

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

Análisis del riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo
km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

Presentado por:

Bach. IRVING VLADIMIR PEÑA ANAMPA

Para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

Abancay – Apurímac - Perú
2022

Tesis

“Análisis del riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo
km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.”

Línea de Investigación

Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible

Asesor

Ph. D Abbon Alex Vásquez Ramírez



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DEL RIESGO POTENCIAL DE ACUERDO A LA INESTABILIDAD DE
TALUDES EN EL TRAMO KM 770 +617- KM 771+706 DE LA RUTA PE-3S,
ABANCAY - 2021.**

Presentado por el Bach. **IRVING VLADIMIR PEÑA ANAMPA**, Para optar el Título

Profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Sustentado y aprobado el **27 de diciembre del 2022** ante el jurado:

Presidente : Mg. Wilfredo, Soto Palomino

Primer miembro : MSc. Ángel, Maldonado Mendivil

Segundo miembro : Mg. Marco Antonio, Gálvez Quintana

Asesor : Ph. D Abbon Alex, Vásquez Ramírez

Dedicatoria

Antes que todo a
Dios por ser guía y
fortaleza en este
camino.

A la mejor de todas: Antonia Paulina
Anampa Osnayo, con su ejemplo y
perseverancia supo conducir mi camino y
por ser la mujer más fuerte del mundo a
la que la debo todo lo que soy y seré la
que me enseñó a no rendirme y todo por
verme feliz, porque sin ella yo
simplemente sería nada, mi madre.

Agradecimiento

A la UTEA y a todos mis docentes que aportaron con su granito de arena para ser lo que hoy soy.

A mi asesor Ph.D Abbon Alex quien guio mis pasos y fue fuente de sabiduría para poder culminar con éxito mi tesis.

Gracias totales...

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	i
Posportada.....	ii
Página de jurados.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenido	vi
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras.....	xii
Acrónimos	xiv
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2.2. Problema general.....	3
1.2.3. Problemas Específicos.....	3
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Delimitación de la Investigación.....	4
1.5.1. Espacial.....	4
1.5.2. Temporal	5
1.5.3. Social.....	5
1.5.4. Conceptual.....	5
1.6. Viabilidad de la investigación.....	5
1.7. Limitaciones de la investigación	6
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de investigación	7
2.1.1. A nivel internacional	7
2.1.2 A nivel nacional	9
2.1.3. A nivel regional y local.....	12

2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1.1. Cálculo de los niveles del peligro.....	13
2.2.2. Cálculo de los niveles de vulnerabilidad	17
2.2.2 Estabilidad de Taludes.....	24
2.3. Marco conceptual	37
CAPITULO III	39
METODOLOGIA.....	39
3.1. Hipótesis	39
3.1.1. Hipótesis General.....	39
3.1.2. Hipótesis Específicas	39
3.2. Método	39
3.3. Tipo de investigación.....	39
3.4. Nivel o alcance de investigación	40
3.5. Diseño de investigación.	40
3.6. Operacionalización de variables	41
3.7. Población, muestra y muestreo.....	43
3.8. Técnica e instrumentos	44
3.9. Consideraciones éticas	49
3.10. Procedimiento Estadístico.....	49
CAPITULO IV	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1 Resultados.....	50
4.2 Discusión de Resultados.....	101
4.3 Prueba de Hipótesis.....	105
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	119
Anexos	121
ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA	
ANEXO 2 ESCALA SAATY	
ANEXO 3 FOTOS	

Índice de Tablas

Tabla 1	Valor de los rangos de susceptibilidad.....	15
Tabla 2	Estratificación de los niveles del peligro	16
Tabla 3	Rangos de peligrosidad	17
Tabla 4	Estratificación de los niveles de la vulnerabilidad	22
Tabla 5	Rangos de vulnerabilidad.....	23
Tabla 6	Rangos del riesgo	24
Tabla 7	Matriz de riesgos.....	24
Tabla 8	Factor de seguridad	33
Tabla 9	Las muestras provienen de las siguientes ubicaciones	50
Tabla 10	Consolidado de la calicata 1	52
Tabla 11	Consolidado de la calicata 2	53
Tabla 12	Consolidado de la calicata 3	54
Tabla 13	Consolidado estrato 3.....	55
Tabla 14	Consolidado calicata 4 E-1	56
Tabla 15	Consolidado de la calicata 4 E-2	56
Tabla 16	Consolidado de la calicata 5	57
Tabla 17	Matriz del peligro sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840	58
Tabla 18	Valor de peligrosidad sub tramo de 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840.....	58
Tabla 19	Consolidado del valor del peligro sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840.....	59
Tabla 20	Parámetros de peligrosidad sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840.....	59
Tabla 21	Matriz del peligro sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80	60
Tabla 22	Valor de peligrosidad sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80 .	60
Tabla 23	Consolidado del valor del peligro sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	61
Tabla 24	Parámetros de peligrosidad sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	61
Tabla 25	Matriz de peligro Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360	62
Tabla 26	Valor de peligrosidad Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360.....	62
Tabla 27	Consolidado del valor peligro sub tramo 3 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	63

Tabla 28	Parámetros de peligrosidad sub tramo 3 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	63
Tabla 29	Matriz del peligro sub tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520	64
Tabla 30	Valor de peligrosidad sub tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520..	64
Tabla 31	Consolidado del peligro sub 4 tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520.....	65
Tabla 32	Parámetros de peligrosidad sub tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520.....	65
Tabla 33	Matriz del peligro sub tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700	66
Tabla 34	Valor de la peligrosidad sub tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700.....	66
Tabla 35	Consolidado del valor peligro	67
Tabla 36	Parámetros de peligrosidad.....	67
Tabla 37	Estratigrafía del peligro.....	69
Tabla 38	Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión social)	71
Tabla 39	Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión económica)	71
Tabla 40	Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión ambiental)	72
Tabla 41	Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (valor de la vulnerabilidad)	72
Tabla 42	Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840.....	72
Tabla 43	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión social).....	73
Tabla 44	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión económica). 73	
Tabla 45	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión ambiental)... 74	
Tabla 46	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Valor vulnerabilidad) 74	
Tabla 47	Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	74
Tabla 48	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad social)	75
Tabla 49	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad económica).....	75
Tabla 50	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad ambiental).....	76
Tabla 51	Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Valor de la vulnerabilidad).....	76

Tabla 52	Nivel de vulnerabilidad sub tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520.....	76
Tabla 53	Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad social)	77
Tabla 54	Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad económica).....	77
Tabla 55	Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad ambiental).....	78
Tabla 56	Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Valor de la vulnerabilidad)	78
Tabla 57	Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 4 Km 771 +540 hasta Km 771+700.....	78
Tabla 58	Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión social)	79
Tabla 59	Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión económica)	79
Tabla 60	Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión ambiental)	80
Tabla 61	Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Valor Vulnerabilidad)	80
Tabla 62	Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700.....	80
Tabla 63	Estratigrafía de vulnerabilidad	86
Tabla 64	Riesgo potencial Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840	88
Tabla 65	Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840.....	88
Tabla 66	Riesgo potencial Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80	88
Tabla 67	Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80.....	89
Tabla 68	Riesgo potencial Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360	89
Tabla 69	Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360.....	89
Tabla 70	Riesgo potencial Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520	90
Tabla 71	Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520.....	90
Tabla 72	Riesgo potencial Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700	91
Tabla 73	Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700.....	91
Tabla 74	Estratigrafía del riesgo potencial.....	97

Tabla 75	Resumen del análisis de estabilidad de taludes	99
Tabla 76	Objetivo específico 1	100
Tabla 77	Objetivo específico 2	100
Tabla 78	Objetivo general.....	101
Tabla 79	Nivel de peligro	105
Tabla 80	Factor de seguridad.....	108
Tabla 81	Nivel de vulnerabilidad.....	109
Tabla 82	Factor de seguridad.....	112
Tabla 83	Nivel de riesgo potencial.....	113
Tabla 84	Factor de seguridad.....	115

Índice de Figuras

Figura 1	Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.....	18
Figura 2	Mapa General de la zona	51
Figura 3	Exploración 01	52
Figura 4	Exploración 2	53
Figura 5	Exploración 3	54
Figura 6	Exploración 4	55
Figura 7	Exploración 5	57
Figura 8	Mapa de peligro	70
Figura 9	Mapa de vulnerabilidad.....	87
Figura 10	Mapa del riesgo potencial.....	98
Figura 11	Determinación de t de Student de Tabla	107
Figura 12	Determinación de t de Student de Tabla	111
Figura 13	Determinación de t de Student de Tabla	115

Listado de ecuaciones

Ecuación 1: Factor de seguridad

Ecuación 2: Ancho de las dovelas

Ecuación 3: distancia de las dovelas

Ecuación 4: Peso de la dovela

Ecuación 5: Altura del agua

Ecuación 6: Presión de poros de las dovelas

Ecuación 7: Profundidad de grieta de la tracción

Ecuación 8: Cálculo de la fuerza de presión horizontal del agua

Ecuación 9: Calculo del peligro

Ecuación 10: Calculo de la vulnerabilidad

Ecuación 11: Calculo del Riesgo Potencial

Acrónimos

ONU: Organización de las naciones unidas

RVF: riesgo asociado a la vulnerabilidad física

Resumen

La investigación está enmarcada en el Análisis del Riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay, región de Apurímac. Como propósito de la investigación se formula: Determinar el riesgo potencial de acuerdo con la inestabilidad en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S.

En este estudio, aplicamos los métodos, procedimientos y diseños de investigación científica para comparar los comportamientos de los cinco taludes que evaluamos bajo las condiciones afectadas, utilizando un marco de referencia deductivo, un conjunto inductivo de resultados, un estudio de esos resultados y un análisis comparativo de esos resultados. La investigación se utiliza de acuerdo con la orientación, y la investigación explicativa se realiza utilizando el método contrastivo.

Se empleó la observación para recopilar los datos que sirvió como información de entrada para el procesamiento y el uso de un instrumento diseñado y producido para la presente investigación denominado inventario de taludes permitiéndonos realizar un examen y evaluación de los taludes.

El estadístico conocido como t de Student arrojó resultados que se encuentran dentro del rango de aceptabilidad de la hipótesis alternativa, por lo que podemos sacar las siguientes conclusiones: las zonas vulnerables estuvieron determinadas por la situación de los taludes, y los daños materiales y humanos ocasionados por fenómenos naturales ($T_{calculada} > T_{Tabla}(gl:4, \alpha/:0.05)$) es decir Al ser $T_c \leq T_t$ ($1.316 < 2.132$), es así que se logra el objetivo e hipótesis principal.

Palabras clave: Análisis de riesgos, factores de riesgo, amenaza y vulnerabilidad física, taludes.

Abstract

The research is framed within the potential risk analysis according to slope instability in the section km 770 +617- km 771+706 of route PE-3S, Abancay, Apurimac region. The objective of the research is to: Determine the potential risk according to slope instability in the km 770 +617- km 771+706 section of route PE-3S.

Application of deductive reasoning to the theoretical foundation, inductive reasoning to the findings, and analytic reasoning to the evaluation of those findings are all in order, and comparative reasoning to compare the behavior of the five evaluated slopes, under situations of affectation, applying scientific research processes, methodologies, and designs. Explanatory study is conducted in accordance with the orientation and contrast method.

Observation, analysis of first-hand sources, and the slope inventory were the ways that information was gathered, a tool that was made and changed for this study to collect and document the material that will ultimately serve as the basis for analysis and therapy. This gave us the information we needed to analyze and evaluate the slopes we were looking at.

The weak spots were identified using the slopes, so we knew what to look for, and natural disasters in the area could be stopped from causing damage to property and people, the alternative hypothesis is plausible because the results of the Student's t test fall within the region of tolerance for this hypothesis ($T_{\text{calculated}} > T_{\text{Tabla}}(gl:4, \alpha:0.05)$), that is, $T_c \leq T_t$ ($1.136 < 2.132$), thus fulfilling the main objective and corroborating the main hypothesis.

Key words: Risk analysis, risk factors, hazard and physical vulnerability, slopes

INTRODUCCIÓN

La dinámica entre los humanos y su entorno natural ha cambiado significativamente en el siglo actual. La acción humana ha incrementado el ritmo de actuación de las entidades naturales, mientras que el crecimiento de la economía se ha incrementado tanto la vulnerabilidad como los riesgos asociados a las actividades socioeconómicas. Un efecto del cambio climático global es que los fenómenos meteorológicos severos ocurren con mayor frecuencia o empeoran. Esto se ha vinculado con un incremento en la cantidad de desastres naturales (inundaciones, inundaciones torrenciales, incendios forestales, deslizamientos de tierra, etc.). En este caso, los movimientos masivos representan un riesgo imprevisto que debe identificarse y evitarse.

En este sentido, la investigación tuvo como propósito evaluar el riesgo potencial asociado a inestables de taludes Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S. La investigación se construyó sobre la base de los esfuerzos de numerosos autores de todo el mundo. Los hallazgos de esta evaluación ayudarán a las agencias gubernamentales a llevar a cabo su misión de proteger vidas humanas y activos económicos al facilitar el monitoreo y difundir información sobre el riesgo potencial que experimentan las poblaciones vulnerables.

A lo largo del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, desde el ingreso a la ciudad de Abancay se pueden observar zonas con presencia de taludes al borde de esta. Desde noviembre a marzo, el clima de Abancay se caracteriza por constantes precipitaciones, situación que junto a las condiciones topográficas provocan deslizamientos de suelos movimiento masivo de rocas, escombros y lodo. Este peligro geofísico representa un riesgo para los pobladores y además genera terribles congestiones de tránsito al momento de haber un deslizamiento.

La investigación se realizó un análisis detallado del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, resaltando como punto principal el análisis de los taludes en cortes de construcción que se emplearon, en tal sentido se abordó: En el primer capítulo se mencionó la realidad problemática para que se pudiera comprender el estado actual del área de estudio. Posteriormente, se discutieron los problemas generales y específicos del estudio, objetivos, justificación, delimitaciones, factibilidad y limitaciones. El contexto internacional y nacional del estudio, los fundamentos teóricos de las variables aquí presentadas y el marco conceptual se exponen en el Capítulo II, junto con un glosario que describe los términos utilizados para describir las variables, dimensiones y características. marcadores para la consulta actual. Capítulo III se menciona sobre la metodología, es decir las hipótesis, método, tipo, diseño de la investigación, se describió la población de estudio, la muestra y unidad de análisis de la misma forma se describieron los instrumentos y técnicas e, consideraciones éticas y por último el procesamiento estadístico. Finalmente, para el Capítulo IV se muestra la información resultante para luego describir la discusión de resultados con los antecedentes de la investigación y por último se incluyó la contrastación de hipótesis para la toma de decisiones y conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática

Según investigaciones del Banco Mundial, actualmente no existen métodos establecidos en Colombia para estimar los costos monetarios y humanos del desplazamiento masivo. Entre otras cosas, esto se debe a que actualmente no existe un método aceptado mediante el cual se puedan categorizar los elementos expuestos y medir cuantitativamente su nivel de vulnerabilidad (Banco Mundial). (Glade y Crozier, 2015).

De manera similar, en las últimas décadas ha habido un aumento en el uso de metodologías cualitativas y subjetivas para evaluar la exposición a la migración masiva. (Gonzales, 2016) y en menor medida metodologías de estimación cuantitativa del mismo riesgo siempre ha sido parte de la sociedad, pero ahora es a escala global en lugar de meramente nacional. (Aravena & Campos, 1986). Este cambio de actitud hacia el riesgo es lo que ha hecho que la idea de riesgo se desarrolle y se adapte al mundo moderno. Ulrich Beck (1986) argumenta que la sociedad moderna se preocupa por mitigar y distribuir los peligros y amenazas creados por la modernización, o los peligros producidos en el más alto nivel de desarrollo social.

República Dominicana está trabajando activamente para modernizar su sociedad, y parte de ese esfuerzo implica promover una cultura de calidad y seguridad en el trabajo. No es ningún secreto que la República Dominicana es extremadamente susceptible a los desastres naturales. Un análisis bancario de 14 países encontró que cada uno de ellos tenía una gestión del riesgo de desastres insuficiente y una capacidad económica inadecuada para hacer frente a los efectos de una catástrofe natural. Sin embargo, la nación ha estado trabajando para

fortalecer su marco institucional para la preparación ante desastres y la gestión de riesgos (Ardila, 2007, pp. 2-3).

Montañas, mesetas y profundos valles interandinos son solo algunos de los relieves están en la región del altiplano peruano. En consecuencia, la Cordillera de los Andes es la mayor parte de la región, comenzando a una altitud de unos 500 msnm a una altura de 6768 msnm, altura de su pico más alto, el nevado Huascarán en Ancash. La naturaleza extremadamente accidentada de esta tierra a menudo provoca el desarrollo de taludes inestables, que requieren esfuerzos de estabilización, que son particularmente comunes durante los períodos húmedos.

El alto riesgo en las obras lineales del país se aprecia en la reducción de los valores de las contraprestaciones en obras de infraestructura de los numerosos peligros. Sin embargo, hay una falta de datos actualizados y precisos sobre los orígenes y los efectos de los peligros de taludes y terraplenes en todo el país, lo que amplifica los peligros asociados con estas características.

La carretera ruta PE-3S abarca una gran cantidad de regiones del país, atravesando también la ciudad de Abancay, donde es habitual observar taludes. El Tramo de la investigación fue escenario de un deslizamiento de tierras por inestabilidad de taludes dejando daños materiales el principal propósito de la investigación es evitar nuevamente un hecho similar y no lamentar pérdidas irreparables de vidas humanas, se pretende con esta investigación dar a conocer el peligro potencial al cual están sometidos dichos pobladores de este tramo.

Como resultado, se aprecia que en algunos casos estos taludes han ocasionado derrumbes, hubiera tenido un efecto negativo en la economía si hubiera una carretera, así como la pérdida de vidas humanas y la restricción del tráfico motorizado.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Formulación de problemas

1.2.2. Problema general

¿Cuál es el Riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021?

1.2.3. Problemas Específicos

1.- ¿Cuál es el peligro de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021?

2.- ¿Cuál es la vulnerabilidad de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021?

1.3. Justificación de la Investigación

Los deslizamientos ocasionados en la ciudad de Abancay y distritos; en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, la cual tiene una topografía muy irregular con alta taludes de talud inclinadas, con una variación de alturas de los taludes con diferentes tipos de suelos como gravas limosas (GM), arcilla de mediana plasticidad con arena (CL), que por efecto de lluvias fuertes y prolongada, estos suelos se saturan y que se ocasionen deslizamiento de suelos de los taludes ocasionando pérdidas humanas y materiales, dejando sin los servicios básicos y afectando la vías de comunicación. La zona de estudio fue escenario de un deslizamiento de tierra el 17 de febrero de 2020 (diario pregón) dejando de saldo de daños materiales a los propietarios de vehículos que están al pie del talud, ya que este tramo es usado como talleres mecánicos y viviendas.

Por lo tanto, se toma en consideración a todos estos deslizamientos ocurridos en la ciudad de Abancay que afectaron a la vida de la persona asimismo ocasionando pérdidas económicas, estos estudios de inestabilidad

de taludes del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, nos ayudara a saber si esta zona de estudio está en riesgo potencial por inestabilidad de taludes evaluando la vulnerabilidad y peligro para poder minimizar el riesgo o impedir, mitigar los deslizamientos en esta área. Con este presente estudio se brindará información muy importante para futuras investigaciones que deseen conocer el comportamiento de los taludes del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar el riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

- 1.- Determinar el peligro de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.
- 2.- Determinar la vulnerabilidad de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Espacial.

Se llevó a cabo en la ciudad de Abancay Departamento de Apurímac ubicado entre dos importantes carreteras peruanas: específicamente la ruta PE-3-S, se encuentra en medio de los Regiones muy importantes, Chalhuanca y Cusco. La puesta en marcha de los ensayos de llevaron a cabo en el laboratorio de mecánica de suelos que se realizó de fue forma particular.

1.5.2. Temporal

El presente estudio fue realizado desde agosto 2021 hasta junio del año 2022, se realizó en 10 meses, la aplicación de la investigación en los cuales se alcanzaron los objetivos planteados de la investigación.

1.5.3. Social

Para el estudio no se aplica la delimitación social por que el objeto de estudio es el talud.

1.5.4. Conceptual.

La investigación desarrollada, considero los estudios de las propiedades mecánicas de suelo, estudio de nivel freático y asimismo estudiar los riesgos potenciales, estabilidad de taludes, uso de software de diseño y topografía.

Desarrollado y analizando de manera objetiva, buscando contribuir y brindar recomendaciones eficaces de corto y largo plazo que apoyen a diversos proyectos de investigación

1.6. Viabilidad de la investigación

El estudio es viable ya que se tiene información, tanto en libros como internet, revistas, periódicos, referencias normas nacionales e internacionales y manual de software.

Es viable tecnológicamente la investigación por el acceso o al alcance de los estudios realizados y a la disponibilidad de los laboratorios que hay en Abancay.

El estudio es viable técnicamente con respecto a la toma de muestra porque se permitió hacer estudios de suelos para poder conocer las propiedades mecánicas de cada talud ya que contribuyeron con el espacio y datos recopilados en campo.

La investigación es viable socialmente porque busca mejorar, fortalecer el crecimiento gradual de la población de una forma donde los pobladores de esa zona se sientan seguro y pueda tener un crecimiento basado en el plan de desarrollo urbano.

La investigación es viable económicamente porque se pudo asumir los gastos de los diferentes ensayos que nos permitieron conocer la característica geotécnica y la topografía.

1.7. Limitaciones de la investigación

Económica

En la investigación no se tuvo un elevado costo para llevar a cabo los ensayos como de, topografía, nivel freático, mecánica de suelos y demás estudios, los cuales fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

Tecnológicas

El estudio no presento limitaciones tecnológicas ya que el laboratorio “conchipa ingenieros “presenta equipos tecnológicos y el software de última generación que garantizan la efectividad de los estudios, además de eso las maquinas presentaron certificados de calibración que se muestran en anexos.

Conceptuales

Finalmente, no se localizaron fuentes de información regionales o locales que fueran consistentes con el estudio. Para desarrollar adecuadamente la investigación, los investigadores buscaron inspiración en antecedentes tanto internacionales como nacionales, teniendo en cuenta las técnicas y métodos empleados por cada uno.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. A nivel internacional

Hernández y Tamayo (2019). El fin del estudio es conocer la estabilidad de taludes y las obras requeridas para la construcción de una vía secundaria de orden en el Municipio de Dabeiba. Resultados: El peligro de derrumbes catastróficos del talud sobre el que se elaborará la vía en el Municipio de Dabeiba, fue evidenciado por un estudio geotécnico de estabilidad, que además tomó en consideración los elementos externos que contribuyen al desarrollo de estos movimientos. En consecuencia, pudimos determinar qué criterios eran más indicativos del conjunto. Hay suficiente seguridad tanto para la estabilidad estática como para la dinámica, con factores de seguridad superiores a 1,5 y 2,1, una cohesión de 13,9 kN/m² y un ángulo de fricción de 16,58° para el material de relleno heterogéneo, y una cohesión de 5,5 kN/m² y un ángulo de fricción de 24,11° para los depósitos de talud, son necesarios para la estabilidad del perfil bajo condiciones geotécnicas. Condiciones.

Escobar y Flores (2017). Este estudio tiene como propósito evaluar la seguridad de dos asentamientos viarios situados en el cruce de barrancos, así como la estabilidad de los taludes de corte generados por la propia vía, que son especialmente vulnerables durante los meses de invierno. Teniendo conocimiento de la litología, geometría y grado de meteorización de cada talud, se utilizó el Método de Equilibrio Límite para modelar y estimar las superficies de falla de cada talud. Para ello, utilizamos una versión simplificada de las técnicas de análisis retrospectivo de Bishop, Janb y Spencer. Un factor de seguridad (F.S.) de 1.05 para pseudoestático y 1.5 estático se calcula en el software Slide 6.0 utilizando valores de suelo para determinar la estabilidad de taludes. Para lograr el F.S. Como

recomienda el Reglamento para los cortes de caminos, debido a que el agua es el principal impulsor de la inestabilidad, se requieren estrategias de estabilización y refuerzo.

Hernández y Ramírez (2016), el propósito es evaluar el peligro que representan los taludes inestables, y para ello se presenta una ecuación de una relación entre las principales variables de esta ecuación y los elementos físicos en riesgo. Cada componente variable y expuesto está etiquetado. Se concluyó que esto puede emplearse en proyectos de ingeniería civil para proteger la infraestructura física de Creek Cay de los impactos de catástrofes naturales. La ecuación sugerida es una herramienta útil para asignar recursos públicos escasos. Conclusión: El uso del suelo (sobrepastoreo), la acción antrópica y otros factores han contribuido a un estado de inestabilidad activa en la ladera. Un nuevo movimiento podría causar que el arroyo Cay, que fluye a solo unos metros de su base, se obstruya, amenazando la seguridad de la comunidad rural cercana de unas 724 personas.

Chávez (2015), el fin es analizar el vínculo entre la estabilidad y deformación de taludes y la geometría del talud (corte) en suelos de densidad variable. Resultados: Al comparar las normas de taludes estudiadas, la norma colombiana se destaca como la más estricta debido a su mayor factor mínimo de seguridad para la condición estática. Los factores mínimos de seguridad son similares entre las reglas de Los Ángeles y las reglas de Costa Rica. Las regulaciones de los Estados Unidos también hacen una contribución significativa al esfuerzo por demoler estructuras peligrosamente cercanas a pendientes pronunciadas. Es posible identificar la geometría de corte de pendiente óptima para de los tres tipos de suelos cohesivos descritos, pero en casi todos los casos, se necesitan paredes

o mecanismos estabilizadores para mantener la consistencia del suelo blando. En pendientes de más de 5 metros, este criterio obviamente no se tiene en cuenta.

Flores y Oporta (2019), en su estudio se propone conocer la estabilidad de la pendiente provocada por cargas estáticas y dinámicas en el lado occidental del Mirador de Catarina en preparación para el realineamiento urbano. Metodología: Dado que integra parámetros físico-mecánicos del suelo con características socioculturales y enfoque mixto. Resultados: Las presiones de construcción tienen poco efecto sobre la inestabilidad de taludes porque disminuyen al aumentar la profundidad de construcción. El talud número dos, por su parte, está directamente afectado por los enormes esfuerzos que ejerce sobre el suelo el tanque de la Empresa. Además, en el análisis dinámico, se determinó el factor crítico de seguridad de falla de talud (localizada).

2.1.2 A nivel nacional

Huamán y Huamanlazo (2019) el objetivo de esta tesis es ejecutar correctamente la extracción de materia prima, con un enfoque en el mejor diseño posible del talud del tajo. Para poner en práctica esta metodología se llevaron a cabo los siguientes pasos: identificación del sitio, recolección de datos de campo, investigación de geología, para estructuras más grandes, investigación de unidades hidrogeológicas y desarrollo de modelos geotécnicos.. El talud se puede estabilizar en condiciones estáticas y pseudoestático usando los siguientes parámetros en un diseño de modelo de talud: altura de talud = 10 m, ángulo de talud = 60 °, ancho de berma = 3,5 m, ancho de rampa = 5 m. Una vez que se completa el diseño, se puede verificar la estabilidad usando la salida del programa Slide; esto se debe a que, dada la forma de la pendiente actual, es inestable con un FS de 1,058 en condiciones estáticas y de 0,709 en pseudoestático, el factor de seguridad si se cumplen ambos requisitos.

Gómez (2018) El objetivo del estudio es identificar áreas problemáticas en la subcuenca Canipaco de la región del Colca para que podamos proteger mejor la infraestructura y los cultivos de la erosión y los deslizamientos de tierra. La investigación analizó y evaluó elementos peligrosos para identificar la peligrosidad y vulnerabilidad física y taludes inestables en la subcuenca del río Canipaco. La información necesaria para analizar y evaluar los taludes en estudio se reunió mediante una combinación de observaciones presenciales, análisis en profundidad de fuentes primarias y el uso de un inventario de taludes, una herramienta diseñada y desarrollada específicamente para este estudio. Conclusión: Dado que la hipótesis alternativa se encuentra dentro del rango de aceptabilidad de la prueba estadística t de Student. Es necesario mapear situaciones de taludes y taludes inestables en la subcuenca de Canipaco para determinar dónde es más probable que los desastres naturales causen daños materiales y agrícolas. ($t_{calculada} > t_{Tabla} (gl:8, \alpha:0.05)$) es decir $t_c > t_t (15,558 > 1,860)$.

Sackschewski (2017) el propósito de su tesis fue “resolver geotécnicamente de manera segura, eficiente y económicamente viable para ser estable en los taludes de la carretera Canta-Huayllay en zonas con inconvenientes de ocurrencia de fenómenos geodinámicas externos de mediano riesgo”, con un enfoque específico en las pistas entre los kilómetros 102 y 110. Todo esto se realizó de acuerdo a un plan de trabajo que incluía un diseño experimental, siendo los datos procesados posteriormente en oficina y complementados con análisis retrospectivos en algunos casos por el método simplificado de Bishop utilizando el software Slide 6.0 de Rocscience's; este programa también se utilizó para calcular los factores de seguridad de taludes. Resultados: Los taludes del sector de la carretera Canta - Huayllay en los kilómetros (km) 102+780 y (km) 103+020 .La

inestabilidad de taludes entre los km 112 y 110 se produce por insuficiente excavación de los materiales del terreno, circunstancias adversas de las discontinuidades.

Tardeo y Zanabria (2016), en su tesis el autor tiene como objetivo determinar la seguridad del talud empleando diversas técnicas de análisis heurístico; esto es importante porque el análisis heurístico revela la vulnerabilidad del talud a deslizamientos; Considerando estos hallazgos, se sugiere que se construyan anclajes u otras medidas para reducir los riesgos inherentes en las áreas de estudio. Como solo pudieron calcular un factor de seguridad inferior a 1, se deduce que la parte de Huayllabamba del distrito de la cuenca de Huancavelica es inestable. Debido a que sus valores de FS son mayores a 1, los análisis estáticos han concluido que las industrias de Yuraccrumi, Manzana Cc, Arbolitos y Pochacco son estables, Por otro lado, Acequia Alta y Motor Huayco son subsectores inestables por la presencia de SF.

Mendoza (2016) el fin de este estudio es establecer los criterios de diseño de taludes que se construirán sobre el terreno. Dado que la profundidad de excavación o desnivel en estos taludes es superior a 100 metros, los clasificamos como de fuerte pendiente.. Este análisis de esta parte falla incluso cuando se toman en cuenta las circunstancias estáticas. En el mejor de los casos, al tomar represalias, el FS es 1.002. Se observa un mayor porcentaje de cambio en circunstancias estáticas, como lo revela el análisis de factores de seguridad para escenarios pseudoestático, aunque este número no sigue el mismo patrón para varias subsecciones diferentes. Así, se argumenta que la geometría del talud no afecta en gran medida su estabilidad en el escenario pseudoestático. En esta obra

puede existir un peligro de licuefacción similar por la presencia de agua y la existencia de capas de arena.

Valeriano (2015), este estudio utiliza un método que combina trabajo de campo, de laboratorio y de escritorio para abordar problemas con la estabilidad de taludes rocosos al enfocarse en dos aspectos clave. Resultados: Las siguientes son las características más importantes de la ladera del Cerro Espinal: Aunque solo hay una litología representada en todo el corte del talud una colección de Fonolitas rojas moderadamente meteorizadas la característica estructural más importante fue la presencia de discontinuidades, que ocurrieron en tres familias distintas, Con una meteorización de grado II y un espaciamiento de 20 a 60 cm, una persistencia de 3 a 10 metros y una apertura muy variable de discontinuidades entre familias, no se ve mucho entre las estructuras. Al considerar un modo de falla causado por vuelco, el método de equilibrio límite de análisis de estabilidad arrojó un factor de seguridad de 1,199 en condiciones estáticas y 1,084 en condiciones pseudoestático. Son aceptables como resultado del flujo constante de grandes rocas desde lo alto hacia lo bajo.

2.1.3. A nivel regional y local

No hay trabajos académicos previos ni ejemplos publicados de que esto suceda a escala regional o local.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Análisis de peligro

Antes de evaluar el riesgo asociado a la ocurrencia de un peligro natural, Deben evaluarse tanto el riesgo en la región de investigación como la susceptibilidad de los componentes a ese riesgo.

Riesgo = f(Peligro, Vulnerabilidad)

El método de análisis jerárquico de Saaty asigna un rango de valores a cada una de las cuatro categorías de riesgo (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo) en función de la gravedad percibida de la amenaza.(Anexo I). Los valores de los niveles de Riesgo están representados por la suma de los productos de las capas de Amenaza y Vulnerabilidad. (CENEPRED, 2019).

2.2.1.1. Cálculo de los niveles del peligro

Las clasificaciones de peligro se determinan correlacionando los estratos del parámetro de evaluación con la susceptibilidad.

El siguiente diagrama de flujo muestra los pasos necesarios para definir y categorizar los grados de riesgo asociados a un evento natural que ocurre en un lugar determinado y en el que se ubican los elementos de interés. (CENEPRED, 2019)

2.2.1.2. Ubicación de la zona de evaluación

Como primer paso en el proceso de evaluación, recopilar datos sobre la jurisdicción correspondiente (centro de población, distrito, provincia, departamento, etc.), vías de acceso, geolocalización a través de sistemas de información geográfica y todo lo que permita determinar la ubicación exacta del área que se está evaluando.

2.2.1.3. Recopilación, análisis y sistematización de la información

La recolección de datos sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona es un proceso que ha sido sistematizado a través de fuentes oficiales en geoportales como los repositorios SIGRID, SINPAD, INGEMMET, SENAMHI, INAIGEM, ANA, IGP. Lugar de trabajo. Los sistemas de información geográfica y otras herramientas de oficina digital se utilizan para

examinar estos datos.

2.2.1.4. Identificación del tipo de peligro para la evaluación

El peligro natural que debe evaluarse en la región se identifica mediante este procedimiento.

Necesitamos especificar el escenario de riesgo objetivo de la evaluación de amenazas naturales. La gravedad de cualquier factor que desencadene la amenaza determinará el alcance de este escenario.

2.2.1.5. Delimitación del área de influencia asociado al peligro

Una vez establecida la amenaza potencial y su escenario asociado, se puede definir su esfera de influencia. Para determinar el alcance del impacto de un peligro natural, los investigadores primero deben identificar peligros históricos y/o recientes en el área de estudio que sean indicativos del peligro más grave que la región haya experimentado jamás.

2.2.1.6. Parámetro de evaluación

La métrica de evaluación proporciona un medio para identificar y clasificar el riesgo. Como manifestación física del peligro en la región evaluada, este parámetro mapea la intensidad del peligro para una duración y/o frecuencia de retorno especificada. La magnitud del factor desencadenante determinará la gravedad del evento, por lo que es importante identificar qué es lo que hace que este riesgo se materialice en primer lugar.

Se utilizará el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty para asignar valores numéricos (pesos) a cada descriptor en la capa de parámetros de evaluación.

2.2.1.7. Análisis de la Susceptibilidad del territorio

En este contexto, el "análisis de susceptibilidad del territorio" significa determinar qué tan probable es que un área determinada se vea afectada o experimente un peligro determinado.

Comparando los condicionantes de la zona, podemos determinar su vulnerabilidad ante una calamidad natural.

Los factores condicionantes

Son aspectos de la geografía local que pueden ayudar o dificultar la aparición de un peligro natural determinado. Se utilizará el Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty para determinar la importancia relativa de cada uno de los cinco descriptores mencionados para cada uno de los cinco condicionantes (Anexo II), Asimismo, todos los condicionantes deben estar relacionados entre sí de la misma manera.

Factores desencadenantes

Son factores que aumentan la probabilidad de que ocurra un peligro en un lugar determinado, como precipitaciones que provocan la liberación de materiales sueltos o erosionados, o terremotos de una escala particularmente significativa.

Ocurridos en el mar (locales) ocasionan tsunamis, etc.

Tabla 1 Valor de los rangos de susceptibilidad

Valores de los rangos del peligro	Niveles del peligro
$n_2 < S \leq n_1$	Muy alto
$n_3 < S \leq n_2$	Alto
$n_4 < S \leq n_3$	Medio
$n_5 \leq S \leq n_4$	Bajo

Donde:

Son los valores de los rangos de la susceptibilidad; y "S" representa el valor de la susceptibilidad

Clasificación de los niveles de la susceptibilidad del territorio asociado a un peligro natural. Fuente: CENEPRED

Se considerará para el nivel más bajo de susceptibilidad lo siguiente, el cual deberá tener una descripción tomada de la lista de descriptores de los condicionantes, donde se mantiene el orden de prioridad de cada descriptor en orden descendente. Fusionando las dos últimas caracterizaciones.

Estratificación del peligro

Manteniendo el orden de prioridad de los descriptores en orden decreciente, los dos últimos serán considerados para la categoría de menor riesgo (Low Danger), que se deriva de la conexión entre los descriptores de la capa de susceptibilidad y el parámetro de evaluación. Etiquetas finales en un solo lugar. En cada nivel, la gravedad del factor desencadenante y las especificidades del área evaluada y el peligro evaluado ocupan un lugar central.

Tabla 2 *Estratificación de los niveles del peligro*

Nivel	Descripción	Rango
Muy alto	El territorio presenta una muy alta susceptibilidad a ser afectado ante la ocurrencia de ...[tipo de peligro], el cual es desencadenado por ...[factor desencadenante] con una magnitud de ...[magnitud del FD]..., en el que se presenta una intensidad de ...[PE_d ₁]	$n_2 < P \leq n_1$
Alto	El territorio presenta una alta susceptibilidad a ser afectado ante la ocurrencia de ...[tipo de peligro], el cual es desencadenado por ...[factor desencadenante] con una magnitud de ...[magnitud del FD]..., en el que se presenta una intensidad de ...[PE_d ₂]	$n_3 < P \leq n_2$
Medio	El territorio presenta una susceptibilidad media a ser afectado ante la ocurrencia de ...[tipo de peligro], el cual es desencadenado por ...[factor desencadenante] con una magnitud de ...[magnitud del FD]..., en el que se presenta una intensidad de ...[PE_d ₃]	$n_4 < P \leq n_3$
Bajo	El territorio presenta una baja susceptibilidad a ser afectado ante la ocurrencia de ...[tipo de peligro], el cual es desencadenado por ...[factor desencadenante] con una magnitud de ...[magnitud del FD]..., en el que se presenta una intensidad de ...[PE_d ₄]	$n_5 \leq P \leq n_4$

Los valores de riesgo calculados se utilizan luego para establecer los cuatro rangos que definen cada categoría de riesgo y, en última instancia, los niveles de esta capa.

Tabla 3 Rangos de peligrosidad

Valores de los rangos del peligro	Niveles del peligro
$n_2 < P \leq n_1$	Muy alto
$n_3 < P \leq n_2$	Alto
$n_4 < P \leq n_3$	Medio
$n_5 \leq P \leq n_4$	Bajo

Nota Clasificación de los niveles del peligro. Fuente: CENEPRED

Manteniendo el orden de prioridad de los descriptores en orden decreciente, los dos últimos serán considerados para la categoría de menor riesgo (Low Danger), que se deriva de la conexión entre los descriptores de la capa de susceptibilidad y el parámetro de evaluación. Etiquetas finales en un solo lugar. En cada nivel, la gravedad del factor desencadenante y la naturaleza de la amenaza evaluada tienen prioridad.

2.2.2. Cálculo de los niveles de vulnerabilidad

Según la Ley N° 29664, y su Reglamento, D.S. N° 048-2011-PCM, personas, estructura física o actividad económica vulnerables a sufrir daños por la acción de un peligro o amenaza.

El análisis de vulnerabilidad debe considerar cómo están expuestos los componentes en riesgo, qué tan frágiles son y qué tan resistentes son (Artículo 2° del Reglamento de la Ley N° 29664). Hay tres dimensiones a considerar al categorizar esta información sobre el elemento expuesto, y todas tienen que ver con la social, la economía y ambiental

Análisis de vulnerabilidad

Figura 1 Factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia.



1.-Exposición

El término "exposición" se utiliza para describir cómo las personas y sus medios de subsistencia se ven en peligro por sus propias acciones y las de los demás. La gestión inadecuada de la tierra, la rápida urbanización sin una planificación adecuada y las políticas de desarrollo económico insostenibles contribuyen a las relaciones inapropiadas que conducen al riesgo ambiental. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

En el análisis de este factor se tienen en cuenta la población, las unidades productivas, las líneas de vida, la infraestructura y otras unidades sociales que pueden estar en riesgo debido a las amenazas identificadas.

Todos los riesgos potenciales para la industria evaluada deben incluirse en la capa de exposición.

Se discuten las cinco características de la capa de exposición y cómo calcularlas.

Los elementos catastrales o de infraestructura se intersecan con la capa de amenaza, y se otorga un valor "e" a cada elemento según el rango de nivel de amenaza en el que reside. Los elementos están sobre los niveles muy alto ($n_3 <$

$P \leq n2$) se les asignará el peso "e1", nivel alto ($n3 < P \leq n2$) se les asignará un peso de "e2"; para continuar hasta el rango ($n5 > P > n4$), cuando se asignará el valor "e4", etc. Finalmente, los elementos que tengan un valor de riesgo de " $P = n5$ " o superior recibirán un peso de "e5"

2.- Fragilidad

El término "fragilidad" se utiliza para describir el estado de estar en desventaja o ser relativamente débil frente al peligro, los cuales pueden tener efectos devastadores. Por lo general, surge dentro de una sociedad o comunidad y afecta el entorno construido, por ejemplo, a través de prácticas de construcción inadecuadas o el uso de materiales ilegales o inseguros. Es un axioma bien conocido que la fragilidad es igual a la susceptibilidad.

Identifica situaciones de precariedad en las que el elemento objeto de estudio se encuentra en desventaja o es vulnerable. Dependiendo del elemento analizado, se pueden considerar los impactos sociales, económicos y ambientales de esta situación. La creación de la capa frágil requiere una categorización basada en dimensiones de los parámetros de los elementos. Utilizando el Proceso de Análisis Jerárquico, asignaremos pesos a cada uno de los cinco descriptores en cada uno de los parámetros que utilizamos; haremos lo mismo para cada una de las dimensiones que empleamos; y finalmente, multiplicaremos los pesos por las dimensiones para obtener el valor de la fragilidad de cada elemento expuesto.

Como se puede observar en la **Figura 14**, se usa el Proceso de Análisis Jerárquico para establecer relaciones entre los parámetros que componen cada dimensión de la fragilidad.

3.- Resiliencia

Se utiliza para describir la capacidad de una persona o comunidad para adaptarse o recuperarse de la adversidad. Está conectado con la posición social de las personas. Cuanto mayor sea la resiliencia, menos susceptible es uno.

La resiliencia, en este contexto, se refiere a la capacidad de las personas y sus comunidades para absorber, adaptarse y resistir los efectos de una amenaza, así como para aumentar su capacidad de aprender y recuperarse de tales amenazas y/o desastres. Dependiendo del tipo de elemento expuesto, esta situación puede ser examinada desde una perspectiva social, económica o ambiental.

La capa de resiliencia se forma ordenando los parámetros del elemento por sus diámetros. El Proceso de Análisis Jerárquico se utilizará para dar peso a los numerosos descriptores identificados dentro de cada parámetro. El mismo procedimiento se utilizará para dar un peso a cada dimensión, y luego se sumarán los valores obtenidos al multiplicar cada dimensión por su peso respectivo para obtener el valor de la resiliencia de cada elemento.

Definición y estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Multiplicando las capas de exposición por la métrica de fragilidad y luego dividiendo por la métrica de resiliencia se obtiene la capa de Vulnerabilidad.

$$\frac{(Exposición) \times (Fragilidad)}{Resiliencia} = Vulnerabilidad$$

Los descriptores de capa deben ordenarse de más vulnerable a menos vulnerable, por lo que los pesos de exposición y fragilidad disminuirán a medida que se

acerquen a cero y los pesos de resiliencia aumentarán a medida que se acerquen a uno.

Análisis de los Elementos Expuestos Sociales, Económicos y Ambientales

Cuando las personas y sus medios de subsistencia son reubicados voluntaria o involuntariamente en la zona de efecto de un desastre, se ponen a sí mismos ya sus comunidades en peligro. Una conexión deficiente con la naturaleza es el resultado de varias cosas, que incluyen, entre otras, el aumento de la población al azar, la migración, la urbanización sin una gestión eficaz de la tierra y las estrategias de desarrollo económico insostenibles. La vulnerabilidad de uno aumenta en proporción a la medida en que está expuesto.

Análisis de la dimensión social

La fragilidad y la resiliencia sociales de la población susceptible pueden analizarse mejor si conocemos qué poblaciones son vulnerables y cuáles no están dentro de la región de efecto de un fenómeno natural. Esta es una métrica útil para determinar la susceptibilidad de un individuo a diferentes tipos de opresión social.

Análisis de la dimensión económica

Se puede agregar un análisis de fragilidad económica y resiliencia cuando se han identificado las actividades económicas y la infraestructura sensible dentro de la zona de impacto del desastre natural. Parámetros de la dimensión económica

Análisis de la dimensión ambiental

Es posible incorporar un análisis de resiliencia y fragilidad ambiental luego de haber determinado qué recursos naturales dentro de la esfera de influencia de un fenómeno natural son vulnerables y cuáles no. Esto se puede utilizar como indicador de la vulnerabilidad de un área a su entorno natural.

Análisis de los niveles de vulnerabilidad

Las zonas de vulnerabilidad baja, media, alta y muy alta, junto con sus respectivas características y valores, se describen a continuación para su uso en la Evaluación de Riesgos.

ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD

Existe una relación entre los descriptores de fragilidad, exposición y resiliencia, y en cada nivel de vulnerabilidad predominan las características del elemento evaluado.

La vulnerabilidad se puede describir en varios niveles según la importancia relativa de los descriptores de exposición, fragilidad y resiliencia para el factor evaluable.

Tabla 4 *Estratificación de los niveles de la vulnerabilidad*

Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
Muy alto	Se caracteriza principalmente por presentar una muy alta exposición al peligro por ...[tipo de peligro];...[descriptores de la fragilidad F1]...; y...[descriptores de la resiliencia R1]...	$n_2 < V \leq n_1$
Alto	Se caracteriza principalmente por presentar una alta exposición al peligro por ...[tipo de peligro];...[descriptores de la fragilidad F2]...; y...[descriptores de la resiliencia R2]...	$n_3 < V \leq n_2$
Medio	Se caracteriza principalmente por presentar una exposición media al peligro por ...[tipo de peligro];...[descriptores de la fragilidad F3]...; y...[descriptores de la resiliencia R3]...	$n_4 < V \leq n_3$
Bajo	Se caracteriza principalmente por presentar una baja exposición al peligro por ...[tipo de peligro];...[descriptores de la fragilidad F4,F5]...; y...[descriptores de la resiliencia R4,F5]...	$n_5 \leq V \leq n_4$

Nota. Diagrama de la exposición ambiental. Fuente: CENEPRED

Tabla 5 *Rangos de vulnerabilidad*

Valores de los rangos de la vulnerabilidad	Niveles del peligro
$n_2 < V \leq n_1$	Muy alto
$n_3 < V \leq n_2$	Alto
$n_4 < V \leq n_3$	Medio
$n_5 \leq V \leq n_4$	Bajo

Nota Establecimiento de los rangos de los niveles de vulnerabilidad. Fuente: CENEPRED

Dependiendo de cuán fuertemente predominen las características del elemento que se está evaluando, se puede describir un nivel de vulnerabilidad particular utilizando la relación entre los descriptores de fragilidad, exposición y resiliencia.

Cálculo del riesgo

Una vez identificadas y analizadas las amenazas a las que es vulnerable el área de estudio en términos de intensidad, magnitud, frecuencia o período de recurrencia y susceptibilidad a fenómenos de origen natural, y explicados los componentes de cada análisis, el área de estudio puede considerarse resiliente, entonces se podrá resguardar el área de investigación que impacta la vulnerabilidad por exposición, fragilidad y resiliencia, se podrán identificar y producir los componentes que pueden ser susceptibles, el posible daño y una estrategia para mitigar ese daño.

Es necesario crear una conexión entre el peligro y los componentes expuestos para evaluar los posibles efectos económicos, sociales y ambientales de un fenómeno potencialmente peligroso. Cualquier combinación de estos elementos puede influir en el nivel de riesgo o el potencial de lesiones en un entorno determinado. (Carreño et. al. 2005).

Cálculo del riesgo potencial

$$\text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} = \text{Riesgo potencial}$$

Tabla 6 Rangos del riesgo

Valores de los rangos del riesgo	Niveles del peligro
$n_2 < R \leq n_1$	Muy alto
$n_3 < R \leq n_2$	Alto
$n_4 < R \leq n_3$	Medio
$n_5 \leq R \leq n_4$	Bajo

Nota Establecimiento de los rangos de los niveles del riesgo. Fuente: CENEPRED

Las características del territorio y del elemento evaluado dominan las descripciones de los riesgos en cada nivel, que a su vez informan las descripciones de los peligros en esos niveles.

Tabla 7 Matriz de riesgos

Nivel de riesgo	Descripción	Rango
Muy alto	Se presenta generalmente en... ... [Características del peligro muy alto]... ...[Características de la vulnerabilidad muy alta]...	$n_2 < R \leq n_1$
Alto	Se presenta generalmente en... ... [Características del peligro alto]... ...[Características de la vulnerabilidad alta]...	$n_3 < R \leq n_2$
Medio	Se presenta generalmente en... ... [Características del peligro medio]... ...[Características de la vulnerabilidad media]...	$n_4 < R \leq n_3$
Bajo	Se presenta generalmente en... ... [Características del peligro bajo]... ...[Características de la vulnerabilidad baja]...	$n_5 \leq R \leq n_4$

Nota. Matriz de riesgo. Fuente: CENEPRED

2.2.2 Estabilidad de Taludes

Se describe cualquier superficie que no es perfectamente horizontal y requiere estructuras de tierra para adaptarse a su forma indefinidamente. El análisis de taludes es notoriamente desafiante debido al hecho de que aborda simultáneamente inconvenientes de mecánica de rocas y suelos. Además,

cualquier criterio razonable debe involucrar a la geología aplicada, que tiene un papel importante en el desarrollo (De Matteis, 2003)

Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina Talud Natural o ladera natural o simplemente ladera. 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 (De Matteis, 2003)

2.2.2.1 Tipos de Taludes

Los tipos de taludes pueden ser dos:

2.2.2.1.1. Taludes Naturales: Estas son las laderas que la tierra ha ido moldeando a lo largo del tiempo. Pueden formarse como resultado de procesos de erosión sin ayuda humana. Debido a esto, se forman acantilados. Debido a sus formas erráticas, estimar su altura puede ser un desafío.

2.2.2.1.2. Talud artificial: Las áreas elevadas llamadas terraplenes se crean cuando el suelo se deposita en elevaciones más bajas. Aunque los desmontes sean ambos resultados de excavaciones, el material que los produce y sus inclinaciones serán diferentes. Mientras que los terraplenes tienen una pendiente promedio de alrededor de 27 grados, los claros tienen pendientes que van desde los 35 grados con respecto a la vertical (Eguidio & Salgado, 2019)

Debido a esta distinción entre los tipos de formación de taludes, cada posible problema de estabilidad de taludes requiere una solución única. (Eguidio & Salgado, 2019)

2.2.2.2 Definición de estabilidad. En geología, la estabilidad se mide por la capacidad de la masa terrestre para evitar el colapso o el movimiento. Determinar qué constituye un ángulo de pendiente aceptable en un corte o terraplén en un momento dado es un primer paso importante para establecer criterios para la estabilidad de taludes. La ruta más empinada que se puede mantener durante el tiempo asignado es casi siempre la mejor opción. Este es el meollo del asunto y motiva la investigación.

2.2.2.2.1 Método fellenius. El área de falla se divide verticalmente en segmentos a partir de los cuales se pueden calcular las fuerzas actuantes y resultantes. Luego se calcula el Factor de Seguridad sumando los momentos producidos por estas fuerzas con respecto al centro del círculo. Las fuerzas ejercidas sobre una sección del cuerpo se representan gráficamente.

- a. Fuerzas de cohesión y fricción que actúan tangencialmente a la superficie de falla.
- b. Gravedad, que puede analizarse como una fuerza tangencial o normal sobre la superficie de falla.
- c. c. Fellenius ignora la presión de la tierra y las presiones de corte en los muros entre dovelas, aunque estos factores se explican mediante técnicas analíticas más exhaustivas.

En este análisis la masa de suelo es dividida en rebanadas verticales. Considerando las fuerzas que actúan en una rebanada, se tiene el peso de dicha rebanada (W), la fuerza normal (N_r) y tangencial (T_r) que actúan sobre la superficie

de falla, así como la fuerza normal (P_n y P_{n+1}) y *tangencial* (T_n y T_{n+1}) que actúan sobre las caras verticales. (Foundation engineering handbook second edition)

Con el método de fellenius, se utiliza la siguiente expresión para determinar el factor de seguridad.

$$FS_S = \frac{\sum C \Delta L_n (W_n \cos \alpha_n - \mu \Delta L_n) \tan \phi}{\sum w_n \sin \alpha_n + Q \left(\frac{a}{R} \right) + F \left(\frac{n}{R} \right) - T \left(\frac{v}{R} \right)}$$

Donde:

- C= cohesión del suelo
- ΔL_n =ancho de la dovela con respecto a α_n
- W_n : Peso total de la dovela
- α_n : Angulo de la dovela con respecto a la horizontal
- μ : Presión de poros
- ϕ : Angulo de fricción del suelo
- Q: Fuerza de empuje por grieta de tracción
- a: Brazo de la fuerza de empuje Q
- R: Radio de la circunferencia de falla.
- F: Magnitud de la fuerza aplicada en el talud
- n: Brazo de la fuerza F
- T: Fuerza por presión horizontal del agua
- v: Brazo de la fuerza (T)

Los siguientes pasos describen el proceso para determinar las variables en la expresión general del factor de seguridad del método de fellenius.

Cálculo de ancho de la dovela con respecto a α_n : (ΔL_n)

Se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\Delta L_n = \frac{b}{\cos \alpha_n}$$

Donde:

- b : ancho de la dovela en proyección horizontal.
- α_n : Angulo de la dovela con respecto a la horizontal

En valor de b se obtiene de la siguiente manera

$$b = \frac{\text{distancia AB (proyeccion horizontal)}}{\# \text{ de dovelas}}$$

El número de dovelas es un valor en el cual se fija dependiendo de cuantas partes (o fajas verticales) se desea dividir de falla, a continuación, se muestra gráficamente como se obtiene la distancia “

Angulo de la dovela con respecto a la horizontal (α_n .)

A continuación, el ángulo de la dovela se puede obtener mediante la siguiente expresión.

$$\alpha_n = \tan^{-1} \left(\frac{\text{distancia vertical "12"}}{b} \right)$$

Nota: esto se realiza para cada una de las dovelas. Fuente: baja m das (2015)

Altura del agua se calcula de la siguiente manera

$$h_w = H_1 + H_2$$

Donde:

- H_1 : Altura media del agua en la dovela
- H_2 : Altura media del agua sobre la dovela

Para el **caso A** las alturas son:

$$H_1 = \frac{H_{1a} + H_{1B}}{2}$$

$$H_2 = \frac{H_{2a} + H_{2B}}{2}$$

Para el **caso B** las alturas son:

$$H_1 = \frac{H_{1a} + H_{1B}}{2}$$

$$H_2 = 0$$

NOTA: las alturas sobre la dovela es cero ya que el nivel freático no sobrepasa la altura.

Peso de la dovela con efecto del agua (W_2)

$$W_2 = (h_w \times b \times \gamma_{sat}) + (H_2 \times \gamma_w \times b)$$

Donde:

- h_w : altura del agua
- b : base
- γ_{sat} : peso específico saturado del suelo
- γ_w : peso específico del agua
- H_2 : altura media del agua sobre la dovela

Presión de poros en la dovela (μ)

El valor de la presión de poros de la dovela se determina mediante la siguiente expresión:

$$\mu = h_w \times \gamma_w$$

Donde:

- h_w : Altura del agua
- γ_w : Peso específico del agua

Cálculo de la fuerza de empuje por grieta de tracción (Q)

El cálculo de la fuerza de empuje por grieta de tracción se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{2} \gamma_w (Z)^2$$

Donde:

- γ_w : Peso específico del agua
- Z : *profundidad de la grieta de traccion*

Profundidad de la grieta de tracción. (z)

$$Z = \frac{2c}{\gamma \sqrt{\frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}}}$$

Donde:

- C: Cohesión del suelo
- ϕ : Angulo de fricción interna del suelo

Brazo de la fuerza de empuje (α)

Distancia vertical desde el punto de aplicación d Q hasta el centro de la superficie de falla.

Cálculo de la fuerza de sobrecarga (F)

Cuando exista una carga sobre el talud, esta debe considerarse para calcular la estabilidad del mismo, por lo cual dicha fuerza se calcula de la siguiente manera.

$$F = \text{Carga} \times \text{Distancia de aplicación}$$

Cálculo del brazo de la fuerza (n)

El brazo de la fuerza F será la distancia desde el punto de aplicación de F hasta el centro de la superficie de falla.

Cálculo de la fuerza por presión horizontal del agua (T)

La magnitud de la fuerza se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T = \frac{1}{2} \gamma_w (S^2)$$

Donde:

γ_w : Peso específico del agua

S : Altura de agua sobre el talud

2.2.2.3 Factor de Seguridad. Comprende la homogeneidad y naturaleza de los materiales componentes es esencial para considerar y definir correctamente la estabilidad de taludes, que es un tema multifacético en sí mismo. Como es práctica estándar, el ingeniero investiga el asunto para aprender lo suficiente como para crear un modelo matemático, después del cual el análisis de estabilidad puede reducirse a unos pocos minutos de trabajo con lápiz y papel. Procedimientos de cálculo en álgebra o matemáticas.

Los enfoques computacionales primero desarrollan un mecanismo de falla cinemática, que se basa en el sentido común y la experiencia, y luego evalúan las fuerzas que la gravedad, la filtración, la presión del agua, etc., Se debe usar algún método para evaluar estas fuerzas contra otras, como la resistencia del suelo, la resistencia de la raíz y otras, que podrían desarrollarse y tender a evitar que ocurra el mecanismo de falla e inducir el movimiento. Por esta razón, decimos que una masa de tierra es estable si está a salvo de derrumbes o movimientos. Debido a esto, la cosecha actual de métodos de cálculo solo se puede aplicar a problemas de estabilidad donde la falla es del tipo considerado porque todos están vinculados a un mecanismo cinemático de falla específico. Según Braja M. Das (2001) el factor de seguridad se define como:

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Donde

- FS_s = factor de seguridad con respecto a la resistencia
- τ_f = resistencia cortante promedio del suelo (fuerza resistente)
- τ_d = esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla (fuerza motora).

Tanto la cohesión como la fricción contribuyen a la resistencia al corte de un suelo, que se escribe como:

$$\tau_f = c + \sigma' \tan\phi \quad 2.6$$

Donde

- C = Cohesión
- ϕ = ángulo de fricción drenada
- σ' = esfuerzo normal efectivo sobre la superficie potencial de falla

De manera similar también escribimos:

$$\tau_f = c_d + \sigma' \tan\phi_d \quad 2.7$$

Donde c_d y ϕ_d son la cohesión efectiva y el ángulo de fricción a lo largo de la superficie de posible falla, respectivamente:

$$FS_s = \frac{C + \sigma' \tan\phi}{C_d + \sigma' \tan\phi_d}$$

Ahora puede ingresar sus números para el factor de seguridad de cohesión FS_c y el factor de seguridad de fricción FS_ϕ , que se describen a continuación.

$$FS_c = \frac{C}{C_d}$$

Y

$$FS_\phi = \frac{\tan\phi}{\tan\phi_d}$$

Cuando se comparan las ecuaciones (2.8), (2.9) Y (2.10), vemos que cuando FS se vuelve igual a $FS\phi$ ese es el factor de seguridad con respecto a la resistencia. 0 si

$$\frac{C}{Cd} = \frac{\tan\phi}{\tan\phi d}$$

Podemos escribir

$$FS_s = FS_c = FS\phi \quad 2.11$$

Se puede utilizar un factor de seguridad para evaluar la estabilidad en relación con las propiedades geotécnicas y geomecánicas del suelo en la vecindad de un talud. Los ingenieros utilizan este factor de seguridad para determinar si el suelo de cimentación o el movimiento de tierra colapsarán en las peores circunstancias de servicio posibles.

Se recomienda el uso de factores de seguridad para la estabilidad de talud. Dicha **Tabla** se presenta a continuación.

Tabla 8 *Factor de seguridad*

Clase	Tipo de corte	Investigación completa del sitio	Investigación superficial del sitio
1	Cortes en camino o áreas remotas, donde la probabilidad de riesgo de vida por falla es pequeña	1.1	1.2
2	Corte en carretera en la ruta principal, donde las principales líneas de comunicación pueden fallar y el riesgo de vida es posible.	1.2	1.3
3	Zonas adyacentes a los edificios donde la falla podría afectar la estabilidad de la construcción y el riesgo a la vida es significativa.	1.2	1.4
4	Cortes adyacentes a los edificios donde la falla podría resultar en colapso de la construcción, y el riesgo a la vida es muy grande.	1.4	No aplica

Nota. Foundation engineering handbook second edition (Autor: hsai-yan fang)

Por lo consiguiente usamos la clase 2 (Corte en carretera en la ruta principal, donde las principales líneas de comunicación pueden fallar y el riesgo de vida es posible.)

2.2.2.4 Características geotécnica

El suelo, desde la perspectiva de la Ingeniería Geotécnica, es el agregado de sedimentos y otros elementos sólidos no consolidados formados a partir de la descomposición mecánica y química de las rocas antes mencionadas, con independencia de que contengan o no una cantidad significativa de materia orgánica. (Terzaghi, 1943). Los granos minerales que componen la roca se mantienen unidos por fuertes fuerzas moleculares y un alto grado de cohesión interna. (Holtz *et al*, 2011).

- **Granulometría.** Se gradúa según Norma Técnica Peruana (NTP.400.012 /ASTM C-33), La granulometría del suelo, también conocida como análisis granulométrico de suelos, es una de las pruebas más fundamentales y elementales utilizadas para caracterizar un suelo. (Olarde.2017).
- **Limite líquido.** El punto en el que la mezcla de agua y suelo, similar a un sólido, cambia a un estado líquido. En esta configuración, la sustancia fluye como un fluido viscoso. Siempre que el nivel de humedad de la mezcla esté por debajo de ese umbral, generalmente es fácil de manejar. (Osorio, 2010).
- **Limite plástico.** El límite plástico (LP)La humedad de transición entre los estados sólido y plástico es la humedad relativa a la cual el suelo pierde su comportamiento frágil.. (Osorio, 2010).

- **Índice de plasticidad.** El índice de plasticidad (PI) se calcula restando el límite líquido del suelo de su límite plástico utilizando la siguiente fórmula:
$$IP = LL - P L$$
 (Braja, 2013).
- **Clasificación de suelos.** De acuerdo con lo que manifiestan Berry y Reid (1993), Para comparar varios suelos, describir sus propiedades y estimar su idoneidad para su uso en un trabajo de ingeniería en particular, es útil categorizarlos según sus propiedades físicas y su apariencia. (AASHTO) y el Sistema Unificado de clasificación de Suelos (SUCS). Los cuales se describen a continuación:
- **Clasificación de suelos AASHTO.** Usando este método, podemos dividir ampliamente los suelos en variedades granulares y de grano fino. (Ocon, 2013).
- **Clasificación de suelos SUCS.** Al igual que el sistema anterior, este clasifica los suelos en variedades granulares y finas. Si las partículas de suelo son demasiado grandes para pasar por el tamiz No. 200, lo llamamos suelo grueso, y si son demasiado pequeñas, lo llamamos suelo fino. (Juárez Badillo).
- **Contenido de humedad.** La cantidad de agua presente; también conocido como contenido de humedad o humedad relativa w , θ_M (si es gravimétrica), θ_v (si es volumétrica), ω . Es la fracción de sólidos a agua en peso.
- **Densidad de campo.** La densidad del suelo compactado es un factor importante en el diseño y la construcción de terraplenes de tierra, rellenos de

caminos y estructuras de relleno, por lo que se realiza una prueba de densidad antes de que comience el trabajo en estos proyectos. (MTC E 117, 2016).

- **Ensayo de penetración de dinámica ligera.** Dynamic Probing Light, se encuentra normalizado en el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), en el capítulo de E-050 de Suelos y Cimentaciones. El ensayo dinámico de carga de compactación (DPL) es un método de auscultación, un tipo de prospección indirecta, utilizado para determinar la cantidad de compactación necesaria en el estudio geotécnico del suelo contando el número de golpes.
- **Ensayo de corte directo.** Cono de metal de 1 metro de largo y 35,7 mm de diámetro. El vértice de este cono tiene un ángulo de sesenta grados. Se usa un martillo de acero que pesa 10 kg para clavar este cono en el suelo. A una profundidad de 10 cm, el martillo se deja caer desde una altura de 0,50 m, medida desde la parte superior del tambor de acero. Después de colocar la muestra de suelo en el interior y colocar piedras porosas en cada extremo, se aplica una carga de confinamiento vertical. A continuación, se aplica una carga horizontal progresiva y finalmente se desplaza la mitad móvil de la caja, lo que produce el corte.
- **Angulo de fricción.** El coeficiente de fricción, una idea fundamental en física, se puede expresar matemáticamente como el ángulo de fricción. Coeficiente de rozamiento = $\tan \phi$ El ángulo de fricción depende de varios factores (Bilz, 1995) entre ellos la densidad, forma de los granos, distribución de los tamaños de los granos y tamaño.
- **Cohesión.** Es una medida de la fuerza con la que las partículas individuales del suelo están unidas entre sí. Para aquellos en el estudio de la

mecánica del suelo, "cohesión" significa la resistencia al corte provocado por la cementación. (Braja m.das)

- **Peso unitario del suelo.** Es el peso de la porción sólida (partículas) de un suelo expresado como una relación con el volumen del suelo. (Se tiene en cuenta todo el volumen). El peso de un material expresado como porcentaje de su volumen total se denomina peso específico o peso unitario. (Braja m.das)

2.3. Marco conceptual

Angulo de fricción. El coeficiente de fricción, una idea fundamental en física, se puede expresar matemáticamente como el ángulo de fricción. Coeficiente de rozamiento = $\tan \phi$ Varias cosas afectan el ángulo de fricción (Bilz, 1995).

La cohesión. Es un indicador de qué tan bien se cementan las partículas del suelo. Mientras que en física la palabra cohesión se usa para denotar tensión, La resistencia a la corte inducida por la cementación está representada por esta cantidad en la mecánica de suelos. (Braja m.das)

Estratigrafía. La estratigrafía es un subcampo de la geología que se ocupa de explicar y describir el proceso mediante el cual se depositaron las capas de roca.

Riesgo potencial El fin principal de este trabajo es analizar el riesgo en relación con la infraestructura física, por lo que este proceso de valoración tiene en cuenta la amenaza que representa la vulnerabilidad. (Bonachea 2006)

Peligro La probabilidad de que ocurra un evento catastrófico en un lugar y tiempo en particular." (p.4) Wilches Chaux (1998).

Vulnerabilidad A su juicio, “la vulnerabilidad se define como el grado en que un elemento o grupo de elementos pueden sufrir daños”, con valores que van de 0 a 1. Varnes (1984),

Talud Cualquier ángulo de inclinación con respecto a la horizontal que las edificaciones de tierra estén obligadas a utilizar indefinidamente. (De Matteis, 2003)

Estabilidad de taludes Ser estable es estar a salvo de derrumbes o movimientos, y esto se aplica tanto a las masas de tierra como de agua. (Mamani Jesús, 2019)

Reptación. En este tipo de movimiento, el suelo debajo de la superficie cambia de lento a muy lento, pero no hay una superficie de falla perceptible. Las tasas anuales normales son del orden de unos pocos centímetros. (Manual CENEPRED)

Lluvia. La masa de los taludes aumenta, su resistencia al esfuerzo cortante disminuye y su superficie expuesta se erosiona a medida que los suelos que los forman se saturan durante la estación lluviosa. El colapso de taludes puede ocurrir cuando el agua se filtra a través de fisuras en el talud, ya sea aumentando las fuerzas activas o introduciendo fuerzas de filtración adicionales.

Erosión. Las laderas están siendo constantemente erosionadas por el viento y el agua. La erosión altera la geometría del talud y, por extensión, las fuerzas a las que está expuesto, produciendo un talud que no se tuvo en cuenta o tuvo circunstancias diferentes en el estudio inicial.

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

El riesgo potencial es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

3.1.2. Hipótesis Específicas

1.- El peligro es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

2.- La vulnerabilidad es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

3.2. Método

La estrategia de investigación será deductiva porque se basa en hipótesis amplias para informar otras más limitadas. El análisis de los principios incluye teorías válidas que pueden usarse para aplicar los principios y generar respuestas a hechos específicos. (Arizpe et al 2022)

El objetivo de estas investigaciones es evaluar la precariedad de una situación dada mediante el análisis de sus características geotécnicas, topografía, cohesión, ángulo de fricción, nivel freático y sobrecarga Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S

3.3. Tipo de investigación

Este estudio es un ejemplo de un proyecto de investigación aplicada porque su objetivo principal es encontrar formas en que el conocimiento científico

(específicamente, metodologías, tecnologías y protocolos) pueda ayudar a abordar un problema del mundo real. (Arespe, 2020)

Luego, emerge a través de una evaluación científica de las características geotécnicas para determinar el grado de riesgo.

3.4. Nivel o alcance de investigación

El objetivo de un estudio descriptivo es proporcionar una descripción detallada de alguna faceta de la población, comunidad, elemento o fenómeno bajo investigación. Recopilación y valoración de variables de estudio para análisis estadístico. (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). No se juega con las variables ni se busca una relación causal en este tipo de investigación; en cambio, los científicos simplemente observan, describen y prueban varios aspectos del fenómeno. (Sousa, Driessnack, y Costa, 2007, p.

3.5. Diseño de investigación.

Estos diseños no son de naturaleza experimental; no implican la manipulación de variables ni la observación de fenómenos en un entorno controlado antes de analizar los resultados. De acuerdo con Mertens (2015) en los casos en que manipular una variable sería demasiado difícil o poco ético, estos métodos son invaluable, es de enfoque cuantitativo.

3.6. Operacionalización de variables

Variables:

Variables dependientes:

Riesgo potencial: de acuerdo con el autor Bonachea (2006) plantea la idea de que “el riesgo es la interacción entre la amenaza y los objetos que están expuestos a ella (personas, edificios, etc.), y el grado en que dichos objetos pueden experimentar destrucción”. (p.12). presenta las siguientes dimensiones:

- Peligro
- Vulnerabilidad

Variable independiente:

Inestabilidad de taludes El término "talud " se refiere a cualquier superficie que es más empinada que la horizontal y requiere una inclinación inestable de las estructuras de tierra. El análisis de taludes es un desafío debido a la interacción entre la mecánica del suelo y la mecánica de rocas, y debido a la centralidad de la geología aplicada para el establecimiento de cualquier punto de referencia confiable (De Matteis, 2003) Presenta las siguientes dimensiones

- Tipos de suelo
- Factor de seguridad
- Topografía
- Cohesión
- Angulo de fricción
- Nivel freático
- Sobre carga

Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Tipo	Escala
Riesgo potencial	Son las probabilidades de que los efectos económicos, sociales o ambientales sean demasiado altos en un lugar determinado y durante un período de tiempo determinado. Puede calcularlo correlacionando la probabilidad de que ocurra un evento y su gravedad con la susceptibilidad de los componentes expuestos a ese evento. La amenaza puede tener una base técnica, tecnológica, geológica, hidrológica, atmosférica o natural. Para que haya peligro, debe haber tanto una amenaza potencial como una población en riesgo (Jiménez, 2004).	Peligro	Condicionante <ul style="list-style-type: none"> • Pendiente • Velocidad de desplazamiento • Nivel freático • Textura del suelo 	Ordinal	Se especifica en el anexo
			Desencadenante <ul style="list-style-type: none"> • Precipitación 		
		Vulnerabilidad física	<ul style="list-style-type: none"> • Social • Económica • Ambiental 		
Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Tipo	Escala
Inestabilidad de taludes	Una pendiente es cualquier terreno que no está perfectamente nivelado y en el que se deben construir edificios de tierra. El talud es innegablemente una estructura difícil de evaluar, ya que involucra la consideración simultánea de mecánica de suelos y mecánica de rocas. (De Matteis, 2003)	Tipo de suelo	Grava Limo Arena Arcilla	ordinal	Se especifica en el anexo
		Factor de seguridad	Baja Media Alta		
		Levantamiento topográfico			
		Cohesión			
		Angulo de fricción			
		Nivel freático			
		Sobre carga			

3.7. Población, muestra y muestreo

Población:

De acuerdo con el autor Tamayo (2012) el término "población" se utiliza para referirse a la totalidad del fenómeno objeto de estudio, que incorpora un conjunto N de cosas que intervienen en un rasgo dado, y debe ser cuantificado para una investigación particular, como un todo, como un conjunto de unidades de análisis.

Esta es la colección de instancias en un dominio dado que tienen un conjunto similar de requisitos. Se está utilizando como muestra la población del barrio Bellavista Baja en Abancay, Apurímac.

La población en la presente investigación estuvo constituida por los taludes del Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay 2021

Muestra

La muestra es el subgrupo de una población va ser del tipo no probabilístico porque los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para entrar al estudio por lo que se recopiló los datos en este caso es del Tramo km 770+617-km 771+706 de la ruta PE-3S, siendo la técnica de la observación para determinar 5 Sub Tramos de estudio para la evaluación de la totalidad del Tramo.

Muestreo

La selección de la muestra se determinó por un muestreo no probabilístico por conveniencia y para el levantamiento topográfico se recopiló los datos de este estudio, extraeremos muestras a intervalos regulares a lo largo de la pendiente (cada 20 metros). De cada zona se sustrajeron cinco kilogramos de material, según refiere la guía de la tesis de Cabrera Rivera, T. B. (2007).

3.8. Técnica e instrumentos

Técnica

Primero, se llevará a cabo un levantamiento topográfico para identificar y ubicar taludes potencialmente inestables en el proyecto, y luego se realizarán pruebas para determinar la geometría de la pendiente y evaluar su estabilidad. suelos, recolectando tres muestras que son representativas de todos los taludes inestables y comparando estos resultados con la historia disponible y otros estudios para establecer el tipo de falla.

Como se mencionó anteriormente, se requieren datos adicionales para definir el subsuelo y conocer los factores que sirven de base para el estudio y solución del problema en las regiones identificadas como más propensas a la inestabilidad.

Para la obtención de información tiene tres etapas:

Se realizarán pruebas en el sitio y se recolectarán muestras de suelo, como parte de la primera fase del trabajo de campo.

En segundo lugar, está el trabajo a realizar en laboratorio para caracterizar el material y realizar pruebas de su resistencia, así como el trabajo de gabinete para los análisis correspondientes.

Llevaremos a cabo una serie de investigaciones sobre el asunto, utilizando los métodos que se describen a continuación.

a) Calicatas.

Este nuevo enfoque de investigación es menos profundo que el anterior, pero sin embargo permitirá un muestreo más extenso en estos pozos, brindando una mejor visión "interna" del suelo y permitiendo el descubrimiento de posibles planos de falla. Estos agujeros tienen unas dimensiones de 1,5 x 1,5 x 2,0 metros

y están hechos a máquina o excavados a mano. Fuente: Guía para Identificar problemas de deslizamiento Cap. 3, página 18.

b) Ensayos de laboratorio.

El objetivo inicial del laboratorio será determinar el sustrato que se está probando y los parámetros del suelo (resistencia) necesarios para una mayor investigación.

Ensayos de clasificación.

Para prever la naturaleza y la cantidad de pruebas que deberán realizarse, es necesario identificar visualmente las muestras de suelo que se extraen de los pozos. A continuación, se presentan algunos de los pasos más comunes utilizados para categorizar los suelos:

Para determinar:

Contenido de humedad: se basará en la norma técnica Norma Técnica Peruana NTP 339.127 y MTC E108-1999. El objetivo es calcular el contenido de humedad de una muestra de suelo comparando la cantidad de líquido con la masa total de la muestra.

Espécimen de ensayo

Cuando se usa otro método ASTM para conocer el contenido de humedad, solo se debe usar la cantidad de muestra requerida por ese otro método. Si no se recolecta una muestra completa, se elegirá una muestra mínima representativa del material húmedo de acuerdo con los siguientes criterios:

Al tomar una lectura de humedad, la muestra que elija debe reflejar el rendimiento de todo el lote de material en cuanto al contenido de humedad. La forma en que se elige la muestra de prueba está determinada por la naturaleza de

la muestra, el tipo de material que se está probando, la humedad relativa y el uso previsto de los resultados. Las muestras que han sido manipuladas bruscamente, como aquellas que han sido astilladas o embolsadas, deben obtenerse para su análisis por los siguientes medios (en orden de preferencia):

Los materiales que se pueden trabajar con una pérdida mínima de humedad se deben mezclar antes de dividirlos o descuartizarlos para lograr el tamaño de partícula deseado.

2.- Levantamiento topográfico

Antes de conocer los puntos de control de BMs con hitos se hizo un reconocimiento de campo ubicado en puntos estratégicos a todo lo largo del proyecto tomando como condición primaria las siguientes consideraciones.

Se colocó puntos de control de BMs con hito obligatoriamente visibles, los BMs se han establecido y pintado en sitios fijos como piedras grandes fijas, veredas de concreto, buzones, pavimento, como también se realizó con concreto de dimensiones 0.30x0.30x0.30m seguidamente se procedió a estación el equipo topográfico lo cual se configura tomando como georreferencia el BMS fijo de la autoridad nacional del agua (ANA) que se encuentra ubicada en la faja marginal del río Ñacchero.

Seguidamente tomo un punto de apoyo para el levantamiento topográfico, se procedió a realizar el levantamiento de toda la zona seguidamente se realiza los puntos de cambio, asimismo se realizó el levantamiento de las viviendas como también la ruta y los tales en estudio.

Posterior a ello en el software civil 3D se genera secciones transversales en cada 20 m del eje de vía desde la progresiva km 770 +617- km 771+706 de la ruta

PE-3S, las secciones son utilizadas para realizar el análisis de estabilidad de taludes. Posterior a ello en el software civil 3D se genera secciones transversales en cada 20 m del eje de vía desde la progresiva km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, las secciones son utilizadas para realizar el análisis de estabilidad de taludes.

3.- Estudio de suelos

Delimitación de las áreas

Después de realizar el reconocimiento de la zona de estudio donde hay cambio de estratigrafía se procedió a marcar el ancho y el largo de las calicatas en el pie del talud

Herramientas y materiales necesarios

Para el muestreo se utilizaron las herramientas apropiadas, incluyendo barrena, pala, bolsa de plástico y balde.

Toma de la muestra

En la toma de muestra la calicata tuvo una profundidad de 2.50 m

Se realizó la toma de muestra en la base de 2.50 metros de profundidad la cual se tomó en una bolsa plástica q posteriormente se pintó con un plumón para para una mejor trabajabilidad y reconocimiento.

Se tomó aproximadamente de cada calicata un peso promedio de 5 kilos

Cantidad de muestras

Se tomó la cantidad de 5 muestras de las 5 calicatas.

Estudios realizados en el laboratorio de suelos son:

- ✓ Humedad natural, Densidad natural, Lavado de las muestras, Secado al horno de las muestras, Ensayo de granulometría, Densidad seca, Porosidad,

Índice de plasticidad, Clasificación SUCS y clasificación AASHTO, Angulo de fricción, Cohesión

4. Ensayo de penetración dinámica ligera (DPL)

Equipos y materiales

- ✓ Varillas o tubos de penetración, Otros equipos guantes y alicates de manipuleo, Cono metálico de penetración (60°), Yunque o cabezote, Equipo de DPL din 4094, Martillo o pesa (10kg), Barra guía

Usos

Se usó para conocer el nivel freático de la zona de estudio

Procedimiento de hincado

- ✓ El penetrómetro será continuamente hincado al suelo, Se procesó a realizar el estudio en el pie de talud con una caída de 50cm, Se realizó a dar golpes y para realizar el registro cada 0.10 m, Se encontró nivel freático en la calicata número 01, Se realizó 4 ensayos de DPL.

La velocidad dese de hincado debe estar entre 15 y 30 golpes por minuto excepto cuando el suelo, cuando la punta no ingresa más indica que se encuentra con un suelo duro o roca.

En cambio, en la exploración 01 en la profundidad 0.90 de penetración ingreso más rápido indicando que se encontraba en un suelo saturado.

Con estos datos se puede realizar el análisis de estabilidad de taludes

Se tiene como datos:

1. Secciones transversales del levantamiento topográfico
2. Estudio de suelos como datos: para ingresar en el programa GEO 5, ángulo de fricción, Cohesión, Clasificación SUCS y clasificación AASHTO

3. Nivel freático solo en la exploración 02
4. El sismo según las el tipo de suelo y la zona geográfica trabajamos con 0.6
5. Datos pude obtener el factor de seguridad que por el tipo de zona es 1.20 donde el Corte en carretera en la ruta principal, donde las principales líneas de comunicación pueden fallas y el riesgo de vida es posible.
6. Se tiene como dato la sobrecarga (casas encima de la corona del talud) que se realizó el metrados de cargas por m²
7. Para calcular la fuerza total, el momento total, el momento de deslizamiento, el momento de estabilización y el factor de seguridad, utilizamos el programa geo5.

Riesgo

Con los datos del factor de seguridad podemos saber el peligro y la vulnerabilidad

3.9. Consideraciones éticas

Existen una serie de consideraciones éticas que se tendrán en cuenta a lo largo de esta investigación y del posterior análisis, elaboración y garantía de los resultados. Responsabilidad, apertura y rectitud moral enraizadas en el servicio al bien común. Ser reacio, considerando la necesidad de mantener en secreto las identidades de las fuentes. Todas las fuentes de información utilizadas y los autores consultados deben citarse en un artículo de investigación de acuerdo con los estándares mundiales para el diseño de artículos de investigación. (ISO)

3.10. Procedimiento Estadístico

Se utilizó un análisis descriptivo y los datos se recopilarán, almacenarán y procesarán utilizando una variedad de herramientas para garantizar el éxito del proyecto en cada etapa. Civil 3D, , AutoCAD, Ms Project y el Excel.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

El análisis del riesgo potencial de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el Tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay 2021. Se realizó mediante los estudios de campo y laboratorio, el cual permitió identificar los diferentes resultados que tiene los taludes. identificando los Sub Tramos con sus respectivas progresivas cada 20 metros donde se encuentra las altas fallas de deslizamiento en cada talud.

Análisis de estabilidad de taludes se realizó el estudio de suelos

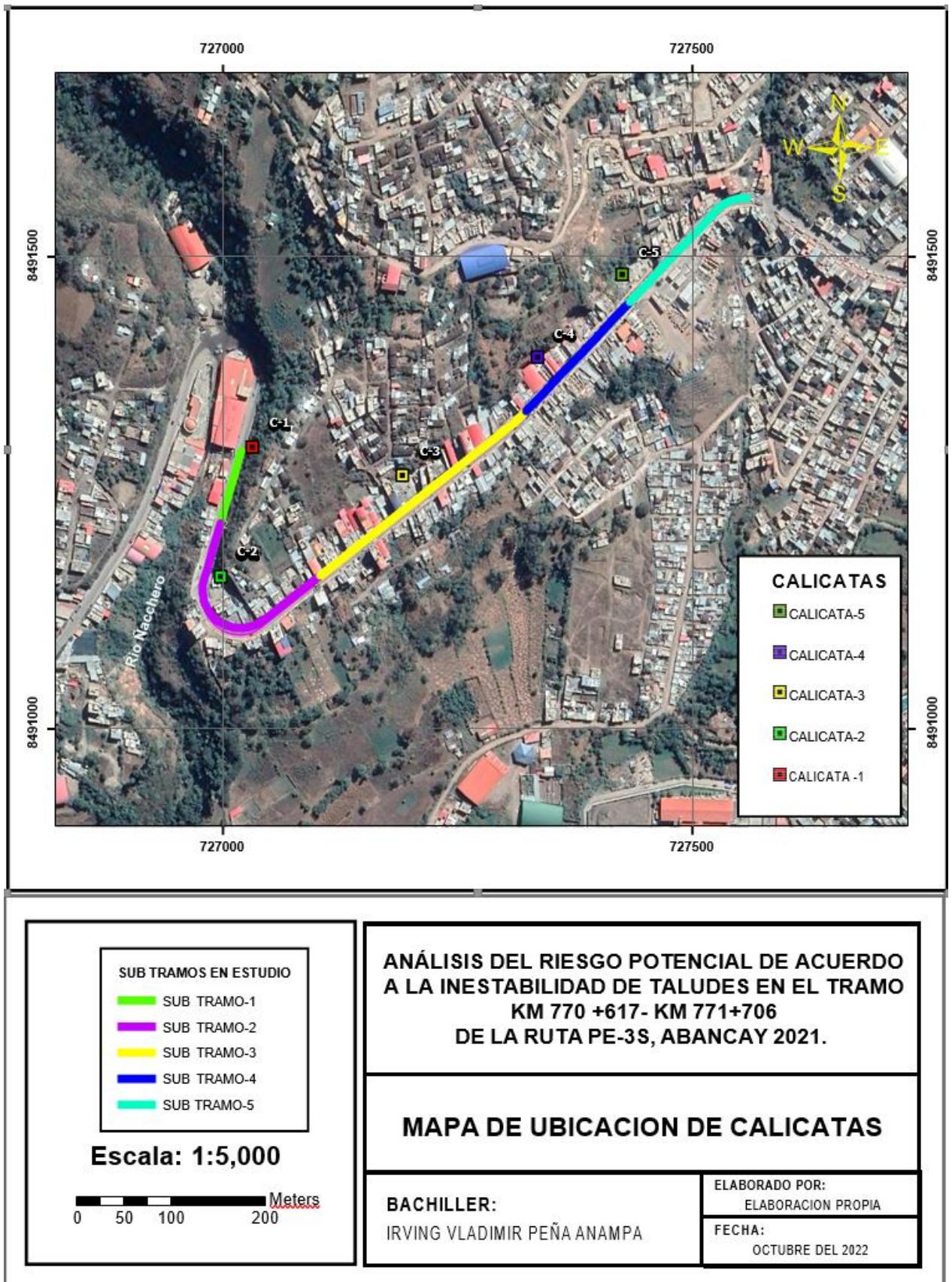
Probar las propiedades mecánicas y físicas del suelo en el campo y en el laboratorio es una parte integral de cualquier estudio geotécnico de taludes.

Tabla 9 *Las muestras provienen de las siguientes ubicaciones*

	Lado	Lugar	Coordenadas	
			Este	Norte
Calicata 01	Derecho	Sub tramo Km 770 + 640 – Km 700 + 840	727426	8491483
Calicata 02	Derecho	Sub tramo Km 770 + 860 – Km 771 + 080	727336	8491396
Calicata 03	Derecho	Sub tramo Km 771 + 100 – Km 771 + 360	727192	8491270
Calicata 04	Derecho	Sub tramo Km 771 + 380 – Km 771 + 520	726998	8491163
Calicata 05	Derecho	Sub tramo Km 771 + 540 – Km 771 + 700	727032	8491300

Nota. Elaboración propia

Figura 2 Mapa General de la zona



Sub Tramo 1 Km 700+640 hasta km 700 + 840

Figura 3 *Exploración 01*



Nota. Elaboración propia

Tabla 10 *Consolidado de la calicata 1*

	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observación
C - 01	Humedad natural	%	MTC E 108	6.38	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.88	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.77	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	22.49	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	9.78	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	12.70	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	37.38	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.03	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	24.89	-
	Clasificación SUCS		2487	GC	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-2-6	-

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Figura 4 Exploración 2



Nota. Elaboración propia

Tabla 11 Consolidado de la calicata 2

	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observación
C - 02	Humedad natural	%	MTC E 108	7.53	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.92	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.79	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	21.47	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	12.45	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	9.01	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	37.95	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.01	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	25.11	-
	Clasificación SUCS		2487	GC	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-2-4	-

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Figura 5 Exploración 3



Nota. Elaboración propia

Tabla 12 Consolidado de la calicata 3

C – 3 Estrato 1	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observación
	Humedad natural	%	MTC E 108	20.48	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.80	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.49	-
	Porosidad (n)		---	0.17	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	41.09	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	20.17	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	20.92	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	16.17	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.26	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	---	-
	Clasificación SUCS		2487	CL	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-7-6	-

Nota. Elaboración propia

Tabla 13 Consolidado estrato 3

	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observaciones
C - 3 Estrato 2	Humedad natural	%	MTC E 108	17.19	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.82	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.55	-
	Porosidad (n)		---	0.15	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	38.98	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	20.53	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	18.45	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	15.64	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.3092	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	22.79	-
	Clasificación SUCS		2487	CL	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-6	-

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520

Figura 6 Exploración 4

Nota. Elaboración propia

Tabla 14 Consolidado calicata 4 E-1

C – 4 Estrato 1	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observaciones
	Humedad natural	%	MTC E 108	9.38	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.72	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.57	-
	Porosidad (n)		---	0.09	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	42.13	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	23.44	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	18.69	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	15.16	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.23	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	---	-
	Clasificación SUCS		2487	CL	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-7-6	-

Nota. Elaboración propia

Tabla 15 Consolidado de la calicata 4 E-2

C – 4 Estrato 2	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observación
	Humedad natural	%	MTC E 108	36.80	-
	Densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.82	-
	Densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.33	-
	Limite liquido	%	MTC E 110	44.34	-
	Limite plástico	%	MTC E 111	20.18	-
	Índice de plasticidad	%	MTC E 111	24.15	-
	Angulo de fricción	° " "	NTP 339	17.22	Corte directo
	Cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.20	Corte directo
	Penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	23.67	-
	Clasificación SUCS		2487	CL	-
	Clasificación AASHTO		1971	A-7-6	-

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Figura 7 Exploración 5



Nota. Elaboración propia

Tabla 16 Consolidado de la calicata 5

	Ensayo	Unidad	Norma	Resultado	Observación
C - 5	humedad natural	%	MTC E 108	4.74	-
	densidad natural	gr/cm ³	MTC E 116	1.70	-
	densidad seca	gr/cm ³	MTC E 116	1.62	-
	limite liquido	%	MTC E 110	NO TIENE	-
	limite plástico	%	MTC E 111	NO TIENE	-
	índice de plasticidad	%	MTC E 111	NO TIENE	-
	ángulo de fricción	° " "	NTP 339	33.42	Corte directo
	cohesión	gr/cm ²	NTP 340	0.13	Corte directo
	penetración dinámica ligera	N30	NTP 339.159	25.78	-
	clasificación SUCS		2487	GM	-
	clasificación AASHTO		1971	A-1-a	-

Nota. Elaboración propia

Riesgos Potencial (variable 2)
Resultados peligro
Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Tabla 17 Matriz del peligro sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (fd)					
Pendiente		Velocidad de desplazamiento		Nivel freático		Textura del suelo		Valor	Peso	Precipitación		Valor	Peso
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			Pdes	PP		
0.603	0.484	0.223	0.483	0.112	0.467	0.062	0.367	0.47	0.60	0.467	1.00	0.467	0.40
0.603	0.278	0.223	0.261	0.112	0.256	0.062	0.367	0.28	0.60	0.256	1.00	0.256	0.40
0.603	0.135	0.223	0.141	0.112	0.148	0.062	0.128	0.14	0.60	0.148	1.00	0.148	0.40
0.603	0.065	0.223	0.074	0.112	0.084	0.062	0.100	0.07	0.60	0.084	1.00	0.084	0.40
0.603	0.037	0.223	0.040	0.112	0.044	0.062	0.047	0.04	0.60	0.044	1.00	0.044	0.40

Nota. Elaboración propia

Tabla 18 Valor de peligrosidad sub tramo de 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Susceptibilidad (s)		Parámetros de evaluación			
Valor	Peso	Factor deslizamiento		Valor	Peso
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		PP_Descr	Peso_P	(PPM*PD)+(PPI*PD)+(PPF*PD)	
0.472	0.400	0.503	1.000	0.503	0.600
0.269	0.400	0.260	1.000	0.260	0.600
0.142	0.400	0.134	1.000	0.134	0.600
0.077	0.400	0.068	1.000	0.068	0.600
0.041	0.400	0.035	1.000	0.035	0.600

Nota. Elaboración propia

Tabla 19 Consolidado del valor del peligro sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Valor de peligro
(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
0.490
0.264
0.137
0.071
0.037

Nota. Elaboración propia

Tabla 20 Parámetros de peligrosidad sub tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Nivel	Rango				
Muy alto	0.264	<	P	≤	0.490
Alto	0.137	<	P	≤	0.264
Medio	0.071	<	P	≤	0.137
Bajo	0.037	≤	P	≤	0.071

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Tabla 21 Matriz del peligro sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (fd)					
Pendiente		Reptación		Nivel freático		Textura del suelo		Valor	Peso	Precipitación		Valor	Peso
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			PDES	PP		
0.571	0.481	0.241	0.416	0.118	0.467	0.070	0.367	0.46	0.60	0.459	1.00	0.459	0.40
0.571	0.267	0.241	0.262	0.118	0.256	0.070	0.367	0.27	0.60	0.259	1.00	0.259	0.40
0.571	0.149	0.241	0.161	0.118	0.148	0.070	0.128	0.15	0.60	0.150	1.00	0.150	0.40
0.571	0.067	0.241	0.099	0.118	0.084	0.070	0.100	0.08	0.60	0.085	1.00	0.085	0.40
0.571	0.036	0.241	0.062	0.118	0.044	0.070	0.047	0.04	0.60	0.047	1.00	0.047	0.40

Nota. Elaboración propia

Tabla 22 Valor de peligrosidad sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Susceptibilidad (s)		Parámetros de evaluación			
Valor	Peso	Factor deslizamiento		Valor	Peso
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		PP_Descr	Peso_P	(PPM*PD)+(PPI*PD)+(PPF*PD)	
0.457	0.400	0.503	1.000	0.503	0.600
0.266	0.400	0.260	1.000	0.260	0.600
0.150	0.400	0.134	1.000	0.134	0.600
0.081	0.400	0.068	1.000	0.068	0.600
0.045	0.400	0.035	1.000	0.035	0.600

Nota. Elaboración propia

Tabla 23 Consolidado del valor del peligro sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Valor de peligro
(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
0.485
0.263
0.141
0.073
0.039

Nota. Elaboración propia

Tabla 24 Parámetros de peligrosidad sub tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Nivel	Rango				
Muy alto	0.263	<	P	≤	0.485
Alto	0.141	<	P	≤	0.263
Medio	0.073	<	P	≤	0.141
Bajo	0.039	≤	P	≤	0.073

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Tabla 25 Matriz de peligro Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (fd)					
Pendiente		Reptación		Nivel freático		Textura del suelo		Valor	peso	Precipitación		Valor	peso
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			Pdes	Pp		
0.654	0.472	0.182	0.485	0.102	0.467	0.061	0.367	0.47	0.60	0.466	1.00	0.466	0.40
0.654	0.272	0.182	0.227	0.102	0.256	0.061	0.367	0.27	0.60	0.264	1.00	0.264	0.40
0.654	0.141	0.182	0.143	0.102	0.148	0.061	0.128	0.14	0.60	0.128	1.00	0.128	0.40
0.654	0.074	0.182	0.089	0.102	0.084	0.061	0.100	0.08	0.60	0.092	1.00	0.092	0.40
0.654	0.041	0.182	0.057	0.102	0.044	0.061	0.047	0.04	0.60	0.050	1.00	0.050	0.40

Nota. Elaboración propia

Tabla 26 Valor de peligrosidad Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Susceptibilidad (s)		Parámetros de evaluación			
Valor	Peso	Factor deslizamiento		Valor	Peso
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		PP_Descr	Peso_P	(PPM*PD)+(PPI*PD)+(PPF*PD)	
0.467	0.400	0.503	1.000	0.503	0.600
0.267	0.400	0.260	1.000	0.260	0.600
0.136	0.400	0.134	1.000	0.134	0.600
0.084	0.400	0.068	1.000	0.068	0.600
0.046	0.400	0.035	1.000	0.035	0.600

Nota. Elaboración propia

Tabla 27 Consolidado del valor peligro sub tramo 3 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Valor de peligro
(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
0.488
0.263
0.135
0.074
0.039

Nota. Elaboración propia

Tabla 28 Parámetros de peligrosidad sub tramo 3 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Nivel	Rango				
Muy alto	0.263	<	P	≤	0.488
Alto	0.135	<	P	≤	0.263
Medio	0.074	<	P	≤	0.135
Bajo	0.039	≤	P	≤	0.074

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520

Tabla 29 Matriz del peligro sub tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (fd)					
Pendiente		Reptación		Nivel freático		Textura del suelo		Valor	Peso	Precipitación		Valor	Peso
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			PDES	PP		
0.516	0.488	0.260	0.483	0.149	0.467	0.075	0.367	0.47	0.60	0.399	1.00	0.399	0.40
0.516	0.275	0.260	0.261	0.149	0.256	0.075	0.367	0.28	0.60	0.314	1.00	0.314	0.40
0.516	0.143	0.260	0.141	0.149	0.148	0.075	0.128	0.14	0.60	0.143	1.00	0.143	0.40
0.516	0.062	0.260	0.074	0.149	0.084	0.075	0.100	0.07	0.60	0.089	1.00	0.089	0.40
0.516	0.033	0.260	0.040	0.149	0.044	0.075	0.047	0.04	0.60	0.055	1.00	0.055	0.40

Nota. Elaboración propia

Tabla 30 Valor de peligrosidad sub tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520

Susceptibilidad (s)		Parámetros de evaluación			
Valor	Peso	Factor deslizamiento		Valor	Peso
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		PP_Descr	PESO_P	(PPM*PD)+(PPI*PD)+(PPF*PD)	
0.444	0.400	0.500	1.000	0.500	0.600
0.291	0.400	0.258	1.000	0.258	0.600
0.142	0.400	0.133	1.000	0.133	0.600
0.078	0.400	0.075	1.000	0.075	0.600
0.045	0.400	0.034	1.000	0.034	0.600

Nota. Elaboración propia

Tabla 31 Consolidado del peligro sub 4 tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520

Valor de peligro
(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
0.478
0.271
0.137
0.076
0.038

Nota. Elaboración propia

Tabla 32 Parámetros de peligrosidad sub tramo Km 771 +380 hasta Km 771+520

Nivel	Rango
Muy alto	0.271 < P ≤ 0.478
Alto	0.137 < P ≤ 0.271
Medio	0.076 < P ≤ 0.137
Bajo	0.038 ≤ P ≤ 0.076

Nota. Elaboración propia

Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Tabla 33 Matriz del peligro sub tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Factores condicionantes (fc)								Factor desencadenante (fd)					
Pendiente		Reptación		Nivel freático		Textura del suelo		Valor	Peso	Precipitación		Valor	Peso
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			PDES	PP		
0.551	0.468	0.261	0.483	0.123	0.467	0.065	0.367	0.47	0.60	0.467	1.00	0.467	0.40
0.551	0.268	0.261	0.261	0.123	0.256	0.065	0.367	0.27	0.60	0.256	1.00	0.256	0.40
0.551	0.144	0.261	0.141	0.123	0.148	0.065	0.128	0.14	0.60	0.148	1.00	0.148	0.40
0.551	0.076	0.261	0.074	0.123	0.084	0.065	0.100	0.08	0.60	0.084	1.00	0.084	0.40
0.551	0.044	0.261	0.040	0.123	0.044	0.065	0.047	0.04	0.60	0.044	1.00	0.044	0.40

Nota. Elaboración propia

Tabla 34 Valor de la peligrosidad sub tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Susceptibilidad (s)		Parámetros de evaluación			
Valor	Peso	Factor deslizamiento		Valor	Peso
(VALOR FC*PESO FC) + (VALOR FD*PESO FD)		PP_Descr	Peso_P	(PPM*PD)+(PPI*PD)+(PPF*PD)	
0.466	0.400	0.503	1.000	0.503	0.600
0.265	0.400	0.260	1.000	0.260	0.600
0.145	0.400	0.134	1.000	0.134	0.600
0.080	0.400	0.068	1.000	0.068	0.600
0.044	0.400	0.035	1.000	0.035	0.600

Nota. Elaboración propia

Tabla 35 Consolidado del valor peligro

Valor de peligro
(VALOR S*PESO S+(VALOR PE*PESO PE)
0.478
0.271
0.137
0.076
0.038

Nota. Elaboración propia

Tabla 36 Parámetros de peligrosidad

Nivel	Rango				
Muy alto	0.262	<	P	≤	0.488
Alto	0.139	<	P	≤	0.262
Medio	0.073	<	P	≤	0.139
Bajo	0.038	≤	P	≤	0.073

Nota. Elaboración propia

Estratigrafía del Peligro

Descripción

Muy alto

Factor condicionantes zona con pendiente muy fuertemente inclinada de 75-85°, con una velocidad de desplazamiento extremadamente rápido por parte del suelo, con un nivel freático muy alta, donde la textura de suelo es predominante finas: suelos arcillosos (arcilloso, arenoso, arenoso arcilloso), y como **factor desencadenante** tomamos en cuenta las precipitaciones donde es extremadamente lluvioso (>180.0mm)

Alto

Factor condicionante zonas con pendiente fuertemente inclinada de 60° - 75°, con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático alta, donde la textura de suelo es moderadamente fina (suelos francos arcillosos, arcillosos con mediana plasticidad); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual es muy lluvioso (entre 189-85.15mm).

Medio

Factor condicionantes zonas con pendiente fuerte de (45° - 60°), con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático media, donde la textura de suelo es mediana: suelos francos (limosos); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual lluvioso (entre 85.15 - 43.5mm)

Bajo

Factor condicionantes zonas con pendiente moderadamente inclinada de (>30°-45°), con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático media, donde la textura de suelo es moderadamente gruesa (suelos

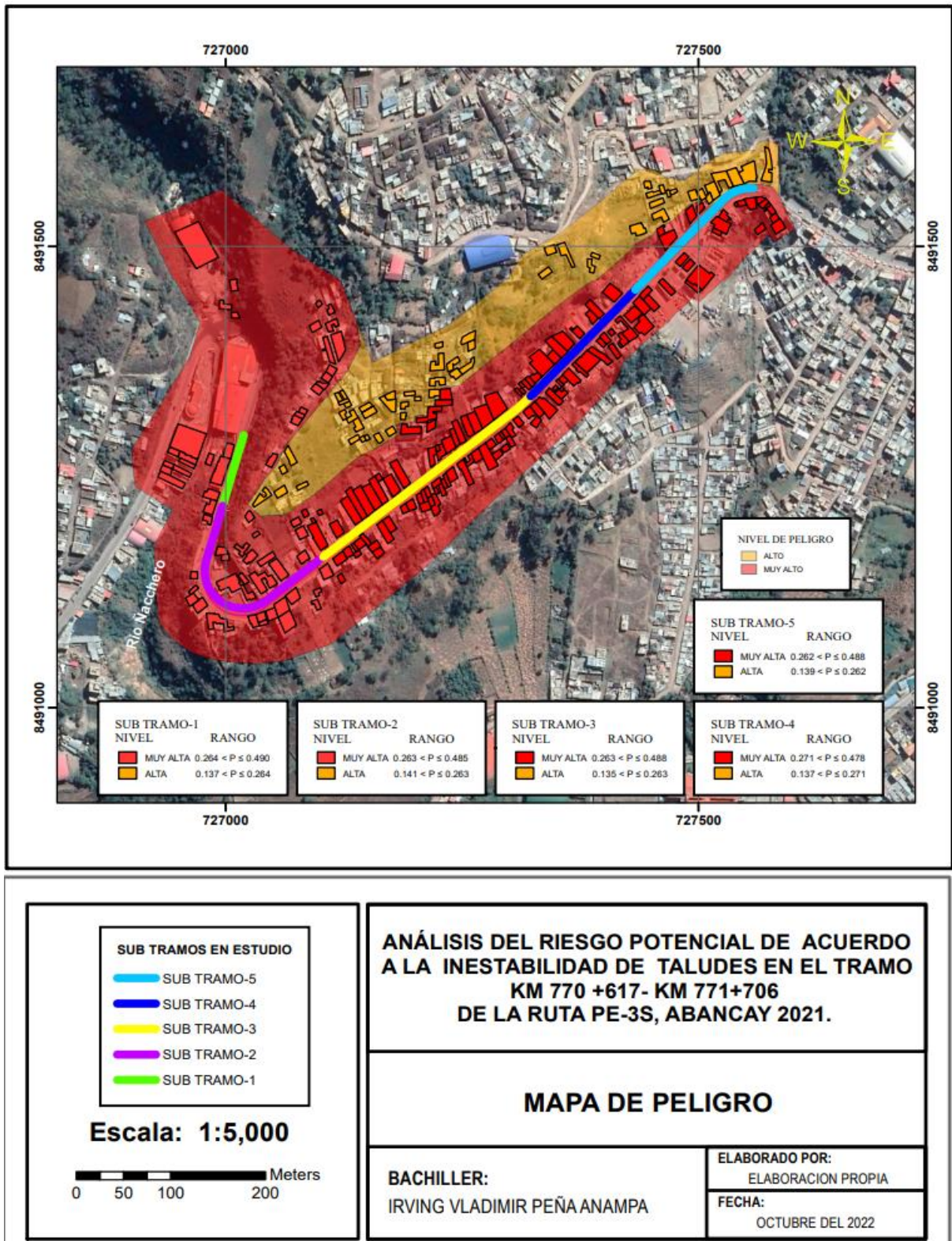
franco arenosos); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual es moderadamente lluvioso (entre 7.3-43.5mm).

Tabla 37 *Estratigrafía del peligro*

	NIVEL	RANGO			
Parámetros de peligrosidad sub tramo 1 (Km 770 +640 hasta Km 770+840)	MUY ALTO	0.264	<	P	≤ 0.490
	ALTO	0.137	<	P	≤ 0.264
	MEDIO	0.071	<	P	≤ 0.137
	BAJO	0.037	≤	P	≤ 0.071
Parámetros de peligrosidad sub tramo 2 (Km 770 +860 hasta Km 771+80)	MUY ALTO	0.263	<	P	≤ 0.485
	ALTO	0.141	<	P	≤ 0.263
	MEDIO	0.073	<	P	≤ 0.141
	BAJO	0.039	≤	P	≤ 0.073
Parámetros de peligrosidad sub tramo 3 (Km 771 +100 hasta Km 771+360)	MUY ALTO	0.263	<	P	≤ 0.488
	ALTO	0.135	<	P	≤ 0.263
	MEDIO	0.074	<	P	≤ 0.135
	BAJO	0.039	≤	P	≤ 0.074
Parámetros de peligrosidad sub tramo 4 (Km 771 +380 hasta Km 771+520)	MUY ALTO	0.271	<	P	≤ 0.478
	ALTO	0.137	<	P	≤ 0.271
	MEDIO	0.076	<	P	≤ 0.137
	BAJO	0.038	≤	P	≤ 0.076
Parámetros de peligrosidad del sub tramo 5 (km 771+540 hasta km 771+700)	MUY ALTO	0.262	<	P	≤ 0.488
	ALTO	0.139	<	P	≤ 0.262
	MEDIO	0.073	<	P	≤ 0.139
	BAJO	0.038	≤	P	≤ 0.073

Nota. Elaboración propia

Figura 8 Mapa de peligro



Resultados vulnerabilidad

Tabla 38 Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión social)

Dimensión social																			
Exposición		Fragilidad social								Resiliencia social									
Componentes del hogar	Peso de exposición	Grupo etario		Discapacidad de la población		Acceso de la red de desagüe		Valor fragilidad social	Peso fragilidad social	Capacitación en temas de gestión del riesgo		Conocimiento local sobre ocurrencia pasada		Actitud frente al riesgo		Valor resiliencia social	Peso resiliencia social	Valor dimensión social	Peso dimensión social
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.688	0.357	0.727	0.416	0.182	0.508	0.091	0.416	0.433	0.234	0.539	0.411	0.297	0.459	0.164	0.467	0.435	0.078	0.356	0.603
0.688	0.333	0.727	0.262	0.182	0.263	0.091	0.262	0.262	0.234	0.539	0.287	0.297	0.273	0.164	0.274	0.281	0.078	0.310	0.520
0.688	0.191	0.727	0.161	0.182	0.131	0.091	0.161	0.156	0.234	0.539	0.150	0.297	0.145	0.164	0.144	0.147	0.078	0.202	0.520
0.688	0.083	0.727	0.099	0.182	0.064	0.091	0.099	0.092	0.234	0.539	0.076	0.297	0.077	0.164	0.071	0.076	0.078	0.101	0.520
0.688	0.036	0.727	0.062	0.182	0.034	0.091	0.062	0.057	0.234	0.539	0.075	0.297	0.046	0.164	0.044	0.061	0.078	0.033	0.520

Nota. Elaboración propia

Tabla 39 Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión económica)

Dimensión económica																		
Exposición		Fragilidad económica						Resiliencia económica										
Localización de la edificación respecto al talud	Peso de exposición	Número de pisos de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Material predominante de construcción de la edificación		Valor resiliencia económica	Peso fragilidad económica	Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual		Ocupación principal	Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión económica	Valor dimensión económica
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc					
0.688	0.489	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.467	0.425	0.234	0.700	0.416	0.194	0.532	0.107	0.394	0.078	0.528	0.256
0.688	0.239	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.274	0.283	0.234	0.700	0.262	0.194	0.270	0.107	0.235	0.078	0.288	0.268
0.688	0.138	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.144	0.148	0.234	0.700	0.161	0.194	0.097	0.107	0.132	0.078	0.156	0.268
0.688	0.083	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.071	0.076	0.234	0.700	0.099	0.194	0.062	0.107	0.081	0.078	0.078	0.268
0.688	0.050	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.044	0.066	0.234	0.700	0.062	0.194	0.039	0.107	0.051	0.078	0.065	0.268

Nota. Elaboración propia

Tabla 40 Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (dimensión ambiental)

Dimensión ambiental																			
Exposición		Fragilidad ambiental								Resiliencia ambiental									
Pérdida de suelo	Peso	Características geotécnicas del suelo		Localización de centros poblados		Explotación de recursos naturales		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales	Capacitación en temas de conservación ambiental		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión física	Peso dimensión física		
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.688	0.462	0.713	0.481	0.220	0.459	0.067	0.416	0.472	0.234	0.539	0.416	0.297	0.514	0.164	0.416	0.445	0.078	0.035	0.038
0.688	0.272	0.713	0.269	0.220	0.273	0.067	0.262	0.269	0.234	0.539	0.262	0.297	0.269	0.164	0.262	0.264	0.078	0.021	0.038
0.688	0.129	0.713	0.139	0.220	0.145	0.067	0.161	0.142	0.234	0.539	0.161	0.297	0.110	0.164	0.161	0.146	0.078	0.011	0.038
0.688	0.102	0.713	0.071	0.220	0.077	0.067	0.099	0.074	0.234	0.539	0.099	0.297	0.066	0.164	0.099	0.089	0.078	0.007	0.038
0.688	0.036	0.713	0.040	0.220	0.046	0.067	0.062	0.043	0.234	0.539	0.062	0.297	0.041	0.164	0.062	0.056	0.078	0.004	0.038

Nota. Elaboración propia

Tabla 41 Vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 (valor de la vulnerabilidad)

Valor de la vulnerabilidad
0.351
0.239
0.147
0.074
0.035

Nota. Elaboración propia

Tabla 42 Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Nivel de vulnerabilidad			
Nivel	Rango		
Muy alto	0.239	< v ≤	0.351
Alto	0.147	< v ≤	0.239
Medio	0.074	< v ≤	0.147
Bajo	0.035	≤ v ≤	0.074

Nota. Elaboración propia

Vulnerabilidad Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Tabla 43 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión social)

Dimensión social																				
Exposición		Fragilidad social								Resiliencia social										
Componentes del hogar	Peso de exposición	Grupo etario		Discapacidad de la población		Acceso de la red de desagüe		Valor fragilidad social	Peso fragilidad social	Capacitación en temas de gestión del riesgo		Conocimiento local sobre ocurrencia pasada		Actitud frente al riesgo		Valor resiliencia social	Peso resiliencia social	Valor dimensión social	Peso dimensión social	
		ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc					Ppar
	0.688	0.357	0.727	0.416	0.182	0.508	0.091	0.416	0.433	0.234	0.539	0.411	0.297	0.459	0.164	0.467	0.435	0.078	0.356	0.484
	0.688	0.333	0.727	0.262	0.182	0.263	0.091	0.262	0.262	0.234	0.539	0.287	0.297	0.273	0.164	0.274	0.281	0.078	0.310	0.520
	0.688	0.191	0.727	0.161	0.182	0.131	0.091	0.161	0.156	0.234	0.539	0.150	0.297	0.145	0.164	0.144	0.147	0.078	0.202	0.520
	0.688	0.083	0.727	0.099	0.182	0.064	0.091	0.099	0.092	0.234	0.539	0.076	0.297	0.077	0.164	0.071	0.076	0.078	0.101	0.520
	0.688	0.036	0.727	0.062	0.182	0.034	0.091	0.062	0.057	0.234	0.539	0.075	0.297	0.046	0.164	0.044	0.061	0.078	0.033	0.520

Nota. Elaboración propia

Tabla 44 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión económica)

Dimensión económica																			
Exposición		Fragilidad económica								Resiliencia económica									
Localización de la edificación respecto al talud	Peso de exposición	Número de pisos de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Material predominante de construcción de la edificación		Valor resiliencia económica	Peso fragilidad económica	Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual		Ocupación principal	Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	
		ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						Ppar
	0.688	0.489	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.467	0.425	0.234	0.667	0.416	0.222	0.514	0.111	0.392	0.078	0.532	0.301
	0.688	0.239	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.274	0.283	0.234	0.667	0.262	0.222	0.269	0.111	0.234	0.078	0.290	0.268
	0.688	0.138	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.144	0.148	0.234	0.667	0.161	0.222	0.110	0.111	0.132	0.078	0.156	0.268
	0.688	0.083	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.071	0.076	0.234	0.667	0.099	0.222	0.066	0.111	0.080	0.078	0.078	0.268
	0.688	0.050	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.044	0.066	0.234	0.667	0.062	0.222	0.041	0.111	0.051	0.078	0.066	0.268

Nota. Elaboración propia

Tabla 45 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Dimensión ambiental)

Dimensión ambiental																			
Exposición		Fragilidad ambiental								Resiliencia ambiental									
Pérdida de suelo	Peso	Características geotécnicas del suelo		Localización de centros poblados		Explotación de recursos naturales		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental		Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales		Capacitación en temas de conservación ambiental		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión física	Peso dimensión física
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc
0.688	0.508	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.416	0.422	0.234	0.539	0.416	0.297	0.514	0.164	0.416	0.445	0.078	0.035	0.072
0.688	0.250	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.262	0.283	0.234	0.539	0.262	0.297	0.269	0.164	0.262	0.264	0.078	0.021	0.072
0.688	0.146	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.161	0.150	0.234	0.539	0.161	0.297	0.110	0.164	0.161	0.146	0.078	0.011	0.072
0.688	0.066	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.099	0.078	0.234	0.539	0.099	0.297	0.066	0.164	0.099	0.089	0.078	0.007	0.072
0.688	0.030	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.062	0.068	0.234	0.539	0.062	0.297	0.041	0.164	0.062	0.056	0.078	0.004	0.072

Nota. Elaboración propia

Tabla 46 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 02 (Valor vulnerabilidad)

Valor de la vulnerabilidad
0.335
0.241
0.148
0.074
0.035

Nota. Elaboración propia

Tabla 47 Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Nivel de vulnerabilidad			
Nivel	Rango		
Muy alto	0.241	< v ≤	0.335
Alto	0.148	< v ≤	0.241
Medio	0.074	< v ≤	0.148
Bajo	0.035	≤ v ≤	0.074

Nota. Elaboración propia

Vulnerabilidad Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Tabla 48 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad social)

Dimensión social																			
Exposición		Fragilidad social						Resiliencia social											
Componentes del hogar	Peso de exposición	Grupo etario		Discapacidad de la población		Acceso de la red de desagüe		Valor fragilidad social	Peso fragilidad social	Capacitación en temas de gestión del riesgo		Conocimiento local sobre ocurrencia pasada		Actitud frente al riesgo	Valor resiliencia social	Peso resiliencia social	Valor dimensión social	Peso dimensión social	
		ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						Ppar
0.688	0.407	0.750	0.416	0.162	0.508	0.087	0.416	0.431	0.234	0.539	0.411	0.297	0.459	0.164	0.467	0.435	0.078	0.403	0.488
0.688	0.299	0.750	0.262	0.162	0.263	0.087	0.262	0.262	0.234	0.539	0.287	0.297	0.273	0.164	0.274	0.281	0.078	0.279	0.520
0.688	0.187	0.750	0.161	0.162	0.131	0.087	0.161	0.156	0.234	0.539	0.150	0.297	0.145	0.164	0.144	0.147	0.078	0.198	0.520
0.688	0.074	0.750	0.099	0.162	0.064	0.087	0.099	0.093	0.234	0.539	0.076	0.297	0.077	0.164	0.071	0.076	0.078	0.091	0.520
0.688	0.033	0.750	0.062	0.162	0.034	0.087	0.062	0.058	0.234	0.539	0.075	0.297	0.046	0.164	0.044	0.061	0.078	0.031	0.520

Nota. Elaboración propia

Tabla 49 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad económica)

Dimensión económica																		
Exposición		Fragilidad económica						Resiliencia económica										
Localización de la edificación respecto al talud	Peso de exposición	Número de pisos de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Material predominante de construcción de la edificación		Valor resiliencia económica	Peso fragilidad económica	Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual	Ocupación principal	Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc							Ppar
0.688	0.489	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.467	0.425	0.234	0.667	0.416	0.222	0.514	0.111	0.392	0.078	0.532	0.320
0.688	0.239	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.274	0.283	0.234	0.667	0.262	0.222	0.269	0.111	0.234	0.078	0.290	0.268
0.688	0.138	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.144	0.148	0.234	0.667	0.161	0.222	0.110	0.111	0.132	0.078	0.156	0.268
0.688	0.083	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.071	0.076	0.234	0.667	0.099	0.222	0.066	0.111	0.080	0.078	0.078	0.268
0.688	0.050	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.044	0.066	0.234	0.667	0.062	0.222	0.041	0.111	0.051	0.078	0.066	0.268

Nota. Elaboración propia

Tabla 50 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad ambiental)

Dimensión ambiental																			
Exposición		Fragilidad ambiental								Resiliencia ambiental									
Pérdida de suelo	Peso	Características geotécnicas del suelo		Localización de centros poblados		Explotación de recursos naturales		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental		Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales		Capacitación en temas de conservación ambiental		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión física	Peso dimensión física
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.688	0.508	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.416	0.422	0.234	0.539	0.416	0.297	0.514	0.164	0.416	0.445	0.078	0.035	0.059
0.688	0.250	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.262	0.283	0.234	0.539	0.262	0.297	0.269	0.164	0.262	0.264	0.078	0.021	0.059
0.688	0.146	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.161	0.150	0.234	0.539	0.161	0.297	0.110	0.164	0.161	0.146	0.078	0.011	0.059
0.688	0.066	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.099	0.078	0.234	0.539	0.099	0.297	0.066	0.164	0.099	0.089	0.078	0.007	0.059
0.688	0.030	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.062	0.068	0.234	0.539	0.062	0.297	0.041	0.164	0.062	0.056	0.078	0.004	0.059

Nota. Elaboración propia

Tabla 51 Vulnerabilidad consolidada Sub Tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520 (Valor de la vulnerabilidad)

Valor de la vulnerabilidad
0.369
0.224
0.145
0.069
0.034

Nota. Elaboración propia

Tabla 52 Nivel de vulnerabilidad sub tramo 3 Km 771 +380 hasta Km 771+520

Nivel de vulnerabilidad			
Nivel	Rango		
Muy alto	0.224	< v ≤	0.369
Alto	0.145	< v ≤	0.224
Medio	0.069	< v ≤	0.145
Bajo	0.034	≤ v ≤	0.069

Nota. Elaboración propia

Vulnerabilidad Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520

Tabla 53 Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad social)

Dimensión social																			
Exposición		Fragilidad social								Resiliencia social									
Componentes del hogar	Peso de exposición	Grupo etario		Discapacidad de la población		Acceso de la red de desagüe		Valor fragilidad social	Peso fragilidad social	Capacitación en temas de gestión del riesgo		Conocimiento local sobre ocurrencia pasada		Actitud frente al riesgo		Valor resiliencia social	Peso resiliencia social	Valor dimensión social	Peso dimensión social
ppar	Pdesc	ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.653	0.344	0.750	0.416	0.162	0.508	0.087	0.416	0.431	0.251	0.539	0.411	0.297	0.459	0.164	0.467	0.435	0.096	0.342	0.519
0.653	0.345	0.750	0.262	0.162	0.263	0.087	0.262	0.262	0.260	0.539	0.287	0.297	0.273	0.164	0.274	0.281	0.106	0.321	0.520
0.653	0.197	0.750	0.161	0.162	0.131	0.087	0.161	0.156	0.260	0.539	0.150	0.297	0.145	0.164	0.144	0.147	0.106	0.209	0.520
0.653	0.078	0.750	0.099	0.162	0.064	0.087	0.099	0.093	0.260	0.539	0.076	0.297	0.077	0.164	0.071	0.076	0.106	0.096	0.520
0.653	0.035	0.750	0.062	0.162	0.034	0.087	0.062	0.058	0.260	0.539	0.075	0.297	0.046	0.164	0.044	0.061	0.106	0.033	0.520

Nota. Elaboración propia

Tabla 54 Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad económica)

Dimensión económica																		
Exposición		Fragilidad económica								Resiliencia económica								
Localización de la edificación respecto al talud	Peso de exposición	Número de pisos de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Material predominante de construcción de la edificación		Valor resiliencia económica	Peso fragilidad económica	Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual		Ocupación principal	Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar				
0.653	0.584	0.727	0.411	0.215	0.459	0.058	0.467	0.425	0.251	0.616	0.416	0.308	0.514	0.076	0.415	0.096	0.598	0.294
0.653	0.212	0.713	0.287	0.215	0.273	0.058	0.274	0.280	0.260	0.616	0.262	0.308	0.269	0.076	0.244	0.106	0.242	0.268
0.653	0.095	0.713	0.150	0.215	0.145	0.058	0.144	0.146	0.260	0.616	0.161	0.308	0.110	0.076	0.133	0.106	0.105	0.268
0.653	0.066	0.713	0.076	0.215	0.077	0.058	0.071	0.075	0.260	0.616	0.099	0.308	0.066	0.076	0.081	0.106	0.062	0.268
0.653	0.043	0.713	0.075	0.215	0.046	0.058	0.044	0.066	0.260	0.616	0.062	0.308	0.041	0.076	0.051	0.106	0.055	0.268

Nota. Elaboración propia

Tabla 55 Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Vulnerabilidad ambiental)

Dimensión ambiental																			
Exposición		Fragilidad ambiental								Resiliencia ambiental									
Pérdida de suelo	Peso	Características geotécnicas del suelo		Localización de centros poblados		Explotación de recursos naturales		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental		Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales		Capacitación en temas de conservación ambiental		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión física	Peso dimensión física
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.653	0.508	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.416	0.422	0.251	0.539	0.416	0.297	0.514	0.164	0.416	0.445	0.096	0.043	0.061
0.653	0.250	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.262	0.283	0.260	0.539	0.262	0.297	0.269	0.164	0.262	0.264	0.106	0.028	0.061
0.653	0.146	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.161	0.150	0.260	0.539	0.161	0.297	0.110	0.164	0.161	0.146	0.106	0.015	0.061
0.653	0.066	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.099	0.078	0.260	0.539	0.099	0.297	0.066	0.164	0.099	0.089	0.106	0.009	0.061
0.653	0.030	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.062	0.068	0.260	0.539	0.062	0.297	0.041	0.164	0.062	0.056	0.106	0.006	0.061

Nota. Elaboración propia

Tabla 56 Vulnerabilidad del Sub Tramo 4 771 +380 hasta Km 771+520 (Valor de la vulnerabilidad)

Valor de la vulnerabilidad
0.356
0.234
0.138
0.067
0.032

Nota. Elaboración propia

Tabla 57 Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 4 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Nivel de vulnerabilidad			
Nivel	Rango		
Muy alto	0.234	< V ≤	0.356
Alto	0.138	< V ≤	0.234
Medio	0.067	< V ≤	0.138
Bajo	0.032	≤ V ≤	0.067

Nota. Elaboración propia

Vulnerabilidad Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Tabla 58 Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión social)

Dimensión social																			
Exposición		Fragilidad social								Resiliencia social									
Componentes del hogar	Peso de exposición	Grupo etario		Discapacidad de la población		Acceso de la red de desagüe		Valor fragilidad social	Peso fragilidad social	Capacitación en temas de gestión del riesgo		Conocimiento local sobre ocurrencia pasada		Actitud frente al riesgo		Valor resiliencia social	Peso resiliencia social	Valor dimensión social	Peso dimensión social
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.724	0.372	0.653	0.416	0.251	0.508	0.096	0.416	0.439	0.193	0.619	0.411	0.284	0.459	0.096	0.467	0.430	0.083	0.380	0.563
0.633	0.275	0.653	0.262	0.251	0.263	0.096	0.262	0.262	0.260	0.619	0.287	0.284	0.273	0.096	0.274	0.282	0.106	0.255	0.520
0.633	0.209	0.653	0.161	0.251	0.131	0.096	0.161	0.154	0.260	0.619	0.150	0.284	0.145	0.096	0.144	0.148	0.106	0.217	0.520
0.633	0.103	0.653	0.099	0.251	0.064	0.096	0.099	0.090	0.260	0.619	0.076	0.284	0.077	0.096	0.071	0.076	0.106	0.121	0.520
0.633	0.042	0.653	0.062	0.251	0.034	0.096	0.062	0.055	0.260	0.619	0.075	0.284	0.046	0.096	0.044	0.064	0.106	0.036	0.520

Nota. Elaboración propia

Tabla 59 Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión económica)

Dimensión económica																
Exposición		Fragilidad económica						Resiliencia económica								
Localización de la edificación respecto al talud	Peso de exposición	Número de pisos de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Material predominante de construcción de la edificación		Valor resiliencia económica	Peso fragilidad económica	Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual		Ocupación principal	Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			
0.724	0.584	0.633	0.411	0.260	0.459	0.106	0.467	0.430	0.193	0.648	0.416	0.230	0.514	0.122	0.388	0.083
0.724	0.212	0.653	0.287	0.260	0.273	0.106	0.274	0.288	0.260	0.648	0.262	0.230	0.269	0.122	0.232	0.106
0.724	0.095	0.653	0.150	0.260	0.145	0.106	0.144	0.151	0.260	0.648	0.161	0.230	0.110	0.122	0.130	0.106
0.724	0.066	0.653	0.076	0.260	0.077	0.106	0.071	0.078	0.260	0.648	0.099	0.230	0.066	0.122	0.079	0.106
0.724	0.043	0.653	0.075	0.260	0.046	0.106	0.044	0.066	0.260	0.648	0.062	0.230	0.041	0.122	0.050	0.106

Nota. Elaboración propia

Tabla 60 Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Dimensión ambiental)

Dimensión ambiental																			
Exposición		Fragilidad ambiental								Resiliencia ambiental									
Pérdida de suelo	Peso	Características geotécnicas del suelo		Localización de centros poblados		Explotación de recursos naturales		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental		Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales		Capacitación en temas de conservación ambiental		Valor resiliencia económica	Peso resiliencia económica	Valor dimensión física	Peso dimensión física
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
0.724	0.490	0.713	0.411	0.220	0.459	0.067	0.416	0.422	0.193	0.539	0.416	0.297	0.514	0.164	0.416	0.445	0.083	0.037	0.058
0.724	0.266	0.713	0.287	0.220	0.273	0.067	0.262	0.283	0.260	0.539	0.262	0.297	0.269	0.164	0.262	0.264	0.106	0.028	0.058
0.724	0.147	0.713	0.150	0.220	0.145	0.067	0.161	0.150	0.260	0.539	0.161	0.297	0.110	0.164	0.161	0.146	0.106	0.015	0.058
0.724	0.067	0.713	0.076	0.220	0.077	0.067	0.099	0.078	0.260	0.539	0.099	0.297	0.066	0.164	0.099	0.089	0.106	0.009	0.058
0.724	0.031	0.713	0.075	0.220	0.046	0.067	0.062	0.068	0.260	0.539	0.062	0.297	0.041	0.164	0.062	0.056	0.106	0.006	0.058

Nota. Elaboración propia

Tabla 61 Nivel de vulnerabilidad consolidado Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 (Valor Vulnerabilidad)

Valor de la vulnerabilidad
0.363
0.205
0.143
0.081
0.034

Nota. Elaboración propia

Tabla 62 Nivel de vulnerabilidad Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Nivel de vulnerabilidad			
Nivel	Rango		
Muy alto	0.205	< v ≤	0.363
Alto	0.143	< v ≤	0.205
Medio	0.081	< v ≤	0.143
Bajo	0.034	≤ v ≤	0.081

Nota. Elaboración propia

Estratigrafía de vulnerabilidad

Muy alto

Tomamos las dimensión: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (10 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde de (0 a 5 años y mayor a 65 años); discapacidad social (visual y para oír), cuentan con el (acceso de la red pública), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego la totalidad de la población (no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud fatalista, conformista y con decidía de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (muy cercana 0km-0.003km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (5 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (muy mala), material predominante de construcción de la edificación (material noble), resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. escasa demanda de la mano de obra para las actividades económicas); Ingreso familiar promedio mensual (> 3000 soles), Ocupación principal (obrero), en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (erosión provocado por las lluvias: pendientes pronunciadas, lluvias estacionales y el fenómeno el niño), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material

inorgánico etc), localización de centros poblados (muy cerca 0 km - 0.2km), exploración de recursos naturales (prácticas negligentes e intensas de degradación uso indiscriminado de los suelos), tenemos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental (las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental (las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental; capacitación en temas de conservación ambiental (la totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental).

Alto

Tomamos las dimensión: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (7 a 10 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde (de 5 a 12 años y de 60 a 65 años); discapacidad de la población (para usar brazos y piernas), cuentan con el (pozo séptico), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población está escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud escasamente previsor de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (cercana 0.003km - 0.02km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (4 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (mala), material predominante de construcción de la edificación (adobe); resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa

desocupada (bajo acceso y poca permanencia aun puesto de trabajo poca demanda de mano de obra para las actividades económicas), ingreso familiar promedio mensual (> 1200 - < 3000), Ocupación principal (trabajador familiar no remunerado), en la exposición ambiental tomamos en consideración la perdida de suelo (deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante), localización de centros poblados (cercana 0.2km-1km); exploración de recursos naturales (practicadas negligentes periódicas o estacionales de degradación), tomamos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para la explotación de manera sostenible sus usos recursos naturales), capacitación en temas de conservación ambiental (la población esta escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa).

Medio

Tomamos las dimensiones: **social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (4 a 6 personas por hogar), consideramos al grupo etario en base a la fragilidad social donde (de 12 años a 15 años y de 50 a 60 años); discapacidad de la población (mental o intelectual), cuentan con acceso de la red de desagüe (letrina), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgos), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población), en la exposición

económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (medianamente cerca 0.02 - 0.5km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (3 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (regular), material predominante de construcción de la edificación (madera), resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo demanda de mano de obra para actividades económicas); Ingreso familiar promedio mensual ($> 264 - < 1200$), Ocupación principal (empleado público), en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (protección inadecuado en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante), localización de centros poblados (medianamente cerca 1- 3km); exploración de recursos naturales (prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro, uso indiscriminado de los suelos); tomamos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para la explotar de manera sostenible sus usos recursos naturales) capacitación en temas de conservación ambiental (la población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial).

Bajo

Tomamos las dimensiones: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (3 a 4 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde (de 15 años a 30 años), discapacidad de la población (para hablar), cuentan con acceso a la red

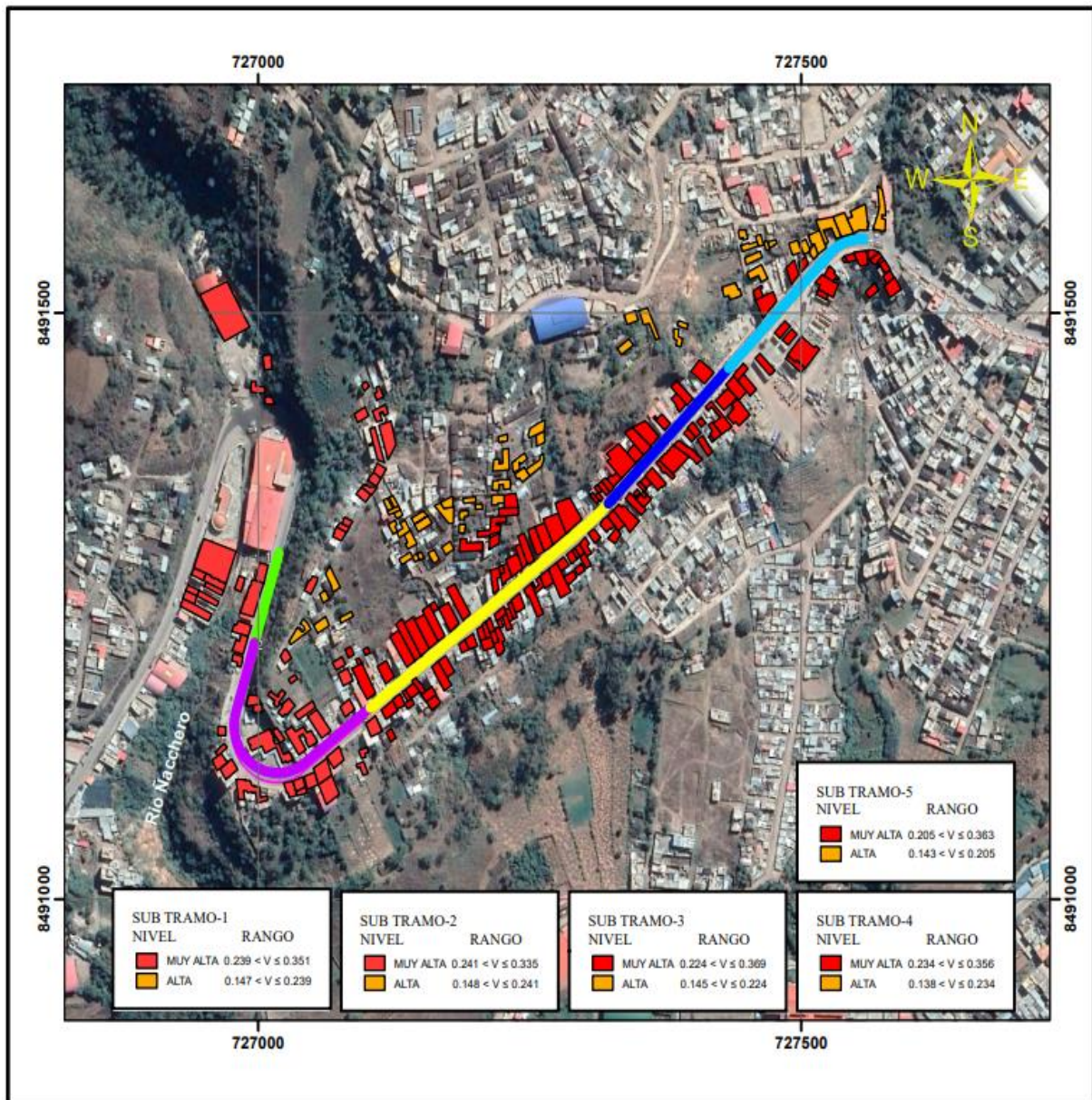
de desagüe (silo), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgos), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (la mayoría de población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (alejada 0.5 - 1km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (2 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (buena), material predominante de construcción de la edificación (solo techos de plástica); resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (acceso y permanencia a un puesto de trabajo demanda de mano de obra para las actividades económicas), Ingreso familiar promedio mensual (> 149 - < 264), Ocupación principal (trabajador independiente); en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (protección inadecuado en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante), localización de centros poblados (alejada 3 - 5km), exploración de recursos naturales (prácticas de consumo/ uso del cauce y márgenes del río), resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales), capacitación en temas de conservación ambiental (la población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria).

Tabla 63 *Estratigrafía de vulnerabilidad*

	NIVEL	RANGO			
Parámetros de peligrosidad sub tramo 1 (Km 770 +640 hasta Km 770+840)	MUY ALTO	0.239	<	V	≤ 0.351
	ALTO	0.147	<	V	≤ 0.239
	MEDIO	0.074	<	V	≤ 0.147
	BAJO	0.035	≤	V	≤ 0.074
Parámetros de peligrosidad sub tramo 2 (Km 770 +860 hasta Km 771+80)	MUY ALTO	0.241	<	V	≤ 0.335
	ALTO	0.148	<	V	≤ 0.241
	MEDIO	0.074	<	V	≤ 0.148
	BAJO	0.035	≤	V	≤ 0.074
Parámetros de peligrosidad sub tramo 3 (Km 771 +100 hasta Km 771+360)	MUY ALTO	0.224	<	V	≤ 0.369
	ALTO	0.145	<	V	≤ 0.224
	MEDIO	0.069	<	V	≤ 0.145
	BAJO	0.034	≤	V	≤ 0.069
Parámetros de peligrosidad sub tramo 4 (Km 771 +380 hasta Km 771+520)	MUY ALTO	0.234	<	V	≤ 0.356
	ALTO	0.138	<	V	≤ 0.234
	MEDIO	0.067	<	V	≤ 0.138
	BAJO	0.032	≤	V	≤ 0.067
Parámetros de peligrosidad del sub tramo 5 (km 771+540 hasta km 771+700)	MUY ALTO	0.205	<	P	≤ 0.363
	ALTO	0.143	<	P	≤ 0.205
	MEDIO	0.081	<	P	≤ 0.143
	BAJO	0.034	≤	P	≤ 0.081

Nota. Elaboración propia

Figura 9 Mapa de vulnerabilidad



<p>SUB TRAMOS EN ESTUDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> — SUB TRAMO-1 — SUB TRAMO-2 — SUB TRAMO-3 — SUB TRAMO-4 — SUB TRAMO-5 <p>Escala: 1:5,000</p> <p>0 50 100 200 Meters</p>	<p>ANÁLISIS DEL RIESGO POTENCIAL DE ACUERDO A LA INESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO KM 770 +617- KM 771+706 DE LA RUTA PE-3S, ABANCAY 2021.</p> <p>MAPA DE VULNERABILIDAD</p>	
	<p>BACHILLER: IRVING VLADIMIR PEÑA ANAMPA</p>	<p>ELABORADO POR: ELABORACION PROPIA</p>

Riesgo potencial

Tabla 64 Riesgo potencial Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Valor de peligro	Valor de la vulnerabilidad	Riesgo
0.490	0.351	0.172
0.264	0.239	0.063
0.137	0.147	0.020
0.071	0.074	0.005
0.037	0.035	0.001

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 55** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 770 +640 hasta Km 770+840, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.172 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial.

Tabla 65 Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840

Rangos de riesgo					
Nivel	Rango				
Muy alto	0.063	<	P	≤	0.172
Alto	0.020	<	P	≤	0.063
Medio	0.005	<	P	≤	0.020
bajo	0.001	≤	P	≤	0.005

Nota. Elaboración propia

Tabla 56 muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 770 +640 hasta Km 770+840, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.172 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial.

Tabla 66 Riesgo potencial Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Valor de peligro	Valor de la vulnerabilidad	Riesgo
0.485	0.335	0.162
0.263	0.241	0.063
0.141	0.148	0.021
0.073	0.074	0.005
0.039	0.035	0.001

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 57** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 770 +860 hasta Km 771+80, este valor está en función de los valores

de peligro y vulnerabilidad siendo 0.162 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial.

Tabla 67 Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80

Rangos de riesgo					
Nivel	Rango				
Muy alto	0.063	<	P	≤	0.162
Alto	0.021	<	P	≤	0.063
Medio	0.005	<	P	≤	0.021
bajo	0.001	≤	P	≤	0.005

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 58** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 770 +860 hasta Km 771+80, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.162 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial.

Tabla 68 Riesgo potencial Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Valor de peligro	Valor de la vulnerabilidad	Riesgo
0.488	0.369	0.180
0.263	0.224	0.059
0.135	0.145	0.020
0.074	0.069	0.005
0.039	0.034	0.001

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 59** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +100 hasta Km 771+360, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.180 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial.

Tabla 69 Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360

Rangos de riesgo					
Nivel	Rango				
Muy alto	0.059	<	P	≤	0.180
Alto	0.020	<	P	≤	0.059
Medio	0.005	<	P	≤	0.020
Bajo	0.001	≤	P	≤	0.005

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 60** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +100 hasta Km 771+360, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.180 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial

Tabla 70 *Riesgo potencial Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520*

Valor de peligro	Valor de la vulnerabilidad	Riesgo
0.478	0.356	0.170
0.271	0.234	0.063
0.137	0.138	0.019
0.076	0.067	0.005
0.038	0.032	0.001

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 61** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +380 hasta Km 771+520, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.170 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial

Tabla 71 *Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520*

Rangos de riesgo					
Nivel	Rango				
Muy alto	0.063	<	P	≤	0.170
Alto	0.019	<	P	≤	0.063
Medio	0.005	<	P	≤	0.019
bajo	0.001	≤	P	≤	0.005

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 62** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +380 hasta Km 771+520, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.170 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial

Tabla 72 Riesgo potencial Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Valor de peligro	Valor de la vulnerabilidad	Riesgo
0.488	0.363	0.177
0.262	0.205	0.054
0.139	0.143	0.020
0.073	0.081	0.006
0.038	0.034	0.001

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 63** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +540 hasta Km 771+700, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.177 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial

Tabla 73 Rangos del riesgo potencial Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700

Rangos de riesgo					
Nivel	Rango				
Muy alto	0.054	<	P	≤	0.177
Alto	0.020	<	P	≤	0.054
Medio	0.006	<	P	≤	0.020
Bajo	0.001	≤	P	≤	0.006

Nota. Elaboración propia

La **Tabla 64** muestra valores de peligro, vulnerabilidad y riesgos potencial en el Sub Tramo del Km 771 +540 hasta Km 771+700, este valor está en función de los valores de peligro y vulnerabilidad siendo 0.177 el valor hallado en este Sub Tramo lo que determina un nivel muy alto de riesgo potencial

Estratigrafía del riesgo potencial

Muy alto

Peligro: factor condicionantes zona con pendiente muy fuertemente inclinada de 75-85°, con una velocidad de desplazamiento extremadamente rápido por parte del suelo, con un nivel freático muy alta, donde la textura de suelo es predominante finas: suelos arcillosos (arcilloso, arenoso, arenoso arcilloso); y como **factor desencadenante** tomamos en cuenta las precipitaciones donde es

extremadamente lluvioso (>180.0mm)**Vulnerabilidad:** tomamos las dimensión: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (10 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde de (0 a 5 años y mayor a 65 años); discapacidad social (visual y para oír), cuentan con el (acceso de la red pública), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego la totalidad de la población (no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo),en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud fatalista, conformista y con decidía de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (muy cercana 0km-0.003km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (5 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (muy mala), material predominante de construcción de la edificación (material noble), resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. escasa demanda de la mano de obra para las actividades económicas); Ingreso familiar promedio mensual (> 3000 soles), Ocupación principal (obrero), en la exposición ambiental tomamos en consideración la perdida de suelo (erosión provocado por las lluvias: pendientes pronunciadas, lluvias estacionales y el fenómeno el niño), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico etc.), localización de centros poblados (muy cerca 0 km - 0.2km), exploración de recursos naturales (practicadas negligentes e intensas de

degradación uso indiscriminado de los suelos), tenemos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental (las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental (las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental; capacitación en temas de conservación ambiental (la totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental).

Alto

Peligro: factor condicionante zonas con pendiente fuertemente inclinada de 60° - 75° , con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático alta, donde la textura de suelo es moderadamente fina (suelos francos arcillosos, arcillosos con mediana plasticidad); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual es muy lluvioso (entre 189-85.15mm).

Vulnerabilidad: Tomamos las dimensión: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (7 a 10 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde (de 5 a 12 años y de 60 a 65 años); discapacidad de la población (para usar brazos y piernas), cuentan con el (pozo séptico), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población esta escasamente capacitada en temas concernientes a gestión de riesgo),en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud escasamente previsor de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (cercana 0.003km - 0.02km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (4

pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (mala), material predominante de construcción de la edificación (adobe); resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (bajo acceso y poca permanencia aun puesto de trabajo poca demanda de mano de obra para las actividades económicas), ingreso familiar promedio mensual ($> 1200 - < 3000$), Ocupación principal (trabajador familiar no remunerado), en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante), localización de centros poblados (cercana 0.2km-1km); exploración de recursos naturales (prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación), tomamos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para la explotación de manera sostenible sus usos recursos naturales), capacitación en temas de conservación ambiental (la población esta escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa).

Medio

Peligro: factor condicionantes zonas con pendiente fuerte de ($45^\circ - 60^\circ$); con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático media, donde la textura de suelo es mediana: suelos franco (limosos); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual lluvioso (entre 85.15 - 43.5mm)**Vulnerabilidad:** tomamos las dimensiones: **social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (4 a 6 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde (de 12 años a 15 años y de 50 a 60 años); discapacidad de

la población (mental o intelectual), cuentan con acceso de la red de desagüe (letrina), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a gestión de riesgos), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (medianamente cerca 0.02 - 0.5km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (3 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (regular), material predominante de construcción de la edificación (madera), resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo demanda de mano de obra para actividades económicas); Ingreso familiar promedio mensual ($> 264 - < 1200$), Ocupación principal (empleado público); en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (protección inadecuado en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante), localización de centros poblados (medianamente cerca 1- 3km); exploración de recursos naturales (prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro, uso indiscriminado de los suelos); tomamos en cuenta a resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para la explotación de manera sostenible sus usos recursos naturales) capacitación en

temas de conservación ambiental (la población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial).

Bajo

Peligro: factor condicionantes zonas con pendiente moderadamente inclinada de ($>30^{\circ}$ - 45°), con una velocidad de desplazamiento muy rápido por parte del suelo, con un nivel freático media, donde la textura de suelo es moderadamente gruesa (suelos franco arenosos); y consideramos como **factor desencadenante** la precipitación la cual es moderadamente lluvioso (entre 7.3-43.5mm).

Vulnerabilidad: tomamos las dimensiones: **Social, Económica, Ambiental**, donde tenemos en consideración la exposición social los componentes del hogar (3 a 4 personas por hogar), consideramos al grupo etareo en base a la fragilidad social donde (de 15 años a 30 años), discapacidad de la población (para hablar), cuentan con acceso a la red de desagüe (silo), en la resiliencia social en la capacitación en temas de gestión del riego (la población se capacita constantemente en temas concernientes a gestión de riesgos), en conocimiento local sobre ocurrencia pasada (la mayoría de población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres), actitud frente al riesgo se toma en consideración la (actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población), en la exposición económica se toma en cuenta la localización de la edificación respecto al talud tomando en consideración (alejada 0.5 - 1km), en la fragilidad económica tomamos en cuenta el número de pisos de la edificación (2 pisos de vivienda), el estado de conservación de la edificación (buena), material predominante de construcción de la edificación (solo techos de plástica); resiliencia económica donde tomamos en cuenta la población económicamente activa desocupada (acceso y permanencia a un puesto de trabajo demanda de mano de obra para las actividades económicas), Ingreso familiar promedio mensual (> 149 -

< 264), Ocupación principal (trabajador independiente); en la exposición ambiental tomamos en consideración la pérdida de suelo (protección inadecuado en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos), fragilidad ambiental tomamos en consideración características geotécnicas del suelo (zona ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante), localización de centros poblados (alejada 3 - 5km), exploración de recursos naturales (prácticas de consumo/ uso del cauce y márgenes del río), resiliencia ambiental tomamos en cuenta el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales (conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales), capacitación en temas de conservación ambiental (la población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria).

Tabla 74 *Estratigrafía del riesgo potencial*

	NIVEL		RANGO		
Parámetros de peligrosidad sub tramo 1 (Km 770 +640 hasta Km 770+840)	MUY ALTO	0.063	<	R	≤ 0.172
	ALTO	0.020	<	R	≤ 0.063
	MEDIO	0.005	<	R	≤ 0.020
	BAJO	0.001	≤	R	≤ 0.005
Parámetros de peligrosidad sub tramo 2 (Km 770 +860 hasta Km 771+80)	MUY ALTO	0.063	<	R	≤ 0.162
	ALTO	0.021	<	R	≤ 0.063
	MEDIO	0.005	<	R	≤ 0.021
	BAJO	0.001	≤	R	≤ 0.005
Parámetros de peligrosidad sub tramo 3 (Km 771 +100 hasta Km 771+360)	MUY ALTO	0.059	<	R	≤ 0.180
	ALTO	0.020	<	R	≤ 0.059
	MEDIO	0.005	<	R	≤ 0.020
	BAJO	0.001	≤	R	≤ 0.005
Parámetros de peligrosidad sub tramo 4 (Km 771 +380 hasta Km 771+520)	MUY ALTO	0.063	<	R	≤ 0.170
	ALTO	0.019	<	R	≤ 0.063
	MEDIO	0.005	<	R	≤ 0.019
	BAJO	0.001	≤	R	≤ 0.005
Parámetros de peligrosidad del sub tramo 5 (km 771+540 hasta km 771+700)	MUY ALTO	0.054	<	R	≤ 0.177
	ALTO	0.020	<	R	≤ 0.054
	MEDIO	0.006	<	R	≤ 0.020
	BAJO	0.001	≤	R	≤ 0.006

Nota. Elaboración propia

Figura 10 Mapa del riesgo potencial

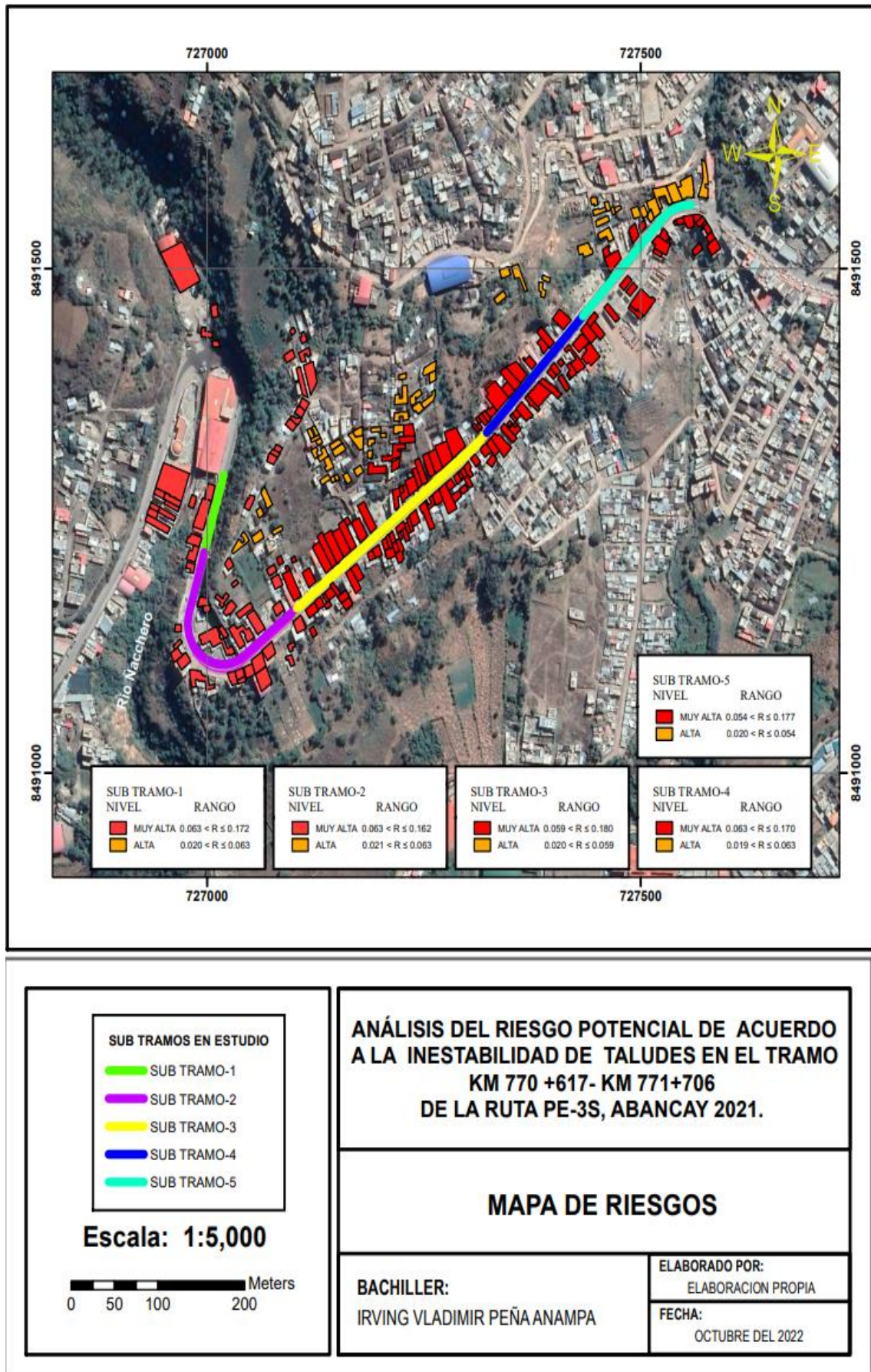


Tabla 75 *Resumen del análisis de estabilidad de taludes*

N	Km	Factor de seguridad por fellenius	
1	km 770+640	0.58	Sub Tramo 01
2	km 770+660	0.24	
3	km 770+680	0.4	
4	km 770+700	0.58	
5	km 770+720	0.48	
6	km 770+740	0.22	
7	km 770+760	0.38	
8	km 770+780	0.21	
9	km 770+800	0.34	
10	km 770+820	0.31	
11	km 770+840	0.28	
12	km 770+860	0.2	
13	km 770+880	0.1	Sub Tramo 02
14	km 770+900	0.41	
15	km 770+920	0.19	
16	km 770+940	0.37	
17	km 770+960	0.33	
18	km 770+980	0.33	
19	km 771+00	0.16	
20	km 771+20	0.17	
21	km 771+40	0.29	
22	km 771+60	0.42	
23	km 771+80	0.33	
24	km 771+100	0.19	
25	km 771+120	0.47	
26	km 771+140	0.37	
27	km 771+160	0.49	
28	km 771+180	0.31	
29	km 771+200	0.75	
30	km 771+220	0.43	
31	km 771+240	0.13	
32	km 771+260	0.11	
33	km 771+280	0.1	
34	km 771+300	0.16	
35	km 771+320	0.2	
36	km 771+340	0.11	
37	km 771+360	0.14	
38	km 771+380	0.12	Sub Tramo 04
39	km 771+400	0.11	
40	km 771+420	0.16	
41	km 771+440	0.09	
42	km 771+460	0.18	
43	km 771+480	0.01	
44	km 771+500	0.01	
45	km 771+520	0.02	Sub Tramo 05
46	km 771+540	1.04	
47	km 771+560	0.8	
48	km 771+580	0.25	
49	km 771+600	0.64	
50	km 771+620	0.46	
51	km 771+640	0.5	
52	km 771+660	0.82	
53	km 771+680	0.99	
54	km 771+700	0.96	

Nota. Elaboración propia

Análisis de la estabilidad sísmica

Se puede considerar cuando se tiene suelo granular ya que al existir nivel freático o excesiva precipitación podría generar licuación de los suelos y falla cortante.

El sismo debería considerarse para magnitudes muy altas (>6) para considerarse en el Cálculo

Para considerar la sismicidad se considera los antecedentes históricos lo cual la presente la investigación presenta, ocurre en suelos granulares con poca cementación, además requieren ensayos de consolidación directa

Resumen de resultados

Tabla 76 *Objetivo específico 1*

	Fs.	Peligro
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.490
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.485
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.488
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.478
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.488

Nota. Elaboración propia

La presente **Tabla 66** muestra valores del factor de seguridad y peligro siendo el valor más bajo el factor de seguridad 0.01 que está en el Sub Tramo de Km 771 +380 hasta Km 771+520 y el valor más alto del peligro es de 490 que se ubica en el Km 770 +860 hasta Km 771+80

Tabla 77 *Objetivo específico 2*

	Fs.	Vulnerabilidad
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.351
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.335
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.369
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.356
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.363

Nota. Elaboración propia

La presente **Tabla 67** muestra valores de factor de seguridad y vulnerabilidad siendo el valor más bajo el factor de seguridad 0.01 que está en el Sub Tramo de Km 771 +380 hasta Km 771+520 y el valor más alto de la vulnerabilidad es de 0.369 que se ubica en el Km 771 +100 hasta Km 771+360

Tabla 78 *Objetivo general*

	Fs	Riesgo potencial
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.172
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.162
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.180
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.170
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.177

Nota. Elaboración propia

La presente **Tabla 68** muestra valores de inestabilidad y riesgo potencial siendo el valor más bajo el factor de seguridad 0.01 que está en el Sub Tramo de Km 771 +380 hasta Km 771+520 y el valor más alto del riesgo potencial es de 0.180 que se ubica en el Km 771 +100 hasta Km 771+360

4.2 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos por cada Tramo fueron los siguientes:

Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840: Contenido de humedad natural 6.38%, densidad natural 1.88gr/cm³, densidad seca 1.77 gr/cm³, limite liquido 22.49%, limite plástico 9.78%,Índice de plasticidad 12,70%, ángulo de fricción 37.38, cohesión 0.03 gr/cm², penetración dinámica ligera 24.89, clasificación de suelo SUCS GC y clasificación AASHTO A-2-6.

Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80: Contenido de humedad natural 7.53 %, densidad natural 1.92 gr/cm³, densidad seca 1.79 gr/cm³, limite liquido 21.47 %, limite plástico 12.45%,Índice de plasticidad 9.01%, ángulo de fricción 37.95, cohesión 0.01 gr/cm², penetración dinámica ligera 25.11 clasificación de suelo sucs GC y clasificación AASHTO A-2-4.

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360 estrato 1: Contenido de humedad natural 20.48 %, densidad natural 1.80 gr/cm³, densidad seca 1.49 gr/cm³, porosidad 0.17, limite liquido 41.09 %, limite plástico 20.17%, Índice de plasticidad 20.92%, ángulo de fricción 16.17, cohesión 0.26 gr/cm², penetración

dinámica ligera 25.11 clasificación de suelo sucs CL y clasificación AASHTO A-7-6.

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360 estrato 2: Contenido de humedad natural 17.19 %, densidad natural 1.82 gr/cm³, densidad seca 1.55 gr/cm³, porosidad 0.15, limite liquido 38.98 %, limite plástico 20.53%, Índice de plasticidad 18.45%, ángulo de fricción 15.64, cohesión 0.30 gr/cm², penetración dinámica ligera 22.79 clasificación de suelo sucs CL y clasificación AASHTO A-6.

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520 estrato 1: Contenido de humedad natural 9.38 %, densidad natural 1.72 gr/cm³, densidad seca 1.57 gr/cm³, porosidad 0.09, limite liquido 42.13 %, limite plástico 23.44%, Índice de plasticidad 18.69%, ángulo de fricción 15.16, cohesión 0.23 gr/cm², clasificación de suelo SUCS CL y clasificación AASHTO A-7-6.

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520 estrato 2: Contenido de humedad natural 36.80 %, densidad natural 1.82 gr/cm³, densidad seca 1.33 gr/cm³, limite liquido 44.34%, limite plástico 20.18%, Índice de plasticidad 24.15%, ángulo de fricción 17.22, cohesión 0.20 gr/cm², penetración dinámica ligera 23.67 clasificación de suelo SUCS CL y clasificación AASHTO A-7-6.

Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700: Contenido de humedad natural 4.74 %, densidad natural 1.70 gr/cm³, densidad seca 1.62 gr/cm³, limite liquido no presenta, limite plástico no presenta, Índice de plasticidad no presenta, ángulo de fricción 33.42, cohesión 0.13 gr/cm², penetración dinámica ligera 25.78 clasificación de suelo SUCS GM y clasificación AASHTO A-1-a.

Talud en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S. Se ha demostrado en el presente estudio que utilizando los datos de caracterización geotécnica como entrada en el análisis para la determinación de los modos de falla presentes en el talud y luego para el análisis de estabilidad por el

método fellenius en el software geo 5 arroja un factor de seguridad de 1.199, lo que nos lleva a concluir que la pendiente es inestable.

La caracterización geotécnica si es una ayuda para determinar el factor de seguridad del talud

Factor de seguridad

Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840 factor de seguridad 0.21

Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80 factor de seguridad 0.1

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360 factor de seguridad 0.1

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520 factor de seguridad 0.01

Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700 factor de seguridad 0.25

Resultados de peligro en cada Sub Tramo

Sub Tramo 1 Km 770 +640 hasta Km 770+840: determinamos el peligro 0.490, vulnerabilidad 0.351 y un nivel de riesgo potencial de 0.172

Sub Tramo 2 Km 770 +860 hasta Km 771+80: determinamos el peligro 0.485, vulnerabilidad 0.335 y un nivel de riesgo potencial de 0.162

Sub Tramo 3 Km 771 +100 hasta Km 771+360: determinamos el peligro 0.488, vulnerabilidad 0.369 y un nivel de riesgo potencial de 0.180

Sub Tramo 4 Km 771 +380 hasta Km 771+520: determinamos el peligro 0.478, vulnerabilidad 0.356 y un nivel de riesgo potencial de 0.170

Sub Tramo 5 Km 771 +540 hasta Km 771+700: determinamos el peligro 0.488, vulnerabilidad 0.363 y un nivel de riesgo potencial de 0.177

El estudio de Hernández y Tamayo analizó la estabilidad de taludes y las medidas de contención requeridas para la construcción de una carretera secundaria. Esto se hizo con el fin de cumplir con los requisitos para el diseño de la carretera, ubicada en el PR 0+020.078 Analizaron la estabilidad de los perfiles utilizando la cohesión (13,9 kN/m²) y el ángulo de fricción (16,58°) del material de

relleno heterogéneo, y la cohesión (5,5 kN/m²) y el ángulo de fricción (24,11°) de los depósitos de talud. Utilizando situaciones tanto estáticas como dinámicas, se muestra que la figuración de taludes tiene factores de seguridad superiores a 1,5 y 1,1, respectivamente. Después de realizar un examen en profundidad de la región, analizamos varios otros enfoques para estabilizar la pendiente y desarrollamos un plan para el diseño y la construcción de la carretera. La presente investigación registro factores de seguridad en los 5 Sub Tramos siendo 0.01 lo que determinar que el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S es un tramo que presenta mucha inestabilidad de taludes lo que contrapone a los estudios realizados por Hernández y Tamayo que encontraron factores de seguridad de 1.1 y 1.5

Huamán y Huamanlazo en su estudio, donde pretendía encontrar el mejor método posible para extraer materias primas de la mina, se centró en el diseño del talud. De acuerdo a la forma de la pendiente actual, es inestable con un FS en condición estática de 1.058. El análisis actual arrojó un factor de seguridad de 0,01, lo que indica que la región es bastante inestable.

El estudio de Gómez de la subcuenca Canipaco en la región del Colca llegó a conclusiones similares, destacando la necesidad de mapear áreas en riesgo por pendientes y taludes inestables para proteger la infraestructura local y la producción agrícola. ($t_{calculada} > t_{Tabla}(gl:8, \alpha/:0.05)$) es decir $t_c > t_t$ (15,558 > 1,860), con lo que se cumple el objetivo principal y se corrobora la hipótesis principal. Los hallazgos de la presente investigación corroboran los resultados de Gómez que determina que existe un alto riesgo potencial dentro del Tramo km 770 +617- km 771+706.

Para calcular el factor de seguridad de taludes, Tardeo y Zanabria realizaron una serie de investigaciones que utilizaron una variedad de métodos analíticos

heurísticos. Si el factor dinámico de seguridad es menor a 1.25, como lo es en la sección de Huayllabamba del distrito de la cuenca de Huancavelica, Arbolitos y Puchcco, son estables porque sus valores de FS son mayores a uno, mientras que Acequia Alta y Motoy Huaycco son inestables porque sus valores de FS son menores a uno, según lo determinado por el análisis estático.

Mendoza descubrió que la geometría de un talud no afecta en gran medida su estabilidad en el escenario pseudoestático, que era el objetivo de su estudio sobre los pasos de diseño de taludes que se erigirían sobre suelos. Así, las propiedades geotécnicas de los materiales existentes serán las encargadas de mantener la estabilidad. De manera similar, la licuefacción podría ser un problema aquí debido a la presencia de agua y la existencia de capas de arena. Los estudios realizados por tardeo, zanabria y Mendoza dan fuerza a los hallazgos de la presente investigación por presentar un análisis pseudoestático

4.3 Prueba de Hipótesis

Para la primera hipótesis específica

El peligro es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

Los valores de la inestabilidad de taludes asociado al nivel de peligrosidad para los 5 taludes son agrupados en cinco intervalos, presentados de la siguiente manera:

Calificación del nivel peligro asociado a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771 + 706 de la ruta PE- 3S, considerando el sub tramo 1 como el más crítico

Tabla 79 Nivel de peligro

Nivel del peligro	Valor
Muy alto	$0.264 < R \leq 0.490$
Alto	$0.137 < R \leq 0.264$
Medio	$0.071 < R \leq 0.137$
Bajo	$0.037 \leq R \leq 0.071$

Fuente: CENEPRED 2014

Por lo tanto, es claro que proporciona un alto grado de riesgo, según lo establecido por el análisis de peligros realizado para la presente investigación. Dado que existe evidencia sustancial que respalda la ocurrencia de niveles significativos de peligro debido a la inestabilidad de taludes a lo largo de la ruta PE-3S entre el Km 770+617 – km 771+706, del tramo en estudio.

Prueba de Hipótesis específica N. ° 1

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

Hipótesis alterna

H1: El peligro es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770+617-Km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

$$H1: 0.264 \leq R < 0.490$$

Hipótesis nula

Ho: El peligro es muy bajo de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

$$Ho: 0.037 \leq R \leq 0.071$$

Según la tabla 69, se aprecia que el bajo grado de peligrosidad está representado por todos aquellos taludes de la muestra en las que se consiguieron puntuaciones menores o iguales a 0,037, así como todos aquellos taludes en las que puntuaciones entre 0,264 y Se obtuvieron un valor de R. Tienen una preocupación muy seria sobre la cantidad de riesgo. En este sentido, el sistema de hipótesis se describe de la siguiente manera: la media poblacional para un alto grado de peligrosidad es $0,264 < R \leq 0,490$;

$$H1: 0.264 < \mu \leq 0.490$$

$$H0: Ho: 0.037 \leq \mu \leq 0.071$$

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

El estadístico conocido como prueba t de Student se determina con base en el tamaño de muestra de $n = 5$, que representa el número de taludes que se investigaron.

Es definido como nivel de significancia $\alpha = 5\%$

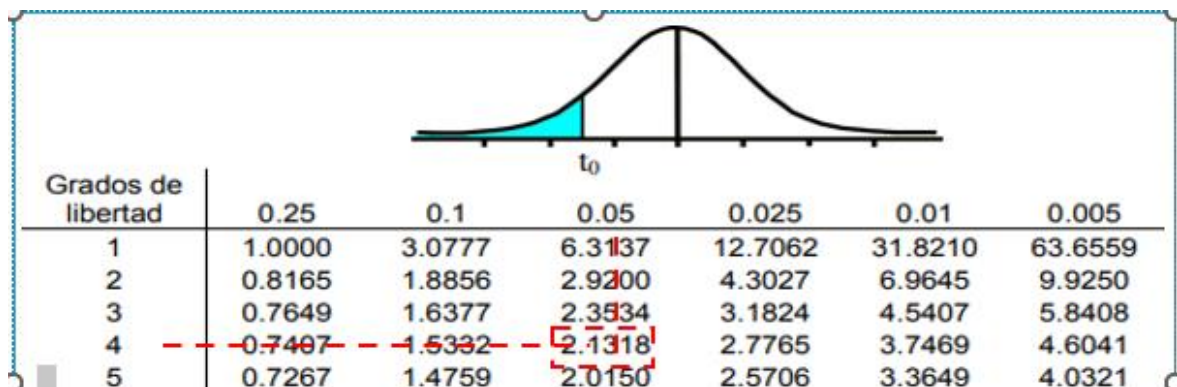
Acertabilidad = 95%

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

Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 5 - 1 = 4$

El valor del estadístico de contraste para t ($gl=4$; $\alpha=0,05$) = 2,131 \approx 2,132 \approx **Tabla** \approx **tt**

Figura 11 Determinación de t de Student de Tabla



Fuente: **Tabla** estándar de valores de t de Student

Paso 4: Regla de decisión:

De acuerdo con el sistema de hipótesis que se definió en el paso uno, la prueba estadística que enfrentamos a la izquierda es una prueba unilateral.

Regla de decisión:

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

Si $t_c < 2.132$ Se acepta H_1

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

Empleamos la fórmula de cálculo de t de Student:

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

Valores de peligro por talud empleados para hallar t de Student "tc"

Tabla 80 Factor de seguridad

	Fs.	Peligro
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.490
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.485
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.488
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.478
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.488

Fuente: Elaboración propia

μ = Media muestral	: 0.485
\bar{x} = Media poblacional	: 0.490
s = Desviación estándar de muestra	: 0.00471
n = Tamaño de la muestra	: 5

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = -8.162$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Se tiene que:

-Decisión: Al ser $t_c \leq t_t$ ($-8.162 < 2.132$): entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Es decir: H_0 es Falsa, siendo entonces H_1 Verdadera

- Conclusión: Con los datos disponibles, es posible sacar la siguiente conclusión: los niveles de peligrosidad son muy altos debido a los taludes inestables. Esta investigación permitirá la evaluación de riesgos, abriendo la puerta a la posibilidad de prevenir desastres naturales de proporciones catastróficas.

Por tanto, la primera hipótesis específica ha sido probada y aceptada: "Realizando un análisis de peligrosidad de taludes inestables, potencialmente se podrían evitar desastres naturales en el tramo km 770+617-km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay. "

Para la segunda hipótesis específica

La vulnerabilidad es muy alta de acuerdo a la estabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

Los valores de la inestabilidad de taludes asociado al nivel de vulnerabilidad para los 5 taludes son agrupados en cinco intervalos, presentados de la siguiente manera:

Calificación del nivel vulnerabilidad asociado a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771 + 706 de la ruta PE- 3S, se considera el sub tramo 3 como el más crítico

Tabla 81 *Nivel de vulnerabilidad*

Nivel de la vulnerabilidad	Valor
Muy alta	$0.224 < R \leq 0.369$
Alto	$0.145 < R \leq 0.224$
Medio	$0.069 < R \leq 0.145$
Bajo	$0.034 \leq R \leq 0.069$

Fuente: CENEPRED 2014

Por lo tanto, es claro que existe un nivel de vulnerabilidad física muy alto, según lo determinado por el análisis de vulnerabilidad que se elaboró y determinó para este estudio. Como consecuencia de ello, Desde el kilómetro 770+617 hasta el kilómetro 771+706, en la ruta PE-3S, se produce un importante descenso de la estabilidad, tal y como muestra la información disponible.

Prueba de Hipótesis específica N.º 2

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

Hipótesis alterna

H1: La vulnerabilidad es muy alta de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021

$$H1: 0.224 < R \leq 0.369$$

Hipótesis nula

Ho: La vulnerabilidad es baja de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021

$$Ho: 0.034 \leq R \leq 0.069$$

De acuerdo con la tabla 71, todos los taludes de la muestra con puntajes menores o iguales a 0.034 se consideran en la categoría de vulnerabilidad baja, así como todos aquellos taludes en las que puntuaciones entre 0,224 y el valor R se obtuvieron. Estos puntajes caen en el rango de ser considerados para representar un bajo nivel de vulnerabilidad. Son de la opinión de que existe un nivel de vulnerabilidad muy alto. En consecuencia, el promedio de la población tendría que estar en esos niveles de vulnerabilidad $0.224 < R \leq 0.369$ para que se considere muy alta; De acuerdo con esta interpretación, el sistema de hipótesis puede caracterizarse de la siguiente manera:

$$H1: 0.224 < \mu \leq 0.369$$

$$H0: 0.034 \leq R \leq 0.069$$

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

El estadístico conocido como prueba t de Student se determina con base en el tamaño de muestra de $n = 5$, que corresponde a la cantidad de taludes que se están investigando.

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

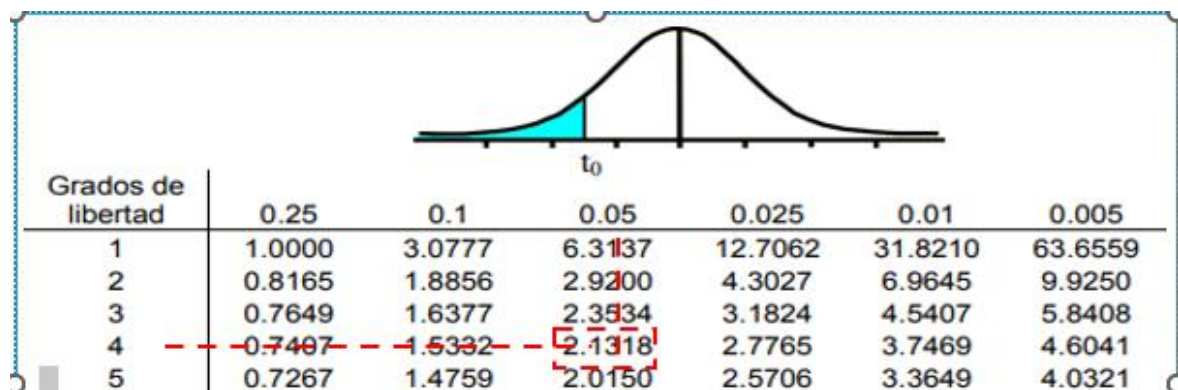
Acertabilidad =95%

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

Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 5 - 1 = 4$

El valor del estadístico de contraste para t ($gl=4; \alpha=0,05$) = 2,131 \approx 2,132 \approx **Ttabla** \approx t_t

Figura 12 Determinación de t de Student de Tabla



Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Regla de decisión:

El sistema de prueba de hipótesis que se definió en el paso uno nos presenta una prueba estadística unilateral a la izquierda.

Regla de decisión:

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

Si $t_c < 2.132$ 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:

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

Valores de vulnerabilidad por talud empleados para hallar t de Student “tc”

Tabla 82 Factor de seguridad

	Fs	Vulnerabilidad
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.351
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.335
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.369
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.356
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.363

Fuente: Elaboración propia

$$\mu = \text{Media muestral} \quad : 0.354$$

$$\bar{x} = \text{Media poblacional} \quad : 0.369$$

$$s = \text{Desviación estándar de muestra} \quad : 0.013.$$

$$n = \text{Tamaño de la muestra} \quad : 5$$

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = -25.476$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

-Decisión: Al ser $t_c \leq t_t$ ($-25.476 < 2.132$): entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Es decir: H_0 es falsa, siendo entonces H_1 verdadera.

- Conclusión: Los datos recopilados son consistentes con la hipótesis, lo que lleva a la siguiente conclusión: existe una vulnerabilidad muy alta debido a la inseguridad de los taludes inestables. Como consecuencia de este estudio, se pueden realizar evaluaciones de vulnerabilidad para proteger contra desastres naturales.

Por tanto, se ha demostrado y es aceptada la segunda hipótesis específica: “Realizando un análisis de vulnerabilidad de taludes inestables, se podrían prevenir desastres naturales en el tramo km 770+617 - km 771+706 de la vía PE-3S, Abancay”.

Para la hipótesis general

El riesgo potencial es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

Los valores de la inestabilidad de taludes asociado al nivel del riesgo potencial para los 5 taludes fueron agrupados en cinco intervalos, presentados de la siguiente manera:

Calificación del nivel riesgo potencial asociado a la inestabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771 + 706 de la ruta PE- 3S, se toma en consideración el sub tramo 3 como el más crítico

Tabla 83 *Nivel de riesgo potencial*

Nivel del riesgo potencial	Valor
Muy alto	$0.059 < R \leq 0.180$
Alto	$0.020 < R \leq 0.059$
Medio	$0.005 < R \leq 0.020$
Bajo	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Fuente: CENEPRED 2014

Por lo tanto, es claro que un alto nivel de riesgo potencial está asociado con la vulnerabilidad y la peligrosidad, de acuerdo con los resultados de la evaluación de riesgos realizada a los efectos de esta investigación. La inestabilidad de taludes supone una importante amenaza a lo largo de la ruta PE-3S entre los km 770+617 y 771+706, existiendo información suficiente para confirmar la presencia de este riesgo .

Prueba de hipótesis general

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

Hipótesis alterna

H1: El riesgo potencial es muy alto de acuerdo a la inestabilidad de taludes en el sub tramo de Km 770+617 Km 771+706 de la ruta PE 3S, Abancay - 2021.

$$H1: 0.059 < R \leq 0.180$$

Hipótesis nula

Ho: El riesgo potencial es baja de acuerdo a la estabilidad de taludes en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, Abancay - 2021.

$$0.001 \leq R \leq 0.005$$

De acuerdo a la tabla 73 se considera que todos los taludes de la muestra con puntuaciones inferiores o iguales a $0,001 \leq R \leq 0,005$ representan un nivel de riesgo potencial bajo, mientras que todos aquellos taludes con puntuaciones entre $0,059 < R \leq 0,180$ se consideran que representan un nivel de riesgo potencial muy alto . Esto se debe a que cuanto menor sea la puntuación, menor será el nivel de riesgo potencial. Es así que la media poblacional para que el riesgo sea alto serían aquellos niveles entre $0.059 < R \leq 0.180$; por lo cual, el sistema de hipótesis se define así:

$$H1: 0.059 < R \leq 0.180$$

$$H0: 0.001 \leq R \leq 0.005$$

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

El estadístico conocido como prueba t de Student se determina con base en el tamaño de muestra de $n = 5$, que representa el número de taludes que se investigaron.

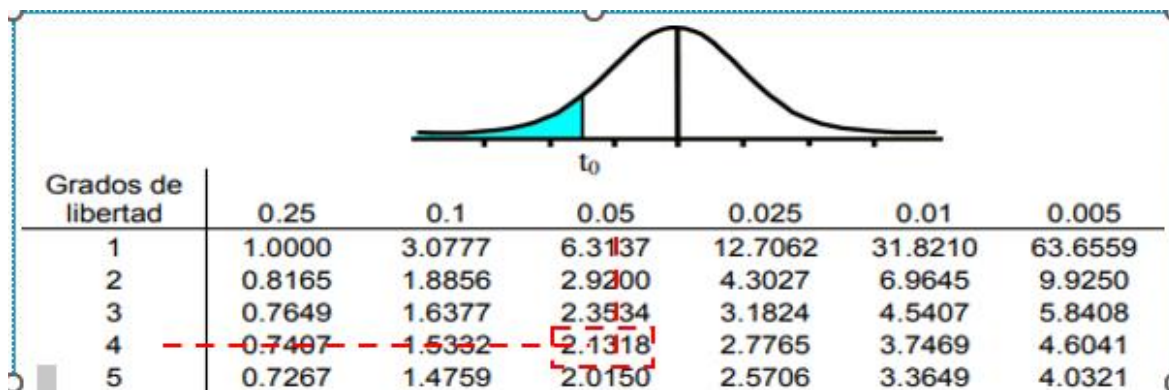
Se define como nivel de significancia $\alpha = 5\%$
Acertabilidad =95%

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

Los grados de libertad corresponde $n - 1 = 5 - 1 = 4$

El valor del estadístico de contraste para t ($gl=4; \alpha=0,05$) = 2,131 \approx 2,132 \approx T_{tabla}
 $\approx t_t$

Figura 13 Determinación de t de Student de Tabla



Fuente: Tabla estándar de valores de t de Student

Paso 4: Regla de decisión:

El sistema de prueba de hipótesis que se desarrolló en el paso uno nos presenta una prueba estadística unilateral a la izquierda.

Regla de decisión:

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

Si $t_c < 2.132$ 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:

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

Valores de riesgo potencial por talud empleados para hallar t de Student "tc"

Tabla 84 Factor de seguridad

	Fs.	Riesgo potencial
Km 770 +640 hasta Km 770+840	0.21	0.172
Km 770 +860 hasta Km 771+80	0.1	0.162
Km 771 +100 hasta Km 771+360	0.1	0.180
Km 771 +380 hasta Km 771+520	0.01	0.170
Km 771 +540 hasta Km 771+700	0.25	0.177

Fuente: Elaboración propia

μ = Media muestral	: 0.172
\bar{x} = Media poblacional	: 0.180
s = Desviación estándar de muestra	: 0.006
n = Tamaño de la muestra	: 5

Realizando cálculos y reemplazando en la fórmula resulta $t_c = 1.316$

Paso 6: Adoptar la decisión y conclusión

Observando se tiene que:

-Decisión: Al ser $t_c \leq t_t$ ($1.316 < 2.132$): entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Es decir: H_0 es Falsa, siendo entonces H_1 Verdadera

- Conclusión: Los datos recopilados son consistentes con la hipótesis nula, por lo que llegamos a la siguiente conclusión: los niveles de peligro prospectivos son muy altos debido a la inestabilidad de taludes. Esta investigación facilitará la investigación de posibles amenazas, lo que disminuirá la gravedad de futuras catástrofes naturales.

Por tanto, se ha demostrado y es aceptada la primera hipótesis general: "Realizando un análisis de riesgo potencial de taludes inestables, se podrían prevenir desastres naturales en el tramo km 770+617 - km 771+706 de la vía PE-3S, Abancay. "

CONCLUSIONES

1. Conclusión general

Se determino que los suelos de los taludes del tramo s km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, han sido clasificados mediante la extracción de muestras representativas de las zonas con la clasificación según SUCS en el Sub Tramo 1 al Sub Tramo 5 respectivamente GC, GC, CL,CL Y GM, riesgo potencial, fue de 0.172 lo que evidencia un riesgo potencial muy alto en todo el Sub Tramo con un factor de seguridad menor a 0.25 en todos los Sub Tramo s lo que determina la inestabilidad de todo el Sub Tramo en estudio, debido a que al ser t calculado $\leq t$ tabulado ($1.316 < 2.132$) corrobora el riesgo potencial alto

2. Conclusión específica 1

Se determina que realizando el análisis de peligrosidad el valor registrado fue de 0.485 lo que evidencia una alta peligrosidad en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S además los valores de la prueba de contrastación de hipótesis fueron al ser t calculado $\leq t$ tabulado ($-8,162 < 2.132$): lo que determina que el peligro es muy alto

3. Conclusión específica 2

Se determina que realizando el análisis de vulnerabilidad el valor registrado fue de 0.354 lo que evidencia una alta vulnerabilidad en el tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S además los valores de la prueba de contrastación de hipótesis fueron a que t calculado $< t$ tabulado ($-25.467 < -2,132$) lo que determina que el nivel de vulnerabilidad es muy alto.

RECOMENDACIONES

1. Para la extracción de la muestra representativas se recomienda llevar más muestra por cada punto de estudios para evitar los errores de gabinete de gabinete para poder contrastar los factores de seguridad de los taludes, Si bien fue adaptado y aplicado para un lugar en particular, las metodología y ecuaciones utilizadas permiten medir el riesgo potencial asociado a la vulnerabilidad física por peligrosidad y desniveles (tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S, provincia de Abancay , Departamento de Apurímac – Perú), podría ser usada a lugares diferentes a fin de efectuar estudios similares.
2. En tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S los taludes mencionados son los más críticos y presentan peligrosidad muy alta con una gama de riesgos, por lo que se dar priorizar los recursos y tomar medidas correctivas y preventivas de manera inmediata. Estas medidas pueden incluir reforestación, trincheras o zanjas de cresta, o algo similar.
3. En tramo km 770 +617- km 771+706 de la ruta PE-3S los taludes nombrados son los más críticos y representan un riesgo incrementando la vulnerabilidad de los pobladores. En taludes con pendientes mayores al cincuenta por ciento se recomienda la estabilización mediante reforestación con raíces profundas y que el tramo en estudio sea socializado por INDECI con los hallazgos de la presente investigación. Esto se debe a que los taludes con pendientes superiores al cincuenta por ciento provocan el deterioro de la capa de vegetación natural existente, lo que provoca cambios significativos y en ocasiones irreversibles en el uso del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberti Arroyo, J. R., Canales Bernal, R. E., & Elizabeth Sandoval, B. H. (2006). *técnicas de mitigación para el control de deslizamiento en taludes y su aplicación a un caso específico*.
- Aravena, L., & Campos, F. (1986). Hacia Una Nueva Modernidad: Sociedad del Riesgo. En U. Beck, *Sociedad del Riesgo*.
- Ardila, S. (2007). *Programa de Emergencia por la Tormenta Tropical Noel de Octubre de 2007*. Santo Domingo, República Dominicana: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Átala Abad, C (2011). Estudio Experimental sobre Correlaciones en suelos Granulares finos (arenas) compactados, Usando Equipos de Penetración. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Breña Vásquez, C. H. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; Sub Tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple*,. Lima.
- Chaves Márquez, D. A. (2015). *La presente tesis es el resultado de la investigación y principalmente de la experiencia en La presente tesis es el resultado de la investigación y principalmente de la experiencia en*. Costa rica.
- Crespo, C. (2004), *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. (5ta. Ed.) México: Ed. Limusa S.A.
- Crosara, a. (s.d.). Textura del suelo. [en línea]: edafología (<http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/practico%203.pdf>, 11 feb 2011).
- De Matteis, A. F. (2003). *estabilidad de taludes*. <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Talu des.pdf>.
- Edafología. 2012. Textura del suelo. España [en línea]:edafología, (<http://edafologia.ugr.es/introeda/tema04/text.htm>, 30 Oct. 201 O)
- Egudido, O., & Salgado, E. (2019). *diseño de taludes, muros y estructura de pavimentos urbanización municipio de Fredonia*. Medellín.
- Escobar Chanalata, S. H., & Flores Carvajal, M. D. (2017). *estudio de estabilidad de taludes del paso lateral de la ciudad de macas*. Riobamba- ecuador.
- Flores , e., & oporta , y. (2019). *Evaluación de estabilidad de talud en el Mirador de Catarina para el reordenamiento urbano del mirador*. Nicaragua.
- Garnica Anguas, P., & Pérez García, C. (2008). *Metodología para la gestión de cortes carreteros*. Guadalajara - México.
- Grajales Pescador, C. A., & Ramírez Meza, A. F. (2018). *análisis de la estabilidad de un talud derivado de cenizas volcánicas ubicado en la vía cerritos el virginia*.
- López Flórez, L. V., & Robayo González, F. A. (2007). Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander.
- Hernández Atencia, Y., & Ramírez Arcila, H. (2016). *Evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca cay, Ibagué*,. Tolima - Colombia.
- Hernández Chaverra, A. L., & Tamayo Ruiz, Y. A. (2019). *Análisis de estabilidad del talud y obras de contención*.
- Hernández Chaverra, A. L., & Tamayo Ruiz, Y. A. (2019). *Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño y construcción de una vía de orden*. Antioquia.

- Huamán Rojas, J. G., & Huamanlazo Anchiraico, Y. M. (2019). *Mejoramiento del proceso constructivo para corte de taludes en tajo abierto, mina rosarina*. Lima.
- Ibadango anrrango, e. C., & cordovillo flores, b. X. (2008). *Análisis de estabilidad de taludes en el barrio Virgen del Cisne, sector Atucucho*. Quito - Ecuador.
- Ibérico Rodríguez, R. R. (2015). *ESTABILIZACIÓN Y RECUPERACIÓN DE TALUDES EN CARRETERAS, CASO "IIRSA NORTE SUB TRAMO N.º 1 KM. LIMA*.
- Ibérico Rodríguez, R. R. (2015). *Estabilización y recuperación de taludes en carreteras, caso "IIRSA Norte Sub Tramo no 1 km 45+690 – km 45+830"*. Lima.
- Mamani Jesús, A. M. (2019). *análisis de estabilidad de taludes para explotación de cantera de arcilla en el distrito de paccha*. lima.
- Masdairi. (25 de Agosto de 2015). *Amenazas y Vulnerabilidades de la República Dominicana*. Obtenido de Asociación Dominicana de Mitigación de Desastre:
http://desastre.org/index.php?option=com_content&view=article&id=162:amenazas-y-vulnerabilidades-de-la-republica-dominicana&catid=42:rokstories
- Mendoza Loayza, J. A. (2016). *análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina antapaccay*. lima.
- Osorio, Santiago. 2010. Apuntes de geotecnia con énfasis en laderas. [Online] 11 09, 2010. [Cited: 09 08, 2017.]
http://geotecniasor.blogspot.com.co/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_19.html.
- Ocon, J. (2013). Influencia del índice plástico en el contenido de óptimo de humedad en suelos arcillosos. Cajamarca.
- Parra Ruiz, J. J., & Jara Romero, w. (2016). *Elaborar estudios y diseños para el control de talud y movimientos de tierra en el kilómetro 22 vía Usme y vía al. Bogotá- Colombia*.
- Patzán, J. E. (2009). guía practica para el Cálculo de capacidad de carga. Guatemala.
- Rennat, E. (1997). *Guía ambiental para la estabilidad de taludes de depositos de desechos solidos de mina*. Lima:
http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/Ccias_tierra_tarbuck-Ch6-Int&S.pdf.
- Sackschewski Chapman, C. E. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta –Huayllay entre las progresivas del*. Lima.
- Suarez, J. (2001). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales
- Tardeo de la cruz , C. A., & Zanabria Pari, E. (2016). *"Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de huayllapampa. lircay*.
- Tardeo de la Cruz, C. A., & Zanabria Pari, E. (2016). *"análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de huayllapampa. Lircay*.
- Tenza Pongutá, J. P. (2016). Estudio de las propiedades mecánicas de suelos. Colombia
- Valeriano Nina, F. A. (2015). *"Caracterización geotécnica y modos de falla estructural*. Puno.

Anexos

Los anexos, panel fotográficos y otros documentos se encuentran resguardados en la oficina de repositorio digital institucional de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes