relieve escarpado. Uno de los mayores obstáculos para el desarrollo sostenible es la degradación del suelo y de los recursos hídricos. La deforestación, el sobrepastoreo y la instalación de áreas de cultivo sobre pendientes inclinadas generan erosión, que afecta las tierras irrigadas de ambos lados de la subcuenca.

Ante el grave deterioro de los recursos naturales y los evidentes efectos del cambio climático, el concepto de cuencas hidrográficas ha recobrado importancia en el contexto actual, como una vía idónea para el análisis de riesgos y mitigar la vulnerabilidad ante los desastres por movimientos de remoción en masa en las subcuencas, microcuencas y quebradas adyacentes.

Frente a la problemática, se formulan las interrogantes de la presente investigación.

1.2.2 Problema principal

¿Con la identificación las zonas vulnerables se logrará la prevención de los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco, mejoraría el desarrollo agrícola y social en de la zona - tramo distrito de Colca?

1.2.3 Problemas secundario

- ¿Con el análisis de riesgos de taludes y laderas inestables se podría lograr la prevención de desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca?
- ¿Evaluándose los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca se podría reducir las consecuencias de los desastres naturales en la zona?
- ¿Existen o se emplean mecanismos de prevención de riesgos producto de los taludes y laderas inestables para la mejoría del desarrollo agrícola y social en las comunidades que habitan la zona subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca??

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo principal

Identificar zonas vulnerables para prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.

1.3.2 Objetivos secundarios

- Realizar el análisis de riesgos de taludes y laderas inestables a fin de prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.
- Evaluar los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes para mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.
- Aplicar mecanismos de prevención frente a situaciones vulnerables y de amenaza por fenómenos naturales producto de taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

1.4 Justificación, importancia y delimitación de la investigación

1.4.1 Justificación e importancia

Durante el pasado y en la actualidad se han presentado cambios fundamentales en relación al medio ambiente, las actividades humanas han generado una aceleración de los agentes naturales, a la par que el desarrollo económico, ha aportado un incremento de la vulnerabilidad, acrecentando los riesgos de las actividades derivadas.

Bajo estas circunstancias de relación hombre – medio ambiente, los taludes y laderas inestables se constituyen en un peligro latente que es importante caracterizar para su prevención y control.

En consecuencia, el interés por estudiar el sector está dado por la presencia de taludes naturales inestables que afectan directamente terrenos cultivables

ubicados en la zona y pareciera indicar el inicio de deslizamientos de ladera (Figura N° 1). Según observaciones y relatos de los pobladores, existen antecedentes de movimientos de laderas cercanos, que afectaron severamente a los terrenos cultivables ubicados en ambas márgenes del río y actualmente se presentan fraccionamientos que podrían derivar en grandes deslizamientos y destruir totalmente varios cultivos, al extremo que a la fecha se han dejado de cultivar en los terrenos aledaños.

Figura N° 1

Deslizamiento de ladera en la margen izquierda de la subcuenca



Fuente: Propia

De otro lado, el presente estudio se justifica debido a que en el área delimitada para realizar el presente estudio se encuentra en total abandono y desinterés por parte de los responsables locales y regionales y no se ha realizado estudios que aborden la problemática descrita que aborden los fenómenos de remoción en masa tipo deslizamientos, caídas, flujos, reptación entre otros, que hacen parte de fenómenos naturales que son manifestación de la evolución del relieve,

constituyéndose en uno de los procesos geológicos más comunes que inciden en la superficie terrestre y que son una amenaza latente, manifiesta en forma cada vez recurrente en el territorio los cuales son cada vez más frecuentes.

1.4.2 Delimitación de la investigación

1.4.2.1 Delimitación espacial

La investigación se realizará en la subcuenca Canipaco, del distrito de Colca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín ubicado a una Altitud de 3516 msnm, Latitud Sur $12^{\circ}15'07''$ y Longitud Oeste $75^{\circ}15'40''$ tramo distrito de Colca.

1.4.2.2 Delimitación temporal

El tiempo programado para realizar el trabajo de investigación estuvo comprendido entre los meses de abril a diciembre del año 2017 y los meses de enero a marzo del año 2018.

1.4.2.3 Delimitación social

La presente investigación contribuirá a prevenir los riesgos que se manifiestan en el deterioro de los ecosistemas a causa de las acciones naturales que conducen a la destrucción y deterioro de los recursos y que hacen más vulnerables las comunidades. Los pobladores más integrados y organizados pueden responder mejor a los desastres y por ende podrán reaccionar de manera más rápida y positiva a las situaciones vulnerables.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Taludes

Se entiende por talud a “cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable” (De Matties, 2003, p. 3).

Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera.

Según De Matties et al. (2003)

“Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes”
(p.4)

En el estudio de taludes es necesario tener en cuenta el inventario de la zona donde se requiere estudiar la inestabilidad del talud. La inestabilidad de taludes y laderas juega un papel muy importante, condicionando la existencia de las mismas.

Figura N° 2

Vista de talud que forma parte de la subcuenca y tramo en estudio



Fuente: Propia

En el estudio de taludes es necesario tener en cuenta el inventario de la zona donde se requiere estudiar la inestabilidad del talud. La inestabilidad de taludes y laderas juega un papel muy importante, condicionando la existencia de las mismas.

- **Nomenclatura de un talud o ladera**

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define

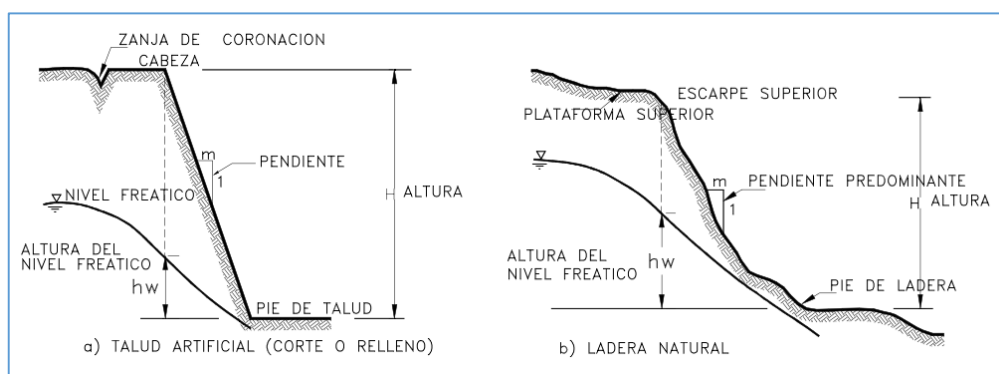
como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Suarez, 1996, p. 1)

Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad.

Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas.

Figura N° 3

Nomenclatura de taludes y laderas



Fuente: Suarez (1998, p. 2)

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

1. Altura.

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de

cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

2. Pie

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.

3. Cabeza o escarpe

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.

4. Altura de nivel freático

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.

5. Pendiente

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Ejemplo: Pendiente: 45°, 100%, o 1H:1V.

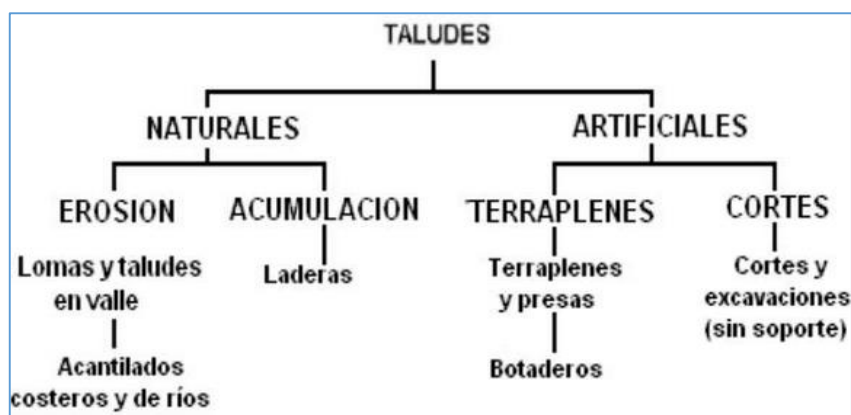
Existen, además, otros factores topográficos que se requiere definir como son longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud.

- **Clasificación de taludes**

Teniendo en cuenta el nombre genérico de talud cualesquiera superficie inclinada respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería, los taludes se dividen en naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes).

Figura N° 4

Tipos de Taludes



Fuente: Rico y Del Castillo (2013)

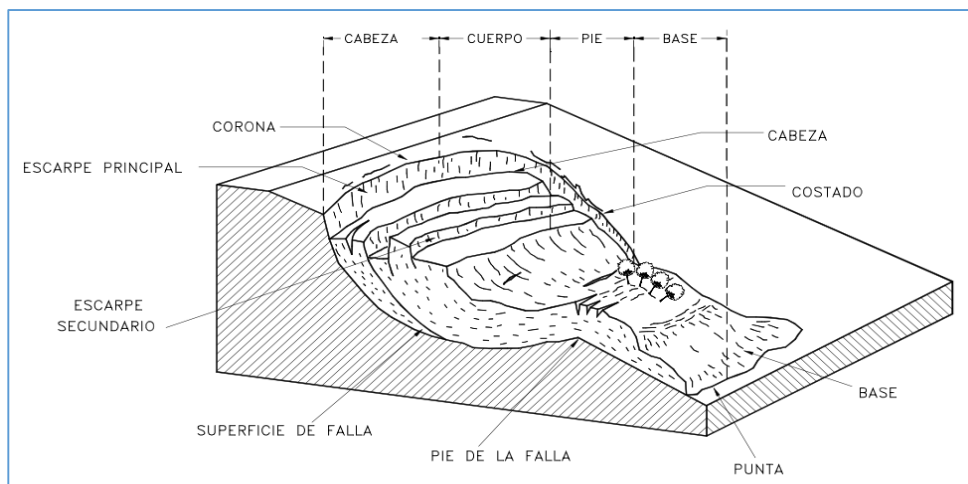
- **Nomenclatura de los procesos de movimiento**

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos.

Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia arriba, mientras otros se mueven hacia abajo.

Figura N°5

Nomenclatura de un deslizamiento



Fuente: Suarez (1998, p. 3)

En la figura anterior se muestra un deslizamiento o movimiento en masa típico, con sus diversas partes cuya nomenclatura es la siguiente:

1. Escarpe principal

Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

2. Escarpe secundario

Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.

3. Cabeza

Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

4. Cima

El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.

5. Corona

El material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del escarpe principal.

6. Superficie de falla

Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado. El volumen de suelo debajo de la superficie de falla no se mueve.

7. Pie de la superficie de falla

La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.

8. Base

El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.

9. Punta o uña

El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.

10. Costado o flanco

Un lado (perfil lateral) del movimiento.

11. Superficie original del terreno

La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.

12. Derecha e izquierda

Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplean las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observado desde la corona mirando hacia el pie.

- **Dimensiones**

Para definir las dimensiones de un movimiento se utiliza la terminología recomendada por el IAEG (Figura N° 6):

1. **Ancho de la masa desplazada W_d .**

Ancho máximo de la masa desplazada perpendicularmente a la longitud, L

2. **Ancho de la superficie de falla W_r .**

Ancho máximo entre los flancos del deslizamiento perpendicularmente a la longitud L_r .

3. **Longitud de la masa deslizada L**

Distancia mínima entre la punta y la cabeza.

4. **Longitud de la superficie de falla L_r .**

Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla y la corona.

5. **Profundidad de la masa desplazada D_d**

Máxima profundidad de la masa movida perpendicular al plano conformado por W_d y L_d

6. Profundidad de la superficie de falla D_r

Máxima profundidad de la superficie de falla con respecto a la superficie original del terreno, medida perpendicular-mente al plano conformado por W

7. Longitud total L

Distancia mínima desde la punta a la corona del deslizamiento.

8. Longitud de la línea central L_{cl}

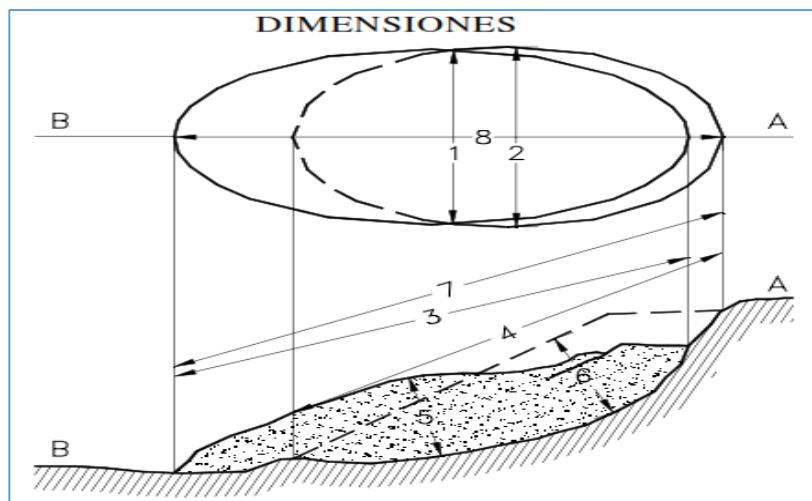
Distancia desde la punta o uña hasta la corona del deslizamiento a lo largo de puntos sobre la superficie original equidistantes de los bordes laterales o flancos.

El volumen de material medido antes del deslizamiento generalmente, aumenta con el movimiento debido a que el material se dilata. El término “Factor de expansión” puede ser utilizado para describir éste aumento en volumen, como un porcentaje del volumen antes del movimiento.

En algunas ocasiones como en el caso de roca el factor de expansión puede ser hasta de un 70%.

Figura N° 6

**Dimensiones de los movimientos en masa de acuerdo a IAEG
Commission on Landslides (1990)**



Fuente: Suarez (1998, p. 5)

- **Etapas en el proceso de falla**

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas introducen consideraciones mecánicas o propiamente geológicas.

Las caracterizaciones geotécnicas son necesarias y por esta razón, las clasificaciones eminentemente topográficas y morfológicas, como las propuestas por Varnes (1978), Hutchinson (1988), etc., deben adaptarse a las condiciones verdaderas de los movimientos.

En este orden de ideas se deben considerar cuatro etapas diferentes en la clasificación de los movimientos:

- a. Etapa de deterioro o antes de la falla donde el suelo es esencialmente intacto.
- b. Etapa de falla caracterizada por la formación de una superficie de falla o el movimiento de una masa importante de material.
- c. La etapa post-falla que incluye los movimientos de la masa involucrada en un deslizamiento desde el momento de la falla y hasta el preciso instante en el cual se detiene totalmente.
- d. La etapa de posible reactivación en la cual pueden ocurrir movimientos que pueden considerarse como una nueva falla, e incluye las tres etapas anteriores.

2.1.2 Inestabilidad de laderas

Según Vasquez (2014) la inestabilidad de laderas es:

“En ocasiones, el resultado de la combinación de varios factores, ya sea naturales o humanos. Uno de ellos es la acción del hombre cuando deforesta los bosques y cambia el uso del suelo, modificando las condiciones de equilibrio de la ladera. Otros son el relieve orográfico, el tipo de suelo, la presencia de sismos y, por supuesto, la lluvia intensa o abundante” (p. 3).

La inestabilidad de laderas depende tanto de factores naturales como humanos. Entre los primeros destaca el clima, en especial por la influencia de la temperatura, humedad y, sobre todo, de la lluvia (Figura N° 7).

Por otro lado, la deforestación provocada por el hombre y los asentamientos humanos en las laderas, frecuentemente de tipo irregular, aumentan las posibilidades de que éstas se deslicen y constituyan enormes amenazas para la población, sus bienes y su entorno.

Figura N° 7

Flujo de lodo y piedras provocado por las lluvias intensas en la zona de estudio durante el mes de enero 2018



Fuente: Propia

2.1.3 Los fenómenos de inestabilidad de laderas

Existe más de un término para referirse a los fenómenos de inestabilidad de laderas. Los conceptos utilizados se derivan de publicaciones en inglés, siendo las más comunes: “*massmovements*” (movimientos en masa), “*gavitational processes*” (procesos gravitacionales), “*slope movements*” (movimientos de ladera) y “*landslide*” (desplazamientos de tierra).

Para el desarrollo de la presente investigación se tomará el concepto dado por Cruden y Varnes (1996), "el cual define la inestabilidad de laderas como el movimiento de masas de roca, detritos o tierra a favor de la pendiente, bajo la

influencia directa de la gravedad" (p. 36). En este sentido es importante precisar los términos talud y ladera para la adecuada comprensión del trabajo realizado.

Talud: "Masa de tierra que no es plana sino que posee pendientes o cambios bruscos de altura .Cuando este se desarrolla en forma natural sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera" (Suárez, 2005).

La inestabilidad de laderas ocurre cuando se conjugan varios factores, que pueden ser de condiciones propias del lugar o de factores externos a este.

Los podemos agrupar de la siguiente manera Varnes, (1978):

- Factores geológicos, tales como: debilidad del material, la meteorización, fracturas, fisuras, capacidad de infiltración, dureza del material entre otros.
- Factores morfológicos, como: erosión en márgenes laterales, erosión fluvial de pie de ladera, erosión subterránea.
- Factores físicos, como: la precipitación, la temperatura, el drenaje, vibraciones, sismos, erupciones volcánicas.
- Factores antropogénicos, como: excavaciones, deforestación, vibraciones artificiales, aumento de peso sobre la pendiente, entre otros. (p.11)

Existe una clasificación más funcional que por sí misma hace referencia a la forma en que actúan los factores relacionados con la inestabilidad de laderas. Esta clasificación identifica dos tipos de factores condicionantes y desencadenantes.

Los factores condicionantes son factores propios del lugar que responden a características propias del terreno y del medio geográfico donde se encuentran.

Se distinguen por su lenta evolución, ejemplo de este tipo de factores son la litología, estructura tectónica, la hidrogeología, el relieve y el clima. Por otra parte los factores desencadenantes son los que detonan o desencadenan la inestabilidad. La característica de estos factores son sus efectos rápidos o instantáneos. Esencialmente se reconocen tres factores condicionantes: sismos, precipitaciones y actividades antrópicas.

Para que ocurra un movimiento en masa en la ladera se deben presentar una serie de procesos sucesivos del tipo causa efecto los cuales se puede dar a través de tres procesos:

1. Incremento del esfuerzo cortante, que puede originarse por:

- La remoción del soporte lateral o de base, como puede ocurrir con la erosión, deslizamientos previos, y excavaciones de origen antrópico, entre otras.
- El incremento de carga que se da por el peso del agua al interior de la ladera o talud, rellenos o vegetación.
- Incremento depresiones laterales como las hidráulicas, raíces, cristalización, expansión de minerales entre otras.
- Esfuerzos transitorios causados por sismos, vibraciones entre otras.

2. Disminución de fuerzas del suelo o de la roca.

Se refiere a las propiedades intrínsecas del material.

3. Reducción de la resistencia al esfuerzo cortante, lo cual es causado por:

- Cambio en las fuerzas intergranulares (Presión de poros, disolución).
- Cambios en la estructura, como puede ser la disminución de la resistencia en el plano de falla, fracturamiento debido a descargas o falta de confinamiento.
- Efectos de temperaturas extremas (dilatación y contracción del material).

2.1.4 Clasificación de la inestabilidad de laderas

Según Acosta, Chávez y Fritis, (2006).

“La inestabilidad de laderas es un fenómeno que no necesariamente ocurre de manera individual, sino que generalmente evoluciona hacia mecanismos complejos que combinan diversas tipologías, siendo por ellos muy difíciles de clasificar. Sin embargo, algunos autores como David Varnes (1978), J.N. Hutchinson (1968), Skempton y Hutchinson (1969) y otros, han propuesto clasificaciones para la inestabilidad de laderas de ocurrencia más frecuente (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales” (p. 327)

Clasificación de las inestabilidades de laderas:

- Por el grado de actividad
 - Inactivo : No presenta movimiento actualmente.
 - Poco activo : Presenta poco movimiento.
 - Activo : Presenta movimiento actualmente, con movimientos primarios y reactivaciones.

- Por la velocidad de propagación de materiales
 - Extremadamente rápido: >5m/s
 - Rápido : > 1,5 m/día a 5 m/s
 - Moderado : 1,5 m/mes a 1,5 m/día.
 - Lento : 1,5 m/año a 1,5 m /mes.
 - Muy lento : >1,5 m/año.

- Por la profundidad de la superficie de falla.
 - Superficial : Entre 0 y 2m.
 - Semiprofundo : Entre 2 y 10m.
 - Profundo : Mayor de 10 m

- Por el mecanismo de movilización.
 - Caídas de rocas.
 - Basculamiento o volcamiento.
 - Reptación.
 - Deslizamientos.
 - Flujos o coladas de detritos o tierra.

2.1.5 Factores que determinan la inestabilidad de laderas

Según Hernández (2012) En términos generales se puede decir que los factores que propician los problemas de deslizamientos o de inestabilidad de laderas se dividen en internos y externos; y tienen que ver directa o indirectamente con los

esfuerzos cortantes actuantes y resistentes que se desarrollan en la potencial superficie de falla o de deslizamiento.

“En no pocas ocasiones dichos factores se combinan, resultando difícil distinguir la influencia de cada uno de ellos durante la falla de una ladera. Los cambios en el ambiente y las perturbaciones al entorno natural por actividades humanas, son causas que también pueden desencadenar los deslizamientos de laderas”. (Alonso, et al, 1996)

2.1.5.1 Propiedades de los suelos y rocas

Las características de resistencia al esfuerzo cortante de los suelos y de las rocas que forman las laderas son variables que dependen principalmente de las condiciones geológicas y climáticas de una región, y varían en el espacio y en el tiempo. La resistencia al esfuerzo cortante de los suelos puede ser determinada mediante pruebas de campo o de laboratorio. Las fuerzas actuantes por peso propio y por cargas aplicadas se determinan con suficiente precisión a partir de sus condiciones geométricas y de pesos volumétricos. Con ello, es posible realizar el análisis cuantitativo de estabilidad en el que se determina un factor de seguridad global para cada caso.

2.1.5.2 Estratigrafía y estructuras geológicas

En la literatura existen varios casos documentados sobre deslizamientos que han sido favorecidos por las condiciones estratigráficas y geológicas

de los materiales que constituyen las laderas. Los planos de estratificación, las discontinuidades o las zonas de contacto de estructuras geológicas, se convierten con frecuencia en potenciales superficies de falla de una ladera, principalmente cuando los planos de estratificación y las zonas de contacto adquieren pendientes inclinadas o francamente paralelas a la superficie de los taludes o laderas naturales. En el territorio mexicano existen amplias zonas con materiales que deben su génesis a explosiones volcánicas ocurridas en tiempos geológicos relativamente recientes (miles de años), donde los materiales expulsados se han depositado en estado muy suelto con pendientes o echados paralelos a los taludes entonces existentes, atendiendo a la geomorfología que guardaban las laderas en sus etapas tempranas.

2.1.5.3 Mecanismo de falla por aumento de la presión del agua

En cada ladera ocurren fluctuaciones en los niveles del agua del terreno, de acuerdo con las variaciones estacionales y cambios climáticos a los que año con año está expuesta. El aumento de presión de poro (u) en la superficie potencial de falla va en detrimento de la resistencia del suelo, atendiendo al principio de los esfuerzos efectivos; en efecto, cuando la presión de poro aumenta (por la elevación del nivel de aguas freáticas, (NAF), el nivel de esfuerzos efectivos disminuye, y consecuentemente también se reduce la resistencia efectiva del suelo, dada su naturaleza friccionante.

2.1.5.4 Lluvias intensas y prolongadas

Uno de los factores externos que más contribuyen a la inestabilidad de laderas es la lluvia; por el efecto que tiene en la saturación del terreno, en el aumento del peso volumétrico del suelo y, de manera más trascendente, en la reducción de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos (por efecto de la presión de poro); asimismo, las corrientes extraordinarias por el pie propician socavación, deslaves y cambios en la geometría de las laderas. En México, la mayoría de los deslizamientos disparados por lluvias intensas y de larga duración se han presentado en laderas constituidas por suelos residuales y depósitos de origen sedimentario o aluvial. Estos deslizamientos han causado cuantiosos daños materiales y han cobrado cientos de vidas humanas, en diversos países del planeta.

2.1.5.5 La lluvia en los análisis de la evaluación del riesgo de deslizamientos

Para tomar en cuenta el efecto de la lluvia en los análisis de evaluación del riesgo de deslizamiento de laderas se requiere, en primer lugar, contar con información confiable sobre la intensidad y la duración de la lluvia que cae en una zona o región, y su relación con los deslizamientos de laderas y el tipo de suelos que las forman.

También son importantes los datos sobre ubicación del sitio, altura y pendiente de la ladera, distancia de recorrido y velocidad del deslizamiento, fecha y hora de ocurrencia, límites de afectación, volumen removido y tipo de deslizamiento, así como información sobre los daños

directos ocasionados por el deslizamiento (pérdida de vidas humanas y costos económicos).

2.1.5.6 Cargas sobre la ladera

La aplicación de cargas sobre la ladera, ya sea por la construcción de obras o por la acumulación de materiales, es un factor determinante en los incrementos de los esfuerzos cortantes actuantes en la potencial superficie de falla. “El desarrollo de asentamientos humanos en el talud y en la corona de una ladera tiene aspectos negativos en la estabilidad, ya que además del peso que transmiten a la ladera por la construcción de viviendas, se generan otras condiciones proclives a los deslizamientos como son: fugas en drenajes y en los servicios de agua potable, cortes y terrazas para la construcción de obras y acumulación de cargas accidentales producidas por tránsito de vehículos y por la vibración de maquinaria”.

2.1.5.7 Causas humanas o antrópicas

Existen actividades humanas que agudizan o francamente causan de manera directa la ocurrencia de deslizamientos. Debe reconocerse un hecho bien establecido: bajo condiciones de altura, pendiente y geomateriales similares, un área urbana es más susceptible a los deslizamientos que un área rural. Tres son los factores globales de origen

antrópico que causan deslizamientos en laderas; ellos son los que se detallan a continuación:

- Concentración de infiltraciones por la rotura de drenajes o de los sistemas de abastecimiento de agua
- Cambios en el régimen de la presión del agua del subsuelo
- Cambio en el régimen de las aguas superficiales
- Cambio o incluso impedimento de cauces en cañadas
- Construcción de vasos o tanques de almacenamiento
- Infiltraciones por fosas sépticas
- Impermeabilización para la urbanización, lo que reduce la evaporación e infiltración, y aumenta la escorrentía.

2.1.5.8 Rasgos geológicos y geomorfológicos que propician inestabilidades

La inestabilidad de laderas en nuestro país ocurre con gran frecuencia en suelos residuales y durante periodos de lluvias intensas. Los suelos residuales son aquellos materiales producto de la descomposición química de las rocas, resultado del intemperismo provocado por el clima; se trata de geomateriales no transportados, disgregables o de consistencia blanda que se mantienen en el mismo sitio en que fueron modificados a partir de la roca original. Con frecuencia exhiben incluso la misma apariencia que la roca original. Amplias zonas del territorio nacional están cubiertas con suelos residuales, destacando las localizadas en la vertiente del Golfo de México y en las porciones sureste y sur de la vertiente del Pacífico; en

ellas pueden distinguirse estos suelos de colores rojizos. (Alonso, et al. 1996)

FiguraN° xx

Perfil de alteración de un suelo residual y de la roca basal



Fuente: Alonso, Ll. et al, 1996.

2.1.6 El riesgo y sus componentes la amenaza y vulnerabilidad

En los años sesenta se dio inicio y desarrollo a gran cantidad de procedimientos y metodologías para evaluar la amenaza y riesgo por deslizamiento (Bonachea 2006), siendo el punto de partida los trabajos mencionados anteriormente realizados por Varnes, 1978 acerca de la clasificación de los deslizamientos en la cual se basa la determinación de la amenaza.

Es pertinente mencionar que cuando se habla de riesgo, éste se encuentra conformado por varios factores, entre ellos la amenaza, las diversas clases de vulnerabilidad y las debilidades que se tengan para enfrentar la amenaza.

El término riesgo proviene del italiano /risico o rischio/ que, a su vez, tiene origen en el árabe clásico rizq ("*lo que depara la probidad*") "El término hace referencia a la proximidad o contingencia de un posible daño". (Prieto, 2011)

En el desarrollo y precisión sobre el concepto y modelación del riesgo se requiere del concurso de diversas disciplinas, sin embargo su evaluación en países como el nuestro es el estado el que toma las decisiones conducentes al control, prevención y/o mitigación del mismo.

Carreño (2006) indica que el riesgo como concepto tiene tantas definiciones como disciplinas científicas existen, seguramente por este motivo el riesgo no ha sido abordado de forma integral, sino que por el contrario ha sido fragmentado de acuerdo al enfoque de cada disciplina. Tomado de (Prieto, 2011)

De acuerdo con Aven y Kristensen (2004)

Existen dos corrientes de pensamiento relacionadas con el concepto de riesgo: i) La corriente clásica que podemos definir como optimista, en la cual el riesgo existe objetivamente y puede ser medido; y ii) La corriente Bayesiana en la cual se concibe el riesgo como una forma de expresar la incertidumbre (p.21).

"Ambas corrientes son extremas, una positivista y la otra relativista; y entre ellas se mueven los análisis de riesgo en un contexto práctico, cuyo reto consiste en encontrar un equilibrio entre estos dos puntos, sin perder objetividad". (Prieto 2011)

Bonachea (2006) plantea "el riesgo como la superposición de la amenaza y la vulnerabilidad, esta última, expresada a su vez como una función de la exposición y la resistencia". (p.6)

Mejia (2005) considera "El riesgo como la probabilidad de que se presente una pérdida sobre el elemento e, como consecuencia de un evento con una intensidad mayor o igual a 1. Es decir la probabilidad de exceder unas consecuencias sociales, económicas o ambientales durante un periodo de tiempo t dado". (p.15)

Bonachea (2006) conceptúa "el riesgo como la Interacción entre la amenaza, y los objetos que están expuestos a la misma (personas, edificios entre otros.), así como el grado de destrucción que dichos objetos pueden experimentar". (p.12)

Por otro lado Clarke y pineda (2007) lo definen como: los datos esperados, normalmente expresados en cantidades monetarias producto de un evento destructivo por lo que es necesaria conocer sus componentes la amenaza y la vulnerabilidad relacionadas, se aclara que este concepto se aplica a aquellos datos relacionados con elementos físicos (Infraestructura, zonas de cultivos etc...) ya que no se llega al extremo de cuantificar una vida humana. (p.122)

Brad (1984), "particulariza el riesgo por deslizamientos, como el número de muertes, personas heridas, daños a la propiedad o interrupciones en la actividad económica" (p.84)

Como lo menciona Sánchez, en su tesis Metodología para la evaluación del riesgo en corredores viales, analiza el riesgo a partir de una serie de escenarios en la cual se tiene encuentra la frecuencia de los deslizamientos, la intensidad del proceso involucrado, el tipo de elemento afectado y su resistencia ante el proceso que lo afecta, obteniéndose a partir de esto una serie de mapas de tipo cualitativo.

La Undro (1991) presenta las siguientes definiciones respecto al riesgo y sus Componentes:

- a. Riesgo - Número esperado de vidas perdidas, personas heridas, daños a la propiedad y la interrupción de la actividad económica debido a un fenómeno natural particular. Es el producto del riesgo específico y los elementos en riesgo (Expuestos).
- b. Riesgo específico - Grado esperado de pérdida debido a un fenómeno natural en particular y en función de los peligros (amenazas) naturales y la vulnerabilidad.
- c. La peligrosidad o amenaza natural (Hazard): Probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino en un tiempo y lugar específico.

- d. La vulnerabilidad: El grado de pérdida de un determinado elemento o elementos en situación de riesgo como resultado de la ocurrencia de una catástrofe natural de una magnitud dada. Se expresa en una escala de 0 (sin daño) a 1 (pérdida total).

Wilches-Chaux (1998), define el riesgo como "la probabilidad de que ocurra un desastre" (p. 5). Se puede concluir de las definiciones antes mencionadas que los procedimientos desarrollados por diferentes investigaciones para la determinación del riesgo se realiza de manera cualitativa o semi cuantitativa, por lo que es claro que falta mucho por investigar en este terreno particularmente en lo referente a los componentes del riesgo amenaza y vulnerabilidad ya que la determinación de estas como lo veremos más adelante se fundamenta principalmente en los criterios y juicios de experto y no de un análisis minucioso y serio de las diferentes variables involucradas.

Susceptibilidad y amenaza.

Es importante precisar los términos susceptibilidad y amenaza en el desarrollo de la presente investigación ya que en ella se presenta una metodología que permite determinar el riesgo asociado a vulnerabilidad física, para la cual es fundamental una selección idónea de las variables que en ella intervienen.

Como bien define la susceptibilidad, Sánchez Calderón (2011) en su trabajo Metodología para la evaluación del riesgo en corredores viales, Bonachea (2006) como "la predisposición del terreno de verse afectado por deslizamientos sin

tener en cuenta el factor tiempo. Actualmente este término es empleado por los ingenieros para identificar zonas que son más propensas que otras a fenómenos de remoción en masa”.

Estimación del riesgo.

Es el proceso a través del cual se cuantifica el valor del riesgo, el cual para el presente trabajo se analiza a la luz de la infraestructura física, objetivo principal del mismo, esta estimación comprende el análisis de la amenaza, la vulnerabilidad, y su integración.

- **Amenaza.**

Existen diversos conceptos en torno a la amenaza a la luz de diferentes autores así:

UNDRO en conjunto con la Unesco en la reunión "Natural Disasters and Vulnerability Analysis" Undro (1979), "ampliamente utilizados en el campo técnico y científico: definen la o peligro (Hazard - H), como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado". (p.4)

Wilches Chaux (1998) manifiesta:

“La verdadera amenaza surge cuando de la posibilidad teórica se pasa a la probabilidad más o menos concreta, de que uno de esos fenómenos de

origen natural o humano, se produzca en un determinado tiempo y en una determinada región que no esté adaptada para afrontar sin traumatismos ese fenómeno” (p35).

Según la ONU/EIRD (2004).

Evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar .la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. Estos incluyen condiciones latentes que pueden derivar en futuras amenazas, los cuales pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas). Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad. (p.23)

Para Clarke y Pineda (2007) “la amenaza hace referencia a la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un periodo de tiempo y un área dada, se debe por tanto ser claro en el tipo de fenómeno, el tiempo y el sitio” (p. 16). Para el presente estudio el fenómeno en estudio (fuente de amenaza) son las inestabilidades de taludes y laderas que causan remociones en masa en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.

Lee y Jones (2004) subdividen las amenazas en naturales, tecnológicas y sociales. "Las amenazas naturales son definidas como aquellos elementos del ambiente físico que son perjudiciales para los humanos y son causados por

fuerzas diferentes a la sociedad humana" (p. 11). Por otra parte, de acuerdo con la dramática influencia de la actividad humana en la operación de los sistemas ambientales, la intersección con las amenazas naturales o tecnológicas es lo que se define como amenazas híbridas, destacándose dentro de ese grupo las cuasi naturales que son aquellas que involucran actividad humana ya sea a nivel social o tecnológico dentro de un proceso natural.

En consecuencia la amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino en un tiempo y lugar específico.

Amenaza por movimientos en masa.

Es la probabilidad de desplazamiento de un volumen de material in-situ, transportado o residual en un área determinada, causado por la interacción de diferentes factores internos o externos al talud y al materia presente en este.

Una de las etapas previas para la identificación y evaluación de la amenaza por taludes y laderas inestables en un área determinada, es la definición de todos los factores que intervienen en la misma. Estos factores deben ser deducibles directamente a partir de la información técnica existente y admitir una definición sencilla.

- **Vulnerabilidad.**

Al igual que para la amenaza para la vulnerabilidad existen diversos conceptos desde diferentes autores así:

Varnes (1984), fue uno de los primeros autores en introducir el término de vulnerabilidad en sus estudios. Para él "la vulnerabilidad está definida como

el grado de daños potenciales que puede sufrir un elemento o un grupo de elementos y los cuales se expresan entre 0 y 1" (p.122).

La ONU maneja el concepto de vulnerabilidad como las condiciones determinadas por factores físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas. (ONU/EIRD, 2004).

En su trabajo de tesis Sánchez, (2011), haciendo referencia a Bonachea, (2006), distingue dos escuelas asociadas a la determinación de la vulnerabilidad:

“Aquella que la estudia desde el punto de vista físico y la otra desde el punto de vista social y humano. Sin embargo recalca que son pocos los esfuerzos que se han realizado para llevar a cabo una mayor investigación en ese material” (p. 43).

Así mismo Clarke & Pineda (2007) la definen como "la predisposición de un elemento o componente a sufrir afectación ante una situación de amenaza específica, debe evaluarse y asignarse a cada uno de los componentes expuestos" (p. 8).

Wilches-Chaux,(1998), manifiesta la vulnerabilidad como:

“La condición en la cual una población esta o queda expuesta en peligro de resultar afectado por un fenómeno de origen humano o natural, llamado amenaza para plantear una dimensión general que integre los

diferentes aspectos o dimensiones que caracterizan la vulnerabilidad desde diferentes perspectivas” (p. 54).

2.1.7 Cuencas hidrográficas

Según Toycen (2014) “Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar” (p.. 17).

Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas.

Figura N° 8

Cuenca hidrográfica



En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y

sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano.

No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica.

Partes de una cuenca

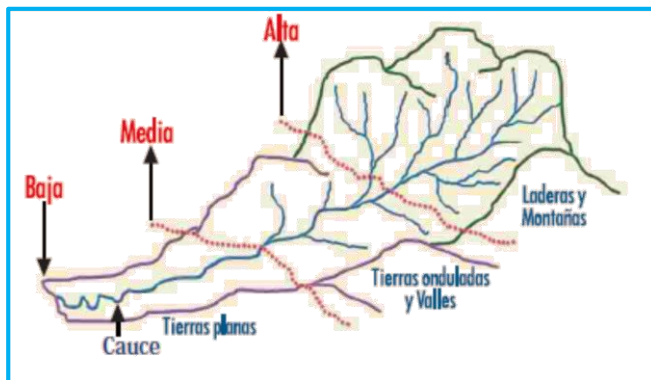
Una cuenca hidrográfica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice (Figura N° 10), por ejemplo:

- Criterio 1 Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura, se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.

- Criterio 2 Topografía: Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.

Figura N° 9

Partes de una cuenca hidrográfica

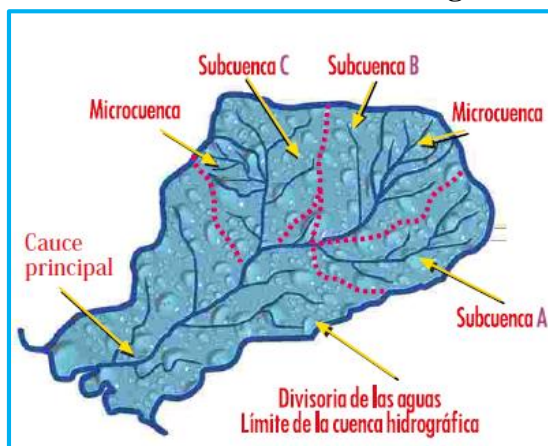


División de una cuenca

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores.

Figura N° 10

División de una cuenca hidrográfica



La cuenca puede subdividirse de varias formas, siendo común el uso del término subcuenca para denominar a las unidades de menor jerarquía, drenadas por un tributario del río principal. El término microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una cuenca principal. Esta subdivisión de las cuencas permite una mejor priorización de las unidades de intervención o tratamiento.

2.1.8 Ubicación geográfica de la zona de estudio

El presente estudio estará ubicado en el distrito de Colca, provincia de Huancayo, Departamento y Región Junín, en la subcuenca del río Canipaco perteneciente al Cuenca del río Mantaro.

La zona donde se realizarán los trabajos de investigación se localiza de acuerdo al siguiente detalle:

- Ubicación por localización geográfica
 - Distrito : Colca
 - Provincia : Huancayo
 - Departamento : Junín
 - Altitud : 3516 msnm
 - Latitud Sur : 12°15'07"
 - Longitud Oeste : 75°15'40"

- Ubicación por unidad hidrográfica del Proyecto se localiza en:
 - Sub Cuenca : Canipaco

- Cuenca : Mantaro
- Vertiente : Atlántico
- Unidad Hidrográfica : Canipaco–UH 499662
- Área de Estudio : Tramo distrito de Colca.

Figura N° 11

Ubicación del Estudio



Ubicación por Unidad Hidrográfica del Proyecto, se localiza en:

Unidad Hidrográfica : Canipaco y La Virgen

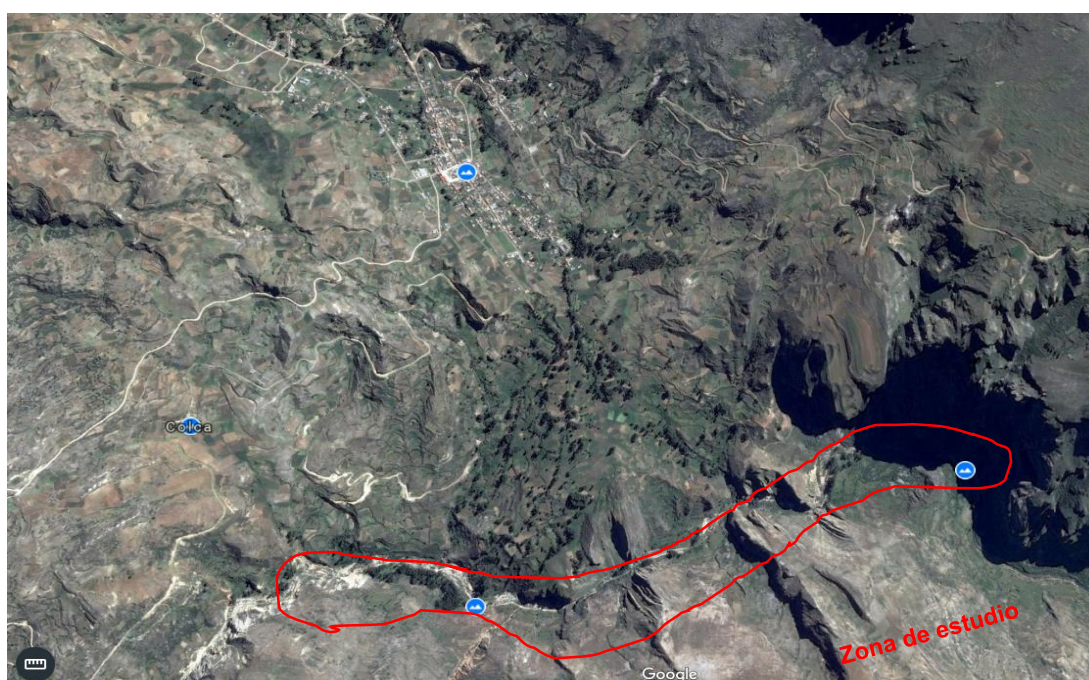
Sub Cuenca : Canipaco–UH 499662

Cuenca : Mantaro

Vertiente : Atlántico

Figura N° 12

Vista panorámica del distrito de Colca y la subcuenca del río Canipaco – zona de estudio



Fuente: www.googleearth.com

2.2 Marco conceptual

2.2.1 El riesgo

Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia

de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. El riesgo puede ser de origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también, de origen tecnológico o provocado por el hombre. Para que exista un riesgo, debe haber tanto una amenaza, como una población vulnerable a sus impactos. (Jiménez, 2004).

Bonachea (2006) conceptúa "el riesgo como la Interacción entre la amenaza, y los objetos que están expuestos a la misma (personas, edificios entre otros.), así como el grado de destrucción que dichos objetos pueden experimentar". (p.12).

2.2.2 Factores del riesgo

“Aquellas condiciones del ambiente, materiales u otros, que potencialmente pueden afectar la integridad o generar un efecto negativo en las zonas vulnerables por taludes o laderas inestables” (Gutiérrez, 2011)

Definida también como “Medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente un determinado evento o fenómeno” (COVENIN, 1995)

2.2.3 Amenaza

La amenaza o peligro, o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el ambiente. “Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un sitio específico y en un determinado período de tiempo”. (Jiménez, 2004).

2.2.4 Vulnerabilidad

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. (Jiménez, 2004).

2.2.5 Análisis del riesgo

El objetivo es determinar la distribución de probabilidad por las consecuencias que surjan de la amenaza o vulnerabilidad de laderas; o sea, P [consecuencias del riesgo]. El cálculo de riesgo comprende primariamente un tratamiento matemático, basado en la amenaza, los elementos en riesgo y la vulnerabilidad de éstos; para ello, se recurre al álgebra probabilista (como podrían ser árboles de eventos), o bien a métodos de confiabilidad o simulación. La evaluación del riesgo, involucra la noción de amenaza, vulnerabilidad y costo. (Jiménez, 2004).

Bonachea (2006) como “la predisposición del terreno de verse afectado por deslizamientos sin tener en cuenta el factor tiempo. Actualmente este término es empleado por los ingenieros para identificar zonas que son más propensas que otras a fenómenos de remoción en masa”.

2.2.6 Gestión del riesgo

Se puede definir como el proceso estratégico idóneo para que los actores sociales insertos en la dinámica de un territorio determinado, puedan concertar el contexto y la lógica de los esfuerzos, las capacidades y los recursos que se dispondrán de forma correctiva y prospectiva, para llegar a niveles aceptables de seguridad humana.

La gestión del riesgo es el arte de unir fuerzas en función de la vida y el Desarrollo Humano Sostenible, actúa sobre las causas y mecanismos que facilitan y estructuran el riesgo de perder la vida y el patrimonio, ver dañados o destruidos los recursos materiales y no materiales de subsistencia, vivir en la incertidumbre de no poder procurarse los elementos mínimos para el desarrollo humano sostenido, generando ansiedad y miedo (Gómez, 2003).

2.2.6.1 Actividades para un enfoque integral de la gestión de riesgo

Un análisis detallado de los factores que transforman un fenómeno natural en un desastre humano y económico revela que los problemas fundamentales del desarrollo de la región Centro Americana son los mismos que contribuyen a su vulnerabilidad hacia los efectos catastróficos de las amenazas naturales. Las causas principales de la vulnerabilidad de la región son la urbanización rápida y no regulada, la persistencia de la pobreza urbana y rural generalizada, la degradación del medio ambiente causada por el mal manejo de los recursos naturales, la política pública

ineficiente y los rezagos y desaciertos de las inversiones en infraestructura (Hernández, 2012).

2.2.6.2 Medidas para reducir el riesgo

En la mayoría de los riesgos asociados con amenazas naturales, existen limitadas oportunidades para reducir la amenaza. En estos casos, el objetivo de las políticas de mitigación debe ser la reducción de la vulnerabilidad de los elementos y actividades en riesgo. Las medidas de parte de las autoridades a cargo de la planificación o desarrollo para reducir la vulnerabilidad pueden clasificarse de manera amplia en dos tipos: activas y pasivas.

2.2.6.3 Medidas activas de mitigación

Son aquellas por medio de las cuales las autoridades promueven medidas convenientes ofreciendo incentivos, a menudo asociados con programas de desarrollo en áreas de bajos ingresos. Las medidas activas, aunque pueden ser más costosas al inicio, suelen producir mejores resultados en algunas comunidades porque tienden a promover una cultura de seguridad que se perpetúa por sí misma, algunas de estas medidas son: planificación del control de distribución, capacitación y educación, subsidios para equipos seguros (material de construcción), disseminación de información al público, fomento de la toma de conciencia y creación de organizaciones comunitarias (alerta temprana).

2.2.6.4 Medidas pasivas de mitigación

Son aquellas por medio de las cuales las autoridades promueven medidas no convenientes usando controles y multas; estas medidas son usualmente más apropiadas para autoridades locales bien establecidas en áreas de mayor ingreso entre ellas están: requisitos que se amolden a los códigos de diseño, verificación del cumplimiento de los controles en el lugar mismo, control de uso de la tierra, negación de servicios e infraestructura en las áreas donde el desarrollo es indeseable, seguros obligatorios.

2.2.6.5 Mitigación con base comunitaria

Se ha argumentado que los gobiernos y las principales agencias de desarrollo tienden a adoptar un enfoque piramidal en la planificación de la mitigación de desastres. Este enfoque lleva a que los beneficiarios reciban soluciones diseñadas para ellos por los planificadores, en vez de ser ellos mismos los que las seleccionen.(Gómez, 2003)

2.2.7 Taludes – laderas

Masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud de corte cuando se conformó artificialmente (Suarez, 1996, p. 1)

2.2.8 Inestabilidad de taludes y laderas

Movimientos que afectan a una gran cantidad de masa de terreno. Un tipo particular de corrimiento de tierra son los deslizamientos, que se producen cuando una gran masa de terreno o zona inestable, desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. (De Matties, 2003, p. 3).

2.2.9 Daños materiales y agrícolas

Se establece que existen daños materiales y agrícolas cuando los componentes del medio ambiente sufren alteraciones que pueden ser causados por una acción o factor de la naturaleza, en este por laderas inestables.

Cuando un talud o ladera está erosionado es más susceptible a ser arrastrado por el agua y el polvo, generando desprendimientos o derrumbes, ocasionando daños materiales y agrícolas que afectan a las comunidades asentadas en el área o zona vulnerable.

2.2.10 Plan de prevención de amenazas de desastres

Instrumento comunitario, que recoge, actividades y responsabilidades planificadas y organizadas de prevención, mitigación y respuesta ante un desastre determinado. Consiste en la eliminación o reducción de la presencia de eventos naturales que pueden constituir un peligro para el ser humano.

2.2.11 Producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad

Cuando hablamos de producción agrícola estamos haciendo referencia a todo aquello que es el resultado de la actividad agrícola.

Desde el punto de vista del desarrollo social económico, la producción agrícola juega un papel fundamental en las condiciones de existencia de la especie, generando como resultado una mejora en las condiciones de productividad.

2.2.12 Susceptibilidad física

Referida a la mayor o menor predisposición que un espacio geográfico sea modificado por eventos naturales (MINAM, 2012).

Según el Mapa de Vulnerabilidad física por departamentos del MINAM (2012) “Los departamentos que presentan los niveles más altos de susceptibilidad física a peligros múltiples son: Tumbes, San Martín, Puno, Pasco, Junín, Huancavelica, Cusco, Cajamarca, Ayacucho y Amazonas” (p. 47).

2.3 Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis principal

Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona.

2.3.2 Hipótesis secundarias

- Realizando un análisis de riesgos de taludes y laderas inestables se podría prevenir los desastres naturales ocasionados en las épocas de cambios climatológicos en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.
- Evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas se podría mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.
- Mediante un Plan de prevención de amenazas de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.

2.3.3 Variables e indicadores

2.3.3.1 Hipótesis principal

V.I.: Taludes y laderas inestables

V.D.: Daños materiales y agrícolas

2.3.3.2 Hipótesis secundarias

- Hs.1: V.I. : Análisis de riesgo
V.D. : Desastres naturales.
- Hs.2: V.I. : Factores de riesgo
V.D. : Desastres naturales.

- Hs.3: V.I. : Plan de prevención de amenazas de desastres

V.D. : Producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.

2.3.4 Operacionalización de variables

Cuadro N° 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Inestabilidad de Taludes y laderas (Taludes y laderas inestables)	Masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud de corte cuando se conformó artificialmente (Suarez, 1996, p. 1)	Movimientos que afectan a una gran cantidad de masa de terreno. Un tipo particular de corrimiento de tierra son los deslizamientos, que se producen cuando una gran masa de terreno o zona inestable, desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor. (De Matties, 2003, p. 3).	Factor de seguridad	Amenaza
				Vulnerabilidad física
Análisis de riesgos	Bonachea (2006) conceptúa "el riesgo como la Interacción entre la amenaza, y los objetos que están	Bonachea (2006) como "la predisposición del terreno de verse afectado por deslizamientos sin	Amenaza	<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente • Precipitación • Corriente Subcuenca río Canipaco • Geología • Sismicidad

	expuestos a la misma (personas, edificios entre otros.), así como el grado de destrucción que dichos objetos pueden experimentar". (p.12).	tener en cuenta el factor tiempo. Actualmente este término es empleado por los ingenieros para identificar zonas que son más propensas que otras a fenómenos de remoción en masa".		<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura y usos del suelo • Acción antrópica
			Vulnerabilidad física	<ul style="list-style-type: none"> • Estructural, residencial e institucional • Vía vehicular • Bocatoma de acueducto • Redes eléctricas • Redes de agua potable • Puente • Cultivos • Corriente Sub cuenca río Canipaco
Factores de riesgo	Aquellas condiciones del ambiente, materiales y otros, que potencialmente pueden afectar la integridad o generar un efecto negativo en las zonas vulnerables por taludes o laderas inestables (Gutiérrez, 2011)	Medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente un determinado evento o fenómeno. (COVENIN,1995)	Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía de la región • Geometría propia de los taludes involucrados
			Climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitaciones pluviales • Deslizamientos • Desprendimientos
Daños materiales y agrícolas	Se establece que existe daños materiales y	Cuando un talud o ladera está erosionado es más	Productividad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Deforestación
				<ul style="list-style-type: none"> • Erosión del suelo

	agrícolas cuando los componetes del medio ambiente sufre una alteración que puede ser causada por una acción o factor de la naturaleza, en este por laderas inestables.	susceptible a ser arrastrado por el agua y el polvo, generando desprendimientos o derrumbes, ocasionando daños materiales y agrícolas que afectan a las comunidades asentadas en el área o zona vulnerable.		<ul style="list-style-type: none"> • Uso inadecuado de suelos y agua
Plan de prevención de amenazas de desastres	Instrumento comunitario, que recoge, actividades y responsabilidades planificadas y organizadas de prevención, mitigación y respuesta ante un desastre determinado.	Consiste en la eliminación o reducción de la presencia de eventos naturales que pueden constituir un peligro para el ser humano.	Elaboración del Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de drenes • Protección y prevención • Construcción de muros de contención • Control del nivel freático • Reforestación.
Producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad	Cuando hablamos de producción agrícola estamos haciendo referencia a todo aquello que es el resultado de la actividad agrícola.	Desde el punto de vista del desarrollo social económico, la producción agrícola juega un papel fundamental en las condiciones de existencia de la especie, generando como resultado una mejora es las condiciones de productividad.	Dimensión social	<ul style="list-style-type: none"> • Atención de necesidades básicas
			Dimensión medioambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la erosión de taludes y laderas
			Dimensión económica	<ul style="list-style-type: none"> • Producción y cultivos.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Cuadro N° 2

Tipo de investigación

De acuerdo:	Es de tipo	Porque:
A la orientación	Aplicada	La investigación está orientada a lograr un conocimiento solucionar los problemas generados por la inestabilidad de taludes en la sub cuenca río Canipaco, distrito de Colca – Huancayo.
A la técnica de contrastación	Explicativa	Busca relacionar los resultados del análisis y factores de riesgos con el comportamiento de taludes y laderas inestables frente a las amenazas de desastres naturales en la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad asentada en la zona de estudio.
Con la direccionalidad	Prospectiva	Los efectos de su aplicabilidad se verán en el futuro frente a un evento natural incorporando los resultados del estudio para reducir el riesgo, planificación del desarrollo mediante un Plan de prevención para la zona de estudio.
Con el tipo de fuente de recolección de datos	Prolectiva	La información se recogerá después de una planeación de la misma.
Con la evolución del fenómeno estudiado	Transversal	Se medirán las características de la unidad de análisis en un momento dado.
Con la comparación de la población	Comparativa	Se realizará la comparación de los resultados de las variables en cada uno de los taludes y laderas inestables seleccionados para el desarrollo del presente estudio.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Nivel de investigación

Es de nivel III; predictivo I; cuyo propósito es prever o anticipar situaciones futuras y para ello requiere pasar por el tipo de investigación explicativa.

Sobre la base de las consideraciones teóricas y metodológicas la presente investigación tendrá un nivel explicativo y según Hernández, Fernández y Baptista (2014): “los estudios explicativos se enfocan en “explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables”: (p. 95).

3.2 Método y diseño

Se emplea el método deductivo (en el marco teórico), inductivo (en los resultados), analítico (en el análisis de resultados) y comparativo (para comparar los comportamientos de los taludes y deslizamientos, bajo condiciones de afectación (antes) y con diseños de protección y mecanismos de prevención (después) que podrían mitigar el paso de un fenómeno natural, según los métodos y diseños de investigación científica, adicional a este se hará uso de la inferencia estadística basado en los elementos finitos.

Los pasos a seguir en el capítulo de resultados son:

- Se evaluará el comportamiento sin diseños de protección tal y como se encuentran en la realidad.
- Se describirá los taludes y deslizamientos en cada tramo de la cuenca con las características correspondientes y las acciones de previsión que se debe tener.
- Luego se analizará aplicando condiciones y diseños de protección y mecanismos de prevención de prevención para mitigar los daños materiales y agrícolas en la zona y evitar los desastres naturales de la población de la cuenca.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Referente a la población, Sánchez (2006) nos dice que es “el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p. 236, 237).

Así mismo Ramírez (2010) define la población como “el conjunto de elementos que forma parte del grupo de estudio, por tanto, se refiere a todo los elementos que en forma individual podrían ser cobijados en la investigación. La población lo define el objetivo o propósito central del estudio” (p. 55).

En base a las definiciones anteriores la población estuvo conformada por los taludes y laderas de la subcuenca del río Canipaco que comprende los distritos de Colca, Chongos Alto, Chacapampa, Carhuacallanga perteneciente a la provincia de Huancayo, departamento de Junín.

3.3.2 Muestra

Según lo citado en Hernández et. al (2014) refiere que la muestra es un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y se debe se representativo de esta” (p. 173). En esta investigación la muestra lo conformaron los taludes y laderas de la subcuenca del río Canipaco tramo distrito de Colca. En el siguiente cuadro se presentan los principales parámetros geomorfológicos de la sub cuenca Canipaco.

Cuadro N° 3

Parámetros Geomorfológicos de la sub cuenca Canipaco

Parámetros	Subcuenca Canipaco	Unidad de medida
Área	1,293.82	Km ²
Perímetro	206.52	Km
Cota máxima	5,150.00	Cmáx
Desnivel entre curvas de nivel	0,05	Km
Longitud total de curvas de nivel	6,945.78	Km
Elevación media	4,586.21	msnm
Longitud de río principal	82.70	Km
Longitud máxima de la cuenca	54.89	Km
Ancho de la cuenca	15.64	Determinado por la relación del área y la longitud de la cuenca
Desnivel máximo	2100	m
Longitud Tramo distrito de Colca	20,550.01	metros lineales

Fuente: García, J. – EGECSAC 2017.

De otro lado, habiendo realizado un primer Inventario de taludes se han identificado nueve taludes en riesgo para el tramo distrito de Colca, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro N° 4
Inventario de taludes – laderas en la sub cuenca Canipaco para el tramo
distrito de Colca

Número de Talud	Morfología	Longitud (m)	Altura (m)	Pendiente	Material
1	Ladera	100	400	0 - 2%	Roca sana
2	Ladera	150	350	14 - 20%	Roca meteorizada intermedia
3	Margen de río	20	10	3 - 7%	Suelo residual
4	Margen de río	5	3	21 - 55%	Suelo residual
5	Ladera	100	120	21 - 55%	Roca meteorizada intermedia
6	Pie de ladera	17	50	14 - 20%	Suelo residual
7	Ladera	7	9	21 - 55%	Suelo residual
8	Pie de ladera	7	15	14 - 20%	Roca meteorizada intermedia
9	Talud	6	6	21 - 55%	Material orgánico

Fuente: Elaboración en el presente estudio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tal como definen Sánchez y Reyes (2006) las técnicas son los “medios por los cuales el investigador procede a recoger información,..., en función a los objetivos del estudio” (p. 151), del mismo modo Carrasco (2013) expresa que “en el proceso de investigación se emplean diversas técnicas e instrumentos, tanto para la recolección de datos como para la recopilación de información, el análisis y el procesamiento de datos, así como para la presentación de resultados” (p. 269).

Con referencia a lo anterior se realizará la recolección de información mediante la técnica de la observación, tal como refiere Carrasco (2013) “es un proceso intencional de captación de las características, cualidades y propiedades de los objetos y sujetos de la realidad” (p. 283). La observación a realizar será sistemática y objetiva, con la finalidad de realizar el inventario de taludes inestables.

Para tal fin se empleó un formato de inventario de taludes, el cual será diligenciado en cada talud o ladera inestable en la zona de estudio. En este se anotarán datos de georeferenciación y descripción generales de manera que se pueda plasmar su ubicación y principales características.

3.4.1 Técnicas

Para recoger los datos se utilizó la técnica de la observación puesto que nos permitirá interrelacionarse directamente con los elementos que son materia de investigación.

3.4.2 Instrumentos

El instrumento de recolección de datos empleado fue el inventario de taludes, instrumento preparado por el investigador para recopilar y anotar la información que sirven como datos de entrada que alimentarán al programa Excel para procesamiento y tratamiento de los datos, permitiéndonos el análisis y evaluación de los taludes en estudio.

3.5 Validación de instrumentos

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide lo que pretende medir, mide lo que el investigador quiere medir y se mide sólo lo que quiere medir. Thorndike (1980). Se adjunta la carta dirigida al Dr. Cesar Jiménez Cáceres, para validación del instrumento a utilizar.

3.6 Confiabilidad de instrumentos

Adkins (1981) se refiere al grado en que la aplicación repetida del instrumento a las mismas unidades de estudio, en idénticas condiciones produce iguales resultados, dando por hecho que el evento medido no ha cambiado. Atendiendo las recomendaciones de los expertos en cuanto a la redacción y pertinencia de los enunciados para la toma de datos, se elaboró una versión definitiva con el propósito de darle la debida confiabilidad.

3.7 Técnicas de análisis estadísticos

Se utilizará la estadística descriptiva mediante cuadros y gráficos para comparar los resultados de los taludes y deslizamientos de laderas a consecuencia de los fenómenos naturales que se han presentado en la zona. Del mismo modo se empleó la inferencia estadística y considerando el tamaño de muestra se utilizó el estadístico t de Student para la prueba y contrastación de las hipótesis general y específicas.

A partir de los porcentajes y factores de incidencia en la variación de las características de cada zona en los análisis, aplicando las normas se evaluará los resultados para el plan de previsión. Para la sección analítica se empleará un análisis comparativo para cada caso de investigación, utilizándose el método de Análisis explicativo. Como recurso para la recolección de datos se utilizó el GPS y para el procesamiento de datos Microsoft Excel y el software Statkey para definir las regiones críticas y la regla de decisión, con los que se llegaron a los resultados que serán de propuestos a los pobladores de la zona.

Con la información recopilada a partir de la bibliografía investigada, el trabajo de campo y además de las observaciones realizadas se hizo una exhaustiva recopilación de datos, que fueron registrados en una base de datos para su posterior procesamiento. La información de la base de datos ha sido tratada mediante herramientas del programa Excel para agrupar factores, categoría, afectación, protección, etc.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La subcuenca del río Canipaco se considera un área con gran susceptibilidad a fenómenos naturales catastróficos, en particular en lo referente a fenómenos de remoción en masa debido principalmente a las características geológico–geomorfológicas complicadas de la zona. “La posibilidad de ocurrencia de eventos potencialmente catastróficos hace necesario realizar una evaluación cuantitativa del riesgo frente a los mismos, basada en la identificación y caracterización de zonas inestables desde la perspectiva de la amenaza y la vulnerabilidad física” (Hernández, 2016, p. 3).

Según Hernández (2016):

“Un aspecto importante es la vulnerabilidad física, entendida como la afectación que sufrirá un activo determinado ante una amenaza dada. De la misma forma, la amenaza y la vulnerabilidad física determinan el riesgo asociado a vulnerabilidad física (RVF), cuyo análisis parte de la determinación de los factores detonantes de la amenaza y los elementos de infraestructura expuestos” (p.3).

En tal sentido, la presente investigación tiene como objetivo determinar las zonas vulnerables para analizar y evaluar riesgos de amenazas y vulnerabilidad física asociados a fenómenos de desplazamientos causados por taludes y laderas inestables en una de las subcuencas que conforman la subcuenca río Canipaco (Distrito de Colca, provincia de Huancayo, departamento de Junín).

4.1 Contratación de Hipótesis

4.1.1 Para la primera hipótesis específica

- **Análisis de amenaza y vulnerabilidad**

Ante la inexistencia de un estándar nacional para la calificación de la amenaza, se definió como base una escala que permitiera desarrollar los objetivos planteados, adaptada y tomada de la metodología aplicada por Hernández (2016) en su estudio “Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y ladera inestables”, estudio basado en la “Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano” (2015).

Los factores detonantes se dividieron en categorías y subcategorías (Cuadro N° 5), asignando un valor entre 1 y 5, en relación al grado de inestabilidad que pueda generar, donde 1 corresponde a la menor importancia y 5 a la de mayor importancia.

Cuadro N° 5

Categorización de los factores detonantes de la amenaza

Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Pendiente	0° - 3°	Muy plano	1
	3° - 7°	Plano	1
	7° - 12°	Semiondulado	1
	12° - 25°	Ondulado	2
	25° - 50°	Muy ondulado	3
	50° - 75°	Escarpado	4
	75° a >	Muy escarpado	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Precipitación	Promedio anual < 100 mm	Muy bajo	1
	Promedio anual 100 – 300 mm	Bajo	2
	Promedio anual 300 – 600 mm	Medio	3
	Promedio anual 600 – 1000 mm	Alto	4
	Promedio anual > 1000 mm	Muy alto	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Corriente Sub cuenca río Canipaco	Probabilidad de obstrucción del cauce	Muy bajo	1
		Bajo	2
		Medio	3
		Alto	4
		Muy alto	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Geología	Unidades geológicas	Roca	1
		Metasedimentos	1
		Depósito aluvial	2
		Neises y anfibolitas	4
		Flujo de tierra	4
		Depósito coluvial	4
		Complejo Cajamarca	4
		Depósito fluvio volcánico	4
		Depósito piroclástico	5
Suelo	5		
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Sismicidad	Susceptibilidad	Muy alto	5

Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
	física (proximidad)	Alto	4
		Moderado	3
		Baja	2
		Muy baja	1
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Cobertura y usos del suelo	Cobertura y usos del suelo	Bosque natural	1
		Bosque secundario	1
		Rastrojos	1
		Bosque secundario/café /frutales	2
		Pastos naturales hortalizas	3
		Pastos mejorados	3
		Pastos con rastrojo	4
		Pastos mejorados/frutales	4
		Cultivos cereales: maíz, arveja, haba, trigo, etc.	4
Pastos naturales/pastos en rastrojo	5		
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Acción antrópica	Cultivos	Frutales silvestres y oriundos: guinda, tuna, durazno, etc.	1
		Arboles	1
		Sistemas silvo pastoriles bien manejados	1
	Ganadería	Ganadería extensiva	2
		Ganadería intensiva	3
		Sobrepastoreo excesivo	3
	Construcciones	Con diseño	2
		Sin diseño	3
		En zonas inestables	4
En zonas falladas		5	

Fuente: Tomado y adaptado del Mapa de vulnerabilidad física MINAM (2012).

Se consideró que la subcuenca río Canipaco presenta sitios con baja probabilidad de ocurrencia de eventos de remoción en masa y sitios con probabilidad de ocurrencia alta. En consecuencia, se definió también una escala de influencia (Cuadros N° 6 y 7).

Cuadro N° 6

Categorización del valor de influencia (VI) para la amenaza

Características	Influencia	Valor de Influencia (VI)
Factor preponderante en la generación de amenaza	Muy influyente	5
Factores con influencia no tan relevante, pero unida con otros pueden generar una amenaza importante.	Influencia media	4
Su aporte en la generación de amenaza es bajo.	Influencia baja)	3

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016).

Cuadro N° 7
Valor y coeficiente de influencia para la amenaza

Factor	Valor de influencia	Coeficiente de influencia (CI _a)
Pendiente	4	0.625
Precipitación	5	0.781
Corriente Sub cuenca río Canipaco	5	0.781
Geología	4	0.625
Sismicidad	5	0.781
Cobertura y usos del suelo	4	0.625
Acción antrópica	5	0.781
	$\sum V_i = 32$	5

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016).

El coeficiente de influencia para la amenaza se determina con la Ecuación (1)

$$CI_a = \frac{V_i \cdot 5}{\sum V_i} \quad (1)$$

El valor de la amenaza se determina mediante la Ecuación (2):

$$A = V_f \cdot CI_a \quad (2)$$

Donde,

A : Amenaza

Vf : Valor del factor (para cada factor detonante en el sitio inestable, según el Cuadro N° 5)

CI_a : Coeficiente de influencia de la amenaza. (Según ecuación 1)

La estimación cuantitativa de la vulnerabilidad física se obtuvo a través de la Ecuación:

$$VF = (\text{Valor de } \textit{afectación} / \text{Valor de protección}) * \text{Valor de } \textit{afectación} * CI_v \quad (3)$$

$VF = (\text{Valor de la } \textit{afectación} / VP) * \text{Valor de la } \textit{afectación} * CI_v \dots$ Ecuación (3), corregido y adaptado de Hernández (2016)

Donde:

VF : Vulnerabilidad física

VP : Valor de la protección

CI_v: Coeficiente de influencia de la vulnerabilidad (Cuadro N° 9)

$$CI_v = \frac{V_{i.5}}{\sum V_i} \quad (4)$$

La Ecuación (3) hace explícito que la vulnerabilidad física generada por un talud o ladera inestable disminuye cuando se incrementa la protección del elemento expuesto, a través, por ejemplo, de la construcción o implementación de un muro de contención o drenajes en el caso de una vía.

Asimismo, el Cuadro N° 8 muestra la clasificación de los elementos expuestos a la vulnerabilidad de acuerdo con la afectación y la protección.

Cuadro N° 8

Elementos expuestos de los taludes y laderas inestables asociados a la vulnerabilidad física de acuerdo con el grado de afectación

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Estructural, residencial e institucional	Muy alta	5	Con diseño	5
			Sin diseño	1
	Alta	4	Concreto	5
			Ladrillo	4
	Media	3	Adobe	3
			Madera	2
			Quincha y/o paja	1
	Baja	2	Daños estructurales ligeros	3
			Daños importantes	2
	Muy baja	1	Daños graves	1
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Vía vehicular	Muy alta	5	Pavimentada	5
	Alta	4	Sin pavimento	1
	Media	3	Con tratamiento superficial	3
	Baja	2	Sin tratamiento superficial	1
	Muy baja	1	Con diseño	3
			Sin diseño	1
Obstrucción de la vía			2	

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
			Dstrucción total de la vía	1
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Bocatoma de acueducto	Muy alta	5	Con diseño	5
			Sin diseño	1
	Alta	4	Con obras de protección	3
			Sin obras de protección	1
	Media	3	Daños ligeros no estructurales	4
			Daños importantes	2
	Baja	2	Daños graves	1
Muy baja	1			
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Redes eléctricas	Muy alta	5	Postes en concreto	2
			Postes en madera	1
			Postes en acero	3
	Alta	4	Redes subterráneas	4
			Redes aéreas	2
	Media	3	Plantas de energía	4
			Subestación eléctrica	4
	Baja	2	Sistema móvil de comunicación	2
Muy baja	1			
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Redes de agua potable	Muy alta	5	Tubería en concreto	1
			Tubería en PVC	2
	Alta	4	Tubería en Gres	1
			Tubería en asbesto-cemento	3
	Media	3	Tubería metálica	3
			Tubería en polietileno	3
	Baja	2	Tubería en bronce	3
Tubería galvanizada			1	

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
			Sin válvula de cierre cercana	1
			Con válvula de cierre cercana	5
			Con diseño	5
	Muy baja	1	Sin diseño	1
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Puente	Muy alta	5	En concreto	5
			En madera	3
	Alta	4	Metálico	2
			Con diseño	5
	Media	3	Sin diseño	1
			Daños ligeros no estructurales	4
	Baja	2	Daños importantes	2
Muy baja	1	Daños graves	1	
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Cultivos	Muy alta	5	Con diseño de drenaje	5
	Alta	4	Sin diseño de drenaje	1
	Media	3	Con obras de protección	5
	Baja	2	Sin obras de protección	2
	Muy baja	1		
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Corriente Sub cuenca río Canipaco	Muy alta	5	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	1
	Alta	4		
	Media	3	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	5
	Baja	2		
	Muy baja	1		

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016).

Para la estimación del riesgo asociado a vulnerabilidad física se modificó la ecuación formulada por Wilches (1998) y que tiene en cuenta la convolución de la amenaza (frente a movimientos de remoción en masa) y la vulnerabilidad (solo en su dimensión física para esta investigación).

En tal sentido, a partir de los valores de amenaza y vulnerabilidad física calculados con las Ecuaciones (2) y (3), se obtiene el valor del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables para la subcuenca del río Canipaco, según la expresión:

$$\mathbf{RVF = A.VF.P (5)}$$

Donde:

RVF : Riesgo asociado a vulnerabilidad física

A : Amenaza

VF : Vulnerabilidad física

P : Probabilidad de ocurrencia del evento

Cuadro N° 9
Valor y coeficiente de influencia para los elementos expuestos
considerados para vulnerabilidad física

Factor	Valor de influencia	Coeficiente de influencia (CI_v)
Estructural, residencial e institucional	5	0.71
Vía vehicular	4	0.57
Bocatoma de acueducto	3	0.43
Redes eléctricas	5	0.71
Redes de agua potable	4	0.57
Puente	4	0.57
Cultivos	5	0.71
Corriente Sub cuenca río Canipaco	5	0.71
	$\Sigma V_i = 35$	5

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016).

Para la probabilidad de ocurrencia se usaron los valores determinados por Hungr (1997) y se establecieron los valores de ocurrencia del evento para cada valor de amenaza (Cuadro N° 10).

Cuadro N° 10

Probabilidad anual de ocurrencia dado el valor de la amenaza

amenaza	Probabilidad de ocurrencia	Significado
Muy baja	1/2500	Este límite es comparable con la probabilidad asociada al sismo creíble, máximo que se usa para el diseño de presas en Canadá.
Baja	1/500	Una probabilidad anual de 1/500 es de significado incierto.
Media	1/100	La ocurrencia de un deslizamiento en el término de vida no es probable.
Alta	1/20	Debe esperarse que ocurra un deslizamiento dentro del tiempo de vida de una persona o de una estructura típica, son identificables las perturbaciones pero no parecen recientes.
Muy alta	1/10	El deslizamiento puede ser inminente. Los deslizamientos ocurrirán con un periodo de retorno de 10 años, o menos, y dejarían signos claros de perturbación relativamente frescos.

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016), modificado de Hungry (1997)

Del trabajo realizado en campo, con apoyo de los formularios de inspección geotécnica adaptados para esta investigación de Hernández (2013), se estableció que los factores detonantes de movimientos de remoción en masa más relevantes en la sub cuenca río Canipaco que son: precipitación, geología, sísmica, acción antrópica, uso del suelo, pendiente y corriente Canipaco.

A los nueve sitios inestables inventariados se les aplicó la Ecuación (2), obteniéndose el valor de la amenaza, los cuales fueron agrupados en cinco intervalos (Cuadro N° 11).

Cuadro N° 11

Grado de amenaza, después de agrupar en cinco intervalos los valores de amenaza obtenidos con la ecuación (2)

Grado	Valor
Muy baja	< 9,28
Baja	9,28 – 15,03
Media	15,03 – 20,04
Alta	20,04 – 21,33
Muy alta	> 21,33

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016), modificado de SGC (2015).

Según los valores de amenaza y vulnerabilidad física obtenidos a partir de las Ecuaciones (2) y (3) y la probabilidad de ocurrencia presentados en el Cuadro N° 10 se obtuvo los valores de riesgo asociados a la vulnerabilidad física (valores de RVF) presentados en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 12

Valores de riesgo asociado a vulnerabilidad física para taludes y laderas inestables en la subcuenca del río Canipaco – distrito de Colca.

Número de Talud	Amenaza	Vulnerabilidad física	Riesgo asociado a la vulnerabilidad física
1	20,47	79,57	81,44
2	22,19	74,21	164,66
3	20,94	76,67	80,26
4	21,41	85,71	183,48
5	18,75	90,95	17,05
6	21,41	79,21	169,57
7	21,56	84,46	182,13
8	20,94	77,81	81,46
9	22,19	86,86	192,71

Fuente: Anexo N° 6 y N° 7.

Elaboración: El presente estudio.

Se elaboró un cuadro de frecuencias que permitió establecer los intervalos de calificación del nivel de riesgo del Cuadro N° 13.

Los valores de riesgo asociado a vulnerabilidad física para los taludes y laderas estudiados fueron agrupados en cinco intervalos, presentados de la siguiente manera:

Cuadro N° 13

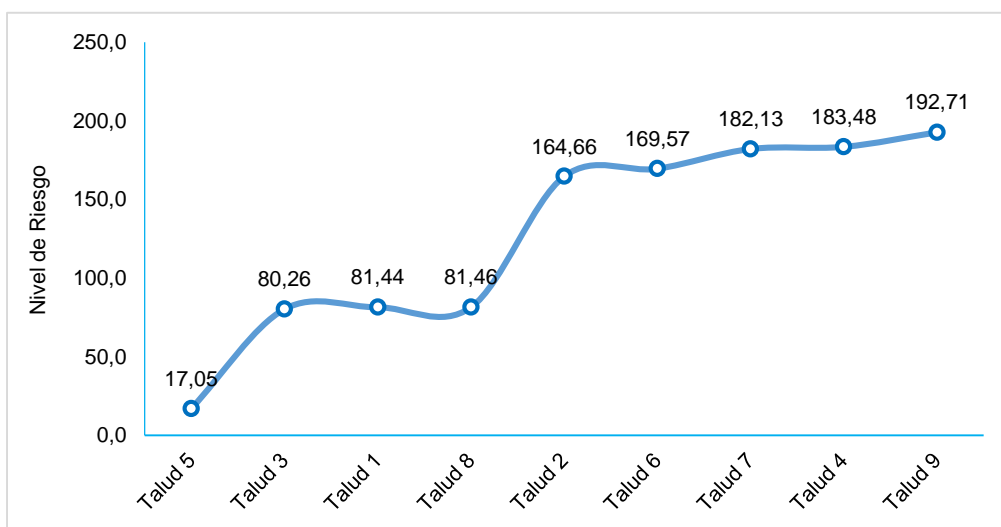
Calificación del nivel riesgo asociado a vulnerabilidad física (RVF) por taludes y laderas inestables para la subcuenca río Canipaco

Grado	Valor
Bajo	< 66
Medio	66 – 121
Alto	121 – 176
Muy alto	> 176

Fuente: Tomado y adaptado de Hernández (2016), modificado de SGC (2015).

Figura N° 12

Nivel riesgo asociado a vulnerabilidad física (RVF) por taludes y laderas inestables para la subcuenca río Canipaco



Fuente: Cuadro N° 12

Elaboración: El presente estudio.

En el gráfico mostrado podemos observar que los Taludes signados con los números 4, 6, 7 y 9 presente riesgos muy altos el talud 2 presente un rango de riesgos alto, los taludes 1, 3, 8 presentan un riesgo medio y sólo el talud 5 se encuentra en un rango de riesgo bajo.

Por lo tanto, se evidencia que según el análisis de riesgos elaborado y determinado para el presente estudio existe un nivel alto en los riesgos asociados a la vulnerabilidad física. En consecuencia; existe evidencia suficiente que, corrobora la existencia de altos niveles riesgo por la inestabilidad de taludes en la subcuenca del río Canipaco tramo distrito de Colca.

- **Prueba de Hipótesis específica N° 1**

La hipótesis de estudio planteada es:

Realizando un análisis de riesgos de taludes y laderas inestables, se podría prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.

Considerando que, para prevenir los desastres naturales se debería reducir y tener bajos niveles de riesgo producto de taludes y laderas inestables, lo cual se logra mediante el análisis de riesgos; entonces, se tendría que formular la siguiente hipótesis estadística:

“Bajos Niveles de riesgo producto de laderas y taludes inestables permiten prevenir desastres naturales”.

Lo mismo que, en términos cuantitativos ocurre cuando los niveles de riesgo son menores a 66 (< 66 de acuerdo al Cuadro N° 13).

Entonces de acuerdo al análisis de riesgos formulado en los párrafos previos se procede a la prueba de hipótesis siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1: Formulando las hipótesis de trabajo alternativa y nula:

- Hipótesis alternativa:

Bajos Niveles de riesgo producto de laderas y taludes inestables permitirán prevenir desastres naturales.

$$H_1 : \text{NRVF} \leq 66$$

- Hipótesis nula:

Bajos Niveles de riesgo producto de laderas y taludes inestables **NO** permitirá prevenir desastres naturales.

$$H_0 : \text{NRVF} > 66$$

De acuerdo al Cuadro N° 13 se considera que el nivel bajo de riesgo está representado por todos aquellos taludes de la muestra en los que se obtuvieron puntuaciones menores o iguales a 66 y todos aquellos taludes en los que obtuvieron puntuaciones mayores a 66 se consideran que el nivel de riesgo no es bajo. Por lo tanto la media poblacional para que el riesgo sea bajo serían aquellos niveles de riesgos menores o iguales a 66; en tal sentido, el sistema de hipótesis se define de la siguiente manera:

$$H_1 : \mu \leq 66$$

$$H_0 : \mu > 66$$

Paso 2: Determinar el estadístico de prueba y nivel de significancia:

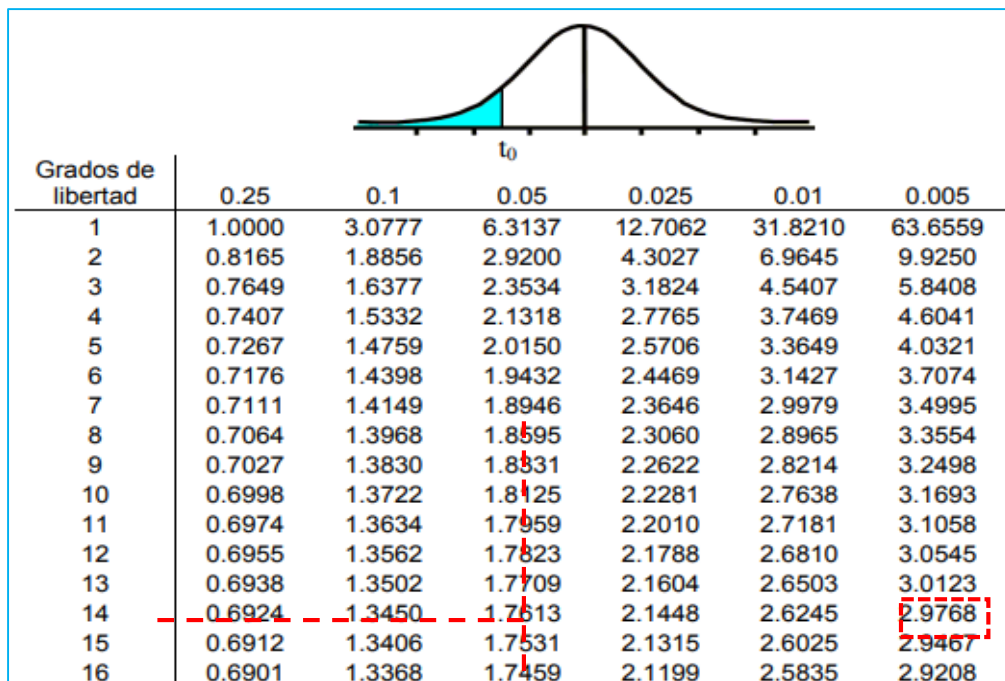
- De acuerdo al tamaño de la muestra $n = 9$ (número de taludes en estudio) se determina como estadístico de prueba la t de Student.
- Se define como nivel de significancia $\alpha = 5\%$

Paso 3: Definir los grados de libertad y valor del estadístico de contraste:

- Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 9 - 1 = 8$
- El valor del estadístico de contraste para $t_{(gl=8;\alpha=0,05)} = 1,859 \approx 1,860 \approx t_{\text{tabla}} \approx t_c$

Figura N° 13

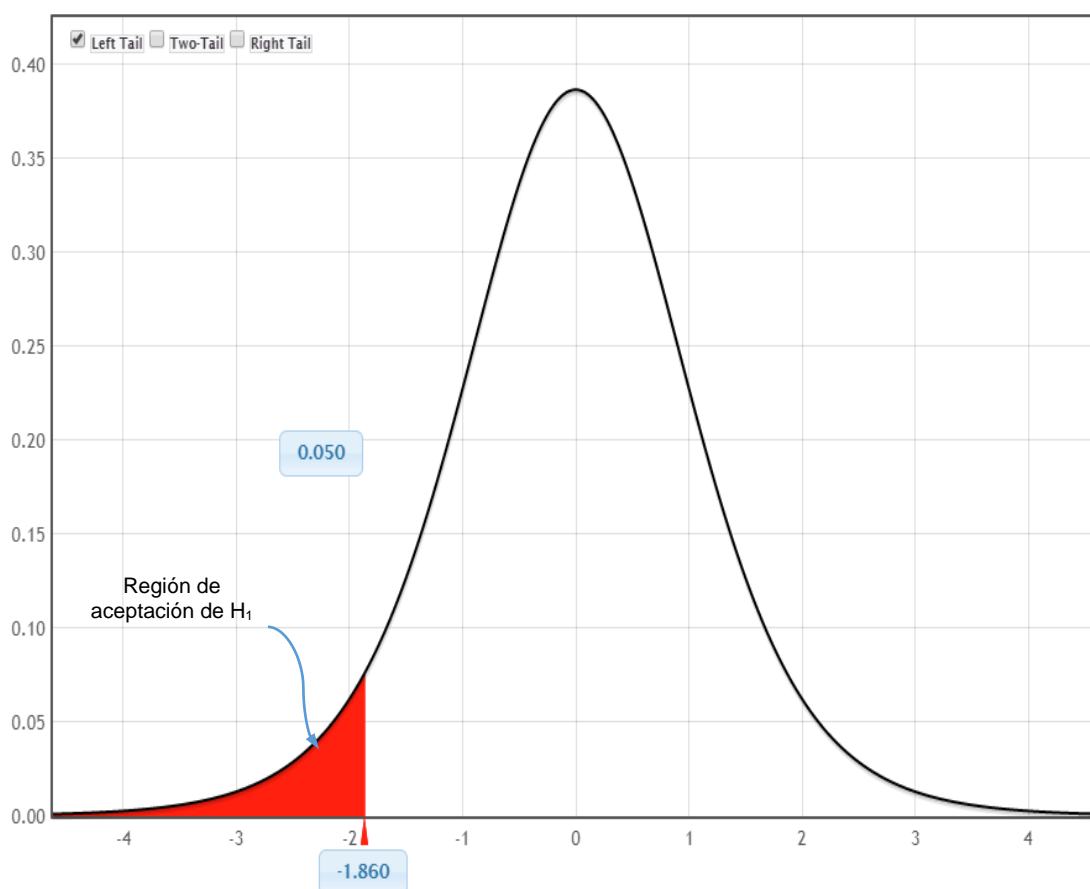
Determinación de t de Student de tabla



Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Definimos la región crítica y la regla de decisión:

Según el sistema de hipótesis definido en el paso 1, estamos frente a una prueba estadística unilateral a la izquierda.

Figura N° 14**Región crítica de t de Student hipótesis específica 1**

Regla de decisión:

Si $t_c \leq t$, Se acepta H_1 ; es decir:

Si $t_c < -1,860$, Se acepta H_1

Paso 5: Cálculo del valor numérico del estadístico elegido t_c en base a los resultados de la investigación:

Empleamos la fórmula de cálculo de t de Student:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Cuadro N° 14

Valores de riesgo por talud empleados para hallar t de Student “ t_c ”

	Talud								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Riesgo asociado a la vulnerabilidad física	81,44	164,66	80,26	183,48	17,05	169,57	182,13	81,46	192,71

Fuente: Cuadro N° 12.

μ = Media muestral : 128,08

\bar{x} = Media poblacional : 66

s = Desviación estándar de la muestra : 63,43

n = Tamaño de la muestra : 9

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = -2,936$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

- Decisión: Al ser $t_c \leq t_t$ ($-2,936 < -1,860$): entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Es decir:

H_0 es Falsa, siendo entonces H_1 Verdadera

- Conclusión:

Existe suficiente evidencia muestral para aceptar la hipótesis planteada y la conclusión es que: Niveles de riesgo bajos producto de laderas y taludes inestables permitirán prevenir desastres naturales, lo cual se logra a través del análisis de riesgos.

Por lo que queda demostrada y se acepta la primera hipótesis específica: “Realizando un análisis de riesgos de taludes y laderas inestables, se podría prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca”.

4.1.2 Para la segunda hipótesis específica

Una vez culminada la etapa de análisis de riesgos, cuyo resultado se ha presentado en términos cuantitativos en el ítem 4.1.1, es posible realizar la evaluación de los mismos.

Del relevamiento de datos realizado en campo, con apoyo del instrumento inventario de taludes desarrollado para el presente estudio (Anexo N° 6), se estableció que los factores detonantes de movimientos de remoción en masa más relevantes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca son: precipitación, geología, sísmica, acción antrópica, uso del suelo, pendiente y Corriente Subcuenca río Canipaco.

- **Evaluación de los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas**

Nueve lugares fueron inventariados obteniéndose los valores correspondientes. Con los valores de amenaza, vulnerabilidad física obtenidos a partir de las Ecuaciones (2) y (3) y la probabilidad de ocurrencia (Cuadro N° 10) se obtuvo el valor de R_{VF} y se construyó un cuadro de frecuencias que permite establecer los intervalos de calificación del nivel de riesgo. Los valores de riesgo asociado a vulnerabilidad física R_{VF} para los taludes y laderas estudiadas fueron agrupados en cinco intervalos tal como se muestra en el Cuadro N° 13.

En tal sentido, para contrastar de manera cuantitativa los resultados obtenidos con el formato de evaluación de amenaza y vulnerabilidad por inestabilidad de taludes y laderas se ha elaborado el siguiente cuadro de datos:

Cuadro N° 15

Nivel de riesgo según el grado de amenaza y vulnerabilidad en taludes y laderas inestables subcuenca río Canipaco

TALUD	Amenaza	Vulnerabilidad física	Probabilidad de riesgo asociado al valor de la amenaza	Riesgo $RVF=A*VF*P$	Nivel de Riesgo
	A	VF	P	RVF	
Talud 5	18,75	90,95	0,01	17,05	Bajo
Talud 3	20,94	76,67	0,05	80,26	Medio
Talud 1	20,47	79,57	0,05	81,44	Medio
Talud 8	20,94	77,81	0,05	81,46	Medio
Talud 2	22,19	74,21	0,1	164,66	Alto
Talud 6	21,41	79,21	0,1	169,57	Muy alto
Talud 7	21,56	84,46	0,1	182,13	Muy alto
Talud 4	21,41	85,71	0,1	183,48	Muy alto
Talud 9	22,19	86,86	0,1	192,71	Muy alto

Fuente: Anexo N° 6 y N° 7

Elaboración: El presente estudio.

- **Prueba de hipótesis específica N° 2**

La hipótesis de estudio planteada es:

Evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, se podría mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.

En este caso, se desea evaluar los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, para poder mitigar desastres naturales en la subcuenca en estudio.

Estamos frente a una evaluación estadística de muestras independientes; en consecuencia, se plantea la siguiente hipótesis estadística:

“Existen diferencias significativas entre las puntuaciones de acuerdo al factor de riesgo”

Tomando los datos presentados en el Cuadro N° 14 se procede a la prueba de hipótesis siguiendo los pasos respectivos:

Paso 1: Formulando las hipótesis de trabajo alternativa y nula:

- Hipótesis alternativa:

Existen diferencias significativas entre las puntuaciones de acuerdo al factor de riesgo.

$$H_1 : A \neq VF$$

- Hipótesis nula:

NO Existen diferencias significativas entre las puntuaciones de acuerdo al factor de riesgo.

$$H_0 : A = VF$$

De acuerdo al Cuadro N° 14 tenemos los valores de los factores de riesgo en los cuales el supuesto principal en que los valores del factor de riesgo por amenaza es independiente del valor del factor de riesgo por vulnerabilidad física; en tal sentido, el sistema de hipótesis se define de la siguiente manera:

$$H_1 : \mu_A \neq \mu_{VF}$$

$$H_0 : \mu_A = \mu_{VF}$$

Paso 2: Determinar el estadístico de prueba y nivel de significancia:


- De acuerdo al tamaño de la muestra $n = 9$ (número de taludes en estudio) se determina como estadístico de prueba la t de Student.
- Se define como nivel de significancia $\alpha = 5\%$, pero por estar frente a una prueba bilateral el nivel de significancia corresponde a $\alpha/2 = 2.5\%$.

Paso 3: Definir los grados de libertad y valor del estadístico de contraste:

- Los grados de libertad corresponde $n_1 + n_2 - 2 = 9 + 9 - 2 = 16$
- El valor del estadístico de contraste para $t_{(gl=16;\alpha/2=0,025)} = \pm 2,120 \approx t_{\text{tabla}} \approx t_t$

Figura N° 15

Determinación de t de Student de tabla



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	<u>3.0545</u>
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982

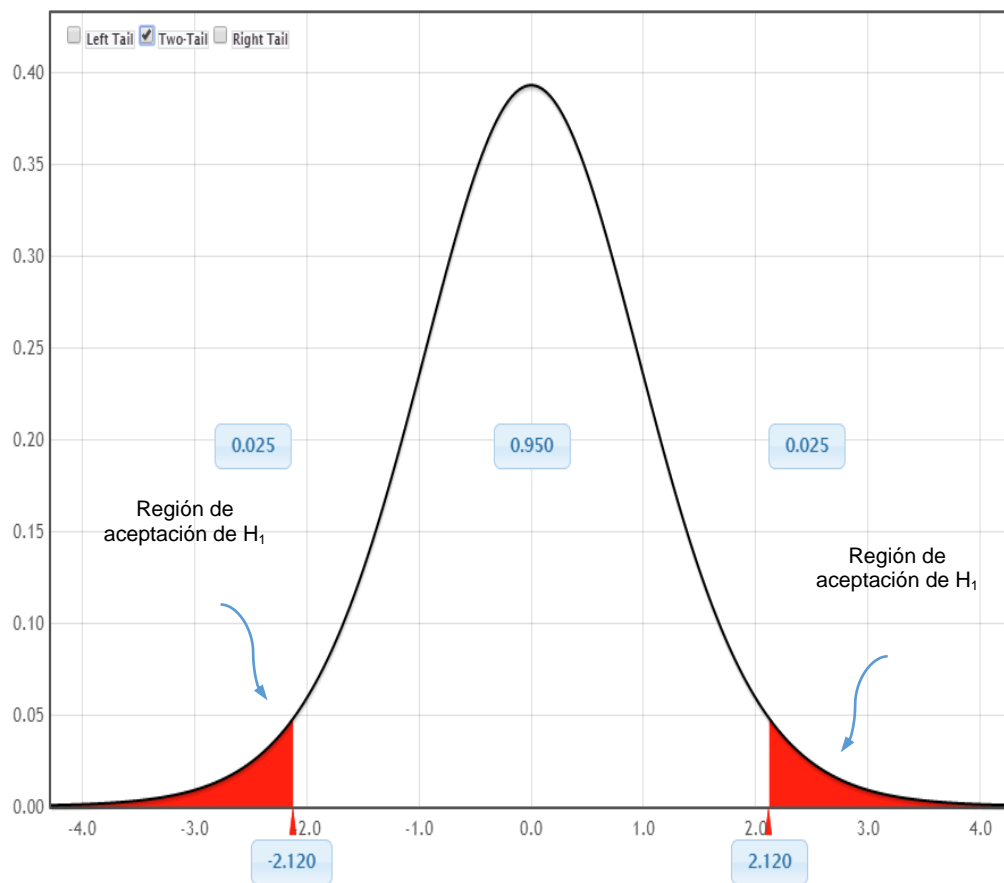
Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Definimos la región crítica y la regla de decisión:

Según el sistema de hipótesis definido en el paso 1, estamos frente a una prueba estadística bilateral.

Figura N° 16

Región crítica de t de Student hipótesis específica 2



Elaboración: El presente estudio, gráfico elaborado en Statkey.

Regla de decisión:

Si: $t_c < -2.120$ o si $t_c > 2.120$ se acepta H_1

Si: $-2.120 \leq t_c \leq 2.120$ se rechaza H_1

Paso 5: Cálculo del valor numérico del estadístico elegido en base a los resultados de la investigación:

Empleamos la fórmula de cálculo de t de Student:

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s^2 \times \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

- t presenta la probabilidad de ocurrencia en la tabla de distribución t de Student $n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad.
- $s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$ es la varianza común estimada.
- \bar{x}_1 es el promedio de la muestra 1 y \bar{x}_2 es el promedio de la muestra 2.
- $n_1 + n_2$ son los tamaños de las respectivas muestras.

Cuadro N° 16

Valores de la amenaza y vulnerabilidad física empleados para hallar t de Student “t_c”

	Talud								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Amenaza	20,47	22,19	20,94	21,41	18,75	21,41	21,56	20,94	22,19
Vulnerabilidad física	79,57	74,21	76,67	85,71	90,95	79,21	84,46	77,81	86,86

Fuente: Cuadro N° 15.

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = -5.139$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

- Decisión: $t_c \leq t_t$ ($-5,139 < -2,120$): entonces se acepta H_1 .

Es decir:

H_0 es Falsa, siendo H_1 Verdadera

- **Conclusión:**

Existe suficiente evidencia muestral para aceptar la hipótesis planteada y la conclusión es que: Existen diferencias significativas entre las puntuaciones de acuerdo al factor de riesgo.

Por lo que queda demostrada y se acepta la segunda hipótesis específica: “Evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, se podría mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca”.

4.1.3 Para la tercera hipótesis específica

Del análisis y la evaluación se ha podido observar una serie de elementos expuestos a la amenaza de los taludes y laderas inestables de acuerdo con el grado de afectación. De modo que, analizando la problemática se puede percibir que no se emplean mecanismos de prevención de riesgos producto de los taludes y laderas inestables para la mejoría del desarrollo agrícola y social en las comunidades que habitan la zona en estudio.

- **Obtención de datos experimentales acerca de prevención de riesgos**

Según el Cuadro N° 8 se considera como elemento expuesto a la amenaza de los taludes y laderas inestables a la propia corriente de la subcuenca del río Canipaco según el siguiente detalle:

Cuadro N° 16

Valores utilizados para analizar los niveles de afectación y protección en sub cuenca río Canipaco como elemento expuesto

Elemento expuesto	Afectación	Valor	Protección	Valor
Corriente Sub cuenca río Canipaco	Muy alta	5	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	1
	Alta	4		
	Media	3	Con obras de protección y con mecanismos de prevención	5
	Baja	2		
	Muy baja	1		

Fuente: Citado en el Cuadro N° 8 del presente estudio.

Se observa que se presentan dos escenarios acerca de la corriente del río en estudio con y sin protección y prevención, por lo que aplicando la ecuación (3) y ensayando para ambos escenarios se han obtenido los siguientes datos:

Cuadro N° 17

Vulnerabilidad física en la corriente de la sub cuenca río Canipaco como elemento expuesto para cada talud con y sin prevención/protección

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor	CIV	Talud 1	Talud 2	Talud 3	Talud 4	Talud 5	Talud 6	Talud 7	Talud 8	Talud 9		
Corriente Subcuenca río Canipaco	Muy alta	5	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	1	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Alta	4				4	9	9	4	9	9	9	9	4	4	
	Media	3	Con obras de protección y con mecanismos de prevención	5	14	3	2	2	5	3	9	3	5	2	5	4
Baja	2	1				5	9	6	1	5	3	5	1	1		
	Muy baja	1														

Fuente: (*) Valores hallados en base a la ecuación N° 3 $VF = (\text{Valor de afectación} / \text{Valor de protección}) * \text{Valor de la afectación} * CIV$.

- **Prueba de hipótesis específica N° 3**

La hipótesis de estudio planteada es:

Mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.

En este caso, se desea evaluar los riesgos con y sin prevención. Estamos frente a una evaluación estadística de muestras dependientes; en consecuencia, según los datos presentados en el Cuadro N° 17 se proceden a la prueba de hipótesis siguiendo los pasos respectivos:

Paso 1: Formulando las hipótesis de trabajo alternativa y nula:

- Hipótesis alternativa:

Mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.

- Hipótesis nula:

*Mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, **NO** se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.*

Siendo μ los valores que arrojan resultados de dos mediciones acerca de la vulnerabilidad física de la corriente Canipaco: i) sin y ii) con (mecanismos de protección y prevención); según el sistema de hipótesis propuestos se plantea que el nivel de vulnerabilidad física sin protección/prevención resulta **mayor** al nivel de vulnerabilidad con protección/prevención.

En este caso se trata de dos muestras que contienen las mismas unidades de análisis (taludes) en dos condiciones. Por lo que, el sistema de hipótesis quedaría establecido de la siguiente manera:

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ El plan de prevención de riesgos mejoraría la producción y el desarrollo de la comunidad.

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$ El plan de prevención de riesgos **NO** mejoraría la producción y el desarrollo de la comunidad.

En síntesis, se requiere comparar dos mediciones de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (es decir, que la diferencia sea estadísticamente significativa).

Cabe precisar entonces que H_1 señala una prueba unilateral a la derecha.

Paso 2: Determinar el estadístico de prueba y nivel de significancia:

- De acuerdo al tamaño de la muestra $n = 9$ (número de taludes en estudio) se determina como estadístico de prueba la t de Student.

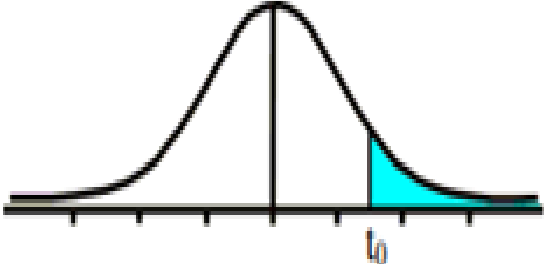
- Se define como nivel de significancia $\alpha = 5\%$.

Paso 3: Definir los grados de libertad y valor del estadístico de contraste:

- Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 9 - 1 = 8$
- El valor del estadístico de contraste para $t_{(gl=8;\alpha=0,05)} = 1,859 \approx 1,860 \approx t_{\text{tabla}} \approx t_c$,

Figura N° 17

Determinación de t de Student de tabla



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498

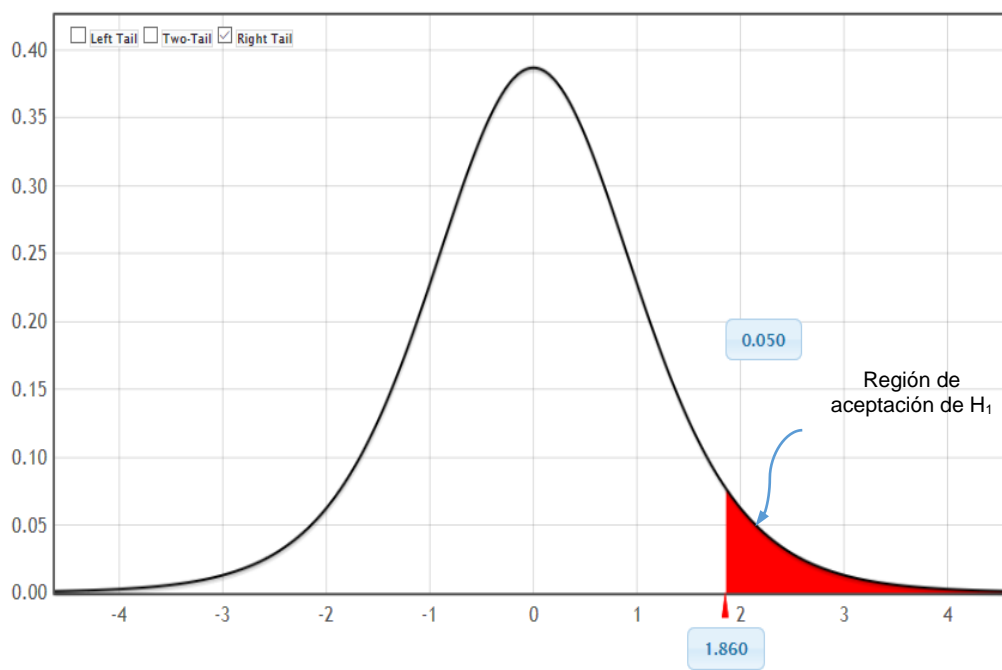
Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Definimos la región crítica y la regla de decisión:

Según el sistema de hipótesis definido en el paso 1, estamos frente a una prueba estadística unilateral a la derecha.

Figura N° 18

Región crítica de t de Student hipótesis específica 3



Elaboración: El presente estudio, gráfico elaborado en Statkey.

Regla de decisión:

Si $t_c \geq t_t$, Se acepta H_1 ; es decir:

Si $t_c \geq 1,860$, Se acepta H_1

Paso 5: Cálculo del valor numérico del estadístico elegido en base a los resultados de la investigación:

Considerando los supuestos descritos en el paso 1, sustenta la prueba “t” de Student para muestras emparejadas

El estadístico de prueba será:

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

\bar{D} : Media de la diferencia de ambas muestras

S_d : Desviación estándar de las diferencias

n : Número de observaciones

Siendo:

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

El diseño recoge como datos experimentales el siguiente cuadro:

Cuadro N° 18

**Resultados de vulnerabilidad física en la corriente de la sub cuenca
río Canipaco con y sin protección y mecanismos de prevención**

TALU D	Influencia por	Sin protección ni prevención			Con protección y prevención		
		Afectación n	Protección n	Vulnerabilidad física (μ_1)	Afectación n	Protección n	Vulnerabilidad física (μ_2)
1	0.71	4	1	11.42	3	2	3.21
2		5	1	17.85	5	3	5.95
3		5	1	17.85	3	5	1.29
4		4	1	11.42	5	4	4.46
5		5	1	17.85	2	4	0.71
6		5	1	17.85	5	3	5.95
7		5	1	17.85	5	2	8.93
8		5	1	17.85	5	3	5.95
9		4	1	11.42	2	4	0.71

Fuente: Cuadro N° 17.

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = 9,808898046$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

- Decisión: $t_c > t_t$ ($9,809 > 1,860$): entonces se acepta H_1 .

Es decir:

H_0 es Falsa, aceptando H_1 como Verdadera

- **Conclusión:**

Existe suficiente evidencia muestral para aceptar la hipótesis planteada y la conclusión es que: El plan de prevención de riesgos mejoraría la producción y el desarrollo de la comunidad.

Por lo que queda demostrada y se acepta la tercera hipótesis específica: “Mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad”.

4.1.4 Para la hipótesis general

Una de las tareas más importantes de este trabajo ha sido el inventario de taludes y laderas inestables. Esta tarea se ha desarrollado íntegramente en campo y ha consistido en el estudio pormenorizado y detallado. Para el desarrollo del estudio fueron identificados nueve lugares (taludes y laderas inestables) activos en la

subcuenca Canipaco, cada uno fue caracterizado mediante la aplicación del inventario de taludes presentado en el Anexo N° 7, que permite identificar y describir las diversas características para relacionarlo en una base de datos y lograr su operacionalización; los lugares y/o laderas identificados se presentan en el Cuadro N° 4.

- **Obtención de datos experimentales de daños materiales y agrícolas**

El objetivo general del presente estudio plantea prevenir daños materiales y agrícolas; en consecuencia, según el inventario realizado y el instrumento aplicado se dispone de información que recoge datos para la variable daños materiales y agrícolas, pudiendo percibir que no se emplean diseños de protección para prevenir la afectación a daños materiales y agrícolas ocasionados por fenómenos naturales de la zona en estudio.

Según el Anexo N° 7 se considera los aspectos materiales y agrícolas como elementos expuestos a la amenaza de los taludes y laderas inestables, según el siguiente detalle:

Cuadro N° 19

Valores utilizados para inventariar los niveles de afectación y protección material y agrícola como elementos expuestos en la subcuenca Canipaco

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Estructural/material residencial e institucional	Muy alta	5	Con diseño	5
			Sin diseño	1
	Alta	4	Concreto	5
			Ladrillo	4
	Media	3	Adobe	3
			Madera	2
			Quincha y/o paja	1
	Baja	2	Daños estructurales ligeros	3
			Daños importantes	2
	Muy baja	1	Daños graves	1
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Cultivos (agrícola)	Muy alta	5	Con diseño de drenaje	5
	Alta	4	Con obras de protección	
	Media	3	Sin diseño de drenaje	1
	Baja	2	Sin obras de protección	
	Muy baja	1		

Fuente: Citado en el Cuadro N° 8 del presente estudio.

Se observa que se presentan dos escenarios acerca de los elementos expuestos:

- En el caso referido al aspecto material, se tiene dos situaciones con diseño y sin diseño.
- En el caso referido al aspecto agrícola, se presenta situaciones i) con diseño de drenaje y con obras de protección y ii) sin diseño de drenaje y sin obras de protección, por lo que aplicando la ecuación (3) se obtienen los resultados para cada caso.

En tal sentido, ensayando para ambos escenarios se han obtenido los siguientes datos:

Cuadro N° 20

Valores de vulnerabilidad material y agrícola en la subcuenca río

Canipaco inventariados sin diseño de drenaje y sin obras de protección

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor	de influencia	Talud 1	Talud 2	Talud 3	Talud 4	Talud 5	Talud 6	Talud 7	Talud 8	Talud 9										
						P	P	P	P	P	P	P	P	P										
Estructura l/material, residencia l e institucion al	Muy alta	5	Con diseño	5	0.7 14	3	3	2.	3	3	3.	4	5.	3	8.	5	4	4.	4	1	1.	4	1	1.
			Sin diseño	1																				
	Alta	4	Concreto	5																				
			Ladrillo	4																				
	Media	3	Adobe	3																				
			Madera	2																				
			Quincha y/o paja	1																				
	Baja	2	Daños estructurales ligeros	3																				
			Daños importantes	2																				
Daños graves			1																					
Muy baja	1	Daños graves	1																					
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor	C_{lv}	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	
Cultivos (Agrícola)	Muy alta	5	Con diseño de drenaje	5	0.7 14	5	1	7.	8	5	1	7.	8	5	1	7.	8	5	1	7.	8	5	1	7.
			Sin diseño de drenaje	1																				
	Media	3	Con obras de protección	5																				
			Sin obras de protección	1																				
	Muy baja	1																						
VALORES DE VULNERABILIDAD ASOCIADO A ELEMENTOS MATERIALES Y AGRÍCOLAS INVENTARIADOS SIN DISEÑO Y SIN OBRAS DE PROTECCIÓN								20	20	21	23	21	26	22	29	29								
								.0	.0	.6	.5	.6	.7	.3	.2	.2	.2							
								0	0	7	7	7	9	2	9	9	9							

Fuente: (*) Valores hallados en base a la ecuación N° 3 $V_F = (\text{Valor de afectación} / \text{Valor de$

protección) * Valor de la afectación * C_{lv}.

Cuadro N° 21

**Valores de vulnerabilidad material y agrícola en la subcuenca río
Canipaco considerando diseño de drenaje y obras de protección**

Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor	Civ	Talud	Talud	Talud	Talud	Talud	Talud	Talud	Talud	Talud															
						1	2	3	4	5	6	7	8	9															
Estructura l/material, residencial e institucional	Muy alta	5	Con diseño	5	0.7 14	3	5	2	3	5	2	4	5	2	4	5	2	5	5	5	4	5	2	4	5	2	9		
			Sin diseño	1																									
	Alta	4	Concreto	5																									
			Ladrillo	4																									
	Media	3	Adobe	3																									
			Madera	2																									
			Quincha y/o paja	1																									
	Baja	2	Daños estructurales ligeros	3																									
			Daños importantes	2																									
Muy baja	1	Daños graves	1																										
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor		V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F	V_{af}	V_P	V_F
Cultivos (Agrícola)	Muy alta	5	Con diseño de drenaje	5	0.7 14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
			Sin diseño de drenaje	1																									
	Media	3	Con obras de protección	5																									
			Sin obras de protección	1																									
	Muy baja	1																											
VALORES DE VULNERABILIDAD ASOCIADO A ELEMENTOS MATERIALES Y AGRÍCOLAS CONSIDERANDO DISEÑO Y OBRAS DE PROTECCIÓN							4.	4.	5.	5.	5.	7.	7.	5.	5.	8.	8.	6.	6.	4.	4.	6.	6.	6.	6.	6.	6.		

Fuente: (*) Valores hallados en base a la ecuación N° 3 $V_F = (\text{Valor de afectación} / \text{Valor de protección}) * \text{Valor de la afectación} * C_{iv}$.

Con los datos obtenidos en el Cuadros N° 20 y N° 21 se procede al procedimiento de prueba de la hipótesis general.

- **Prueba de la hipótesis general**

La hipótesis de estudio planteada es:

Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona.

En este caso, se desea determinar las zonas vulnerables para prevenir daños materiales y agrícolas. Por tanto, se considera las siguientes dos situaciones:

- Elementos materiales y agrícolas inventariados *sin diseño de drenaje y sin obras de protección* (μ_1).
- Elementos materiales y agrícolas inventariados *considerando diseño de drenaje y obras de protección* (μ_2)

Estamos entonces, frente a una evaluación estadística de muestras dependientes; en consecuencia, la demostración estadística se realiza siguiendo los pasos respectivos:

Paso 1: Formulando las hipótesis de trabajo alternativa y nula:

- Hipótesis alternativa:

Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona.

- Hipótesis nula:

*Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco **NO** se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona.*

Siendo μ los valores que arrojan resultados de dos mediciones acerca de los daños materiales y agrícolas: i) sin y ii) con (considerando diseño de drenaje y obras de protección); que, según las hipótesis propuestas se plantea que los niveles de vulnerabilidad de daños materiales y agrícolas inventariados sin diseño/protección–prevención resultan **mayores** a los niveles de vulnerabilidad de daños materiales y agrícolas inventariados considerando diseño/protección–prevención.

En este caso se trata de dos muestras que contienen las mismas unidades de análisis (taludes) en dos condiciones. Por lo que, el sistema de hipótesis quedaría establecido de la siguiente manera:

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$ Determinando las zonas vulnerables por la situación de taludes y laderas inestables se podría prevenir los daños materiales y agrícolas.

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$ Determinando las zonas vulnerables por la situación de taludes y laderas inestables **NO** se podría prevenir los daños materiales y agrícolas.

En síntesis, se requiere comparar dos mediciones de puntuaciones (medias aritméticas) y determinar que la diferencia no se deba al azar (es decir, que la diferencia sea estadísticamente significativa).

Cabe precisar entonces que H_1 señala una prueba unilateral a la derecha.

Paso 2: Determinar el estadístico de prueba y nivel de significancia:

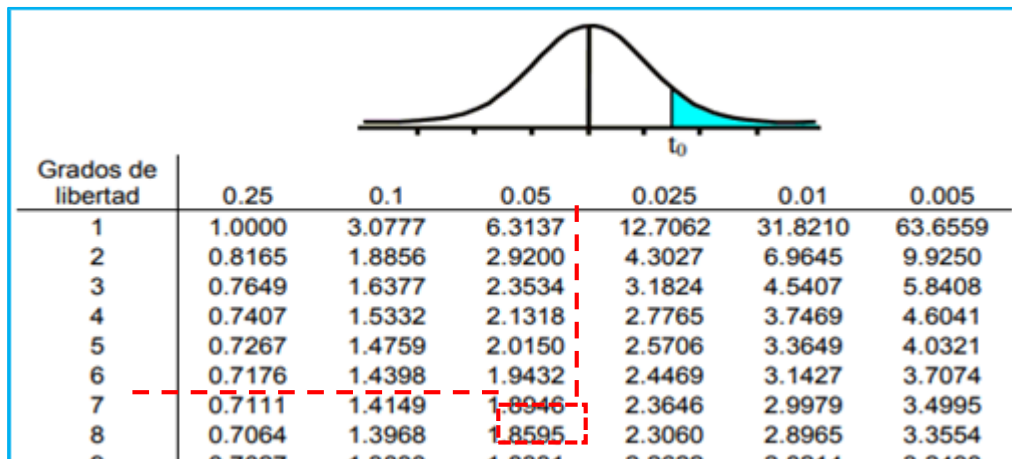
- De acuerdo al tamaño de la muestra $n = 9$ (número de taludes en estudio) se determina como estadístico de prueba la t de Student.
- Se define como nivel de significancia $\alpha = 5\%$.

Paso 3: Definir los grados de libertad y valor del estadístico de contraste:

- Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 9 - 1 = 8$
- El valor del estadístico de contraste para $t_{(g|8;\alpha=0,05)} = 1,859 \approx 1,860 \approx t_{\text{tabla}} \approx t_c$,

Figura N° 19

Determinación de t de Student de tabla



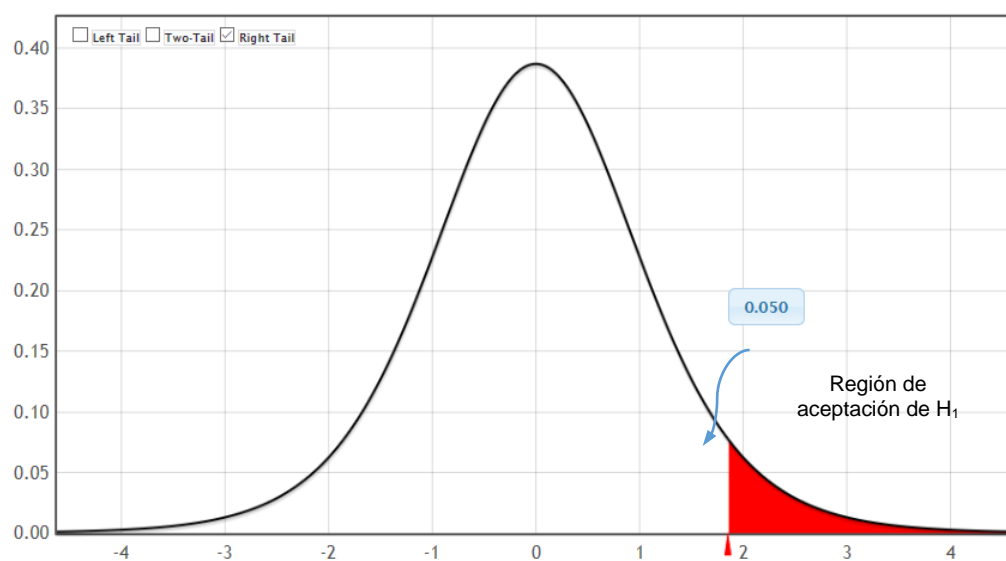
Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Definimos la región crítica y la regla de decisión:

Según el sistema de hipótesis definido en el paso 1, estamos frente a una prueba estadística unilateral a la derecha.

Figura N° 20

Región crítica de t de Student hipótesis general



Elaboración: El presente estudio, gráfico elaborado en Statkey.

Regla de decisión:

Si $t_c > t_t$, Se acepta H_1 ; es decir:

Si $t_c > 1,860$, Se acepta H_1

Paso 5: Cálculo del valor numérico del estadístico elegido en base a los resultados de la investigación:

Considerando los supuestos descritos en el paso 1, sustenta la prueba “t” de Student para muestras emparejadas

El estadístico de prueba será:

$$t = \frac{\bar{D}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

\bar{D} : Media de la diferencia de ambas muestras

S_d : Desviación estándar de las diferencias

n : Número de observaciones

Siendo:

$$\bar{D} = \frac{\sum D_i}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

El diseño recoge como datos experimentales el siguiente cuadro:

Cuadro N° 22

Resultados de elementos inventariados sin diseño de drenaje y sin obras de protección y considerando diseño de drenaje y obras de protección

TAL UD	vulnerabilidad Civ	Elementos inventariados sin diseño de drenaje y sin obras de protección							Elementos inventariados considerando diseño de drenaje y obras de protección								
		Estructural/ma terial			Cultivos (agrícola)				material y agrícola	Estructural/ma terial			Cultivos (agrícola)				material y agrícola
		Afectaci	Protecci	bilidad	Afectaci	Protecci	bilidad	Afectaci		Protecci	bilidad	Afectaci	Protecci	bilidad			
1	0.71 4	3	3	2.14	5	1	17.8 6	20.0 0	3	5	1.29	5	5	3.57	4.86		
2		3	3	2.14	5	1	17.8 6	20.0 0	3	5	1.29	5	5	3.57	4.86		
3		4	3	3.81	5	1	17.8 6	21.6 7	4	5	2.29	5	5	3.57	5.86		
4		4	2	5.71	5	1	17.8 6	23.5 7	4	5	2.29	5	5	3.57	5.86		
5		4	3	3.81	5	1	17.8 6	21.6 7	4	5	2.29	5	5	3.57	5.86		
6		5	2	8.93	5	1	17.8 6	26.7 9	5	5	3.57	5	5	3.57	7.14		
7		5	4	4.46	5	1	17.8 6	22.3 2	5	5	3.57	5	5	3.57	7.14		
8		4	1	11.4 3	5	1	17.8 6	29.2 9	4	5	2.29	5	5	3.57	5.86		
9		4	1	11.4 3	5	1	17.8 6	29.2 9	4	5	2.29	5	5	3.57	5.86		

Fuente: Cuadros N° 21 y N° 22.

Los datos de cálculo corresponde a las columnas signadas con μ_1 y μ_2 en el Cuadro anteriores, por lo que, aplicando las fórmulas citadas t_c resulta 15.55754426 es decir, $t_c = 15,558$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

- Decisión: $t_c > t_t$ ($15,558 > 1,860$): entonces se acepta H_1 .

Es decir:

H_0 es Falsa, aceptando H_1 como Verdadera

- **Conclusión:**

Existe suficiente evidencia muestral para aceptar la hipótesis planteada y la conclusión es que: Determinando las zonas vulnerables por la situación de taludes y laderas inestables se podría prevenir los daños materiales y agrícolas.

Por lo que queda demostrada y se acepta la tercera hipótesis específica: “Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona”.

4.2 Análisis e interpretación

Al determinar que los valores de t_c obtenidos en los cálculos para la prueba de contraste se ubican en las regiones de rechazo de las Hipótesis nulas H_0 formuladas entonces se

aceptan las Hipótesis alternativas H_1 , por lo que se afirma que el análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río canipaco, tramo distrito de Colca provincia de Huancayo departamento de Junín, por lo que se acepta la hipótesis general e hipótesis específicas, cumpliendo con los objetivos planteados en el presente estudio.

Luego de la presentación de resultados y la contrastación de las hipótesis estadísticas se elabora el siguiente cuadro resumen para el análisis e interpretación:

Cuadro N° 22

Resumen de los valores de contrastación de las hipótesis general y específicas

Estadístico de contraste: Prueba t de Student, Nivel de significancia: $\alpha= 0.05$

Dimensión	Tipo de Contraste	Supuesto	Valores tabulares			Valores experimentales			Decisión
			n	α	t_t	n	α	t_e	
Hipótesis general	Prueba unilateral a la derecha	Determinando las zonas vulnerables por la situación de taludes y laderas inestables se podría prevenir los daños materiales y agrícolas	9	0,05	1,860	9	0,05	15,558	Se acepta H_1 y se rechaza H_0
Hipótesis	Prueba unilateral a	Realizando un análisis de riesgos de taludes y			1,860			2,936	Se acepta H_1 y se

específica 1	la izquierda	laderas inestables, se podría prevenir desastres naturales					rechaza H_0
Hipótesis específica 2	Prueba bilateral	Evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, se podría mitigar los desastres naturales		$\pm 2,12$	0	5,139	Se acepta H_1 y se rechaza H_0
Hipótesis específica 3	Prueba unilateral a la derecha	El plan de prevención de riesgos mejoraría la producción y el desarrollo de la comunidad		1,860		15,558	Se acepta H_1 y se rechaza H_0

Como podemos observar en el cuadro mostrado, se tiene que los valores inferenciales permiten aceptara y corroborar las hipótesis planteadas asimismo se da solución y se cumple con los objetivos planteados en el presente estudio.

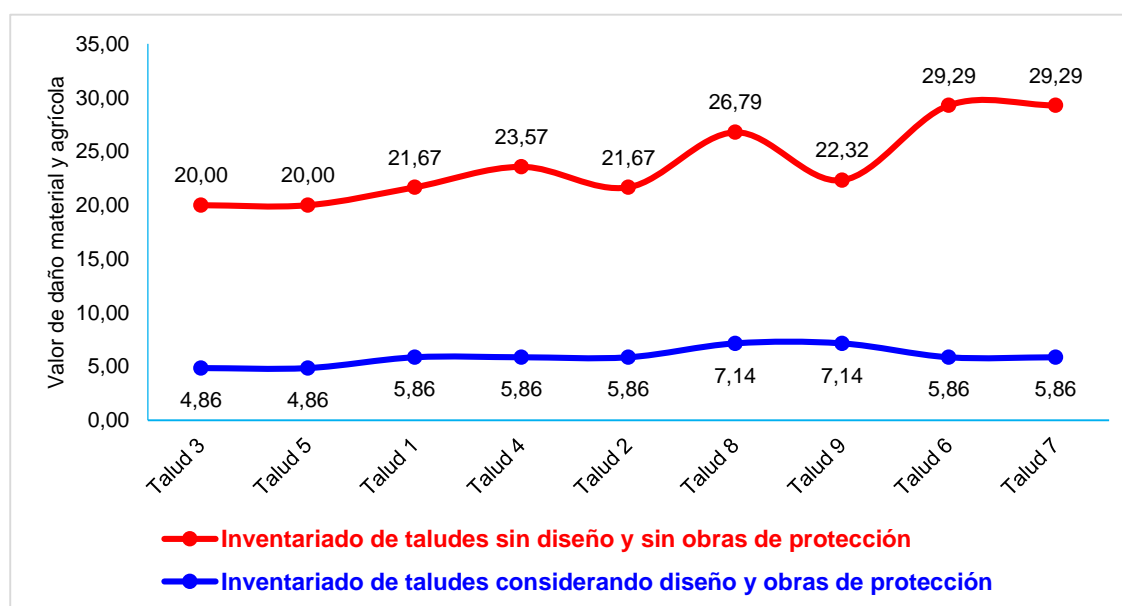
CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos empleando el inventario de taludes y laderas inestables en la zona de estudio, permiten el correspondiente tratamiento y análisis. Respecto al objetivo general que se orientó a determinar los taludes y laderas inestables para prevenir los daños materiales y agrícolas, con los resultados obtenidos en el Cuadro N° 22 muestra la diferencia de los resultados obtenidos para elementos inventariados sin diseño de drenaje y sin obras de protección frente a elementos inventariados considerando diseño de drenaje y obras de protección, con lo cual se comprueba que Determinando las zonas vulnerables por la situación de taludes y laderas inestables se podría prevenir los daños materiales y agrícolas. Gráficamente podemos observar en el siguiente gráfico:

Figura N° 21

Valoración de elementos inventariados sin diseño de drenaje y sin obras de protección frente elementos inventariados considerando diseño de drenaje y obras de protección



Fuente: Cuadro N° 22 del presente estudio.

En el gráfico podemos observar si se consideran laudes diseño y obras de protección y prevención el promedio en la valoración podría prevenir los daños materiales y agrícolas mitigando las consecuencias por fenómenos naturales en la zona de estudio significativamente.

Del mismo modo, analizando los riesgos por amenaza y vulnerabilidad física y evaluando dichos factores de manera independiente para cada una de las hipótesis específicas en las valoraciones obtenidas, nos permite afirmar que estadísticamente el análisis de riesgos influye de manera significativa en la prevención y mitigación de las consecuencias provocadas por desastres naturales en la zona de estudio, ratificando las afirmaciones planteadas en las pruebas y contrastación de hipótesis estadísticas desarrolladas en el ítem 4.1 presente informe.

De otro lado Paolini (2013) para su estudio escogió la cuenca del Río Caroní y la cuenca del Río Caura, Colombia; asimismo, Hernández (2016) realizó la evaluación del riesgo por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia; en ambas investigaciones se realizaron los estudios de análisis y evaluación mediante métodos analíticos y métodos cuantitativos; por lo que, en concordancia con los mismos, para el presente estudio se realizó el análisis de riesgos por taludes y laderas inestables asociado a vulnerabilidad física (RVF), aplicando y adaptando la metodología planteada en el “Guía Metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa” del Servicio Geológico Colombiano (2015), por lo que se podría considerar que el presente estudio es una aplicación de la metodología citada y se constituye como un aporte, desde un estudio de caso, de análisis del riesgo, planteado desde la perspectiva de la vulnerabilidad física

En referencia a los objetivos específicos planteados, la conclusión planteada por Viltres, Pintón y Guardado (2011) en su estudio “Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector este del Municipio Moa”, cuyo resultado señala que en el sector en estudio existen litologías inestables, las cuales representan una peligrosidad muy alta por deslizamientos, lo cual se puede contrastar con los resultados obtenidos en las hipótesis específicas del presente estudio en los mismos que se han encontrados altos niveles de amenaza y vulnerabilidad física, tal como se puede observar en el Cuadro N° 8.

Finalmente, esta acción de análisis y evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física se presentan como una valiosa herramienta para los tomadores de decisiones encargados de invertir los recursos públicos, de manera que se prioricen inversiones en obras de infraestructura, lo cual permitiría mayor eficiencia y racionalidad para prevenir y mitigar los impactos de este tipo de eventos frecuentes en la zona de estudio sub cuenca río Canipaco distrito de Colca.

CONCLUSIONES

1. Se verifica que, determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona, debido a que $t_c > t_t$ ($15,558 > 1,860$) con lo que se cumple el objetivo y se corrobora la hipótesis general.
2. Se determina que, realizando un análisis de riesgos de taludes y laderas inestables, se podría prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, debido a que $t_c < t_t$ ($-2,936 < -1,860$) con lo que se cumple el primer objetivo e hipótesis específica respectivamente.
3. Se determina que, evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, se podría mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, debido a que $t_c < t_t$ ($-5,139 < -2,120$) con lo que se cumple el segundo objetivo e hipótesis específica respectivamente.
4. Se determina que, mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad, debido a que $t_c > t_t$ ($15,558 > 1,860$) con lo que se cumple el tercer objetivo e hipótesis específica respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Las ecuaciones y metodología aplicadas permiten cuantificar el riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables; aunque fue adaptado y aplicado para un lugar específico (subcuenca río Canipaco distrito de Colca, provincia de Huancayo, Departamento de Junín – Perú), podría ser adaptada a lugares diferentes a fin de efectuar estudios similares.
2. En la subcuenca de las río Canipaco los taludes nombrados como 4, 6, 7 y 9 son los más críticos y presenta riesgos muy altos el talud 2 presente un rango de riesgos alto, los taludes 1, 3, 8 presentan un riesgo medio desde la perspectiva del RVF, hacia los cuales se deben priorizar los recursos y realizar medidas preventivas y correctivas de manera inmediata.
3. En los taludes y laderas cuyas pendientes sobrepasen el 50% se recomienda prohibir el pastoreo intensivo, puesto que conlleva al deterioro de la capa vegetal oriunda existente, ocasionando cambios sustanciales y a veces irreversibles en el uso del suelo, taludes que deben ser señalados de manera que se evite la entrada de animales a los mismos.
4. Mitigar la velocidad de escurrimiento del agua mediante una buena cobertura vegetal, lo mismo que se logra mediante la plantación de árboles o vegetales que cubran el suelo en forma permanente.
5. Realizar un mantenimiento de la estructura del suelo, empleando plantas que establezcan una red de raíces superficiales y profundas que lo afirmen, reforestar con arbustos nativos para las pendientes mayores al 50%.

REFERENCIAS

- Alonzo, Ll. (1996) "Rainfall induced demormations of road embankments". Landislides, Proc, 8º Inr Conf. And Fied Trip on Landislides, Granada, España. pp. 97-108.
- Alva H, J. (1994) "Notas sobre estabilidad de taludes". Universidad nacional de ingeniería. Tomado de: www.cismid.uni.edu.pe recuperado el 9 agosto de 2012.
- American Geological Institute, (1950). "Dictionary of geological terms: American Geological Institute".
- Bates, R. y Jackson, J. (1984). "Dictionary of Geological Terms: Doubleday, New York".
- Bevier, M. (2005). "Introduction to field geology": Canada, McGraw-Hill, 191 p.
- Bonachea, J (2006). "Desarrollo, aplicación y validación de procedimientos y modelos para la evaluación de amenazas, vulnerabilidad y riesgo debidos a procesos geomorfológicos". Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la materia condensada. Universidad de Cantabria. Tesis doctoral. Extraído el 04 de marzo del 2013 de: <http://www.tdx.cat>.
- Cano, M. (2013). "Estudio de los mecanismos de inestabilidad en taludes y laderas del Flysch carbonatado de Alicante", trabajo presentado para la obtención del grado de Doctor en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante. España.
- Carbajal, L. (2012). "Riesgo de deslizamientos ocasionados por las precipitaciones en la microcuenca de Comas – Concepción – Junín". Trabajo de Grado para optar el Título Profesional de: Ingeniero Forestal y Ambiental. Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Carrasco D. S. (2003). "Metodología de la investigación científica". Lima: San Marcos.

- Carvajal, A. y Buitrago, R. (1998). “Efecto de las lluvias en la estabilidad de taludes”.
(Tesis de Grado no publicada) Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
Colombia.
- Casagrande, A. (1936), “Characteristics of cohesionless soils affecting the stability of
slopes and earth fills: Contributions to soil mechanics, Boston Society of Civil”
- Castro C., Brignardelo, I. Cereceda, P. (1995). “Determinación del riesgo morfodinámico
en San Juan Bautista, isla Robinson Crusoe, Comuna de Juan Fernández”,
Revista geográfica terra australis. Santiago de Chile. No 40. (p. 43-61)
- Clarke, C. y Pineda, C. (2007). Riesgos y desastres su gestión Municipal en Centro
América. Publicaciones especiales sobre el desarrollo. Banco interamericano de
desarrollo.
- Corominas, J., y García, A. (1997). “Terminología de los movimientos de laderas, en
Memorias”, 4º Simposio Nacional Sobre Taludes y Laderas Inestables,
- Crozier, M. y Glade, T. (1999). “Frequency and magnitude of landsliding: Fundamental
research issues, en International Conference on Geomorphology”, Bologna, p.
141 – 155.
- Cruden, D. M., (1991). “A Simple definition of a landslide: Bulletin of the International
Association of Engineering Geology”, no. 43, p. 27– 29.
- Cruden, D., Varnes, D. (1996). “Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster”,
R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C. National
Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247,
- Dávila, J. (1999). “Diccionario Geológico: Ministerio de Energía y Minas del Perú”
- Deere, D. (1963). “Technical description of rock cores for engineering purposes, Rock
Mechanics and Engineering Geology”, p. 18 – 22.

- Einstein, H. (1997). "Landslide risk – Systematic approaches to assessment and management, en Memorias, International Workshop On Landslide Risk Assessment", Honolulu, p. 25 – 50. Engineers, p. 1925 - 1940.
- EPILAS/UNC. (2005). "Curso de prevención de desastres capítulo 5". p. de: <http://www.bvsde.paho.org/> . Recuperado el 8 de octubre de 2012. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C. Colombia. 2011.
- Fell, R., Ho, K., Lacasse, S., y Leroi, E, (2005). "A framework for landslide risk assessment and management, en Memorias, International Conference on Landslide Risk Management", Vancouver, Canada: London, Balkema, p. 3–25.
- García, J. (2017). "Estudio Hidrológico Central Hidroeléctrica Colca". Empresa degeneración Eléctrica Canchayllo S.A.C.– EGECSAC.
- Gómez, N., Osorio, Y. y Salazar, J. (2013). "SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca del rio Campoalegre", trabajo de investigación para obtener la Especialización en Sistemas de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Manizales. Colombia. Granada: España, p. 1051 – 1072.
- Gómez, R. (2003). Análisis de la vulnerabilidad con énfasis en sequía en la subcuenca del Río Aguas Calientes. Somoto. Nicaragua. Tesis MSc. CATIE Turrialba.CR, 78 p.
- Hauser, H.Y., (2000). "Remociones en masa en Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería", no. 59, 89 p.
- Hernández S., Fernández C. y Baptista L. (2014), "Metodología de la investigación". México: McGraw-Hill.
- Hernández, Y. (2016). Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca Cay, Ibagué, Tolima, Colombia. Miembro

del publicado Grupo de Investigación AQUA, Facultad de Ingeniería Civil,
Universidad Cooperativa de Colombia.

Hoek, E., y Bray, J.W, (1981). “Rock slope engineering: Institution of mining and metallurgy”.

Holtz, R., y Kovacs, W., (1981). “An introduction to geotechnical engineering”. Prentice – Hall, Inc,

Hungr, O. (1997). Some methods of landslide intensity mapping. En: Cruden, D.M., Fell, R. (Eds.), Landslide risk assessment - Proceedings of the International Workshop on Landslide Risk Assessment, Honolulu, pp. 19-21.

Kaseng, F. (2017). “Los modelos de investigación científica”. Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima Perú.

Ley (1856). “Ley Transitoria de Municipalidades dada por la Convención Nacional del 29 de diciembre de 1856”, dado en la casa de Gobierno, en el Callao, a 2 el 2 de enero de 1857.

Mamani (2016) Tesis profesional: “Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya Tramo III – Sub Tramo 02” presentada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

Mejia M. E. (2005). “Técnicas e instrumentos de investigación”. Lima. San Marcos

MINAM (2012). Mapa de vulnerabilidad física del Perú. Herramienta para la gestión del riesgo. Ministerio del Ambiente del Perú. Primera versión.

Morales, I. (2012). Tesis de grado: “Ordenación Agrohídrológica de la Cuenca del “Etang Pouillet”. Departamento del Sudeste. Haití”. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal.

- Moreno, M. (2000). "Zonificación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa e identificación de medidas para la reducción de riesgo en el sector noroccidental de Ibagué". INGEOMINAS.
- Mosquera, d. Núñez, a & Vesga, J., (1982). "Mapa geológico preliminar y memoria explicativa de la plancha 244 – Ibagué". Escala 1:100.000. INGEOMINAS, Bogotá.
- Newmark, N.M. (1965). "Effects of Earthquakes and Dams and Embankments". Geotechnique, Vol. 15. No. 2, pp. 139-160.
- Núñez, a. Murillo, A (1982). "Memoria explicativa del mapa geológico preliminar de la plancha 244 de Ibagué", INGEOMINAS. Bogotá.
- Oliva, A., González, J. (2015). "Evaluación del riesgo por inestabilidad de laderas. Trabajo de investigación presentado por el Grupo ITEICO Euroamericano". Universidad de las Californias Internacional. México
- Oliveira, C. Roca, C. y Goula, X. (2006). "Assessing and managing earthquake risk: geoscientific and engineering knowledge for earthquake risk mitigation: developments, tools, techniques". Dordrecht, Springer.
- ONU/EIRD, 2004. "Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres".
- Oседа, D. (2008) "Metodología de la Investigación". Huancayo: Ed. Pirámide. p. 36–75.
- Paolini, J. (2013). Tesis Doctoral: "Una propuesta metodológica para la modelación y prospección de la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas en la Guayana Venezolana. Universidad Politècnica de Catalunya". Programa de Doctorado en Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo.
- Pérez de Agreda, A (2005). "Estabilidad de taludes". Ports Universitat Politècnica de Catalunya.

- PMA/CGA (2007). "Proyecto Multinacional Andino: Geo ciencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas". Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p. ISSN 0717-3733
- Prieto R, C. (2011). "Metodología para la evaluación de riesgos por deslizamientos en líneas de conducción de hidrocarburos". Universidad Nacional de Colombia.
- Ramírez G. A. (2010), "Metodología de la investigación". Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramírez, N. & Roberto, M. (2006). "La evaluación del peligro por fenómenos de remoción en masa y su aplicación en la planificación territorial: ejemplo de provincia de Tungurahua".
- Rico y Del Castillo (2013): "Ingeniería de suelos en las vías terrestres". Edit. Limusa México.
- Rojas, J., Perez, M. Malheiros, T., Madera, C., Guimaraes, M. & Dos Santos, R. (2013). "Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: los casos de Brasil y Colombia". *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 73-97.
- Sánchez C. H., y Reyes M. C. (2006). "Metodología y Diseño en la investigación científica", Lima: Visión Universitaria.
- Seed, H.B., Idriss, I.M. (1982). "Ground Motions and Soil Liquefaction During Earthquakes". Earthquake Engineering Research Institute Monograph.
- Servicio Geológico Colombiano (2015). Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Bogotá, D.C., Colombia.
- Sierra B. R., (1998). "Técnicas de investigación social: teoría y ejercicios", Madrid.

- Suarez, J. (1998). “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales”. Editor Ingeniería de Suelos. Ltda. Colombia.
- Suarez, J. (2013) “Deslizamientos: Análisis geotécnico”. Editor Ingeniería de Suelos Ltda. Colombia.
- Taype, V. (2005). “Estabilidad de taludes en obras civiles”. Instituto Geológico Minero Metalúrgico “INGEMMET”
- Torres, C. (2013). “Valoración del riesgo en deslizamientos”. Trabajo de investigación presentado en la Facultad de Ingeniería Civil de Universidad Ricardo Palma, Lima Perú.
- Toyce, D. (2014). “Manual de manejo de cuencas”. World visión. Canadá.
- UNDRO, (1979). “Natural Disasters and Vulnerability Analysis”. Report of expert group meeting 9-12. Génova.
- Viltres, Y., Pintón, R. y Guardado, R. (2011). “Evaluación de riesgos por deslizamiento en taludes y laderas del sector este del Municipio Moa”, estudio presentado en el IX Congreso cubano de geología 2011 – III Simposio de Riesgos Geológicos y Sismicidad. Instituto Superior Minero Metalúrgico, Las Coloradas s/n, Moa, Holguín, Cuba.
- Wilches, G. (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o Yo Voy Correr el Riesgo: Guía de La Red para la Gestión Local del Riesgo. La Red. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. IT Perú. Quito, Ecuador. En:
http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/GGLR_todo_ene-7-2003.pdf.
- Wilson R. C., Keefer D. K. (1985). “Predicting area limits of earthquake induced Landsliding”. In Ziony, J.I. (Ed) Evaluating Earthquake Hazards in the Los

Angeles Region- An Earthscience Perspective U.S. Geological Survey
Professional Paper, vol 1360, pp 316-345.

Zhang D., Wang G. (2007) “Study of the 1920 Haiyuan earthquake-induced landslides in loess (China)”. *Engineering Geology* 94, pp. 76–88.

Zhang, D., Sassa, K., (1996). “Study of the mechanism of loess landslides induced by earthquakes”. *Journal of the Japan Society of Erosion Control Engineering* 49 (2), pp. 4–13. Vázquez, T. (2014). *El clima en la Inestabilidad de laderas. -La época de lluvias-* CENAPRED México. ISBN: 970-628-630-6

ANEXOS

ANEXO N° 1
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

**TÍTULO: ANÁLISIS DE RIESGOS POR INESTABILIDAD DE TALUDES EN LA SUBCUENCA RÍO CANIPACO, TRAMO DISTRITO DE COLCA
PROVINCIA DE HUANCAYO DEPARTAMENTO DE JUNÍN**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	MARCO METODOLOGICO
<p>Problema principal</p> <p>¿Con la identificación las zonas vulnerables se logrará la prevención de los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables</p>	<p>Objetivo principal</p> <p>Identificar zonas vulnerables para prevenir los daños materiales y agrícolas que ocasionan los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco</p>	<p>Hipótesis principal</p> <p>Determinando las zonas vulnerables por la situación de los taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco se podría prevenir los daños</p>	<p>Hipótesis principal:</p> <p>V.I.: Taludes y laderas inestables</p> <p>V.D.: Daños materiales y agrícolas</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>De acuerdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A la orientación: Aplicada. - A la técnica de contrastación: Explicativa - Con la direccionalidad: Prospectiva - Con el tipo de fuente de recolección de datos:

<p>en la subcuenca Canipaco, mejoraría el desarrollo agrícola y social en de la zona - tramo distrito de Colca?</p>	<p>tramo distrito de Colca.</p>	<p>materiales y agrícolas que ocasionan los fenómenos naturales en la zona.</p>		<p>Prolectiva</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con la evolución del fenómeno estudiado: Transversal - Con la comparación de la población: Comparativa
<p>Problemas secundarios</p> <p>1. ¿Con el análisis de riesgos de taludes y laderas inestables se podría lograr la prevención de desastres naturales en la</p>	<p>Objetivos secundarios</p> <p>1. Realizar el análisis de riesgos de taludes y laderas inestables a fin de prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco</p>	<p>Hipótesis secundarias</p> <p>1. Realizando un análisis de riesgos de taludes y laderas inestables, se podría prevenir desastres naturales en la subcuenca Canipaco</p>	<p>Hipótesis secundarias:</p> <p>Hs1.-</p> <p>V.I.: Análisis de riesgos</p> <p>V.D.: Desastres naturales.</p>	<p>Nivel de Investigación</p> <p>Es de nivel III; predictivo I; cuyo propósito es prever o anticipar situaciones futuras y para ello requiere pasar por el tipo de investigación explicativa.</p> <p>Población:</p>

<p>subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca?</p> <p>2. ¿Evaluándose los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca se podría reducir las consecuencias de los desastres naturales en la zona?</p> <p>3. ¿Existen o se emplean</p>	<p>tramo distrito de Colca.</p> <p>2.Evaluar los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes para mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.</p> <p>3.Aplicar mecanismos de prevención frente a situaciones vulnerables y de amenaza por</p>	<p>tramo distrito de Colca.</p> <p>2. Evaluando los factores de riesgo producto de la inestabilidad de taludes y laderas, se podría mitigar los desastres naturales en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca.</p> <p>3. Mediante un Plan de prevención de riesgos de desastres generados por</p>	<p>Hs2.- V.I.: Evaluación de factores de riesgo V.D.: Desastres naturales</p> <p>Hs3.- V.I.: Prevención de amenazas de</p>	<p>Según el inventario de taludes – laderas como población se ha identificado nueve taludes y laderas inestables de la subcuenca del río Canipaco tramo distrito de Colca, perteneciente a la provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p> <p>Muestra</p> <p>Según lo citado en Hernández et. Al (2014) refiere que la muestra es un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>mecanismos de prevención de riesgos producto de los taludes y laderas inestables para la mejoría del desarrollo agrícola y social en las comunidades que habitan la zona subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca?</p>	<p>fenómenos naturales producto de taludes y laderas inestables en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p>	<p>los fenómenos naturales producto de la inestabilidad de taludes en la subcuenca Canipaco tramo distrito de Colca, se mejoraría la producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad.</p>	<p>desastres V.D.: Producción agrícola y desarrollo socio económico de la comunidad</p>	<p>los datos y se debe ser representativo de esta” (p. 173). Habiendo realizado el inventario de taludes se han identificado nueve taludes en riesgo para el tramo distrito de Colca.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO N° 2

INVENTARIO DE TALUDES

INVENTARIO DE TALUDES			
Proyecto: Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río Canipaco, tramo distrito de Colca	Vista fotográfica		N° DE TALUD
Objetivo: El presente inventario recoge la valoración de los factores de amenaza y vulnerabilidad para cada uno de los taludes en estudio. Por lo que deberá marcar con un aspa valorando objetivamente según la categoría que corresponda por factor.			
PRIMERA PARTE: CATEGORIZACIÓN DE LOS FACTORES DETONANTES DE LA AMENAZA			
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Pendiente	0° - 3°	Muy plano	1
	3° - 7°	Plano	1
	7° - 12°	Semiondulado	1
	12° - 25°	Ondulado	2
	25° - 50°	Muy ondulado	3
	50° - 75°	Escarpado	4
	75° a >	Muy escarpado	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor

Precipitación	Promedio anual < 100 mm	Muy bajo	1
	Promedio anual 100 – 300 mm	Bajo	2
	Promedio anual 300 – 600 mm	Medio	3
	Promedio anual 600 – 1000 mm	Alto	4
	Promedio anual > 1000 mm	Muy alto	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Corriente Subcuenca río Canipaco	Probabilidad de obstrucción del cauce	Muy bajo	1
		Bajo	2
		Medio	3
		Alto	4
		Muy alto	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Geología	Unidades geológicas	Roca	1
		Metasedimentos	1
		Depósito aluvial	2
		Neises y anfibolitas	4
		Flujo de tierra	4
		Depósito coluvial	4
		Complejo Cajamarca	4
		Depósito fluvio volcánico	4
		Depósito piroclástico	5
		Suelo	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Sismicidad	Susceptibilidad física (proximidad)	Muy alto	5
		Alto	4
		Moderado	3

		Baja	2
		Muy baja	1
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Cobertura y usos del suelo	Cobertura y usos del suelo	Bosque natural	1
		Bosque secundario	1
		Rastrojos	1
		Bosque secundario/café /frutales	2
		Pastos naturales hortalizas	3
		Pastos mejorados	3
		Pastos con rastrojo	4
		Pastos mejorados/frutales	4
		Cultivos cereales: maíz, arveja, haba, trigo, etc.	4
		Pastos naturales/pastos en rastrojo	5
Factor	Categoría	Sub categoría	Valor
Acción antrópica	Cultivos	Frutales silvestres y oriundos: guinda, tuna, durazno, etc.	1
		Arboles	1
		Sistemas silvo pastoriles bien manejados	1
	Ganadería	Ganadería extensiva	2
		Ganadería intensiva	3
		Sobrepastoreo excesivo	3
	Construcciones	Con diseño	2
		Sin diseño	3
		En zonas inestables	4
		En zonas falladas	5

SEGUNDA PARTE:				
ELEMENTOS EXPUESTOS DE LOS TALUDES Y LADERAS INESTABLES ASOCIADOS A LA VULNERABILIDAD FÍSICA DE ACUERDO CON EL GRADO DE AFECTACIÓN				
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Estructural, residencial e institucional	Muy alta	5	Con diseño	5
			Sin diseño	1
	Alta	4	Concreto	5
			Ladrillo	4
	Media	3	Adobe	3
			Madera	2
			Quincha y/o paja	1
	Baja	2	Daños estructurales ligeros	3
			Daños importantes	2
Muy baja	1	Daños graves	1	
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Vía vehicular	Muy alta	5	Pavimentada	5
	Alta	4	Sin pavimento	1
	Media	3	Con tratamiento superficial	3
	Baja	2	Sin tratamiento superficial	1
	Muy baja	1	Con diseño	3
			Sin diseño	1
			Obstrucción de la vía	2
Destrucción total de la vía			1	
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Bocatoma de acueducto	Muy alta	5	Con diseño	5
			Sin diseño	1
	Alta	4	Con obras de protección	3

			Sin obras de protección	1
	Media	3	Daños ligeros no estructurales	4
			Daños importantes	2
	Baja	2	Daños graves	1
	Muy baja	1		
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Redes eléctricas	Muy alta	5	Postes en concreto	2
			Postes en madera	1
			Postes en acero	3
	Alta	4	Redes subterráneas	4
			Redes aéreas	2
	Media	3	Plantas de energía	4
			Subestación eléctrica	4
	Baja	2	Sistema móvil de comunicación	2
Muy baja	1			
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Redes de agua potable	Muy alta	5	Tubería en concreto	1
			Tubería en PVC	2
	Alta	4	Tubería en Gres	1
			Tubería en asbesto-cemento	3
	Media	3	Tubería metálica	3
			Tubería en polietileno	3
	Baja	2	Tubería en bronce	3
			Tubería galvanizada	1
Sin válvula de cierre cercana			1	
Con válvula de cierre			5	

			cercana	
			Con diseño	5
	Muy baja	1	Sin diseño	1
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Puente	Muy alta	5	En concreto	5
			En madera	3
	Alta	4	Metálico	2
			Con diseño	5
	Media	3	Sin diseño	1
			Daños ligeros no estructurales	4
	Baja	2	Daños importantes	2
Muy baja	1	Daños graves	1	
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Cultivos	Muy alta	5	Con diseño de drenaje	5
	Alta	4	Sin diseño de drenaje	1
	Media	3	Con obras de protección	5
	Baja	2	Sin obras de protección	2
	Muy baja	1		
Factor	Afectación	Valor	Protección	Valor
Corriente Subcuenca río Canipaco	Muy alta	5	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	1
	Alta	4		
	Media	3	Sin obras de protección y sin mecanismos de prevención	5
	Baja	2		
	Muy baja	1		

ANEXO N° 3

ANÁLISIS DE VALIDACIÓN INSTRUMENTO

- **Validación**

Según Mejía (2005) la validez es “una cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas. Sin embargo añade que, las pruebas no poseen validez universal.

En consecuencia, la validez de contenido permite conocer si en la elaboración del instrumento se ha considerado todos los temas y subtemas que comprende la variable en estudio. Vale decir “los ítems que lo integran constituyen una muestra representativa de los indicadores de la propiedad que mide” (Sánchez y Reyes, 2006, p. 155).

Como refiere Mejía (2005) “la validez de contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos” (p. 24).

Considerando lo mencionado la Validación del instrumento (Inventario de Taludes), se realizará por juicio de expertos, debido a que es el más apropiado para este instrumento, para lo cual se aplicará una prueba de concordancia de jueces, luego se calculará el coeficiente de α de Cronbach mediante el método de las varianzas.

- **Resultados de la validación del instrumento**

Habiendo consultado a un total de cuatro expertos, para la validación se ha recurrido al alfa de Cronbach, mediante la varianza de los ítems, aplicando la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Los cálculos se realizaron a partir de la creación de una tabla de datos en que las columnas representan las preguntas, las filas los jueces y los valores la respuesta señalada por cada experto, de acuerdo con la Escala empleada.

JUECES	RESULTADOS DE EVALUACIÓN A LOS INSTRUMENTOS										TOT AL
	ÍTEMS DE VALORACIÓN DE LOS EXPERTOS										
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁₀	
Juez 1	4	3	4	2	3	4	3	4	3	4	34
Juez 2	2	3	3	4	3	3	3	2	3	2	28
Juez 3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	4	31
Juez 4	4	2	4	4	4	4	4	3	3	3	35
Varianza	0.7	0.6	0.2	0.8	0.5	0.3	0.2	0.5	0.2	0.8	9.3

Fuente: Resultados del formato de validación del instrumento [Según Anexo N° 4].

Elaboración: Propia de la investigador.

El valor de **alfa de Cronbach resulta $\alpha = 0.9378$** , que indica una muy buena consistencia interna para esta escala, por lo tanto el instrumento aplicado para valorar la función **es válido según el juicio de los expertos.**

ANEXO N° 4

OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS EN LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

ANÁLISIS DE RIESGOS POR INESTABILIDAD DE TALUDES EN LA SUBCUENCA RÍO CANIPACO, TRAMO DISTRITO DE COLCA PROVINCIA DE HUANCAYO DEPARTAMENTO DE JUNÍN

Indicaciones: Señor especialista, luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación “Inventario de taludes inestables” con la matriz de consistencia le solicitamos en base a su criterio y experiencia profesional, denotar si cuenta con los requisitos de formulación para su posterior aplicación.

N°	Indicadores	Criterios	1	2	3	4	5
1	Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					
2	Objetividad	Está expresado en conductas observables					
3	Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología					
4	Organización	Existe una organización lógica					
5	Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad					
6	Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del sistema de evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivas					
7	Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos de la tecnología educativa					
8	Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					
9	Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					

Para cada criterio considere la escala de 1 a 5:

Muy aceptable	1
Aceptable	2
Regular	3
Poco aceptable	4
No aceptable	5

Apellidos y nombres	
Grado académico	

<hr/>
Firma

ANEXO N° 5
CARTA PARA OPINIÓN DE EXPERTOS

Lima, 08 de febrero de 2018

Señor:

Dr. Cesar Jiménez Cáceres

Ciudad.-

Previo cordial saludo.

Me dirijo a usted con la finalidad de solicitar su valiosa colaboración en la validación de contenido de los ítems que conforman el instrumento que se utilizará para recabar la información requerida en la investigación titulada: “Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la Subcuenca río Canipaco, tramo Distrito de Colca Provincia de Huancayo Departamento de Junín”, trabajo de investigación que bien siendo desarrollado para optar el Grado Académico de Magíster en Gestión Ambiental.

Por su experiencia profesional y méritos académicos me he permitido invocar para la validación de dicho instrumento, sus observaciones y recomendaciones contribuirán para mejorar la versión final del trabajo en mención, para lo cual adjunto: i) Instrumento: Inventario de taludes y ii) Formato de opinión de juicio de expertos en la validación del instrumento.

Agradeciendo de antemano su valioso aporte.

Atentamente,

Ing. Gustavo Freddy Gomez Morales

Investigador

ANEXO N° 6

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

TALUD N° 1



TALUD N° 2



TALUD N° 3



TALUD N° 4



TALUD N° 5



TALUD N° 6



TALUD N° 7



TALUD N° 8



TALUD N° 9



INTERRUPCIÓN DE CANALES DE AGUA



DAÑOS ESTRUCTURALES Y MATERIALES



OBSTRUCCIÓN DEL CAUCE DEL RÍO



TOMA DE DATOS EN LUGARES SINIESTRADOS

SOLUCIÓN PROPUESTAS
REFORESTACIÓN CON PASTOS NATURALES



ENROCADO Y MUROS DE CONTENCIÓN

