

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de riesgos ante deslizamiento de taludes
en el diseño geométrico del camino vecinal
Pampahuasi - Huariños - Santa Virginia distrito de
Panao, provincia de Pachitea - Huánuco, 2021**

Fernando Fierro Leon

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huánuco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Evaluación de riesgos ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
4	ogpl.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%

9	www.ositran.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
10	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
11	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
12	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
14	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
16	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
17	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repo.floodalliance.net Fuente de Internet	<1 %
19	linux.snet.gob.sv Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	www.repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
24	www.regionhuanuco.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Sunset High School Trabajo del estudiante	<1 %
26	1library.co Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
32	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1 %

33

revistas.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.ikiam.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

35

revistas.unimilitar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

36

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

37

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

38

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Senor de Sipan

Trabajo del estudiante

<1 %

40

Submitted to University of Leeds

Trabajo del estudiante

<1 %

41

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

42

revistas.unilibre.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

43

www.comunaenergetica.cl

Fuente de Internet

<1 %

44

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

45

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

46

e-spacio.uned.es

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

www.repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS

Trabajo del estudiante

<1 %

50

boletin.imt.mx

Fuente de Internet

<1 %

51

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

52

Submitted to Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Trabajo del estudiante

<1 %

53

oa.upm.es

Fuente de Internet

<1 %

54

repositorio.upecen.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

scielo.sld.cu

Fuente de Internet

<1 %

56

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

57

"Proposal on a new climatic zoning for building in the south of Chile", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2021

Publicación

<1 %

58

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

59

Submitted to University of Sheffield

Trabajo del estudiante

<1 %

60

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

61

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis es el producto del apoyo de mis padres, siendo su esfuerzo y su guía el quien motiva a seguir a cumplir mis metas, a mis compañeros de trabajo que siempre estuvieron para apoyarme con sus conocimientos y consejos, al Centro Poblado de Pampahuasi y al Centro Poblado de Santa Virginia, quienes contribuyeron en el desarrollo de la presente tesis.

Y un agradecimiento personal al Mg. Jesus Iden Cardenas Capcha por su responsabilidad al asesoramiento durante el desarrollo de la presente investigación.

Fernando Fierro Leon

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Clina Leon Duran y Herminio Fierro Espiritu.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I:	12
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1. Planteamiento y Formulación del Problema	12
1.1.1. Problema general	13
1.1.2. Problemas específicos	14
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivos Específicos	14
1.3. Justificación e Importancia	14
1.4. Hipótesis y descripción de variables	15
1.4.1. Hipótesis General	15
1.4.2. Hipótesis Especificas	15
CAPÍTULO II:	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes del Problema	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.1.2. Antecedentes nacionales	18
2.1.3. Antecedentes locales	19
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. Análisis jerárquico de prioridades	20
2.2.2. Riesgo	22
2.2.3. Peligro	24
2.2.4. Vulnerabilidad	26
2.2.5. Resiliencia en infraestructuras de transporte	27
2.2.6. Estabilidad de taludes	28

2.3. Definición de términos básicos	32
CAPÍTULO III:	33
METODOLOGÍA	33
3.1. Métodos y Alcance de la Investigación	33
3.1.1. Método de investigación	33
3.1.2. Tipo de investigación	33
3.1.3. Nivel de investigación	33
3.2. Diseño de la Investigación	33
3.3. Población y Muestra.....	34
3.3.1. Población.....	34
3.3.2. Muestra.....	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	34
3.5. Técnicas de Análisis de Datos	35
CAPÍTULO IV:	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información	36
4.1.1. Análisis del área de intervención	36
4.1.2. Identificación de peligros	40
4.1.3. Identificación de vulnerabilidades	45
4.1.4. Niveles de riesgo	47
4.1.5. Análisis de la estabilidad de los taludes en la zona de estudio	47
4.1.6. Consideraciones para el diseño geométrico del camino vecinal	51
4.2. Prueba de Hipótesis	54
4.3. Discusión de Resultados	55
CONCLUSIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Escala de comparación jerárquica.....	20
Tabla 2 Parámetros de evaluación de peligros	26
Tabla 3 Riesgos climáticos para la infraestructura vial	28
Tabla 4 Pendientes recomendadas para la conformación de taludes	31
Tabla 5 Coordenadas del camino vecinal Pampahuasi–Huariños–Santa Virginia	37
Tabla 6 Tramos del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia.....	37
Tabla 7 Población del área de influencia del camino vecinal	39
Tabla 8 Peligros detectados en la zona de estudio	40
Tabla 9 Sismos ocurridos en la región de Huánuco y área de influencia regional	42
Tabla 10 Niveles peligrosidad.....	44
Tabla 11 Niveles de vulnerabilidad.....	46
Tabla 12 Niveles de Riesgo.....	47
Tabla 13 Nivel de Riesgo del proyecto	47
Tabla 14 Factor de seguridad obtenido	50
Tabla 15 Muros de protección	52
Tabla 16 Ubicación de alcantarillas de drenaje.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Matriz de comparación de criterios.	21
Figura 2. Matriz de comparación de criterios.	21
Figura 3. Método para definir el nivel de riesgo.	24
Figura 4. Definición del nivel de Riesgo.	24
Figura 5. Clasificación del peligro según su origen.	25
Figura 6. Tipos de peligro de origen natural.	25
Figura 7. Fenómeno de deslizamiento por inestabilidad de taludes	29
Figura 8. Desprendimiento de masas y rocas en taludes.	29
Figura 9. Procedimiento de análisis de datos	35
Figura 10. Ubicación geográfica de la zona de estudio	36
Figura 11. Camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia.	36
Figura 12. Precipitación máxima acumulada – Estación Huánuco.	38
Figura 13. Zonificación sísmica del distrito de Panao	41
Figura 14. Perfil de la sección transversal modelada.	49
Figura 15. Perfil de la sección en Slide2.	49
Figura 16. Vista de resultados Slide2.	50
Figura 17. Detalle de la sección transversal sugerida	52

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación del nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia debido al fenómeno de deslizamiento de taludes, tratándose de una investigación no experimental con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo. Para tales efectos, se aplicó un análisis de riesgo fundamentado en el uso de factores desencadenantes y condicionantes, así como la valoración de la vulnerabilidad, utilizando para ello el análisis jerárquico multicriterio presentado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres en su Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, teniendo como población de estudio las características del terreno en los 37.89 km que abarca el mencionado camino vecinal. Tras el análisis de las condiciones físicas naturales de la zona de estudio, se tomó como factor de análisis las pendientes del terreno, lo cual tuvo un impacto “Alto” en los cálculos de peligrosidad. Entretanto, la vulnerabilidad resultó “Alta”, considerando que los elementos expuestos están formados por la propia vialidad, representando una amenaza para la población por cuanto se interrumpe el servicio de transitabilidad. En concordancia a lo anterior, el nivel de riesgo resultó ser “Alto”. Este resultado fue comprobado mediante un análisis estructural, encontrando un factor de seguridad frente a deslizamientos menor a 1.25, por lo que no cumple los criterios normativos que regulan la materia. A partir de ello se establecieron medidas de mitigación a considerar en el diseño geométrico de la vía, basadas, principalmente, en el control de las pendientes de los taludes de corte y relleno a lo largo del camino vecinal, así como también la incorporación de elementos de drenaje que faciliten la evacuación de las aguas pluviales.

Palabras clave: Riesgo, peligro, vulnerabilidad, deslizamientos, estabilidad de taludes.

ABSTRACT

The present work had as objective the evaluation of the level of risk present in the Pampahuasi - Huariños - Santa Virginia local road due to the phenomenon of sliding of slopes, being a non-experimental investigation with a quantitative approach and descriptive level. For such purposes, a risk analysis based on the use of triggering and conditioning factors was applied, as well as the assessment of vulnerability, using for this purpose the multi-criteria hierarchical analysis presented by the National Center for Disaster Risk Estimation, Prevention and Reduction. in its Manual for the Evaluation of Risks Caused by Natural Phenomena, having as study population the characteristics of the land in the 37.89 km covered by the aforementioned neighborhood road. After analyzing the natural physical conditions of the study area, the slopes of the land were taken as an analysis factor, which had a "High" impact on the hazard calculations. Meanwhile, the vulnerability was "High", considering that the exposed elements are formed by the road itself, representing a threat to the population since the transit service is interrupted. In accordance with the above, the level of risk turned out to be "High". This result was verified through a structural analysis, finding a safety factor against landslides of less than 1.25, which is why it does not meet the regulatory criteria that regulate the matter. Based on this, mitigation measures were established to be considered in the geometric design of the road, based mainly on the control of the slopes of the cut and fill slopes along the local road, as well as the incorporation of elements drainage to facilitate the evacuation of rainwater.

Keywords: Risk, danger, vulnerability, landslides, slope stability.

INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación son un elemento de vital importancia para el desarrollo de las condiciones socio económicas de una región, sin embargo, tal ideal se encuentra entredicho cuanto se ve afectada la capacidad de movilización de manera rápida y segura. En relación a ello, existen múltiples metodologías para valorar el riesgo de un área o zona determinada, partiendo del análisis de indicadores que miden el grado de predisposición a verse afectados por el efecto de fenómenos naturales o por la acción humana.

En este sentido, el presente estudio de investigación tiene el objetivo de estimar el nivel de riesgo de una vialidad, utilizando para ello el método presentado por el CENEPRED, el cual permite estimar el nivel de riesgo a partir del cálculo de factores condicionantes, desencadenantes, la susceptibilidad y la vulnerabilidad, teniendo como hipótesis de investigación que existe un valor de riesgo “alto” por deslizamientos en el área de estudio, todo lo cual amerita la formulación de medidas de mitigación de riesgo a tomar en cuenta para el diseño geométrico de la vialidad.

El tramo analizado constituye el acceso principal a la Comunidad de Pampahuasi, una vialidad tipo “camino de herradura” con una longitud de 37.89 kilómetros, el cual se encuentra en un moderado nivel de deterioro producto de deslizamientos y aniegos que se presentan a lo largo del camino vecinal. La población beneficiaria que reside en la zona se dedica principalmente a la agricultura y la ganadería, donde el comercio de dichos productos consiste en su principal medio de ingreso económico, teniendo una importancia trascendental que el camino vecinal se encuentre siempre operativo, por lo que la realización de este estudio está orientado a la formulación de soluciones prácticas en beneficio de la sociedad.

De esta manera, se persigue llevar a cabo el reconocimiento de las características de la zona, identificar áreas expuestas a eventos de peligros naturales, y con ello, plantear las medidas estructurales necesarias para mermar el riesgo presente y así lograr conservar la infraestructura durante su funcionamiento. Para lograr dicho objetivo, el presente trabajo se compone de 4 capítulos:

En el capítulo I se muestra el planteamiento del problema, los objetivos planteados, la justificación del estudio y se enuncian las hipótesis de investigación.

En el capítulo II se presentan los antecedentes al problema, el marco teórico que respalda la investigación y la definición de términos básicos.

En el capítulo III se expone la metodología seguida en la investigación y las técnicas utilizadas para la obtención y el procesamiento de los datos.

En el capítulo IV se presentan los resultados de los resultados y la discusión de estos.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Los proyectos de desarrollo de infraestructuras son los que brindan a las sociedades la posibilidad de poseer una elevada calidad de vida, gracias a las mejoras en los servicios públicos que estos proveen. Diversos estudios apuntan a que el desarrollo de infraestructuras está íntimamente asociado con el crecimiento económico, especialmente en países de clase media en vías de desarrollo (1, 2). Esta realidad queda evidenciada en el desempeño infraestructural de países como Alemania, Estados Unidos o Australia, con índices de competitividad en infraestructura vial de 90, 83, 78 puntos respectivamente, mientras que los países de América Latina se encuentran en el rango de 60 a 65 puntos, y países del África Sub Sahariana ostentan una calificación de 45 puntos, de acuerdo al Reporte de Competitividad Mundial del Foro Económico Internacional (3).

De esta manera, la inversión en el desarrollo de infraestructura vial se fundamenta a través de la ejecución de grandes obras de ingeniería, que, en cuanto a su concepción técnica, responden a una serie de parámetros en función de la población a servir, las técnicas constructivas y los materiales a utilizar. Sin embargo, su concepción estaría incompleta si no se presta atención a los riesgos que dichas estructuras son susceptibles de sufrir una vez han sido construidas, entre ellos, los de carácter ambiental y climatológico, cuyas consecuencias se relacionan al deterioro estructural de la capa superficial de las vialidades, así como también la interrupción del servicio debido a aniegos de agua o corrimientos de tierra que bloquean el libre tránsito vehicular y peatonal, trayendo consigo pérdidas económicas significativas (4, 5). Por lo tanto, el análisis de riesgos de un proyecto está orientado a identificar los factores de riesgo que pueden llegar a afectar el funcionamiento de tales estructuras a lo largo de su vida útil (6).

En el Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (7) se ha planteado el objetivo de cerrar las brechas de infraestructuras de acceso a los servicios públicos, para lo cual estima una inversión de 58 mil millones de dólares en el periodo 2016 – 2025 dentro del sector de transportes. Sin embargo, es de hacer notar que el país es susceptible a un amplio repertorio de condiciones naturales que atentan contra la integridad de dichos elementos, tales como los terremotos, lluvias intensas que producen deslizamientos, derrumbes, huaicos, y condiciones

de inundación por el desborde de ríos (6). Aunado a lo anterior, el país está ubicado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona en la cual se producen cerca del 90% de todos los sismos anualmente (8). Por lo tanto, se hace vital la consideración la estimación del riesgo en la formulación de proyectos de infraestructura públicas y privada, con el fin de proporcionar un factor de seguridad mayor para la inversión a realizar. En este sentido, el análisis de riesgos tiene la finalidad de identificar la exposición a situaciones de desastre, a fin de poder acondicionar el diseño de la infraestructura para que esta pueda desarrollarse apropiadamente durante las fases de construcción y operación (9).

Entre tanto, el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao en Huánuco, corresponde a la vía de acceso que comunica a dichas comunidades, tipificado como un camino de herradura con una extensión de 37.89 km, cuyo trazado atraviesa una zona de relieve montañosos con valles estrechos, profundos y empinados, que además se encuentra en estado accidentado, cuyas características ecológicas, geomorfológicas y de uso le confieren una relativa fragilidad, sobre todo en épocas de lluvia. Para su mejoramiento se prevé la ejecución de obras para dotar con las condiciones adecuadas a tal vialidad, cumpliendo con los estándares de diseño pertinentes, caracterizadas en el manual de carreteras del MTC.

Por lo tanto, en el presente trabajo se plantea la identificación y evaluación de riesgos, peligros y vulnerabilidades que experimenta el entorno del área del proyecto, y en base a ello, proponer las medidas de mitigación más apropiadas para disminuir los efectos adversos consecuentes, cuyos resultados se verán reflejados en el diseño de la vialidad para el nuevo camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia.

El diseño geométrico de carreteras se dedica a establecer las características que debe poseer la vía en cuestión para conducir el tráfico adecuadamente, sin embargo, en sí mismo este no toma en cuenta los desafíos que surgen por la exposición a fenómenos naturales que pueden afectar la zona y generar escenarios adversos que pueden interrumpir la funcionalidad de la carretera. Por esta razón se hace necesario el empleo de métodos con los que se pueda identificar estrategias para mitigar la probabilidad de sufrir tales situaciones adversas.

1.1.1. Problema general

- ¿Cuál es el nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Qué nivel de peligro presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?
- ¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?
- ¿Cuáles son las consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de peligro que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.
- Evaluar el nivel de vulnerabilidad que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.
- Establecer las consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.

1.3. Justificación e importancia

El actual camino de herradura que comunica a las comunidades de Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia actualmente presenta una topografía accidentada, de relieves inclinados de altas pendientes, cuya superficie manifiesta además un elevado estado de deterioro, lo cual dificulta el traslado de personas y bienes de manera eficiente y segura. Por lo tanto, la formulación del proyecto para un nuevo camino vecinal, tiene el objetivo de propiciar el crecimiento económico y social de la población, y elevar de esa manera su calidad de vida. Para lograr tal fin, se hace necesario un reconocimiento de las características de las zonas, para identificar las áreas vulnerables frente a posibles peligros naturales (inundaciones, derrumbes,

sismos, entre otros), y con ello plantear las medidas estructurales necesarias para mermar el riesgo presente en el área de estudio, con el fin de preservar la infraestructura vial durante su funcionamiento.

De tal manera, la presente investigación presenta una justificación práctica, por cuanto está orientada a proporcionar soluciones aplicables a la formulación del proyecto para el mejoramiento vial del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, evidenciado en la determinación de los criterios a utilizar en el diseño de la vialidad.

Así mismo, presenta una justificación social, dado que el fin último del proyecto es beneficiar a la población circundante, permitiendo el traslado de bienes y personas de manera segura y eficiente, auspiciando así el desarrollo socioeconómico de la población, lo cual está destinado a elevar su calidad de vida. Por otro lado, presenta una justificación metodológica, dado que para el análisis de riesgos se utilizarán los lineamientos contenidos en el manual presentado por (10).

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis General

- El nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco es alto.

1.4.2. Hipótesis Especificas

- El nivel de peligro que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es alto.
- El nivel de vulnerabilidad que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es medio.
- Existen consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.

1.4.3. Variables

1.4.3.1. Primera variable

Nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes

1.4.3.2. Segunda variable

Diseño geométrico

1.4.3.3. Dimensiones

- Nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes:
Peligrosidad
Vulnerabilidad
- Diseño geométrico:
Parámetros de diseño

La matriz de consistencia y las matrices de operacionalización de las variables pueden verse en los anexos 1, 2 y 3, respectivamente.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Morales y Vries (11), realizaron un estudio para establecer los criterios a utilizar en el mapeo de peligrosidad de origen natural utilizando un proceso analítico jerárquico (AHP), donde se refirieron a los datos de inundaciones, deslizamientos de tierra, terremotos y tormentas, cuyas ponderaciones se determinaron mostrando su importancia relativa a través del juicio de expertos, y cuya representación analítica cuantitativa se llevó a cabo por lo que se conoce como Matriz de Saaty. Como resultado, se llegó a establecer que los principales factores a tomar en cuenta para el análisis de peligrosidad para una región espacial son la topografía y la variación de elevaciones para fenómenos de inundación, las pendientes del terreno para fenómenos de deslizamientos de tierra, la distancia hasta las fallas tectónicas en cuanto a terremotos, y la distancia hasta la línea costera para el caso de tormentas.

Oliva et al. (12), realizaron una investigación en la cual presentaron una metodología para el estudio de riesgos por deslizamiento de taludes, aplicando el estudio de un talud urbano en la ciudad de Tijuana, México, el cual se encontraba adyacente a una zona residencial y una vialidad. En su estudio, el riesgo de deslizamiento de tierra se calculó considerando un análisis de los elementos que condicionan y desencadenan la posible inestabilidad, entre ellos, factores ambientales (topografía, geología, hidrología, vegetación), y factores sociales (demografía, infraestructura, actividades económicas e instituciones sociales presentes). Como resultado, llegaron a determinar el factor de riesgo para la zona analizada, encontrado valores entre 0.17 a 0.40, lo que se considera como riesgo medio a muy alto, teniendo como factor variable la distancia entre las infraestructuras presentes y el talud lateral.

Pollock, Grant, Wartman y Grace Abou-Jaoude (13), realizaron una investigación sobre un método cuantitativo para el análisis de riesgo en la región de montañosa de la república libanesa, a partir de la definición de múltiples escenarios y modos de falla debido a eventos sísmicos y de lluvia, apoyados en un modelo de información geográfica. De esta manera, pudieron correlacionar las pendientes del terreno con la distancia máxima recorrida por las rocas en los movimientos en masa. Como resultado, plantearon las zonas de baja vulnerabilidad en las laderas de montaña, así como propusieron el desarrollo de diversas estrategias de mitigación para zonas urbanizadas, cuyo costo de inversión es confrontado con las posibles

pérdidas económicas en caso de desastre, lo cual es tomado como una herramienta vital para la planeación de proyectos.

Mallick et al. (14), realizaron un estudio de evaluación de la susceptibilidad frente a deslizamientos de tierra utilizando una matriz multicriterio para la región de Abha, Arabia Saudita, en el cual identificaron ocho factores desencadenantes para dicho fenómeno, entre ellos, la pendiente del terreno, la precipitación, la geología, geomorfología, distancia de alineamiento, distancia a los puntos de drenaje de aguas pluviales, el uso del suelo, la cobertura vegetal y la erosión del terreno. La investigación permitió establecer que el análisis jerárquico multicriterio permite identificar de manera confiable aquellas zonas de vulnerabilidad. Como resultado, encontraron que el 15 % de la región de estudio presentaba un riesgo alto y muy alto frente a deslizamientos de tierra.

Vera y Albarracín (15), publicaron un estudio sobre una propuesta metodológica para la gestión integral de los riesgos frente a eventos de inundaciones intensas repentinas y de movimientos en masa, en las técnicas de organización de cuencas hidrográficas, aplicada en la microcuenca de la Quebrada Cay, la cual pertenece a la Cuenca del Río Combeima. Para ello, determinaron la exposición, fragilidad y la capacidad de acondicionamiento y respuesta como factores de vulnerabilidad, para los cuales establecieron una escala de valoración cuantitativa. Encontraron que, para el caso de estudio, la vulnerabilidad resultó ser de un nivel Medio, donde la fragilidad fue el descriptor con el puntaje más alto.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Gómez (16), presento una investigación aplicada, de nivel explicativo, con el propósito de realizar un análisis para determinar el riesgo por inestabilidad de taludes y laderas encontrados en la subcuenca del río Canipaco, en la provincia de Huancayo, por medio de la cual pudo identificar las zonas vulnerables y con ello establecer medidas de prevención de desastres y daños materiales a las zonas agrícolas y urbanas adyacentes, enfocando el estudio en 9 taludes presentes en la zona. Entre sus conclusiones encontró que la vulnerabilidad generada por un talud o ladera inestable disminuye cuando se incrementa la protección del elemento expuesto, lo cual puede lograrse a través de la ejecución de obras complementarias como muros de sostenimiento y sistemas de drenajes, cuando estos se encuentran adyacentes a vialidades terrestres, lo cual podría disminuir la peligrosidad hasta en un 70 %.

Navarro (17), llevo a cabo una investigación aplicada con el objeto de realizar el diseño geométrico de un camino vecinal para mejorar la transitabilidad, en donde además de las características del tráfico, se abocó a analizar las características hidrológicas y la topografía del

terreno a fin de establecer los criterios de diseños a considerar para el drenaje de las aguas pluviales y la protección de taludes a lo largo de la vialidad, lo que consideró como factores muy importantes en la mantenibilidad de la infraestructura vial. En ello, respecto al diseño de la sección transversal de la carretera, el ángulo de inclinación de los taludes se estableció de acuerdo a los datos que resultaron del estudio de suelos, teniendo como referencia los límites de consistencia y el ángulo de fricción, mientras que para el drenaje de las aguas superficiales recurrió a la incorporación de diferentes obras de arte.

Tardeo y Zanabria (18), realizaron una investigación, cuyo objetivo fue determinar el factor de seguridad que presentan los taludes de la zona de Huayllapampa, para lo cual aplicaron el método de Mora Vahrson, el cual toma como datos valores de susceptibilidad como la geología, la pendiente, la geomorfología y vegetación, como también considera la precipitación y sismicidad como factores desencadenantes, cuyo resultado fue contrastado con el cálculo del factor de seguridad mediante un análisis estructural. Encontró que los taludes analizados presentaban cierto grado de inestabilidad, donde los factores internos con mayor ponderación fueron la pendiente y la litología, mientras que, de los factores externos, las precipitaciones no tuvieron gran implicación para la inestabilidad. Los resultados fueron comprobados por métodos determinista, presentando un factor de seguridad menor a 1.25, por lo que se concluye que el método de análisis es congruente con los resultados del análisis estructural. Finalmente, procedieron a proponer medidas de mitigación de riesgo tales como la construcción de anclajes con malla de acero y pernos, y la reforestación del área.

2.1.3. Antecedentes locales

En el 2021, se publicó un informe técnico de la estimación de peligros geológicos por movimientos en masa en la localidad de Nueva Flores, Huánuco, partiendo de la interpretación de los factores presentes en la zona. Considerando que la zona presentaba altas pendientes en el terreno, entre los 25 a 80 grados, comprendido a su vez por sustratos rocosos conglomerados altamente meteorizados, de matriz areno limosa, con zonas que presentaban rastros de acumulación de agua, se concluyó que la zona presentaba un peligro muy alto, principalmente frente a la ocurrencia de lluvias extraordinarias acompañados de sismos potenciales de gran magnitud. Debido a ello, recomendó realizar un tratamiento de taludes con escalonamiento, con zanjas de drenaje para evaluar las aguas de escorrentías (19).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Análisis jerárquico de prioridades

Según Huamán (20), el análisis jerárquico se define como un método de resolución de problemas complejos en los que existen criterios múltiples que pueden combinar lo tangible con lo racional, de manera que, a través de la comparación ponderada de pares o descriptores es posible conseguir un tratamiento objetivo de lo subjetivo; originalmente propuesto por Thomas Saaty en el año 1980, figura como un método cuantitativo para la toma de decisiones basadas en múltiples criterios simultáneamente a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia.

De acuerdo a Nantes (21), el Análisis jerárquico de prioridades o AHP por sus siglas en inglés, es un método que permite fijar diferentes pesos de acuerdo a su importancia a los criterios identificados con los que se quiere calificar los atributos de una alternativa. Dicho de otro modo, permite la toma de decisiones a partir de la comparación de la importancia de un factor respecto a otro, representando el grado de dominancia o preferencia de cada alternativa. De esta manera, el autor establece que el primer paso para el uso de la metodología es seleccionar los factores relevantes a la toma de decisiones, los cuales se deben de acomodar en una estructura jerárquica de criterios que deben ser ponderados en relación a los otros, lo que implica comparar cada combinación posible, utilizando una escala numérica que permite identificar en qué proporción un atributo es preferible frente a otro. La escala característica del método se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. *Escala de comparación jerárquica*

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	Las actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra.
7	Importancia muy fuerte	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica.
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra es absoluta e incuestionable.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes.
Recíprocos	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Cuando i tiene un valor respecto a j igual a un entero de los indicados arriba, entonces el valor de j respecto a i es igual a $1/a$.

Nota: Tomado de Nantes, 2019, p. 58.

Seguidamente se construye la matriz, donde en las filas se coloca la importancia de un ítem frente a otro, en orden ascendente, mientras que en las columnas se coloca el valor inverso, como muestra el ejemplo de la figura 1.

	C1	C2	C3
C1	1	7	9
C2	1/7	1	3
C3	1/9	1/3	1

C1	Pendiente
C2	Precipitacion
C3	Litologia

Figura 1. Matriz de comparación de criterios.

Siguiendo el ejemplo de la figura 1, de la primera fila se lee que el valor de la pendiente (C1) es muy importante comparado a la precipitación (C2), por lo que se asigna un valor de 7, y al mismo tiempo, que la pendiente es extremadamente más importante que la litología (C3), por lo que se le asigna un valor de 9. Por su parte, en la tercera fila se lee que los valores de comparar en orden inverso a los criterios, su ponderación resulta también en el inverso de la calificación. El proceso se repite para formas las matrices de cada uno de los criterios, donde se utilizan los valores que estos pueden tomar, por ejemplo, los valores de pendiente (C1) que podemos encontrar en la zona de análisis. Los pesos ponderados obtenidos para cada criterio forman los rangos de evaluación a utilizar, como muestra el ejemplo de la figura 2.

Pendientes	> 45°	25° - 45°	15° - 25°	5° - 15°	< 5°	Valor de priorización	Rango de evaluación	Calificación
> 45°	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503	0.310 ≤ P ≤ 0.503	Muy Alto
25° - 45°	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260	0.230 ≤ P ≤ 0.310	Alto
15° - 25°	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134	0.068 ≤ P ≤ 0.230	Medio
5° - 15°	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068	0.035 ≤ P ≤ 0.068	Bajo
< 5°	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035		

Figura 2. Matriz de comparación de criterios.

2.2.2. Riesgo

De acuerdo al Ministerio de Energía y Minas (22), el riesgo se puede definir como la probabilidad de que ocurra un efecto generalmente negativo, condicionado por los factores de peligro y vulnerabilidad que presentan los elementos involucrados en dicho fenómeno.

Para Tardeo y Zanabria (18), el riesgo por deslizamiento de taludes se refiere a la posibilidad de que ocurran deslizamientos o movimientos en masa como consecuencia de una serie de factores externos que inciden sobre la estabilidad del terreno, produciendo afectaciones a las zonas aledañas, en especial, cuando estas sirven de emplazamiento a infraestructuras o edificaciones.

Existen diferentes metodologías para el análisis de riesgos, incluyendo a aquellos originados por amenazas naturales, sin embargo, todos plantean el análisis de peligros y vulnerabilidades, pudiendo esto ser de carácter cualitativo o cuantitativo. Los métodos cuantitativos incluyen el uso de análisis estadístico y probabilístico para determinar la ocurrencia de fenómenos, la vulnerabilidad de los elementos de riesgo. Si bien, estos métodos son capaces de aportar un grado superior de objetividad, la frecuente escases de datos dificulta su correcta aplicación. Por su parte, los métodos cualitativos implican la comprensión de los peligros, las zonas y áreas en riesgo y sus vulnerabilidades, pero basados en la práctica y indagación de campo.

CENEPRED (10), determina que el riesgo se calcula en relación al peligro de cierta intensidad asociado a un número de elementos, sean un conjunto de la población, estructuras físicas o actividades socioeconómicas, durante un periodo de tiempo determinado, en relación a la vulnerabilidad de los elementos expuestos, lo cual es expresado de manera matemática mediante la ecuación 1.

$$R_{ie} = f(P_i, V_e)|_t \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

R = Riesgo

f = en función

P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a “i” en un periodo de exposición “t”

V_e = Vulnerabilidad de los elementos expuestos “e”

Para el valor de la susceptibilidad, a los factores condicionantes y desencadenantes se les asigna un peso de 50% a cada factor, utilizando la ecuación 2.

$$\text{Susceptibilidad} = F_c * 0.50 + F_d * 0.50 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Para conseguir los valores de peligro, se multiplica la susceptibilidad por el factor de evaluación, como se muestra en la ecuación 3. Finalmente, con los rangos obtenidos se construye la escala de peligros.

$$\text{Peligro} = F.e.* 0.40 + \text{Suceptibilidad} * 0.60 \quad (\text{Ecuación 3})$$

En este sentido, para el análisis de riesgo se analizan los peligros identificados que tienen lugar y se relacionan con la unidad de análisis, considerando su intensidad, magnitud y tiempo de frecuencia, así como las componentes que implican en la vulnerabilidad, es decir, los niveles y tipos de daños que se pueden suscitar, para lo cual se establecen niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo de “bajo”, “medio”, “alto” y “muy alto”, cuyo valor y características es calculado por medio de la comparación de la exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones físicas, económicas, sociales y ambientales. Así, la evaluación de riesgo se da a través de acciones y procedimientos cuyo objetivo es recabar información del área de estudio con la finalidad de poder recomendar medidas dedicadas a la prevención o mitigación del riesgo, lo cual se puede lograr con la implementación de proyectos estructurales y/o de otras medidas no estructurales (10, 22).

CENEPRED (10), establece un método basado en el uso de matrices de doble entrada, provenientes de un análisis jerárquico de prioridades, también llamado matriz de Saaty. Con la aplicación de este método multicriterio se logra la ponderación de las variables de evaluación de los fenómenos naturales y su vulnerabilidad, denotando el grado o peso de cada variable, con lo cual se admite adjuntar información cuantitativa proveniente de las mediciones de campo, así como también información cualitativa proveniente del nivel de incorporación de los instrumentos de gestión de riesgos, el nivel de organización social, entre otros factores. Así, con los resultados conseguidos de peligrosidad y vulnerabilidad, los datos son interceptados sobre la matriz elaborada, lo que permite obtener el valor del riesgo en el área de estudio, tal como se detalla en las figuras 3 y 4.

		Pesos Ponderados				
		PMA	PA	PM	PB	
Niveles de Peligro	PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
	PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
	PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
	PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503	
		VB	VM	VA	VMA	
		Niveles de Vulnerabilidad				

Figura 3. Método para definir nivel de riesgo. Tomado de CENEPRED, 2014, p. 156.

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Figura 4. Definición del nivel de Riesgo. Tomado de CENEPRED, 2014, p. 156.

2.2.3. Peligro

Se refiere al posible evento de ocurrencia de un fenómeno natural que se manifieste con cierta magnitud en un lugar definido, durante una etapa establecida y al que también se le puede establecer una frecuencia definida. En este sentido, los peligros pueden ser causados por la naturaleza o ser inducidos por acción humana. De manera que, a través del análisis retrospectivo, se identifican los fenómenos que pueden potencialmente poner en riesgo a los elementos objetos de estudio, estableciendo la ubicación geográfica donde tienen lugar los acontecimientos, haciendo revisión de los antecedentes de desastres ocurridos en la zona, sus consecuencias, y las causas de la ocurrencia del peligro (22).

Según su origen, los peligros se pueden clasificar en dos grupos, los ocasionados por fenómenos naturales y los provocados por acciones y/o actividades humanas, tal como se puede mostrar en la figura 5. De igual manera, dentro de los peligros de origen natural, cada uno engloba múltiples categorías, como se muestra en la figura 6. En los anexos 5 y 6 se pueden ver los mapas de información geológica de la región de Huánuco (23).

Así mismo, también es primordial valorar los parámetros que originan dichos fenómenos, estableciendo los criterios que permiten su propia evaluación (mecanismos generadores). Los parámetros generalmente usados se muestran en la tabla 2.

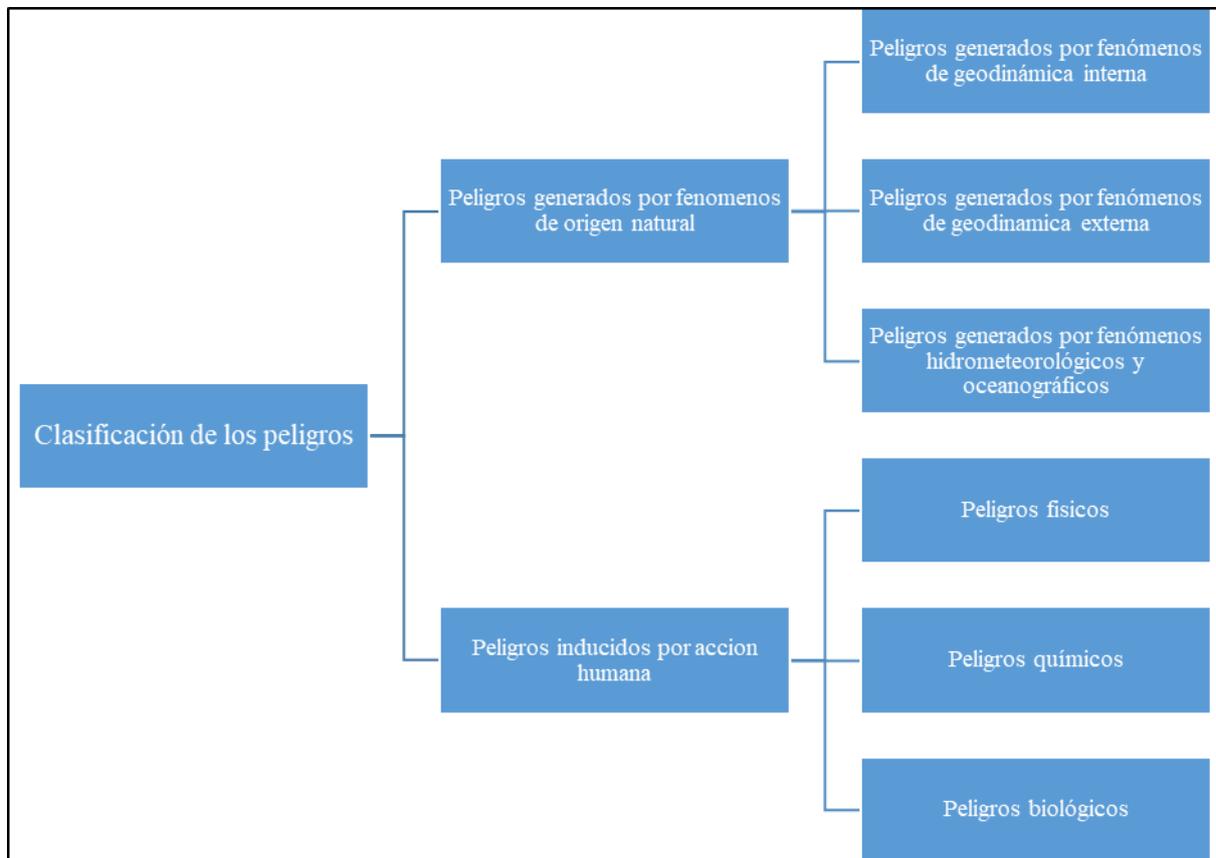


Figura 5. Clasificación del peligro según su origen. Tomado de CENEPRED, 2014, p. 21.

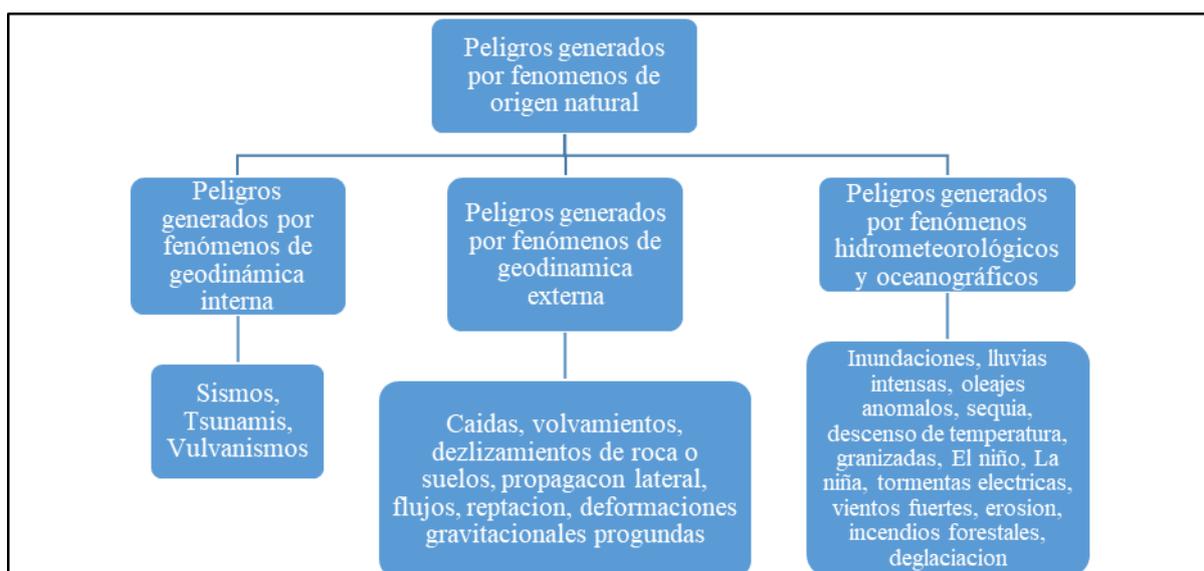


Figura 6. Tipos de peligro de origen natural. Tomado de CENEPRED, 2014, p. 22.

Tabla 2. *Parámetros de valoración de peligros*

Parámetros de evaluación de peligros naturales	
Magnitud	Valor numérico de acuerdo a la escala de medición típica de cada fenómeno
Intensidad	Nivel de afectación o daño
Frecuencia	Número de veces de ocurrencia dentro de un periodo
Periodo de retorno	Tiempo probable en el cual se espera la aparición del evento basado en datos estadísticos
Duración	Tiempo de exposición del elemento al peligro

Nota: Tomado de CENEPRED, 2014, p. 33.

2.2.4. Vulnerabilidad

Es la medida de predisposición que presenta un sujeto o componente a ser perjudicado por la acción de una situación de amenaza (22). En el caso de peligros de origen natural, la vulnerabilidad se entiende como la posibilidad que posee una sociedad expuesta de acuerdo al grado de fragilidad de los servicios básicos, viviendas, actividades económicas, organización social, para soportar perturbaciones o daños, humanos o materiales, expresado en términos de probabilidad (24).

La vulnerabilidad establece un método que sale como resultado de la relación o influencia de elementos externos e internos, los cuales convergen en un área particular. Así por ejemplo, se habla de vulnerabilidad física en relación a la localización de los elementos expuestos; la vulnerabilidad estructural se refiere a la falta de implementación de códigos de construcción y materiales adecuados, lo cual compromete la integridad y desempeño de la estructura frente a situaciones adversas; la vulnerabilidad económica o social se expresa como la debilidad de las comunidades e instituciones de afrontar situaciones críticas, debido a la insuficiencia de ingresos económicos que permitan sortear las dificultades presentadas, el escaso acceso al servicio de atención de salud pública y educación, el poco compromiso político, entre otros factores recurrentemente atribuidos en mayor medida a lugares de gran pobreza (11, 24).

Entre los elementos de análisis de la vulnerabilidad se considera las siguientes definiciones, según CENEPRED (10):

- **Exposición:** se refiere al factor de ubicación de los elementos que rodean al ser humano en la línea de influencia de una situación de peligro. La exposición a fenómenos

perjudiciales se relaciona con el crecimiento demográfico no planificado, al manejo inadecuado del ordenamiento territorial o a la falta de medidas de progreso en políticas económicas y sociales de desarrollo sustentable. A mayor exposición, mayor es el grado de vulnerabilidad (10).

- Fragilidad: se refiere a la situación de debilidad relativa que presentan los elementos que rodean al ser humano frente al peligro, centrada en las características físicas tangibles. Se relaciona directamente con el uso de técnicas constructivas inadecuadas, materiales precarios, y demás. A mayor fragilidad, mayor es la vulnerabilidad (10).
- Resiliencia: se refiere a la capacidad de recuperarse después de la ocurrencia de un peligro, por lo que se asocia a las condiciones sociales, en especial, al nivel de organización que posea una población. A mayor resiliencia de un elemento, menor es la vulnerabilidad que este presenta (10).

2.2.5. Resiliencia en infraestructuras de transporte

La resiliencia se entiende como la capacidad relativa a la absorción, adaptación y recuperación ante eventos adversos, por lo que el concepto es ampliamente aplicable a una entidad, activo individual u organización social; del mismo modo, se habla de resiliencia en infraestructuras cuando estas poseen la capacidad de soportar interrupciones o cualquier perturbación que afecte su funcionamiento ordinario, pudiendo actuar eficazmente frente a momentos de crisis. En este sentido, la infraestructura de transporte es resiliente para brindar servicios durante y después de eventos adversos, para asegurar su continuidad o restaurarlos en el corto plazo y para mantener el nivel de servicio requerido (25).

Las infraestructuras de transporte, sean vialidades, puentes, túneles, entre otros, están diseñados para largas vidas operativas, por lo que son susceptibles de sufrir el impacto de diversas condiciones climáticas adversas tanto en su fase de construcción como en el periodo de explotación, lo que ultimadamente genera costos económicos asociados a la reparación del daño recibido como a los efectos generados por la interrupción del servicio. De modo que, una buena gestión de la infraestructura, en miras de blindarla durante la ocurrencia de fenómenos de origen natural, debe ser el resultado de la evaluación de diferentes riesgos, donde si bien no se puede ofrecer un cien por ciento de resiliencia, se puede lograr el balance entre los recursos disponibles y las metas a corto, mediano y largo plazo (1). Mayores niveles de resiliencia necesitan de mayores montos de inversión y mantenimiento vial, mientras que menores niveles son capaces de conllevar a mayores costos de reparaciones ante el impacto de eventos

catastróficos. En la práctica, las estrategias para gestionar los riesgos pasan por evitarlos, controlarlos o transferirlos (26).

Cuando espacios de baja resiliencia y alta vulnerabilidad coexisten, las expresiones naturales como lluvias, sequías o deslizamientos se transforman en peligros que azotan las esferas económicas, sociales y organizacionales de una comunidad. Por lo tanto, la gestión de riesgos se ofrece como medida que se orientan al manejo de tareas organizadas para prevenir y dar respuesta a las situaciones de riesgo (22). Las estrategias tradicionales para la mitigación de riesgos están centradas en obtener sistemas físicos resistentes a las fuerzas de impacto del desastre, pues su falla funcional resulta en lesiones y daños inmediatos que ultimadamente afectan a los usuarios. Así, por ejemplo, de las infraestructuras de transporte disponibles, las vías son las más propensas a verse afectadas por desastres naturales, debido a su extensión a lo largo de todo el territorio. En cuanto a ello, el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) (25) establece diversos riesgos asociados a las infraestructuras viales, los cuales pueden apreciarse en la tabla 3.

Tabla 3. *Riesgos climáticos para la infraestructura vial*

Impacto climático	Impacto para la infraestructura
Precipitación intensa	Riesgo de inundación
Inviernos más húmedos y veranos más secos	Mayores caudales de agua bajo puentes
Temperaturas más altas	Mayores daños a la superficie de la carretera

Nota: Tomado de OSITRAN, 2021, p. 21.

2.2.6. Estabilidad de taludes

Hablar de la estabilidad de taludes se traduce en encontrar la altura crítica del talud o la carga de colapso, para una geometría y características de suelo dados, todo lo cual implica un estudio en el que se debe de caracterizar la resistencia, establecer el perfil del talud, y las condiciones de filtración y aguas subterráneas, con lo que finalmente se obtiene el factor de seguridad presente. De manera general, los taludes están sujetos a empujes naturales la cual puede desencadenar que partes del suelo se deslicen hacia abajo. Tal desequilibrio puede producirse por el aumento de las cargas de servicio, la baja resistencia al corte del suelo, o por razones de conformación geológica (18). Las figuras 7 y 8 ilustran los fenómenos de desprendimiento de masas relacionados a la inestabilidad de taludes (10, 16).



Figura 7. Fenómeno de deslizamiento por inestabilidad de taludes. Tomado de CENEPRED, 2014, p. 68.



Figura 8. Desprendimiento de masas y rocas en taludes. Tomado de INGEMMET, 2021, p. 28.

Entre los factores que influyen en la estabilidad se encuentran:

- La litología: cuando un talud está conformado por varias clases de roca, la conducta del talud es diferente si se trata de cada roca de forma independiente. De esta manera, el comportamiento depende de la composición mineralógica, la textura, el tamaño, la forma y la cimentación de las partículas.
- La estructura geológica: se refiere a la conexión que existe entre la disposición geométrica de materiales expuestos en relación con la orientación, pendiente y altura del talud natural.
- La geomorfología: refleja los procesos que operan actualmente en el talud, así como los procesos que han afectado al talud en el pasado, y el análisis de estos procesos proporciona información sobre el comportamiento futuro.

- La pendiente y el relieve: estos factores determinan el comportamiento del deslizamiento debido a la inestabilidad del suelo provocada por el deslizamiento, que es uno de los factores más utilizados en la mayoría de los métodos de diseño de taludes.
- Cobertura vegetal: aunque no es un factor determinante a la hora de estimar la estabilidad de los taludes, el efecto que proporciona la capa vegetal está relacionada a la capacidad de cohesión entre partículas que proporcionan las raíces de la vegetación, así como la de favorecer la absorción de agua superficial, disminuyendo los efectos de erosión.
- El estado de meteorización: la erosión cambia la forma geométrica de un talud, y con ello, las cargas a los que está sujeto, por lo que se modifican las condiciones iniciales según las cuales fue diseñado.
- El clima y la hidrología: durante las lluvias, el agua absorbida por los taludes modifica la distribución de fuerzas ligadas al peso en masa y la resistencia al cortante, la cual puede causar daño estructural.
- La actividad sísmica: los sismos, se suman a la dinámica ya presente en la pendiente, creando fuerzas de corte adicionales que pueden debilitar el suelo. También es posible desencadenar fenómenos de licuación.

Así mismo, en función del material constituyente del terreno, es posible considerar las pendientes mínimas que deben poseer los taludes de corte y relleno empleados en la construcción de la carretera a partir de los datos contenidos en la tabla 4.

Tabla 4. *Pendientes recomendadas para la conformación de taludes*

Tipo de material	Pendientes según altura del talud			Recomendación
	Hasta 5m	De 5m a 10m (*)	Mayor a 10m (*)	
Cenizas volcánicas	0.25 : 1	0.25 : 1	0.25 : 1	Construir bermas a la mitad de la altura cuando exista flujos de agua
Rocas graníticas fracturadas	0.5 : 1	0.5 : 1	0.5 : 1	Remover bloques sueltos fracturados
Calizas intemperizadas y fracturadas	0.75 : 1 0.5 : 1	0.75 : 1 0.5 : 1	0.5 : 1	Talud para ángulos de buzamiento no mayores a 30°
Lutitas fusibles y fracturadas	0.5 : 1	0.5 : 1	0.5 : 1	Asegurar la impermeabilización cuando se construyan contracunetas
Conglomerados, áreas y arcillas	1 : 1	1 : 1	1 : 1	Estabilizar la ladera desde el pie. Utilizar cobertura vegetal adecuada. Encausar las aguas de lluvia. Asegurar el drenaje de aguas subterráneas
Terraplenes	1.5 : 1	1.5 : 1	1.5 : 1	Priorizar la compactación. Impermeabilizar bermas. Colocar cubiertas vegetales

Nota: * = Requiere el uso de banquetas a media altura. Adaptado del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, por Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015, p 114.

Adicionalmente, se suelen considerar los siguientes criterios:

- Tomar en cuenta la composición del material constituyente del terreno en el área de estudio para el diseño de los taludes de corte y relleno de la carretera, para lo cual se emplea la información de la tabla 4. En las laderas que tengan una pendiente igual o mayor de 1:0.5 se recomienda la construcción de terrazas.
- El material suelto se volverá a compactar al mismo tiempo que se coloca el material de terraplén al mismo nivel.
- Los terraplenes de roca generalmente deben construirse en capas sucesivas de 18 pulgadas o menos y deben extenderse en todo el ancho de la sección típica. Cada capa

debe construirse de modo que los espacios entre las piedras grandes se llenen con piedras más pequeñas y sus fragmentos.

- Los terraplenes de tierra deben colocarse en capas en todo el ancho de un tramo de carretera típico y en una longitud que pueda irrigarse y compactarse mediante los métodos prescritos.
- Si se requieren muros de contención, considere el tipo de suelo sobre el cual se construirán los muros de contención para evitar posibles deslizamientos de tierra. También se deben incorporar elementos de drenaje para evitar la erosión.

2.3. Definición de términos básicos

- **Camino de herradura:** Vía terrestre utilizada para el tránsito de peatones y animales, encontrado usualmente entre comunidades rurales (26).
- **Red vial vecinal:** conformada por las vías locales cuya función es la de articular la comunicación terrestre entre los grandes centros poblados, generalmente, a las capitales de provincia con las capitales de distritos (26).
- **Talud:** Paramento o superficie inclinada que hace de límite lateral a una sección de corte o terraplén. Son formados por la naturaleza a través de la historia geológica, aunque también pueden producirse por la intervención del hombre, ejecutados comúnmente en la construcción de carreteras y canales hidráulicos (26).
- **Terraplén:** Explanada de material granular de relleno situado sobre el terreno natural. Se utiliza en la conformación de la vía en secciones donde se requiere nivelar la superficie del terreno (26).
- **Banqueta:** Se refiere a la terraza construida en la parte superior de un talud, con la función de estabilizar el terreno cuando las pendientes y alturas a superar son de gran magnitud (26).
- **Muro de contención:** Elemento que cumplen la función de garantizar la estabilidad del terreno cuando este se encuentra generalmente en estado suelto, o cuando pelagra su estabilidad por la acción de factores externos (26).
- **Movimiento en masa:** fenómeno de desprendimiento y precipitación de masas de piedra y tierra (26).

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. Método de investigación

En el presente estudio de investigación se aplica el método deductivo, el cual se basa en extraer una conclusión en base a premisa o proposición que se asume como verdadera, lo cual se caracteriza por ir de lo general a lo particular (27). En este sentido, se analizan las condiciones del terreno presente en el área de espacio de estudio y se realiza el análisis de riesgos aplicado al deslizamiento de taludes y las consideraciones para el diseño geométrico de la vialidad.

3.1.2. Tipo de investigación

Se considera de tipo aplicada, pues los resultados son conducentes a soluciones prácticas, no conducentes a la formación de teorías. Así mismo, la investigación emplea un enfoque cuantitativo, pues se vale de métodos numéricos para el análisis de los datos (28).

3.1.3. Nivel de investigación

Se emplea un nivel descriptivo, partiendo de datos recolectados como evidencias respecto al tema de investigación que describen las condiciones presentes en la zona (pendiente del terreno, sismicidad, tipo de suelo, entre otros), utilizando estos para la comprobación de las hipótesis formuladas (28).

3.2. Diseño de la investigación

La investigación presenta un diseño no experimental, definida como aquella donde las variables no son manipuladas de manera directa por el investigador (28).

En cuanto al desarrollo de la misma, se procedió a calcular la valoración del riesgo en base al peligro y la vulnerabilidad, para lo cual se analizaron las características de la zona de estudio, considerando datos tales como sismos, fallas geológicas, pendiente del terreno, precipitación e inundaciones, lo cual permitió evaluar los elementos que condicionan y desencadenan las situaciones de peligro, así como el nivel de vulnerabilidad de los elementos que se encuentran el peligro, siendo ponderado de manera cuantitativa mediante una matriz de

análisis multicriterio que permitirá fijar el nivel de riesgo, siguiendo la metodología planteada según CENEPRED (10).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Como población de estudio se tiene el camino vecinal que comunica la población de Pampahuasi hasta Santa Virginia, en el distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huanuco.

3.3.2. Muestra

Como muestra de investigación, se tiene una longitud de 37.89 Km del camino vecinal, que recorre las localidades de Pampahuasi, Huariños, Santa virginia, hasta Puente Matilde.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó el método del análisis documental, mediante el cual se obtuvieron las características geomorfológicas e hidrográficas de la región, así como características demográficas de las poblaciones ubicadas en la zona de estudio. Entre las fuentes se encuentran:

- Cartas nacionales – Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Información pluviométrica de estaciones meteorológicas (29).
- Datos poblacionales del Censo Nacional 2017 (31).
- Procedimiento y ponderación de descriptores del análisis de riesgos (10).
- Manual de carreteras: Diseño geométrico (MTC)

Adicionalmente, se utilizó también el método de indagación directa, mediante una visita de campo, haciendo un recorrido a lo largo del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, para constatar las características de la zona (taludes laterales a la vía, tipo de suelo), utilizando para ello las fichas de recolección de datos contenidas en el anexo 4. En cuanto al procedimiento del análisis de riesgo, se manejó la metodología contenida en (10), el cual consta de los siguientes pasos:

- Propiedades del área de estudio: marco de referencia con datos de la zona a analizar.
- Determinación del nivel de peligrosidad: elección de factores de análisis (intensidad, tiempo retorno, factores desencadenantes y condicionantes), evaluación de la susceptibilidad.

- Análisis de vulnerabilidades: revisión de factores de susceptibilidad, identificación de perjuicios que puedan acaecer.
- Determinación de los valores de riesgo
- Proposición de medidas de atenuación de los riesgos

3.5. Técnicas de análisis de datos

Los métodos empleados para el proceso y análisis de datos consistieron en la estadística descriptiva, a través del uso de las matrices de doble entrada contenidas en (10), las cuales se basan en un análisis de ponderación jerárquica (matriz de Saaty). Como herramientas, la información fue procesada con ayuda de tablas y gráficos elaboradas en el programa Excel. El proceso se ilustra en la figura 9.

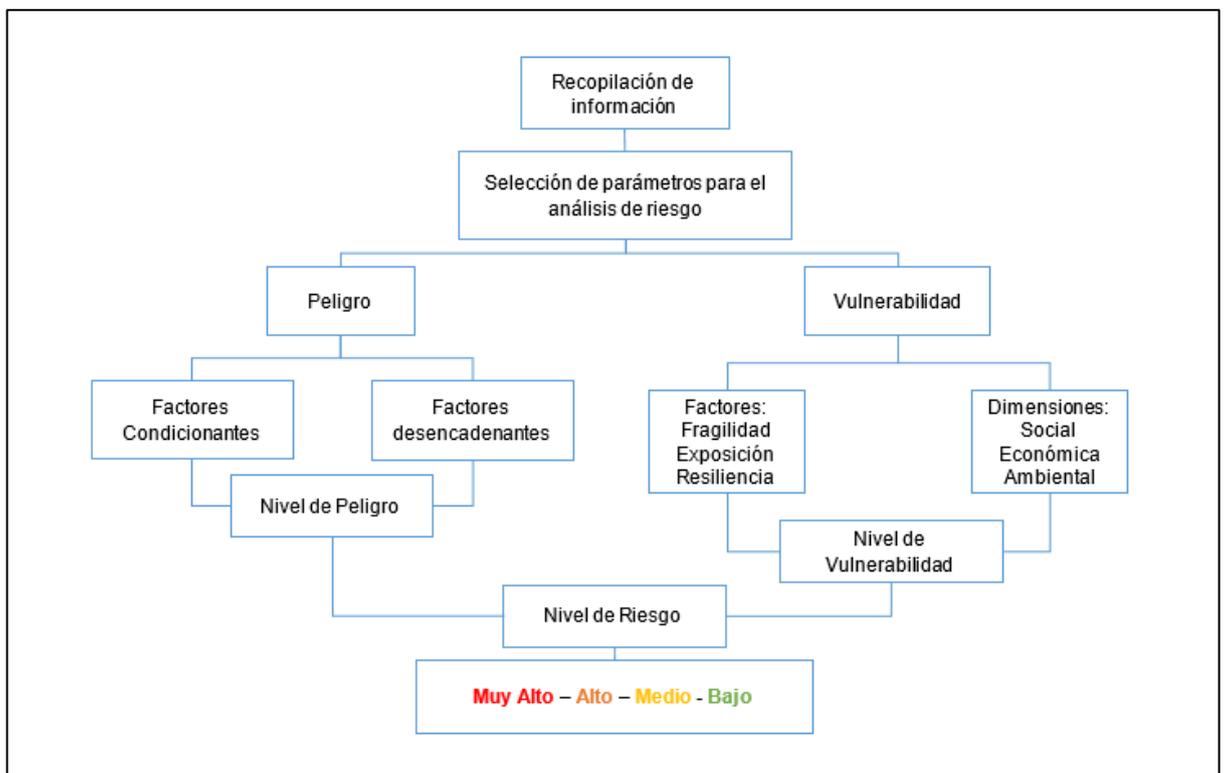


Figura 9. Procedimiento de análisis de datos.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Análisis del área de intervención

4.1.1.1. Ubicación y delimitación geográfica

La zona en estudio está ubicada entre las localidades de Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, Puente Matilde, del Distrito de Panao - Provincia de Pachitea en la Región de Huánuco, en la parte central del Perú, como se detalla en las figuras 7, 8 y la tabla 4.

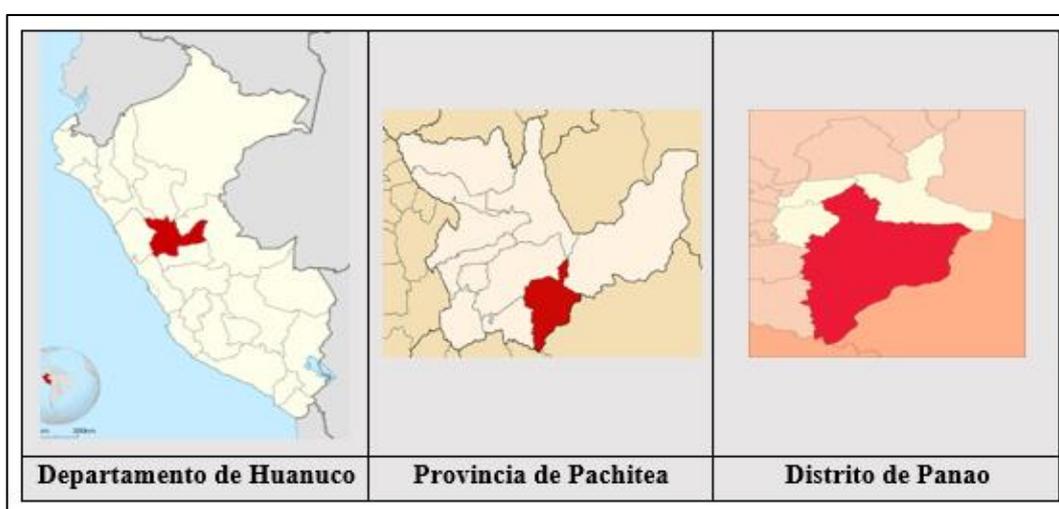


Figura 10. Ubicación geográfica del lugar en estudio.

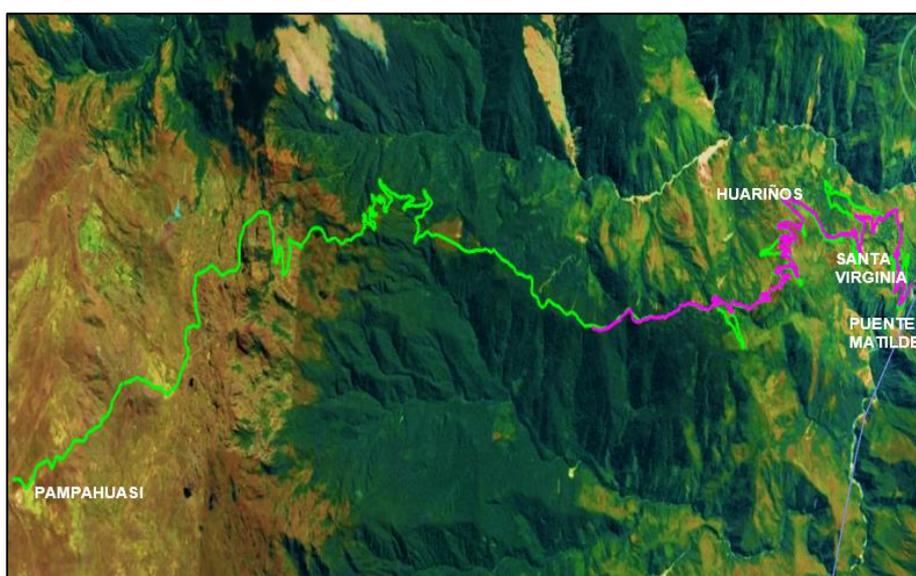


Figura 11. Camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia.

Tabla 5. *Coordenadas del camino vecinal Pampahuasi–Huariños–Santa Virginia*

Punto de Ubicación	Coordenadas UTM - WGS84 – 18S	
	Este	Norte
Pampahuasi	410282.000	8880272.000
Huariños	422185.877	8885488.515
Santa Virginia	423638.000	8885129.000
Puente Matilde	424886.981	8884910.345

El tramo en estudio constituye el acceso principal a la Comunidad de Pampahuasi, lo que determina la gran importancia a nivel de desarrollo en su transitividad. Dicho camino vecinal lo conforma una vialidad tipo “camino de herradura” con una longitud de 37.89 kilómetros (tabla 5), el cual actualmente se encuentra accidentado, dificultando el desplazamiento de manera efectiva, sobretodo en épocas de lluvia.

Tabla 6. *Tramos del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia*

Tramo	Km	Tipo de vía
Pampahuasi - Huariños	27.80 km	
Huariños –Santa Virginia	3.00 km	Camino de
Santa Virginia – Puente Matilde	7.09 km	herradura
Total	37.89 Km	

Los tramos presentan una topografía accidentada, presentando pendientes transversales de magnitud media, con quebradas y elevadas cumbres rocosas que circundan los anexos en mención; la zona se presenta ondulada, con relieve abrupto variable.

4.1.1.2. Características físicas naturales

- **Clima**

El clima en el área se ve influenciado por su ubicación próxima a la cordillera de Los Andes, entre 3738.869 msnm en el sector de Pampahuasi, y 1099.341 msnm al final del Trazo de la carretera en el Puente Matilde, de modo que generalmente el ambiente se presenta semi frío seco, con temperaturas variables entre 7 y 16 °C. En los tiempos de precipitación (meses de febrero, marzo, abril y mayo), alcanza niveles de escorrentía de entre 1,000 y 1,800 mm/año, sin embargo, en las zonas ubicadas entre los 2,500 y 3,500 m.s.n.m., se suele presentar una mayor pluviosidad (29). La figura 7 muestra el registro de precipitación máxima en los últimos años.

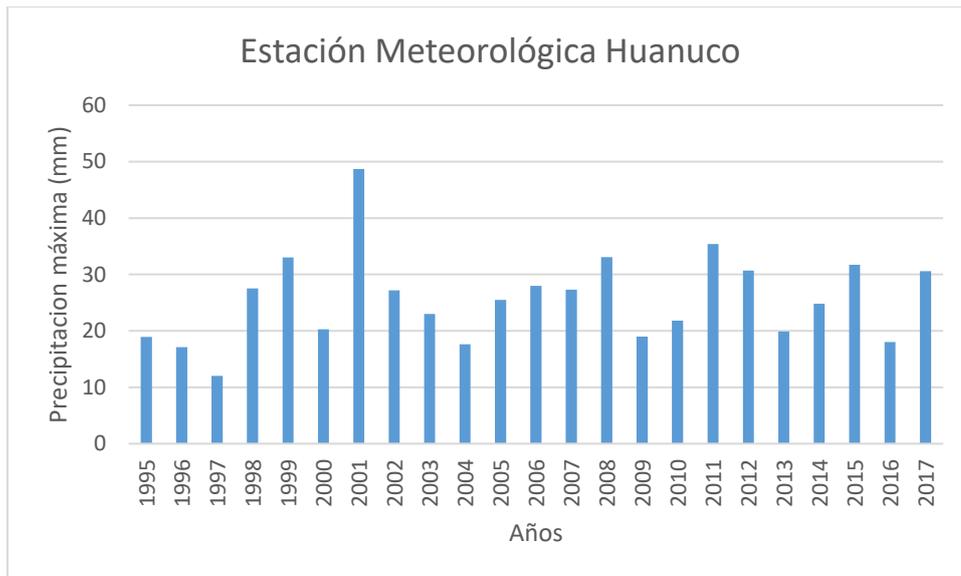


Figura 12. Precipitación máxima acumulada – Estación Huánuco. *Nota:* Con información de los Datos Hidrometeorológicos a Nivel Nacional. Tomado de Ministerio del Ambiente, 2021, p. 1.

- Geología

Presenta una unidad geográfica de formación chonta, su presencia esta ligada a la cordillera Sub Andina, en forma de orlas alargadas, estas en su conjunto conforman una cadena de montañas carticas, cuyos surgimientos fueron alterados por fallas y plegamientos. Su complejión litológica está compuesta por sucesiones calcáreas como calizas micriticas y bituminosas, margas y niveles arcillosos como lutitas y limoarcillitas gris verdosas. Estas se hallan interpuestas con delgadas capas de areniscas cuarzosas blanquecinas a cremas.

- Geomorfología y geodinámica

La geología del área en estudio se identifica por la presencia de terreno de material rocoso y arcilloso, así como terrenos residuales por la presencia de un afloramiento de agua, y otros materiales de diferente naturaleza, origen y edad cronológica. El lugar en estudio topográficamente muestra desniveles en las pendientes del cerro, taludes que oscilan entre 15° y 30°, localmente y en sectores colaterales pendientes medianamente abruptas que varía entre 20° - 40°(Anexo 7). En laderas y colinas se presentan ondulaciones provocadas por la erosión y la escorrentía de aguas superficiales. Así mismo, existen áreas inundables debido a la altitud y a la distancia en que se encuentra las partes inferior y central de las laderas.

Tras la inspección a la zona de estudio, muestran desperfectos tales como deslizamientos en los taludes y la plataforma existente en el tramo existente como trocha carrozable.

En las cunetas y pases de agua, el desarrollo de las cuales se relaciona con procesos naturales y con procesos constructivos.

- Suelos

Los suelos predominantes son de origen residual, es decir, están completamente meteorizados. Según la clasificación de suelos, predominan los tipos “SM”, “GM”, “GC”, “Arena limosa” y “Gravas con limos y arcillas” (Anexo 8 y 9). Así mismo, se observaron las siguientes características:

- El tipo de suelo por el que atraviesa la carretera local consiste principalmente en depósitos coluviales y suelos residuales.
- Se encuentran rastros de flujo de agua superficial, concentrados en cauces, formando zanjales, que suelen encontrarse en suelos residuales pobremente cementados constituidos principalmente por limos y arenas, particularmente de grano fino, especialmente cuando se ha eliminado la vegetación superficial.
- Se encuentra evidencia de erosión en las laderas. La exposición directa al medio ambiente ha ocasionado el proceso de intemperización de la roca y el suelo.
- Se observó el efecto de socavación a los pies de los taludes debido a la falta de obras de drenaje.

4.1.1.3. Aspectos socio económicos de la población beneficiaria

El camino vecinal estudiado, que conecta a las localidades de Pampahuasi, Huaríños y Santa Virginia, beneficia a 1,075 habitantes, según datos del INEI, como se muestra en la tabla 6. Entre las actividades económicas practicadas predomina la ganadería y la agricultura, orientada principalmente al autoconsumo. De estos factores, la ganadería es la que muestra signos de comercialización por medio de la venta de productos primarios (carne de ganado vacuno, ovino y caprino) así como de productos derivados (quesos, leche). Por tal motivo, la capacidad de transporte del camino vecinal surge como tema de vital importancia como medio de movilización comercial.

Tabla 7. *Población del área de influencia del camino vecinal*

Centro poblado	Población	Ubicación relativa
-----------------------	------------------	---------------------------

Pampahuasi	77	Progresiva 0+000
Huariños	87	Progresiva 27+700
Santa Virginia	374	Progresiva 30+800
Nueva Santa Virginia	500	Progresiva 33+700
Bajo Santa Rosa (Puente Matilde)	37	Progresiva 34+250
Total	1,075	

Nota: con información del directorio nacional de Centros Poblados. Tomado de Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018.

Según datos censales del INEI, el 80% de la población percibe una remuneración mensual por debajo del salario mínimo vital, por lo que se considera a las poblaciones mencionadas en situación de extrema pobreza. Por su parte, la localidad de Santa Virginia cuenta con un Puesto de Salud para atender a la población aledaña. Así mismo, se cuentan con 7 instituciones educativas, tres ubicadas en Santa Virginia, dos en la localidad de Pampahuasi, 1 en Huariños, y una en Bajo Santa Rosa (30). En cuanto a las infraestructuras de servicios básicos, las comunidades se proveen de agua directamente de manantiales en la zona, y no cuentan con sistema de alcantarillado para la recolección de excretas, por lo que la población realiza sus necesidades a campo abierto. Finalmente, el 80% de la población dispone del servicio de suministro eléctrico. En cuanto a la organización social, se tiene la presencia de un Teniente Gobernador, un agente municipal, y la Asociación de Padres de Familia, todos los cuales velan por el progreso y el bienestar de la población (31).

4.1.2. Identificación de peligros

En función de las condiciones físicas naturales encontradas en la zona, los peligros identificados con influencia en el lugar de investigación se resumen en la tabla 7.

Tabla 8. *Peligros detectados en el lugar de investigación*

Tipo de fenómeno	Peligros presentes
Fenómenos de geodinámica interna	Sismos, fallas geológicas
Fenómenos de geodinámica externa	Deslizamientos de tierra, huaycos, erosión
Fenómenos Meteorológicos	Desborde de ríos y quebradas

4.1.2.1. Fenómenos de geodinámica interna

- Sismos

La ubicación geográfica del Perú en el contexto tectónico mundial conocido como “Anillo de Fuego del Pacífico” y la presencia de la placa litosférica de Nazca, la cual se encuentra sumergida bajo la placa litosférica Sudamericana, hacen del Perú una región con un alto índice de actividad sísmica (6). De esta manera el Reglamento Nacional de Edificaciones (32), permite clasificar las regiones del país de acuerdo al nivel de sismicidad que históricamente han presentado. En este sentido, en relación a la región de estudio, la figura 10 muestra la información correspondiente al distrito de Panao.

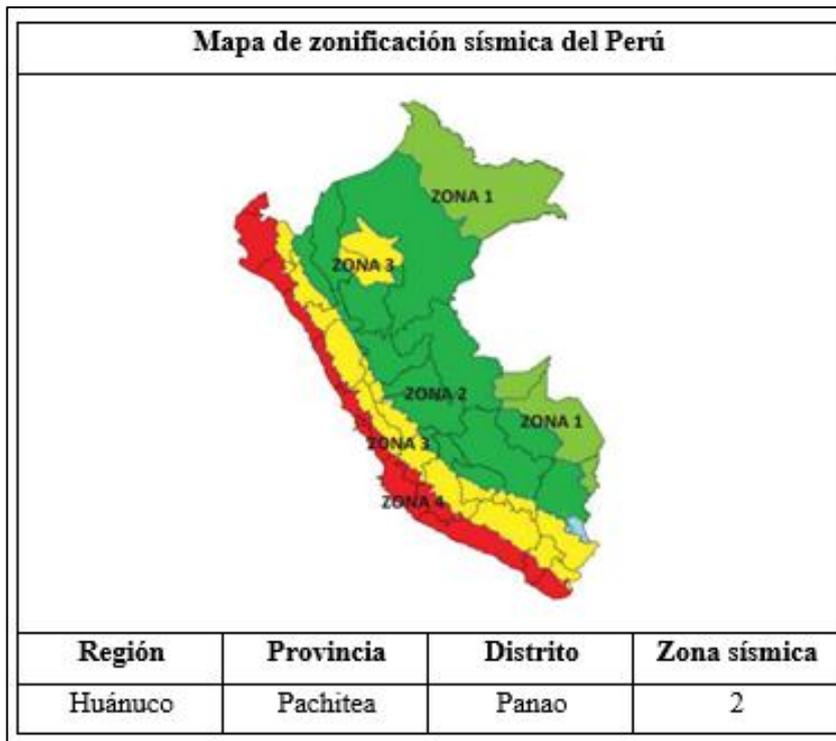


Figura 13. Zonificación sísmica del distrito de Panao. Adaptado de la norma técnica E.030 “Diseño sismorresistente”. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019.

Se observa que el lugar de investigación, la cual se encuentra situado en ámbito del Distrito Panao, cuenta con un nivel de sismicidad de grado “2” en base a la aceleración máxima horizontal del suelo. En correspondencia con lo anterior, se presenta un resumen de los sismos ocurridos en la región de estudio (tabla 8), cuyos efectos se relacionan con los fenómenos de geodinámica descritos.

Tabla 9. *Sismos ocurridos en la región de Huánuco y área de influencia regional*

Fecha	Localidad	Intensidad	Observaciones
16/11/1907	Costa entre Lambayeque y Casma	VII	El movimiento sísmico sacó de su lecho al río Aynamayo, cambiando su curso
24/12/1937	Vertiente oriental de la cordillera oriental	X	Efectos destructores para muchas construcciones de adobe o tapial. En los caminos de herradura a Huancabamba se produjeron grietas y derrumbes de los cerros
02/07/1938	Valles Mantaro y Chancamayo	VII	Se registraron derrumbes en varios cerros por las fuertes sacudidas debido al sismo
21/08/1945	Cerro de Pasco y San Ramon	IV	El movimiento afectó a varias poblaciones de la Sierra Central, con un área de percepción de unos 210,000 km ²
01/11/1947	Zona central del Perú	X	Se observaron infinidad de derrumbes y desprendimientos en zonas boscosas. La carretera de penetración hacia Satipo fue destruida en varios tramos. Se reportaron además numerosos daños a las construcciones de adobe
22/05/1955	Satipo	VII	Se reportó la caída de varias paredes en el pueblo de Andamarca
29/10/1956	Huanuco, Tingo Maria	VI	Sismo ligeramente destructor en Huanuco. Área de percepción de 122,000 km ²
03/03/1962	Junin	VII	Destrucción y agrietamientos en edificaciones de adobe y piedra, así como deslizamientos en las partes altas de Yungay
17/10/1966	Lima	IX	Efectos de destrucción en toda la franja litoral entre Lima y Supe. Se registraron unas 100 personas fallecidas
23/07/1969	Andes Orientales	5.6	Ligeros daños a las construcciones rurales. Se registraron también movimientos de tierra y un desplazamiento vertical del terreno en las faldas del nevado Huaytapallana
10/06/1971	Zona central del país	VI	Sismo de gran intensidad que se sintió fuertemente en Huánuco. Se reportó el deterioro de varias casas rurales antiguas en la región de Pasco.
22/03/1972	Juanjuí y Saposoa	IX	Fuerte sismo que dejó alrededor de 500 viviendas inhabilitadas. El sismo también precipitó el derrumbe de taludes de los cerros cerca de Saposoa.
25/09/2005	Lamas - Moyobamba	VI	Fuerte sismo en la región oriental del Perú, donde se reportó el desplome y daños mayores en un gran número de viviendas, construidas en su mayoría de adobe. Se presentó un deslizamiento en el sector del valle de Huacrachuco, con derrumbes también en la carretera entre Sihuas y Tayabamba

Nota: Adaptado del Catálogo General de Isosistas para Sismos Peruanos, Ministerio del Ambiente, 2016.

Según lo expuesto en las líneas anteriores, la región de estudio se ha encontrado afectada con múltiples eventos sísmicos, de intensidad media a alta, donde en reiteradas ocasiones se reportaron fenómenos de deslizamiento y derrumbes que afectaron las vías de comunicación, además de reiterados daños y derrumbes de viviendas.

4.1.2.2. Fenómenos de geodinámica externa

- Deslizamientos de tierra

La zona que recorre el camino vecinal de Pampahuasi, Huariños y Santa Virginia, es atravesado recurrentemente por quebradas y zonas de flujos de agua, donde históricamente se han registrado derrumbes, remoción de masas y huaycos esporádicos, cuyos efectos se ven potenciados por las pendientes transversales del terreno, las cuales oscilan entre 15° a 50°. En la zona predominan las rocas intrusivas, areniscas y conglomerados, que por meteorización generan un suelo rojizo de matriz arcillosa (19). En las inspecciones de campo se evidenció que la cobertura vegetal es escasa en tramos donde la acción humana intervino debido a que se realizaron campos de cultivos y zonas de pastoreo de ganado ovino . Así mismo, en el sector de Santa Virginia, se hallaron indicios de movimientos en masas y deslizamientos, cuya ocurrencia se relaciona con la aparición de lluvias y el desborde de riachuelos y quebradas de la zona.

4.1.2.2. Niveles de peligro

Para la determinación de los valores que se presentan por efecto del deslizamientos y caídas de rocas a lo largo del camino vecinal, se construyen los pesos ponderados para los parámetros relacionados a la inclinación del talud, el tipo de suelo, la erosión y la velocidad de desplazamiento, como se muestra en el anexo 11. Con los resultados obtenidos se establecen las escalas de los niveles de peligrosidad para movimiento de masas, para mayor detalle en la tabla 10.

Tabla 5. Niveles peligrosidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas). Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII. Pendiente 25° a 45°.	0.260 ≤ R < 0.503
PELIGRO ALTO	Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión. Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X. Pendiente 20° a	0.134 ≤ R < 0.260
PELIGRO MEDIO	30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados. Sismo: 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad, intensidad VI, VII y VIII. Pendiente	0.068 ≤ R < 0.134
PELIGRO BAJO	menor a 20°, Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados. Sismo: menor a 4.4: Sentido por mucha gente, intensidad menor a V	0.035 ≤ R < 0.068

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014, p. 117.

De manera individual, al analizar los fenómenos naturales de ocurrencia dentro de los límites del proyecto, se tiene lo siguiente:

- El nivel de peligro de sismos es “Bajo”, en función de la categoría de zonificación sísmica (Zona 2), y de los reportes sísmicos históricos en la región.
- En función de los tipos de suelo en conjunción con las pendientes del terreno, el peligro por deslizamientos y caídas de rocas se considera “Alto”.
- Las áreas con mayor peligro potencial y volumen de material incorporable a la generación de un deslizamiento se presentan entre las progresivas 02+450 al 03+780, 05+480 al 14+490, 20+200 al 28+800, 34+100 al 37+777, lo cual se aprecia en el mapa del anexo 7.

4.1.3. Identificación de vulnerabilidades

4.1.3.1. Vulnerabilidad por exposición

Siendo la unidad de análisis el camino vecinal, la vulnerabilidad por exposición se refiere en este caso a la afectación de los espacios de la propia vialidad, en la que se identifican las siguientes zonas:

- Zona de dominio público: los espacios de terreno ocupado por la propia vialidad.
- Zona de servidumbre: las franjas de terreno situado a ambos lados de la vialidad.
- Líneas de edificación: franjas de terreno lateral a la vialidad donde se prohíbe cualquier tipo de construcción, salvo de estructuras necesarias para las obras de mantenimiento vial.
- Línea de servicios generales: son las franjas de terreno laterales a las vías, destinadas a alojar las estructuras de servicios públicos que utilizan el trazado de la vialidad para comunicar distintas zonas.

4.1.3.2. Vulnerabilidad por fragilidad

Se refiere a las condiciones físicas de la carretera que le confieren la capacidad de absorber los efectos de las amenazas. En este sentido, los elementos involucrados y sus características son:

- El pavimento: las capas superpuestas de sub rasante, base y carpeta de rodadura, las cuales controlan en lo posible los cambios perjudiciales de elasticidad y volumen. Su capacidad de respuesta se relaciona al uso de materiales y procedimientos de diseño normados.
 - Taludes de corte y relleno: son los puntos más vulnerables de la infraestructura vial, susceptibles a derrumbes, erosión o escorrentías debido a una mala gestión de aguas superficiales o subterráneas.
 - Obras de drenaje: tienen la función de reducir la cantidad de agua que se acumula sobre la vía, disminuyendo los efectos negativos hacia el pavimento.
 - Terraplenes: son los elementos encargados de nivelar el terreno de la vialidad mediante la acumulación de tierra o sedimentos.
 - Muros de contención: son estructuras diseñadas para soportar las cargas laterales.
 - Subrasante: es la capa del terreno sobre la cual se construyen las capas del pavimento.
- Por su parte, los elementos expuestos susceptibles por el fallo de la vialidad tenemos:
- Población: los habitantes del área de influencia del camino vecinal, estimado en 1,075 personas.

- Viviendas: estructuras residenciales de los pobladores, las cuales se contabilizan 82 casas
- Centros educativos y establecimientos médicos: en la zona se han identificado 7 Centros educativos y 1 puesto de salud.

En base a los datos anteriores y los cálculos mostrados en el anexo 12, se construye la matriz de valoración de vulnerabilidad para el lugar en investigación, la cual se muestra en la tabla 11.

Tabla 6. Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$. Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTA	Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$. Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIA	Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quincha (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$. Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%..	$0.068 \leq R < 0.134$
VULNERABILIDAD BAJA	Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$. Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: Tomado de CENEPRED, 2014, p. 140.

4.1.4. Niveles de riesgo

Ya reconocidos a los peligros a la que está propenso el área geográfica en investigación y el nivel de susceptibilidad ante el peligro de deslizamiento, así como también habiendo determinado los factores que repercuten en la vulnerabilidad, se dispone a la unión de dichos factores para determinar el nivel de riesgo en la zona en análisis como se puede observar en el anexo 13. Para tal fin, se considera la tabla 12, la cual muestra la escala que puede tener los niveles de riesgo.

Tabla 7. *Niveles de Riesgo*

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Nota: Tomado de CENEPRED, 2014, p. 156.

Con los niveles que puede tomar los riesgos definidos, se determina el riesgo por movimiento de masas tomando en cuenta la peligrosidad y vulnerabilidad, en la siguiente tabla se determina la valoración del riesgo.

Tabla 8. *Nivel de Riesgo del proyecto*

PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	RIESGO
0.181	0.150	0.027

El valor de riesgo obtenido en la tabla 13 se considerado como “Alto”, de acuerdo a la tabla 12. En ese sentido, se considera que los resultados bajo la influencia de fenómenos naturales pueden controlarse con apoyo externo. Así mismo, debido al periodo de acontecimiento de los eventos naturales que desencadenan el fenómeno de deslizamientos, se considera que los periodos entre ocurrencia son medianamente largos. En base a los resultados obtenidos se procede a considerar las medidas de mitigación y control de riesgos.

4.1.5. Análisis de la estabilidad de los taludes in situ

Con el propósito de contrastar los resultados obtenidos por el método anterior, se dispuso en analizar la estabilidad de los taludes encontrados en el lugar de estudio mediante métodos deterministas, empleando la metodología del equilibrio límite para calcular el factor

de seguridad frente al deslizamiento con apoyo del programa *Slide2 Limit Equilibrium Analysis for Slopes*. Se utilizó la metodología de Morgenstern-Price y de Spencer con el fin de calcular el factor de seguridad, lo cual condiciona el ángulo de inclinación que presenta un talud. Al respecto, la norma E.050 establece las siguientes consideraciones respecto a la estabilidad (33):

- Bajo condiciones estáticas, el factor de seguridad deberá tener como mínimo un valor de 1.50 respecto al estado límite del suelo
- Bajo condiciones pseudodinámicas, el factor de seguridad deberá tener como mínimo un valor de 1.25 respecto al estado límite del suelo

Por su parte, para la realización del análisis, los parámetros del material del suelo encontrado en el sitio de estudio fueron determinados por medio de ensayos de corte directo (anexo 14). En cuanto a la configuración del modelo se incorporaron los siguientes parámetros:

- Carga muerta: peso propio calculado por el software a partir del volumen y peso volumétrico del material, considerando $1,800 \text{ kg/m}^3$.
- Carga viva: se aplicó una carga sobre lo que vendría a ser la carretera, con un valor de $1,000 \text{ kg/m}^2$.
- Carga de sismo: se emplearon los valores característicos de la zona (zona sísmica = 2, $Z = 0.25$, tipo de suelo = S_2 , factor $S = 1.20$).
- Tipo de falla = circular

En un principio, la simulación parte de la caracterización de un talud presente en el lugar en análisis, para lo cual se han introducido los datos correspondientes a la sección mostrada en la figura 14, el cual presenta una relación V:H de 2:1. Lo que se intenta simular con ello es una condición cercana al estado natural del terreno, que como fue discutido en secciones anteriores, presenta pendientes mayores a los 45° en la mayoría del trayecto que ocupa el camino vecinal, lo cual incide en la magnitud del riesgo presente en el lugar.

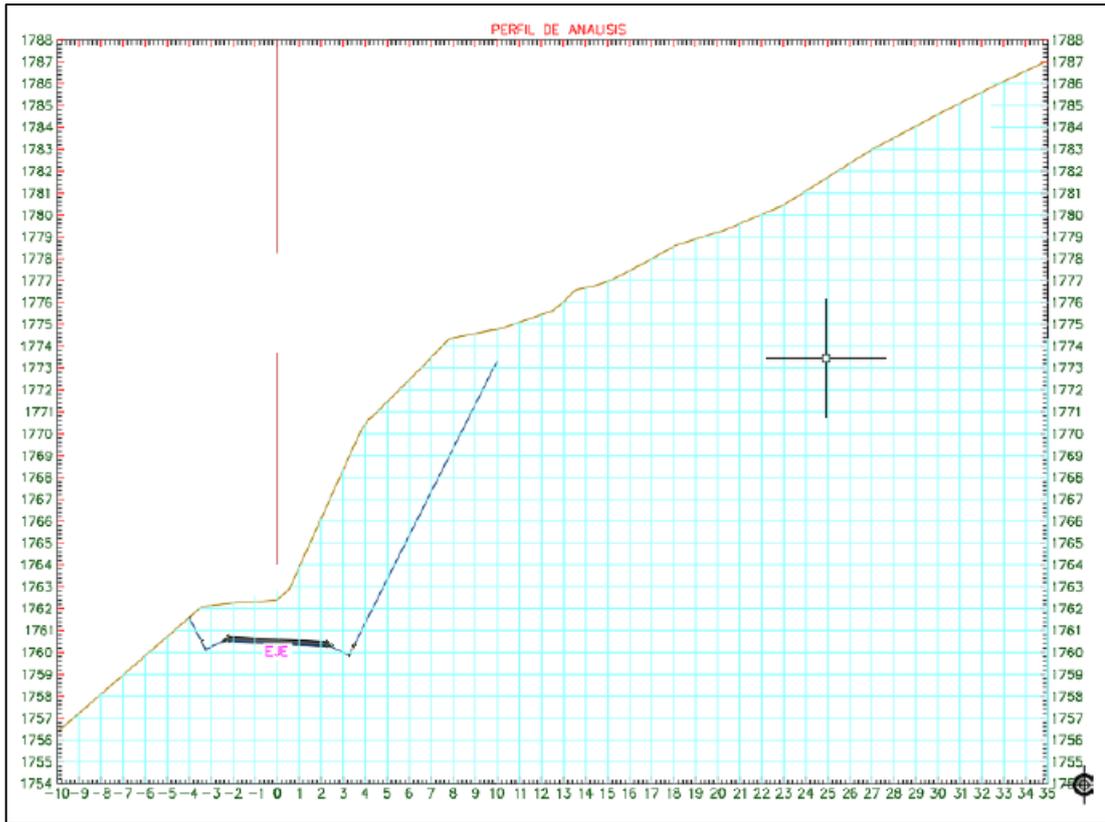


Figura 14. Perfil de la sección transversal modelada.

Con los datos anteriores, se realiza un modelo matemático dentro del programa Slide2, tal como se visualiza en la figura 15.

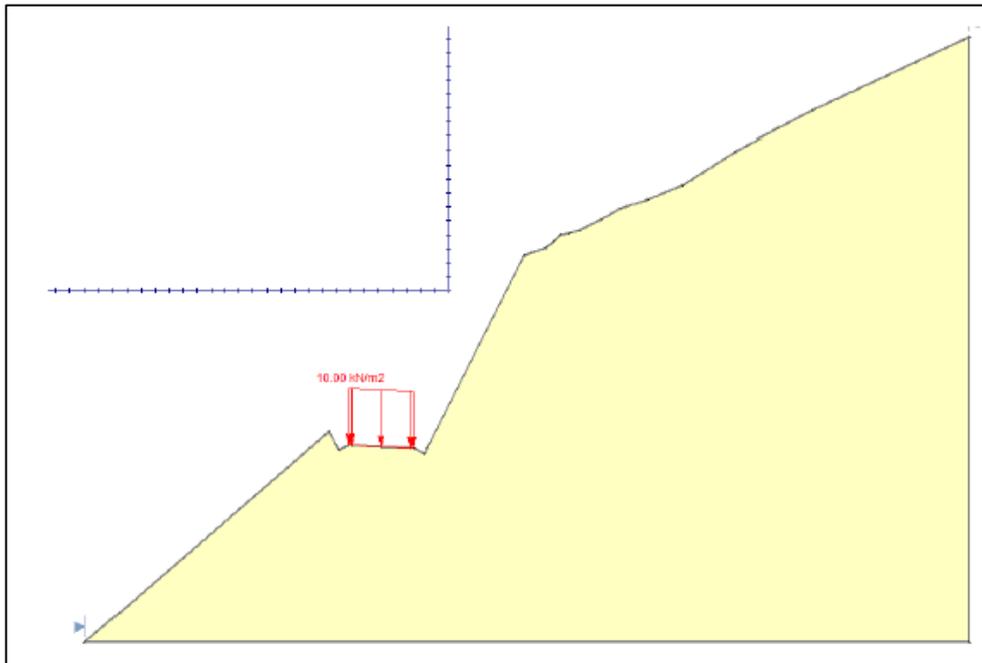


Figura 15. Perfil de la sección en Slide2.

Finalmente, los resultados de la simulación pueden verse en el anexo 10, mientras que la figura 16 y la tabla 14 resume los datos obtenidos.

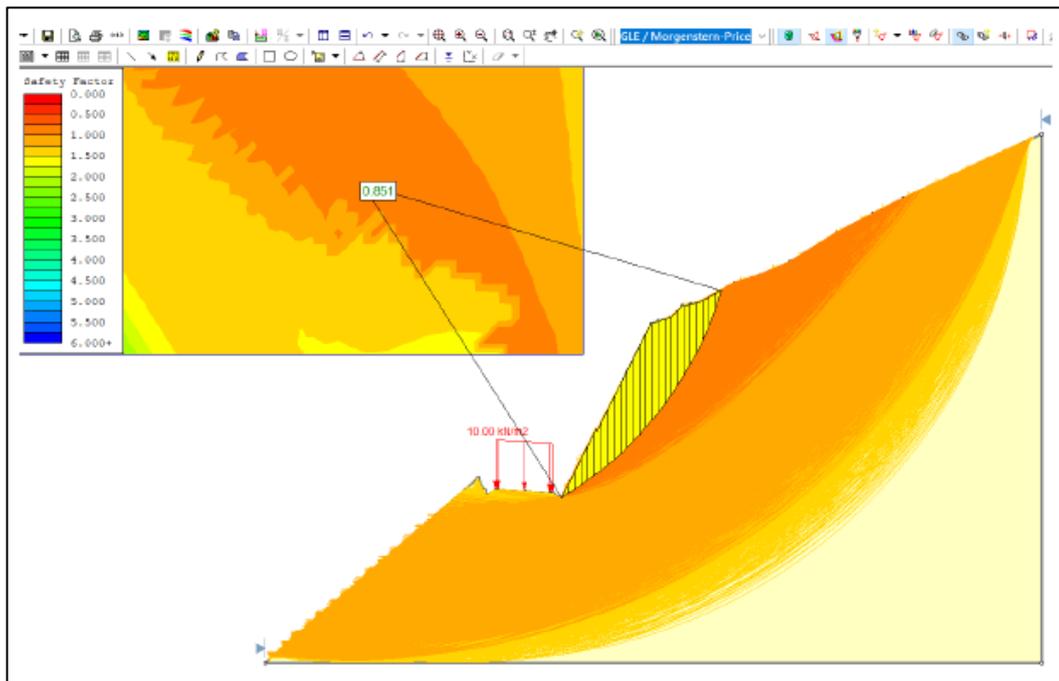


Figura 16. Vista de resultados Slide2.

Tabla 9. Factor de seguridad obtenido

Condición	Factor de seguridad determinado	
	Morgenstern-Price	Spencer
Análisis dinámico	0.728	0.746
Análisis estático	0.851	0.846

De la información mostrada anteriormente, se confirma que, en función de las particularidades del suelo presente en el área de estudio, el cual es consistente con una clasificación de Grava arcillosa limosa con arena, con pendientes que en muchos casos superan los 45° de inclinación, sumado a las características sísmicas de la zona, el nivel de riesgo por deslizamiento es verdaderamente alto, no cumpliendo los requisitos normativos respecto al factor de seguridad. En tal sentido, no solo se hace evidente la necesidad de realizar trabajos extensivos de corte para la conformación de taludes, sino que estos además deberán cumplir con la máxima relación V:H recomendada, incidiendo notoriamente en el diseño de la sección transversal del camino vecinal y ultimadamente en los costos de construcción, al requerir grandes volúmenes de corte.

Por lo tanto, considerando lo referido al costo del proyecto por los trabajos de corte necesarios, se justifica la contemplación de medidas estructurales para salvaguardar la seguridad del camino vecinal, incorporando entonces elementos tipo muros de contención, seguido de obras de drenaje que permitan mitigar la incidencia de factores geodinámicos externos sobre la estabilidad de los taludes.

4.1.6. Consideraciones para el diseño geométrico del camino vecinal

Tomando en consideración los factores de ubicación y fenómenos naturales que tienen lugar en el área de estudio, así como los resultados obtenidos durante la visita de campo realizada, y teniendo de referencia los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo obtenidos, confirmados con la simulación realizada, se plantean las siguientes consideraciones para el diseño geométrico del camino vecinal, a fin de establecer medidas que salvaguarden la integridad de los elementos de infraestructura vial a desarrollar, a la vez que la misma se mantiene en régimen de funcionamiento, pudiendo otorgar la capacidad de transporte a los residentes de las zonas de influencia del proyecto:

- Proyectar obras de protección mediante el uso de muros, según las progresivas identificadas en sectores en el trazo de la carretera en proyección (tabla 15).
- En los sectores de corte en el talud con alturas superior a los 5 m, se hace necesario realizar la construcción de banquetas escalonadas, para brindar protección a la plataforma (figura 17). La inclinación de los taludes deberá ser menor a relaciones 1:1 (45°) para garantizar el factor de seguridad frente a deslizamientos.
- Proyectar obras de drenaje adecuado según la influencia de filtraciones de agua en los taludes del sector. Se sugiere el uso de Alcantarillas con tubería metálica corrugada (TMC). Así mismo, deberá incluirse el uso de zanjas de coronación en el talud superior con presencia de humedad y filtración de agua superficial. De igual manera, contemplar sistemas de drenaje para escorrentía pluvial en los tramos de la carretera mediante la construcción de badenes (tabla 16).
- Realizar trabajos de señalización vertical en todo el tramo del Trazo de la Carretera en estudio con avisos de Zonas de Huayco en quebradas, derrumbes, deslizamientos y caída de rocas.

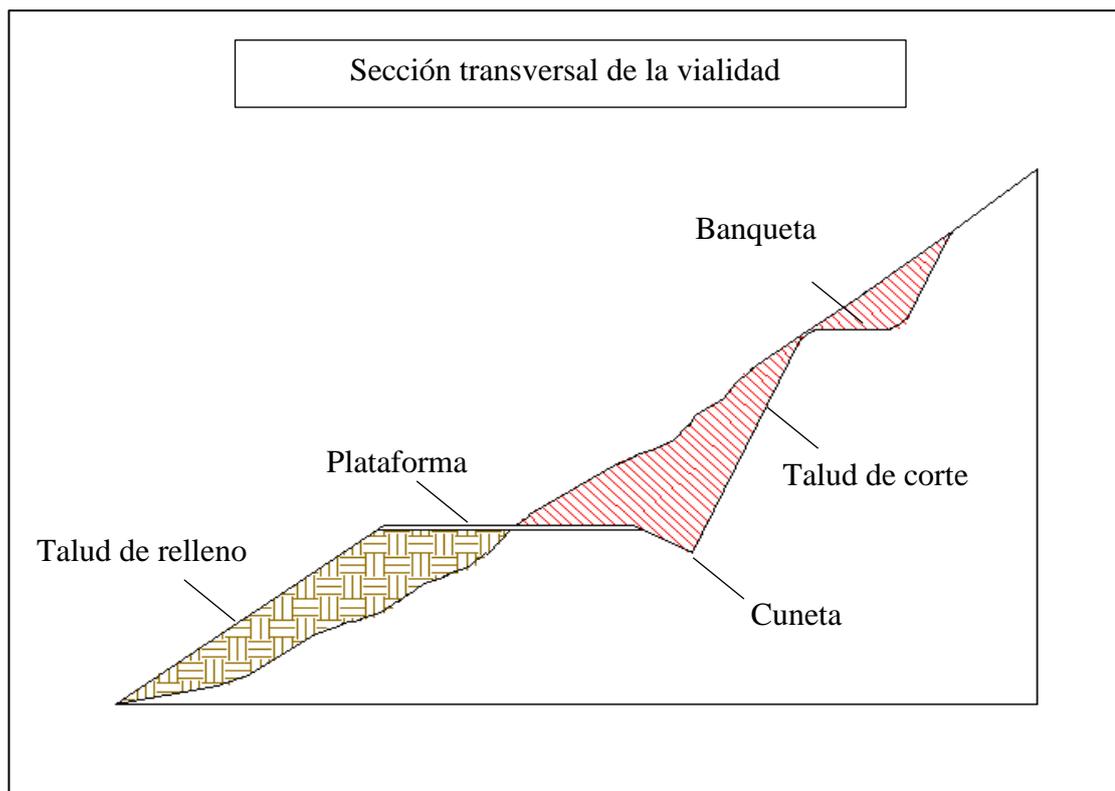


Figura 17. Detalle de la sección transversal sugerida.

Tabla 10. Muros de protección

Inicio	Final	Longitud	Altura sugerida
4+455	4+470	15 m	3.50 m
4+795	4+805	10 m	3.50 m
4+795	4+995	20 m	3.00 m
5+645	5+670	25 m	3.00 m
5+930	5+950	20 m	2.50 m
6+155	6+175	20 m	3.50 m
28+470	28+490	20 m	3.00 m
28+605	28+625	20 m	3.00 m
29+915	28+930	15 m	3.50 m
35+215	35+230	15 m	3.00 m

Tabla 11. Ubicación de alcantarillas de drenaje

Tipo de obra de arte	Progresiva
Alcantarilla TMC N°1	0+980
Alcantarilla TMC N°2	1+080
Alcantarilla TMC N°3	1+290
Alcantarilla TMC N°4	1+740
Alcantarilla TMC N°5	1+960
Alcantarilla TMC N°6	2+980
Alcantarilla TMC N°7	3+160

Tipo de obra de arte	Progresiva
Alcantarilla TMC N°8	4+900
Alcantarilla TMC N°9	5+250
Alcantarilla TMC N°10	5+600
Alcantarilla TMC N°11	6+060
Alcantarilla TMC N°12	7+640
Alcantarilla TMC N°13	8+270
Alcantarilla TMC N°14	8+730
Alcantarilla TMC N°15	8+980
Alcantarilla TMC N°16	9+890
Alcantarilla TMC N°17	10+620
Alcantarilla TMC N°18	11+460
Alcantarilla TMC N°19	11+980
Alcantarilla TMC N°20	12+150
Alcantarilla TMC N°21	12+630
Alcantarilla TMC N°22	12+970
Alcantarilla TMC N°23	13+120
Alcantarilla TMC N°24	13+700
Alcantarilla TMC N°25	14+150
Alcantarilla TMC N°26	15+190
Alcantarilla TMC N°27	15+890
Alcantarilla TMC N°28	16+820
Alcantarilla TMC N°29	17+870
Alcantarilla TMC N°30	18+520
Alcantarilla TMC N°31	18+750
Alcantarilla TMC N°32	20+020
Alcantarilla TMC N°33	20+200
Alcantarilla TMC N°34	20+420
Alcantarilla TMC N°35	20+690
Alcantarilla TMC N°36	21+060
Alcantarilla TMC N°37	21+340
Alcantarilla TMC N°38	21+700
Alcantarilla TMC N°39	22+030
Alcantarilla TMC N°40	23+350
Alcantarilla TMC N°41	23+740
Alcantarilla TMC N°42	23+025
Alcantarilla TMC N°43	24+380
Alcantarilla TMC N°44	25+030
Alcantarilla TMC N°45	25+270
Alcantarilla TMC N°46	25+410
Alcantarilla TMC N°47	26+350
Alcantarilla TMC N°48	26+610
Alcantarilla TMC N°49	27+400
Alcantarilla TMC N°50	28+200

Tipo de obra de arte	Progresiva
Alcantarilla TMC N°51	28+960
Alcantarilla TMC N°52	29+220
Alcantarilla TMC N°53	29+400
Alcantarilla TMC N°54	29+680
Alcantarilla TMC N°55	29+920
Alcantarilla TMC N°56	30+490
Alcantarilla TMC N°57	30+620
Alcantarilla TMC N°58	31+350
Alcantarilla TMC N°59	31+660
Alcantarilla TMC N°60	31+990
Alcantarilla TMC N°61	23+480
Alcantarilla TMC N°62	32+760
Alcantarilla TMC N°63	33+335
Alcantarilla TMC N°64	33+735
Alcantarilla TMC N°65	34+505
Alcantarilla TMC N°66	35+120
Alcantarilla TMC N°67	35+480
Alcantarilla TMC N°68	36+365
Alcantarilla TMC N°69	36+665
Alcantarilla TMC N°70	37+090
Alcantarilla TMC N°71	37+490

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Hipótesis específica 1

- El nivel de peligro que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es alto.

Para calcular el nivel de peligrosidad, primeramente, se seleccionaron los factores de evaluación, desencadenantes y condicionantes, así como los valores ponderados para cada caso, que permitieron determinar el nivel de peligrosidad presente en el camino vecinal, los resultados obtenidos se ubican en el rango “Peligrosidad Alta = $0.230 \leq R \leq 0.310$, por lo que se toma como cierta la hipótesis.

4.2.2. Hipótesis específica 2

- El nivel de vulnerabilidad que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es medio.

De manera similar al punto anterior, se construyó la matriz con los niveles de vulnerabilidad (tabla 11), en la cual se observa que los elementos de análisis están ubicados en

la zona directa de impacto, pudiendo ser afectado únicamente por eventos de gran magnitud. Utilizando la matriz desarrollada, se concluye que el nivel de vulnerabilidad es “Alto”.

4.2.3. Hipótesis específica 3

- Existen consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.

Se ha determinado que el riesgo presente en la zona de estudio presenta un valor de 0.027 puntos, la cual quiere decir que se categoriza como un riesgo “Alto”. Aunado a ello, la simulación realizada para estimar el factor de seguridad frente a deslizamientos presenta un resultado desfavorable para las pendientes naturales que presenta la zona estudio (pendientes superiores a los 45°), por lo que incluso relaciones V:H de 1:1 resultarían insuficientes. Por este motivo, se concluye que para el diseño geométrico del camino vecinal se hace necesario y justificado la incorporación de medidas de diseño que atiendan a tal situación, en relación a la probabilidad de afectación del servicio de transitabilidad, la importancia de dicha vía para la comunidad, y las condiciones físico naturales presentes.

4.3. Discusión de resultados

Al determinar el peligro presente en el lugar de estudio, el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia presentó un nivel de “0.181”, clasificado como “Alto”. Dicho valor fue calculado utilizando la conjunción de (factores condicionantes y desencadenantes) para hallar el grado de susceptibilidad, aunado al uso de un factor de evaluación del fenómeno descrito.

En este sentido, el presente estudio coincide con la realizada por (11), quienes de manera similar estudian el efecto de los deslizamientos de tierra y su influencia en los niveles de riesgo utilizando un análisis multicriterio, donde además también se relaciona dicho fenómeno con la sismología del lugar de estudio.

En términos similares, la presente investigación muestra similitud con las desarrolladas por (12) y (14), quienes, al evaluar el factor de riesgo ante el deslizamiento de taludes, y considerando dentro de las variables el factor relativo a las pendientes, dieron con valores de riesgo desde “medio” a “Muy Alto”, igual que en la presente investigación.

De igual manera, los hallazgos de la presente investigación muestran similitud con los hallados por (17), quien consideró necesaria la incorporación de distintas obras de arte para

mejorar el desempeño de los taludes, considerando el efecto que ejerce sobre el talud la exposición a aguas superficiales.

Existe similitud a lo deducido por (11) en relación a los factores de resiliencia, donde la distancia entre la fuente del peligro y los elementos potencialmente afectados condicionó los niveles de vulnerabilidad.

De manera similar, (18) encontraron resultados congruentes entre el método aplicado para calcular el factor de seguridad mediante un análisis estructural y el análisis de los elementos que componen la susceptibilidad y factores externos, tales como la geología, las pendientes, la geomorfología, la vegetación, precipitación y sismicidad de la zona analizada, determinando que ambos métodos resaltan la elevada posibilidad de deslizamientos, lo cual para el caso determinístico, el factor de seguridad resultó menor a 1.25. A partir de ello, lo determinado en el presente estudio de investigación coinciden en cuanto el método para determinar el nivel de riesgo proporcionó una predicción congruente con el factor de seguridad calculado, el cual también resultó menor que el valor aceptado por las normas. Así, es posible decir que el método de análisis ofrece resultados confiables para la estimación de las medidas adicionales que debe considerar el diseño geométrico de carreteras, en el caso particular, lo referente al dimensionamiento de los taludes de corte.

En ese mismo orden de ideas, la investigación realizada por (12) presenta su justificación por cuanto los taludes de estudio se encontraban en la adyacencia de un centro poblado. Por su parte, el análisis realizado sobre la vulnerabilidad encontró que el área presenta un nivel “Alta”, lo cual se relaciona a la exposición relativamente alta de elementos afectados, ya que el fenómeno de deslizamiento por inestabilidad de taludes a lo largo del camino vecinal principalmente se tiene influencia directa sobre la misma vialidad, esto es, considerando que a lo largo del trayecto no se presentan otras edificaciones aledañas. En este sentido, el grado de susceptibilidad responde al impacto que genera para las comunidades aledañas al verse interrumpido el servicio de transitabilidad.

Entre tanto, respecto a las medidas de mitigación, las múltiples investigaciones presentadas coinciden en el hecho de la importancia de los elementos de drenaje de aguas superficiales, pues es un factor con gran capacidad de impacto a largo plazo para salvaguardar la integridad estructural y funcional de los taludes y de los demás elementos de la vialidad. En este sentido, se recalca el uso de cunetas en los laterales de la vialidad, así como también la incorporación de alcantarillas para sortear los pasos de agua superficiales, tal es el caso de lo propuesto por (14), (16), (17), y (19). Al mismo tiempo, se encontró que si bien, la cobertura

vegetal está dentro de los factores de análisis sugeridos, solo uno de los casos evaluados se presentó como medida de mitigación a considerar.

CONCLUSIONES

Se determinó que el lugar de estudio presenta un riesgo “Alto” frente a los fenómenos de deslizamiento de taludes, de donde el nivel de riesgo representado por los sismos es considerado “Medio” en función de la categoría de zonificación sísmica (Zona 2) y del registro de sismos históricos, donde se han reportado daños en ocasiones de sismos de gran intensidad, no siendo estos típicos en la región. Al mismo tiempo, en función de los tipos de suelo en conjunción con las pendientes del terreno, el peligro por deslizamientos y caídas de rocas se considera “Alto”, siendo esto el factor condicionante de la peligrosidad.

Tras la recopilación de información relacionada a las características del área de estudio se pudo conocer la influencia de la sismicidad y el peligro que estos representa para la estabilidad de los taludes, con lo que se pudo comprobar la relación entre la zona sísmica de la zona con los efectos sufridos en el histórico de sismos que han azotado la región. En este sentido, se apoya la teoría de que este factor representa un riesgo “medio” por cuanto solo en casos de sismos excepcionales logra ponerse en riesgo la estabilidad de la zona de estudio. Por otra parte, se resaltó la importancia de una adecuada conducción de las aguas pluviales y superficiales a través de la incorporación de diferentes elementos de drenaje, tanto en la presente investigación como en los antecedentes consultados, medidas las cuales escapan de la concepción de estudio típico de la (estabilidad de taludes) desde el punto de vista plenamente analítico - estructural. En este sentido, se llegó a sugerir que dentro de los criterios de diseños para taludes que se encuentren en las inmediaciones de otros elementos de importancia, tal es el caso de zonas urbanas o vías de comunicación terrestre de alta demanda, estos deben ser analizados bajo contextos de vulnerabilidad, con lo cual se incorpora el concepto de seguridad y mitigación de riesgos a lo largo del ciclo de vida de los elementos de infraestructura vial y de aquellos en su zona de influencia.

De manera similar, la presente investigación resalta la importancia de las vías de comunicación terrestre y su efecto en el progreso socioeconómico de los departamentos, en especial de las zonas rurales. El camino vecinal de Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia figura como única vía de acceso a la zona desde la capital del departamento, lo que resalta la necesidad de mantenerse en estado operativo, siendo esto un reflejo de la vulnerabilidad presente frente a los fenómenos de deslizamiento de taludes. Aunado a ello, la simulación realizada confirma que, desde un punto de vista estructural, las pendientes que presentan la zona de estudio, mayores a los 45°, en conjunto con el tipo de suelo y la sismicidad de la zona, no cumplen con los criterios de seguridad presentes en las normas peruanas, evaluándose

particularmente lo referido al factor de seguridad frente a deslizamientos. A partir de ello, se deduce que en función de los requerimientos estructurales encontrados, congruentes con el nivel de riesgo determinado mediante el método mostrado en el manual del CENEPRED, da como resultado que para el diseño geométrico de la sección transversal de la carretera requiere secciones de corte del lado de los taludes mayores a los estimados inicialmente en función del tipo de suelo únicamente, e incluso superando las recomendaciones dadas en manuales de diseño donde la pendiente recomendada es con una relación de 1:1. De esta manera, el método utilizado pudiera ser utilizado como un método alternativo, de rápida aplicación y un procedimiento menos especializado que el llevado a cabo mediante el análisis estructural de la sección, el cual en muchos casos requiere de una simulación por software realizado por personal especializado. En este orden de ideas, se reconoce el valor de aporte que presenta la metodología de análisis de riesgo propuesta por el CENEPRED, la cual permite la estimación del riesgo en dependencia de la vulnerabilidad y la peligrosidad, lo cual se logra por medio de la interpretación de diferentes puntos de vista, materializados en los distintos parámetros que se pueden emplear por medio del análisis multicriterio. Al mismo tiempo, realizada la revisión de otros trabajos con diferentes metodologías, se encuentran resultados similares, lo cual sirve de aval a la efectividad y fiabilidad del método como una alternativa a considerar en la estimación de los requerimientos que debe contemplar el diseño geométrico de carreteras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ROJAS, Miguel y RAMÍREZ, Andrés. Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014) [en línea]. 2018, 17(32), 109-128 [fecha de consulta: 11 marzo 2021]. ISSN 1692-3324. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n32/1692-3324-rium-17-32-00109.pdf>.
2. TIMILSINA, Govinda, HOCHMAN, Gal y SONG, Ze. Infrastructure, Economic Growth, and Poverty: A Review [en línea]. 2020, 01- 41 [Consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/d0289390-ee9a-5ecc-86e0-56f82002a2fc/content>.
3. SCHWAB, K., [sin fecha]. The Global Competitiveness Report 2019. , pp. 666.
4. PUDYASTUTI, Purwanti y NUGRAHA, Nurmuntaha. Climate change risks to infrastructures: A general perspective. *AIP Conference Proceedings* [en línea]. 2018, 1977(1), 040030 [Fecha de consulta: 10 marzo 2022]. ISSN 0094-243X. Disponible en: <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5043000>.
5. TWEREFU, Daniel et al. The Economic Impact of Climate Change on Road Infrastructure in Ghana [en línea]. 2015 7(9), 11949-11966 [Fecha de consulta: 10 marzo 2022]. ISSN 2071-1050. Disponible en: [https://www.wider.unu.edu/publication/economic-impact-climate-change-road-infrastructure-ghana#:~:text=This%20paper%20estimates%20the%20economic,change%20\(no%20adapt%20scenario\)](https://www.wider.unu.edu/publication/economic-impact-climate-change-road-infrastructure-ghana#:~:text=This%20paper%20estimates%20the%20economic,change%20(no%20adapt%20scenario)).
6. TAVERA, H., 2020b. Perú: país de peligros y riesgos. [en línea]. [Consulta: 24 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/306997-peru-pais-de-peligros-y-riesgos>.
7. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Visión de desarrollo de la infraestructura vial* [en línea]. Perú: MTC, 2018 [Fecha de consulta: 10 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/vision-de-desarrollo-de-la-infraestructura-vial.pdf>.
8. TAVERA, Hernando. *Cinturón de Fuego del Pacífico: ¿activación en cadena?* [en línea]. Perú: Instituto Geofísico del Perú, 2020 [Fecha de consulta: 10 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/127394-cinturon-de-fuego-del-pacifico-activacion-en-cadena>.
9. BARANDIARÁN, Melissa et al. *Resumen ejecutivo de la metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático: documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID*. [en línea]. Inter-American Development Bank, 2019 [fecha de consulta: 8 octubre 2021]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/resumen-ejecutivo-de-la-metodologia-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-y-cambio-climatico>.

10. CENTRO NACIONAL DE ESTIMACIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. *Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión* [en línea]. Peru:CENEPRED [fecha de consulta: 16 agosto 2021]. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>.
11. MORALES, F. y DE VRIES, W., 2021. Establishment of Natural Hazards Mapping Criteria Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Frontiers in Sustainability* [en línea].2021, 2(1). [fecha de consulta: 16 febrero 2023]. DOI 10.3389/frsus.2021.667105. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frsus.2021.667105>.
12. OLIVA, Aldo, RUIZ, Alex, GALLARDO, Romel y JARAMILLO, Hayde. Landslide risk assessment in slopes and hillsides. Methodology and application in a real case [en línea]. 2019, 86(208), 143-152. [fecha de consulta: 12 febrero 2022]. ISSN 0012-7353. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000100143.
13. POLLOCK, William, GRANT, Alex, WARTMAN, Joseph. y ABOU-JAOUDE Grace. Multimodal method for landslide risk analysis. *MethodsX* [en línea]. 2019, 6, 827-836 [fecha de consulta: 12 febrero 2022]. ISSN 2215-0161. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016119301001>
14. MALLICK, Javed et al. GIS-based landslide susceptibility evaluation using fuzzy-AHP multi-criteria decision-making techniques in the Abha Watershed, Saudi Arabia. *Environmental Earth Sciences* [en línea].2018, 77(7), 276 [fecha de consulta: 12 febrero 2022]. ISSN 1866-6299. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-018-7451-1#article-info>
15. VERA, Jorge y ALBARRACÍN, Adriana. Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea].2017, 27(29), 109-136 [fecha de consulta: 12 febrero 2022]. ISSN 0124-8170. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200109&script=sci_abstract&tlng=es
16. GOMEZ, Gustavo. *Análisis de riesgos por inestabilidad de taludes en la subcuenca río canipaco, tramo Distrito de Colca Provincia de Huancayo Departamento de Junín* [en línea]. Tesis (Maestro en Gestión Ambiental). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018 [Consulta: 2 septiembre 2021]. 173 pp. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2573>.
17. NAVARRO, Pedro. *Diseño geométrico y drenaje del camino vecinal división carretera Arq. Fernando Belaunde Terry km 656+000 al km 18+160 Sauce, provincia y región San Martín* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). San Martín: Universidad Nacional de San Martín, 2017 [Consulta: 2 septiembre 2021]. 169 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3390>.
18. TARDEO, Cesar y ZANABRIA, Ever. *Análisis dinámico de estabilidad de taludes por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de Cuenca - Huancavelica* [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Lircay: Universidad Nacional de

- Huancavelica. [Consulta: 2 septiembre 2021]. 164 pp. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1935>.
19. INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la localidad de Nueva Flores-Huánuco. Distrito de Jacas Grande, provincia Huamalíes, región Huánuco* [en línea]. Peru: INGEMMET [Consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3080>.
 20. HUAMÁN, Gonzalo. *Evaluación del riesgo mediante el método Multicriterio, para el sistema de riego Quengorio, Región de Cajamarca* [en línea]. Trabajo de Suficiencia Profesional (Título de Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Consulta: 2 septiembre 2021]. 81 pp. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4590>.
 21. NANTES, Esteban. El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa* [en línea]. 2019, 27(46) [fecha de consulta: 26 noviembre 2022]. ISSN 1853-9777. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474>.
 22. COARITE, J. *Propuesta para la implementación de las medidas de reducción del riesgo de desastres en el pueblo joven El Progreso del distrito de Carabayllo* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Agroindustrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Consulta: 27 septiembre 2021]. 126 pp. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11686>.
 23. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. *Atlas catastral, geológico, minero y metalúrgico* [en línea]. Perú: MINEM, 2021 [fecha de consulta: 1 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.ingemmet.gob.pe/-/atlas-catastral-geologico-minero-y-metalurgi-1>.
 24. MORALES, Maria et al. Propuesta de una nueva definición de vulnerabilidad ante fenómenos naturales construida con soporte de análisis cualitativo. *Saber, Ciencia y Libertad* [en línea]. 2018, 13(1), 99-111 [fecha de consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2018v13n1.2557>.
 25. LÓPEZ, Cinthya y PAZ, Jorge. *Resiliencia de las carreteras concesionadas frente a riesgos de desastres naturales en el Perú* [en línea] Documento de Trabajo N° 1. Lima: Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público [Consulta: 1 septiembre 2021]. 83 pp. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ositran/informes-publicaciones/1844075-resiliencia-de-las-carreteras-concesionadas-frente-a-riesgos-de-desastres-naturales-en-el-peru>.
 26. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial* [en línea]. MTC, 2008 [fecha de consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Glosario%20de%20Terminos%20Uso%20Frecuente%20-%20Enero%202018.pdf.

27. BORJA, Manuel. *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Peru: s.n., s.a, [fecha de consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-catolica-santa-maria-la-antigua/procesos-industriales/3-metodologia-de-inv-cientifica-para-ingenieros-borja/15765935>.
28. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del pilar, *Metodología de la investigación*. 6 ed. México: McGraw-Hill, 2014 [fecha de consulta: 5 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
29. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). *Mapa Climático del Perú*. [en línea]. [fecha de consulta: 27 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.
30. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. *Estadística de la calidad educativa*. [en línea]. Perú:MINEDU, 2010 [Fecha de consulta: 21 septiembre 2021]. Disponible en: <http://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiie>.
31. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Directorio Nacional de Centros Poblados - Censo Nacional 2017* [en línea]. Perú:INEI,2017 [Fecha de consulta: 9 septiembre 2021]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
32. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Diseño Sismorresistente. Norma Técnica E.030:2019*. Peru: MVCS, 2019.
33. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. *Suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones. Norma Técnica E.050:2018*. Peru: MVCS, 2018.

ANEXOS

Anexo N° 1 – Matriz de consistencia

Tesis: Evaluación de riesgos ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021

I. Problema	II. Objetivo	III. Hipótesis	IV. Variables y dimensiones	V. Metodología										
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN										
¿Cuál es el nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021?	Evaluar el nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco, 2021.	El nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes en el diseño geométrico del camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia distrito de Panao, provincia de Pachitea – Huánuco es alto.	PRIMERA VARIABLE Nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes SEGUNDA VARIABLE Diseño geométrico	<ul style="list-style-type: none"> • Según el método: Deductivo • Según la orientación: Aplicada • Según el enfoque: Cuantitativo • Según la fuente de información: Documental NIVEL DE INVESTIGACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • Nivel: Descriptivo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN <ul style="list-style-type: none"> • Según el propósito del estudio: No experimental • Según el número de mediciones: Transversal • Según la cronología de observaciones: Prospectivo POBLACIÓN Camino vecinal Pampahuasi - Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea MUESTRA 37.89 km del camino vecinal <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Tramo</th> <th style="text-align: right;">Km</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pampahuasi - Huariños</td> <td style="text-align: right;">27.80 km</td> </tr> <tr> <td>Huariños – Santa Virginia</td> <td style="text-align: right;">3.00 km</td> </tr> <tr> <td>Santa Virginia – Puente Matilde</td> <td style="text-align: right;">7.09 km</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td style="text-align: right;">37.89 Km</td> </tr> </tbody> </table>	Tramo	Km	Pampahuasi - Huariños	27.80 km	Huariños – Santa Virginia	3.00 km	Santa Virginia – Puente Matilde	7.09 km	Total	37.89 Km
Tramo	Km													
Pampahuasi - Huariños	27.80 km													
Huariños – Santa Virginia	3.00 km													
Santa Virginia – Puente Matilde	7.09 km													
Total	37.89 Km													
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	DIMENSIONES											
¿Qué nivel de peligro presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?	Determinar el nivel de peligro que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.	El nivel de peligro que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es alto	Nivel de riesgo ante deslizamiento de taludes: <ul style="list-style-type: none"> • Peligro • Vulnerabilidad 											
¿Qué nivel de vulnerabilidad presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?	Evaluar el nivel de vulnerabilidad que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.	El nivel de vulnerabilidad que presenta el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea es medio	Diseño geométrico: <ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de diseño 											
¿Cuáles son las consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea?	Establecer las consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea.	Existen consideraciones de diseño geométrico ideales en base al nivel de riesgo presente en el camino vecinal Pampahuasi – Huariños – Santa Virginia, distrito de Panao, provincia de Pachitea												

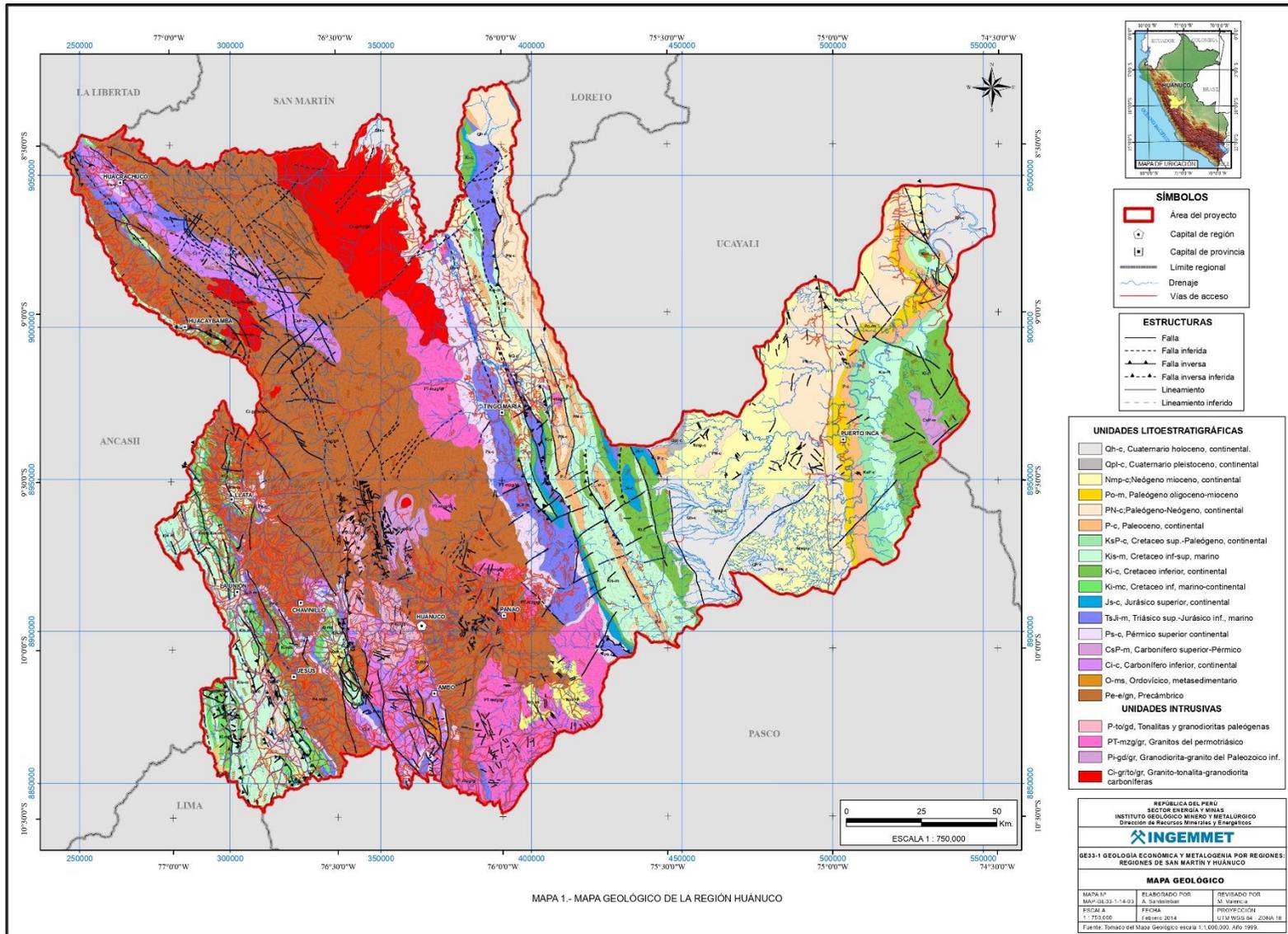
Anexo N° 2 – Matriz de operacionalización de variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable independiente: Riesgo ante deslizamiento de taludes	Los taludes están sujetos a fuerzas naturales que tienden a hacer que porciones del suelo deslicen hacia abajo. Tal desequilibrio puede producirse por el aumento de las cargas actuantes, la disminución de la resistencia del suelo, o por razones de conformación geológica	Un riesgo puede ser definido como la probabilidad de ocurrencia de un efecto, generalmente negativo, condicionado por los factores de peligro y vulnerabilidad que presentan los elementos involucrados en dicho fenómeno	Peligro	Parámetros de evaluación	Tipo de suelo	Clasificación SUCS
					Pendiente del terreno	% de pendiente
				Factores condicionantes	Pendientes	Pendientes presentes en el terreno (%)
				Factores desencadenantes	Fallas activas	Potencial de generar situaciones de riesgo
			Vulnerabilidad	Elementos expuestos	Aspecto social	Consecuencias para la población
					Aspecto económico	Perdidas económicas
					Aspecto ambiental	Daño al ambiente
Obras de arte y drenaje	Tipo - características	Unidades a implementar				

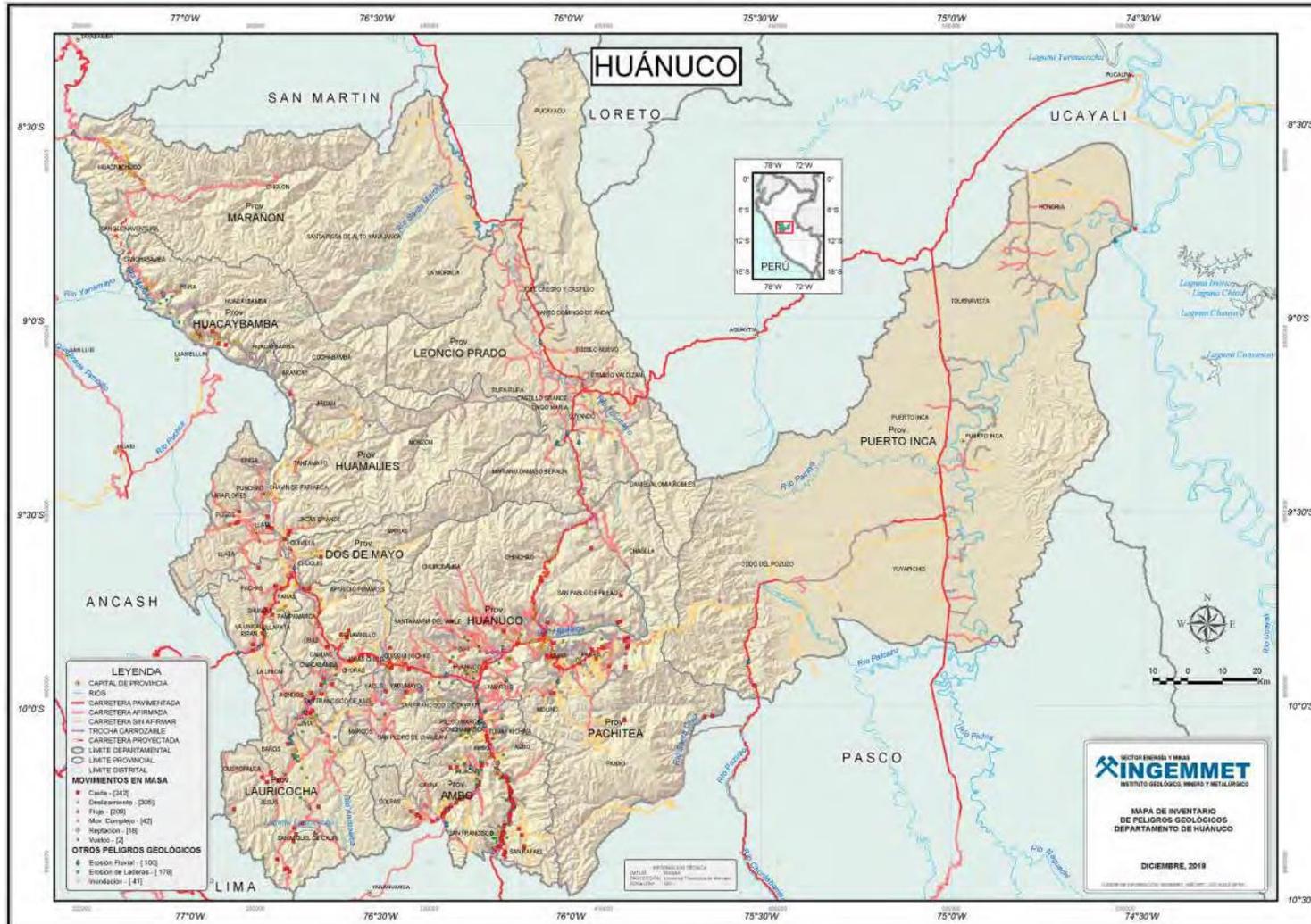
Anexo N° 3 – Matriz de operacionalización de variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Variable dependiente: Diseño geométrico	Es el conjunto de parámetros que resultan en la forma general de un camino o intersección, los elementos que forman parte de él y sus dimensiones	Características en el sentido longitudinal y transversal de la carretera, conteniendo las especificaciones de los elementos a incluir en el desarrollo de la vialidad que se hacen necesarios para la transitabilidad segura y eficiente	Sección transversal	Pendiente de taludes laterales	Relación H:V	De razón
				Obras de arte y drenaje	Tipo - características	Unidades a implementar

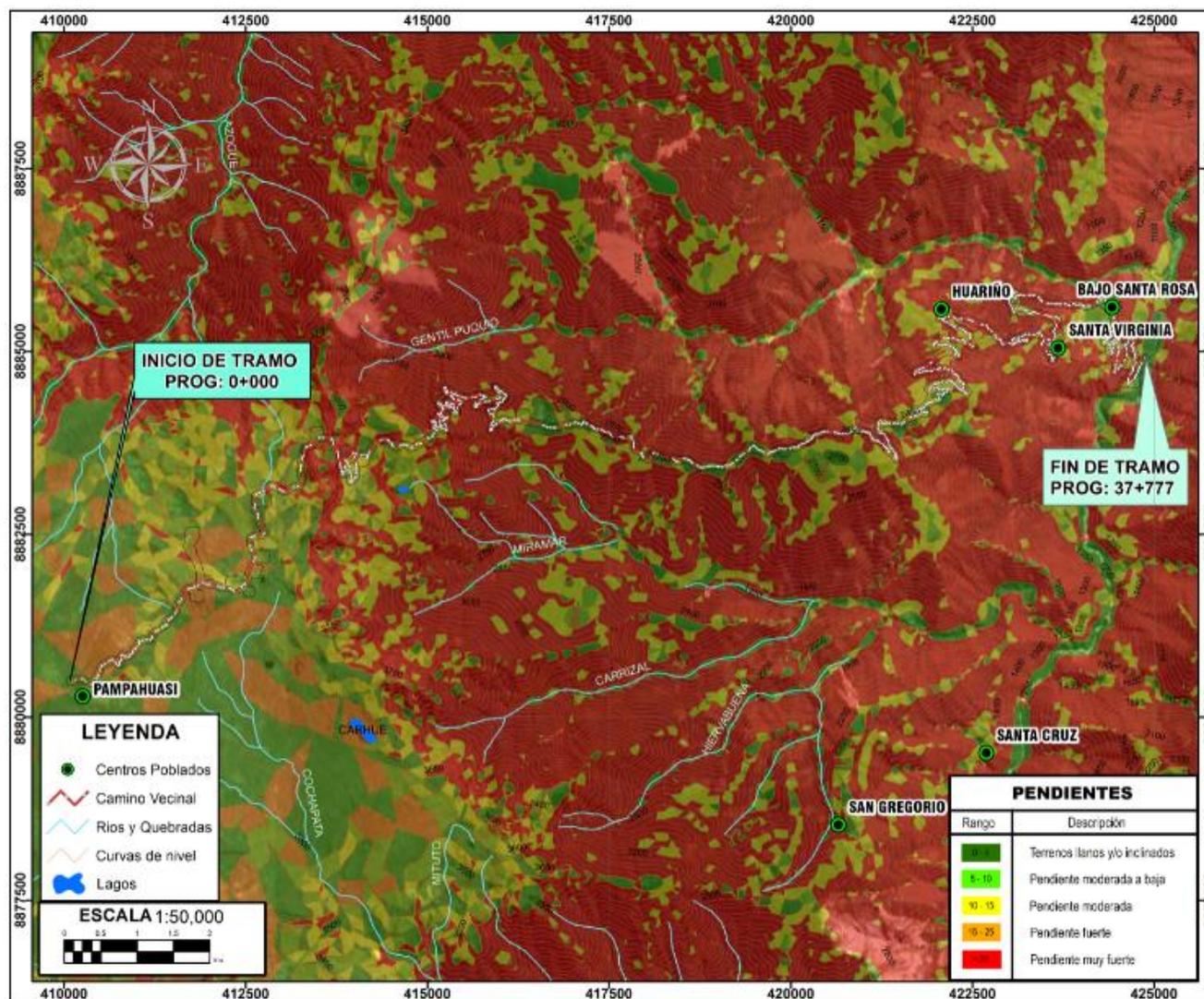
Anexos N° 5 – Mapa geológico de la región Huánuco



Anexos N° 6 – Mapa de peligros geológicos - Huánuco



Anexos N° 7 – Mapa de pendientes del área de estudio



Anexos N° 8 –Tipos de suelos en la zona de estudio

N° Calicata	Ubicación	Profundidad	Clasificación SUCS	Descripción
C-01	C - 01, PROG. 00+250	0.80 mt 0.70 mt	SM R ^a	Roca Suelta
C-02	C - 02, PROG. 01+250	1.50 mt.	SM	Material Suelto
C-03	C - 03, PROG. 02+250	0.20 mt 1.30m	Pt SM	Material Suelto
C-04	C - 04, PROG. 03+400	0.10 m 0.40m	Pt SM	Roca Suelta
C-05	C - 05, PROG. 04+300	1.00m 1.50 mt.	R ^o R ^a	Roca Fija
C-06	C - 06, PROG. 05+300	0.10 mt 0.15 mt	Pt OH	Roca Suelta
C-07	C - 07, PROG. 06 + 400	1.25m 0.15mt. 1.35 mt.	R ^o Pt R ^a	Roca Fija
C-08	C - 08, PROG. 07 + 500	0.10m 0.70 mt 0.70 mt	Pt SM R ^o	Roca Suelta
C-09	C - 09, PROG. 08 + 500	0.10 m 1.40 mt.	Pt R ^a	Roca Fija
C-10	C - 10, PROG. 9 + 800	0.05 mt 1.45 mt.	Pt R ^a	Roca Fija
C-11	C - 11, PROG. 11 + 400	0.10m 0.20 mt. 1.20m	Pt OL R ^a	Roca Suelta
C-12	C - 12, PROG. 12 + 900	0.20 mt. 0.35 m 0.95m	Pt OL R ^a	Roca Suelta
C-13	C - 13, PROG. 14+400	0.45 mt. 1.05 mt. 0.15mt.	ML OL Pt	Material Suelto
C-14	C - 14, PROG. 15 + 200	0.40 mt. 0.95 mt.	ML OL	Material Suelto
C-15	C - 15, PROG. 15 + 800	0.35 mt. 1.15 mt.	Pt OL	Roca Suelta
C-16	C - 16, PROG. 16 + 440	0.50 mt. 1.00m	GM R ^a	Roca Suelta
C-17	C - 17, PROG. 17 + 080	0.50 mt. 1.00 mt.	GP R ^a	Roca Suelta
C-18	C - 18, PROG. 17 + 720	0.40m 1.10m 0.25 mt.	GM R ^a Pt	Roca Suelta
C-19	C - 19, PROG 18 + 360	0.50m 0.75 m	GM R ^o	Roca Suelta
C - 20	C - 20, PROG. 19 + 000	0.25 mt. 1.25 mt.	Pt OL	Material Suelto
C - 21	C - 21, PROG. 20 + 000	0.25 mt. 1.25 mt.	Pt OL	Material Suelto
C - 22	C - 22, PROG. 21 + 250	0.30 mt.	GM	Roca Suelta

N° Calicata	Ubicación	Profundidad	Clasificación SUCS	Descripción
		1.20 mt.	R ^a	
C - 23	C - 23, PROG. 22 + 500	0.20m	Pt	Roca Suelta
		1.30 mt.	R ^a	
		0.20m	Pt	
C - 24	C - 24, PROG. 23 + 750	0.15 m	GM-GP	Material Suelto
		1.15 mt	R ^a	
		0.10 mt.	Pt	
C - 25	C - 25 , PROG. 25 + 000	0.25 m	GM	Material Suelto
		1.15 m	R ^a	
C - 26	C - 26, PROG. 26 + 100	0.25 mt.	Pt	Material Suelto
		1.25 mt.	GM	
C - 27	C - 27, PROG. 27 + 100	0.15 mt	Pt	Roca Suelta
		1.35 mt	R ^a	
		0.15 mt.	Pt	
C - 28	C - 28, PROG. 28 + 000	0.35 mt.	GC	Roca Suelta
		1.00m	R ^o	
		0.20 mt.	Pt	
C - 29	C - 29, PROG. 29 + 000	0.90 mt.	SM-SC	Roca Suelta
		0.40m	R ^a	
		0.15 mt	Pt	
C - 30	C - 30, PROG. 30 + 000	0.20 mt	SM-SC	Material Suelto
		1.15 mt	R ^a	
		0.15 mt.	Pt	
C - 31	C - 31, PROG. 30 + 980	1.35 mt.	GM	Material Suelto
		0.10 m	Pt	
C - 32	C - 32, PROG. 31 + 600	0.70 mt	GM	Roca Suelta
		0.70 mt	R ^a	
C - 33	C - 33, PROG. 32 + 600	0.60 mt	SC	Roca Suelta
		0.90 mt	R ^a	
C - 34	C - 34,PROG. 33 + 600	0.15 m	Pt	Material Suelto
		1.35 m	GM	
C - 35	C - 35,PROG. 34 + 400	0.20 m	Pt	Material Suelto
		1.30 m	SM-SC	
C - 36	C - 36, PROG. 35 + 550	0.20 m	Pt	Material Suelto
		1.30 m	CL-ML	
C-37	C - 37, PROG. 36 + 550	0.25 mt.	Pt	Material Suelto
		1.25 mt.	GM	
C - 38	C - 38, PROG. 37 + 600	0.25 m	Pt	Roca Fija
		1.25 m	GM-GP	
		0.20 m	Pt	
C - 39	C - 39, PROG. 37 + 770	0.30 m	GM	Roca Suelta
		1.00 mt.	R ^a	

Anexos N° 9 – Estudio de suelos

 <p>LABORTEC LABORATORIO TECNICO DE INVESTIGACION DE SUELOS, GEOTECNIA Y AGUAS</p>	<p>CLASIFICACION DE SUELOS LABORTEC EIRL Análisis Granulométrico NTP 338.128 (2014) / Límite Líquido y Límite Plástico NTP 338.129 (2014) / Clasificación SUCS NTP 338.134 (2014) / Clasificación AASHTO NTP 338.136 (2014)</p>	
--	--	--

N° de Servicio: LAB - 000119 - 2022

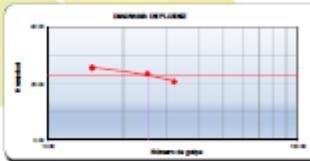
SOLICITANTE: ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN PROYECTO: "EVALUACION DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI - HUARIÑOS - SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO, 2021" UBICACIÓN: DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO	FECHA: JULIO DEL 2022 Sondeo: C-01 Muestra: M-1 Profundidad (m): 3.00 m
Tipo de material: Grava limosa arcillosa con arena Condición de la muestra: Húmeda Código de Informe y ensayo: LABI20722959 Fecha de muestreo: JULIO DEL 2022	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAZADO		
TABLA 1		
Denominación ASTM	Abertura (mm)	Porcentaje
0.075	75.000	100.0
0.150	150.000	100.0
0.300	300.000	100.0
0.600	600.000	100.0
1.180	1180.000	100.0
2.000	2000.000	100.0
3.750	3750.000	100.0
7.500	7500.000	100.0
15.000	15000.000	100.0
30.000	30000.000	100.0
60.000	60000.000	100.0
125.000	125000.000	100.0
250.000	250000.000	100.0
500.000	500000.000	100.0
1000.000	1000000.000	100.0
2000.000	2000000.000	100.0
4000.000	4000000.000	100.0
7500.000	7500000.000	100.0
15000.000	15000000.000	100.0
30000.000	30000000.000	100.0
60000.000	60000000.000	100.0
125000.000	125000000.000	100.0
250000.000	250000000.000	100.0
500000.000	500000000.000	100.0
1000000.000	1000000000.000	100.0

Distribución Granulométrica		
% Grava	Grava Gruesa	25.0 %
	Grava Fina	34.7 %
% Arena	AG%	9.5 %
	AM%	0.5 %
	AP%	0.0 %
% Fines		14.3 %
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		1 1/2
Forma del suelo grueso		Sub-angular
Porcentaje retenido en la 3 pulg		0.0 %
Método de lavado Malla No. 200 (Según NTP 400.018 (2018))		A
Coefficiente de Curvatura		--
Coefficiente de Uniformidad		--

RESULTADOS DEL ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA

Límite Líquido: 23
 Límite Plástico: 19
 Índice Plástico: 4



Método de ensayo	Multipunto
Preparación de la muestra	Húmeda
Porcentaje retenido aproximado en tamiz No. 40	77.7
Ranurador utilizado en el Límite Líquido	Plano
Equipo de Rotado en el Límite Plástico	Manual

Clasificación (S.U.C.S.)	
GC - GM	Grava limosa arcillosa con arena
Clasificación (AASHTO)	
A-1-a	Índice de Grupo: 0
Descripción (AASHTO): BUENO	



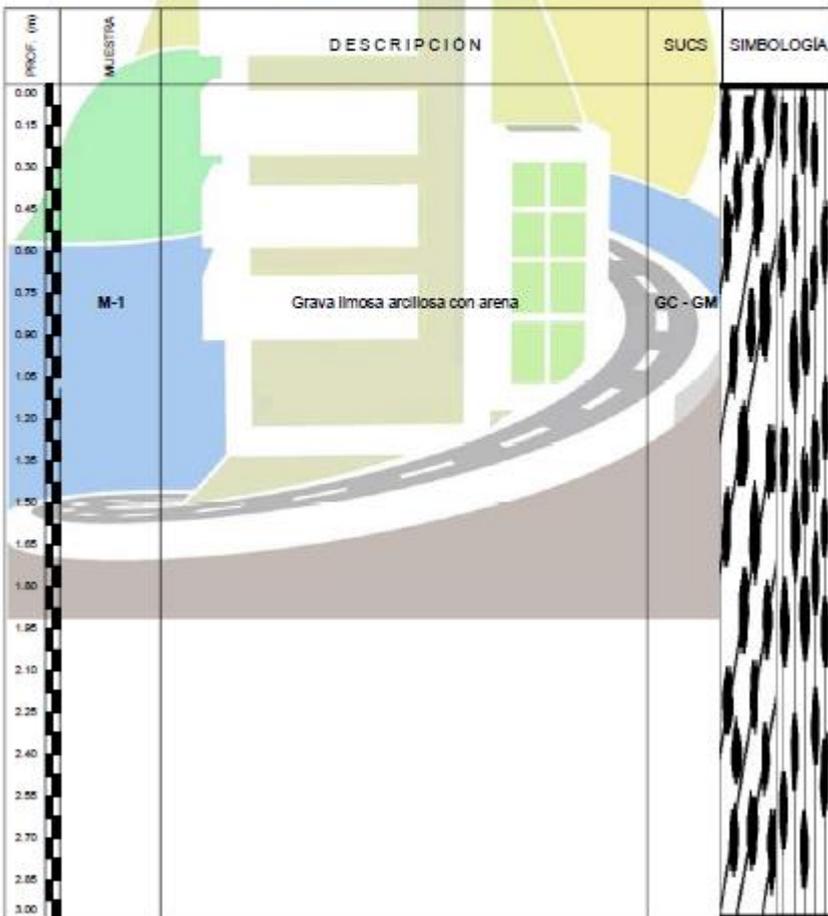


CLASIFICACIÓN DE SUELOS LABORTEC EIRL
 Análisis Granulométrico NTP 339.128 (2014) / Límite Líquido y Límite Plástico NTP 339.129 (2014) / Clasificación SUCS NTP 339.134 (2014)



REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAPUASI – HUARIÑOS – SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO, 2021"		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO		
SOLICITANTE:	ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN		
CALICATA N°:	C-01		
PROF. (m):	3.00 m	NIVEL FREÁTICO:	No se halló
		TÉCNICO:	LABORTEC E.I.R.L
		FECHA:	JULIO DEL 2022





NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte
 directo de suelos
 bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI - HUARIÑOS - SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAQ, PROVINCIA DE PACHETEÑA - HUÁNUCO, 2021

SOLICITADO : ING. BACH. FERNANDO FERRER LEÓN

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAQ, PROVINCIA DE PACHETEÑA - HUÁNUCO

ESPECIALISTA: ING. RIDER CAJALEÓN JAMILLO

EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.

MUESTRA : C - 01

FECHA : JULIO DEL 2022

PERTENECE :

PROF (m) : 0.00 - 3.00

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	8.00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	170.00	ÁREA (cm ²)	26.27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	161.41	VOLUMEN (cm ³)	53.71
PESO DEL AGUA (gr.)	8.59	DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.048
PESO DEL ANILLO (gr.)	60.00	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.887
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	101.41	CLASIFICACIÓN SUCS	GC-OM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	8.5	FACTOR ANILLO	0.279 + 0.000

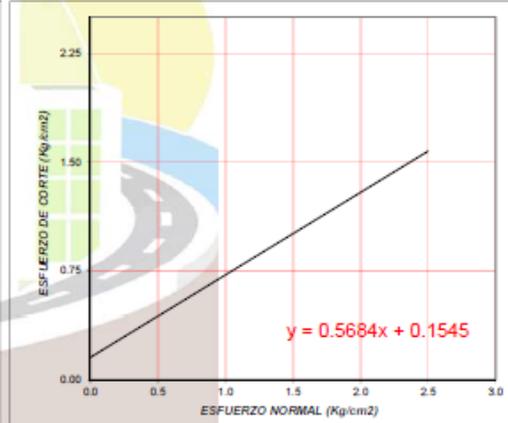
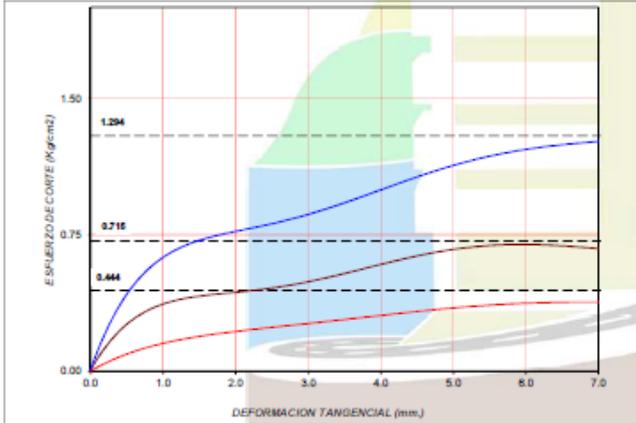
ESFUERZO NORMAL : 0,5 kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
0.0	-	0.00		-	0.000
0.5	16	1.00		4.368	0.155
1.0	22	2.00		6.006	0.212
1.5	28	3.00		7.644	0.270
2.0	31	4.00		8.463	0.299
2.5	36	5.00		9.828	0.348
3.0	39	6.00		10.647	0.377
3.5	39	7.00		10.647	0.377
4.0	40	8.00		10.920	0.386
4.5	46	9.00		12.558	0.444



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI - HUARIÑOS - SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO, 2021		CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES					
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO		MUESTRA N°	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (g/cm³)	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm²)
MUESTRA : C-01	PERTENECE : 0	01	6.0	28.27	8.5	1.887	0.5
SOLICITADO : ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEON	EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.	02	6.0	28.27	8.5	1.767	1.0
PROF (m) : 0.00 - 3.00	FECHA : JULIO DEL 2022	03	6.0	28.27	8.5	1.853	2.0
		CLASIF. SUCS: OC-GM LL : 23 LP : 19 % MENOR QUE MALLA N° 200 : 14.3					



RESULTADOS DE ENSAYOS		
COHESIÓN (Kg/cm²)	0.15	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
		29.6



VISTA FOTOGRAFICA DE LA CALICATA N°01

Anexos N° 10 – Análisis de la estabilidad del talud



Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: seccion_Rev 00.slim
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 2/08/2022, 10:35:57 p. m.

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Grid Search
 Radius Increment: 10
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Create Tension Crack
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Loading

1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kN/m2]: 10
 Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Suelo
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m3]	18.4
Cohesion [kPa]	14.71
Friction Angle [deg]	29.6
Water Surface	None
Ru Value	0

Global Minimums

Method: spencer

FS: 0.846324
 Center: 8.470, 41.836
 Radius: 32.406
 Left Slip Surface Endpoint: 25.783, 14.443
 Right Slip Surface Endpoint: 39.517, 32.551
 Resisting Moment=25514.4 kN-m
 Driving Moment=30147.3 kN-m
 Resisting Horizontal Force=494.561 kN
 Driving Horizontal Force=584.364 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 0.851020
 Center: 8.470, 41.836
 Radius: 32.406
 Left Slip Surface Endpoint: 25.783, 14.443
 Right Slip Surface Endpoint: 39.517, 32.551
 Resisting Moment=25656 kN-m
 Driving Moment=30147.3 kN-m
 Resisting Horizontal Force=497.383 kN
 Driving Horizontal Force=584.455 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: spencer

Number of Valid Surfaces: 53174
 Number of Invalid Surfaces: 10362

Error Codes:

Error Code -102 reported for 17 surfaces
 Error Code -103 reported for 635 surfaces
 Error Code -106 reported for 154 surfaces
 Error Code -108 reported for 3592 surfaces
 Error Code -109 reported for 1 surface
 Error Code -111 reported for 1079 surfaces
 Error Code -1000 reported for 4884 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 53729
 Number of Invalid Surfaces: 9807

Error Codes:

Error Code -102 reported for 17 surfaces
 Error Code -103 reported for 635 surfaces
 Error Code -106 reported for 154 surfaces
 Error Code -108 reported for 3777 surfaces
 Error Code -109 reported for 1 surface
 Error Code -111 reported for 339 surfaces
 Error Code -1000 reported for 4884 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 102 = Two surface / slope intersections, but resulting arc is actually outside soil region.
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.
- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors

if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).

-109 = Soiltype for slice base not located. This error should occur very rarely, if at all. It may occur if a very low number of slices is combined with certain soil geometries, such that the midpoint of a slice base is actually outside the soil region, even though the slip surface is wholly within the soil region.

-111 = safety factor equation did not converge

-1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 0.846324

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.549343	3.75848	Suelo	14.71	29.6	19.8708	16.8172	3.70927	0	3.70927
2	0.549343	11.1944	Suelo	14.71	29.6	25.8568	21.8833	12.6272	0	12.6272
3	0.549343	18.4648	Suelo	14.71	29.6	31.3925	26.5682	20.8741	0	20.8741
4	0.549343	25.5623	Suelo	14.71	29.6	36.4811	30.8748	28.4552	0	28.4552
5	0.549343	32.4791	Suelo	14.71	29.6	41.1251	34.8052	35.374	0	35.374
6	0.549343	39.2062	Suelo	14.71	29.6	45.3265	38.3609	41.6332	0	41.6332
7	0.549343	45.7336	Suelo	14.71	29.6	49.086	41.5427	47.234	0	47.234
8	0.549343	52.0502	Suelo	14.71	29.6	52.4036	44.3504	52.1766	0	52.1766
9	0.549343	58.1433	Suelo	14.71	29.6	55.2784	46.7834	56.4593	0	56.4593
10	0.549343	63.9987	Suelo	14.71	29.6	57.7084	48.84	60.0797	0	60.0797
11	0.549343	69.6	Suelo	14.71	29.6	59.6909	50.5178	63.033	0	63.033
12	0.549343	74.9285	Suelo	14.71	29.6	61.2215	51.8132	65.3134	0	65.3134
13	0.549343	79.9625	Suelo	14.71	29.6	62.2951	52.7218	66.9129	0	66.9129
14	0.549343	84.4994	Suelo	14.71	29.6	62.8037	53.1523	67.6707	0	67.6707
15	0.549343	82.678	Suelo	14.71	29.6	59.5681	50.4139	62.8502	0	62.8502
16	0.549343	77.4663	Suelo	14.71	29.6	54.6	46.2093	55.4488	0	55.4488
17	0.549343	71.8209	Suelo	14.71	29.6	49.6226	41.9968	48.0335	0	48.0335
18	0.549343	67.5259	Suelo	14.71	29.6	45.5085	38.5149	41.9041	0	41.9041
19	0.549343	64.0547	Suelo	14.71	29.6	41.9172	35.4755	36.5539	0	36.5539
20	0.549343	57.2309	Suelo	14.71	29.6	37.0681	31.3716	29.3298	0	29.3298
21	0.549343	48.6076	Suelo	14.71	29.6	31.8623	26.9658	21.574	0	21.574
22	0.549343	39.5449	Suelo	14.71	29.6	26.967	22.8229	14.2812	0	14.2812
23	0.549343	30.2389	Suelo	14.71	29.6	22.5295	19.0673	7.67018	0	7.67018
24	0.549343	19.6094	Suelo	14.71	29.6	18.3476	15.528	1.44002	0	1.44002
25	0.549343	6.90234	Suelo	14.71	29.6	15.2197	12.8808	-3.21997	0	-3.21997

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 0.85102

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.549343	3.75848	Suelo	14.71	29.6	15.9777	13.5974	-1.9586	0	-1.9586
2	0.549343	11.1944	Suelo	14.71	29.6	23.3898	19.9052	9.14519	0	9.14519

3	0.549343	18.4648	Suelo	14.71	29.6	30.3016	25.7873	19.4997	0	19.4997
4	0.549343	25.5623	Suelo	14.71	29.6	36.5835	31.1333	28.9103	0	28.9103
5	0.549343	32.4791	Suelo	14.71	29.6	42.1404	35.8623	37.2347	0	37.2347
6	0.549343	39.2062	Suelo	14.71	29.6	46.9195	39.9294	44.3942	0	44.3942
7	0.549343	45.7336	Suelo	14.71	29.6	50.9122	43.3273	50.3755	0	50.3755
8	0.549343	52.0502	Suelo	14.71	29.6	54.1505	46.0832	55.2269	0	55.2269
9	0.549343	58.1433	Suelo	14.71	29.6	56.7004	48.2532	59.0468	0	59.0468
10	0.549343	63.9987	Suelo	14.71	29.6	58.6501	49.9124	61.9673	0	61.9673
11	0.549343	69.6	Suelo	14.71	29.6	60.0984	51.1449	64.1369	0	64.1369
12	0.549343	74.9285	Suelo	14.71	29.6	61.1427	52.0337	65.7016	0	65.7016
13	0.549343	79.9625	Suelo	14.71	29.6	61.8699	52.6525	66.7908	0	66.7908
14	0.549343	84.4994	Suelo	14.71	29.6	62.2484	52.9746	67.358	0	67.358
15	0.549343	82.678	Suelo	14.71	29.6	59.1359	50.3258	62.6952	0	62.6952
16	0.549343	77.4663	Suelo	14.71	29.6	54.4547	46.342	55.6824	0	55.6824
17	0.549343	71.8209	Suelo	14.71	29.6	49.8584	42.4305	48.7969	0	48.7969
18	0.549343	67.5259	Suelo	14.71	29.6	46.2134	39.3285	43.3363	0	43.3363
19	0.549343	64.0547	Suelo	14.71	29.6	43.1729	36.741	38.7816	0	38.7816
20	0.549343	57.2309	Suelo	14.71	29.6	38.7101	32.9431	32.096	0	32.096
21	0.549343	48.6076	Suelo	14.71	29.6	33.5896	28.5854	24.4252	0	24.4252
22	0.549343	39.5449	Suelo	14.71	29.6	28.3718	24.145	16.6085	0	16.6085
23	0.549343	30.2389	Suelo	14.71	29.6	23.0107	19.5825	8.57721	0	8.57721
24	0.549343	19.6094	Suelo	14.71	29.6	16.8689	14.3558	-0.623538	0	-0.623538
25	0.549343	6.90234	Suelo	14.71	29.6	9.44621	8.03891	-11.7432	0	-11.7432

List Of Coordinates

Line Load

X	Y
20.0629	15.0906
20.267	15.0947
22.517	14.9704
24.767	14.8461
24.9711	14.842

External Boundary

X	Y
67.2952	0
67.2952	46.2242
55.3391	40.5839
52.7135	39.2635
49.5103	37.5399
45.4564	34.982
42.7866	33.8532

40.6622	33.1995
39.2467	32.3983
37.6146	31.5467
36.8257	31.3047
36.0914	31.1564
35.5881	30.6573
35.0367	30.1838
33.957	29.819
33.3657	29.6084
25.9787	14.8344
25.7787	14.4344
24.9711	14.842
24.767	14.8461
22.517	14.9704
20.267	15.0947
20.0629	15.0906
19.2629	14.6906
19.0629	15.0906
18.5248	16.1669
0	0

Slide Analysis Information

SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Project Summary

File Name: seccion_Rev 00_sismo.slim
Slide Modeler Version: 6.005
Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program
Date Created: 2/08/2022, 10:35:57 p. m.

General Settings

Units of Measurement: Metric Units
Time Units: days
Permeability Units: meters/second
Failure Direction: Right to Left
Data Output: Standard
Maximum Material Properties: 20
Maximum Support Properties: 20

Analysis Options

Analysis Methods Used

GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50
Check $m\alpha < 0.2$: Yes
Initial trial value of FS: 1
Steffensen Iteration: Yes

Groundwater Analysis

Groundwater Method: Water Surfaces
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m³
Advanced Groundwater Method: None

Random Numbers

Pseudo-random Seed: 10116
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

Surface Options

Surface Type: Circular
 Search Method: Grid Search
 Radius Increment: 10
 Composite Surfaces: Disabled
 Reverse Curvature: Create Tension Crack
 Minimum Elevation: Not Defined
 Minimum Depth: Not Defined

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.13
 1 Distributed Load present

Distributed Load 1

Distribution: Constant
 Magnitude [kN/m²]: 10
 Orientation: Vertical

Material Properties

Property	Suelo
Color	
Strength Type	Mohr-Coulomb
Unit Weight [kN/m ³]	18.4
Cohesion [kPa]	14.71
Friction Angle [deg]	29.6
Water Surface	None
Ru Value	0

Global Minimums

Method: spencer

FS: 0.745754
 Center: -13.873, 58.859
 Radius: 59.509
 Left Slip Surface Endpoint: 25.825, 14.526
 Right Slip Surface Endpoint: 39.500, 32.542
 Resisting Moment=36094.5 kN-m
 Driving Moment=48400 kN-m
 Resisting Horizontal Force=372.865 kN
 Driving Horizontal Force=499.984 kN

Method: gle/morgenstern-price

FS: 0.727724
 Center: -7.490, 57.795
 Radius: 54.511
 Left Slip Surface Endpoint: 25.925, 14.727
 Right Slip Surface Endpoint: 41.247, 33.380
 Resisting Moment=40299.8 kN-m
 Driving Moment=55377.8 kN-m
 Resisting Horizontal Force=479.289 kN
 Driving Horizontal Force=658.613 kN

Valid / Invalid Surfaces

Method: spencer

Number of Valid Surfaces: 49023
 Number of Invalid Surfaces: 14513

Error Codes:

Error Code -102 reported for 17 surfaces
 Error Code -103 reported for 635 surfaces
 Error Code -106 reported for 154 surfaces
 Error Code -108 reported for 4348 surfaces
 Error Code -109 reported for 1 surface
 Error Code -111 reported for 4474 surfaces
 Error Code -1000 reported for 4884 surfaces

Method: gle/morgenstern-price

Number of Valid Surfaces: 51492
 Number of Invalid Surfaces: 12044

Error Codes:

Error Code -102 reported for 17 surfaces
 Error Code -103 reported for 635 surfaces
 Error Code -106 reported for 154 surfaces
 Error Code -108 reported for 3581 surfaces
 Error Code -109 reported for 1 surface
 Error Code -111 reported for 2772 surfaces
 Error Code -1000 reported for 4884 surfaces

Error Codes

The following errors were encountered during the computation:

- 102 = Two surface / slope intersections, but resulting arc is actually outside soil region.
- 103 = Two surface / slope intersections, but one or more surface / nonslope external polygon intersections lie between them. This usually occurs when the slip surface extends past the bottom of the soil region, but may also occur on a benched slope model with two sets of Slope Limits.
- 106 = Average slice width is less than 0.0001 * (maximum horizontal extent of soil region). This limitation is imposed to avoid numerical errors which may result from too many slices, or too small a slip region.

- 108 = Total driving moment or total driving force < 0.1. This is to limit the calculation of extremely high safety factors if the driving force is very small (0.1 is an arbitrary number).
- 109 = Soiltype for slice base not located. This error should occur very rarely, if at all. It may occur if a very low number of slices is combined with certain soil geometries, such that the midpoint of a slice base is actually outside the soil region, even though the slip surface is wholly within the soil region.
- 111 = safety factor equation did not converge
- 1000 = No valid slip surfaces are generated at a grid center. Unable to draw a surface.

Slice Data

Global Minimum Query (spencer) - Safety Factor: 0.745754

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.547027	3.00989	Suelo	14.71	29.6	40.4474	30.1638	27.2036	0	27.2036
2	0.547027	8.96636	Suelo	14.71	29.6	41.959	31.2911	29.1879	0	29.1879
3	0.547027	14.7939	Suelo	14.71	29.6	43.0567	32.1097	30.6291	0	30.6291
4	0.547027	20.4879	Suelo	14.71	29.6	43.7553	32.6307	31.5462	0	31.5462
5	0.547027	26.0433	Suelo	14.71	29.6	44.0699	32.8653	31.9591	0	31.9591
6	0.547027	31.4546	Suelo	14.71	29.6	44.016	32.8251	31.8883	0	31.8883
7	0.547027	36.7159	Suelo	14.71	29.6	43.6096	32.522	31.3548	0	31.3548
8	0.547027	41.8209	Suelo	14.71	29.6	42.8674	31.9685	30.3804	0	30.3804
9	0.547027	46.7626	Suelo	14.71	29.6	41.8064	31.1773	28.9877	0	28.9877
10	0.547027	51.5334	Suelo	14.71	29.6	40.4452	30.1622	27.2007	0	27.2007
11	0.547027	56.1252	Suelo	14.71	29.6	38.8026	28.9372	25.0445	0	25.0445
12	0.547027	60.5287	Suelo	14.71	29.6	36.899	27.5176	22.5455	0	22.5455
13	0.547027	64.734	Suelo	14.71	29.6	34.756	25.9194	19.732	0	19.732
14	0.547027	68.5219	Suelo	14.71	29.6	32.418	24.1759	16.6629	0	16.6629
15	0.547027	66.0375	Suelo	14.71	29.6	30.7187	22.9086	14.4321	0	14.4321
16	0.547027	60.463	Suelo	14.71	29.6	29.7151	22.1602	13.1147	0	13.1147
17	0.547027	54.6368	Suelo	14.71	29.6	29.1352	21.7277	12.3534	0	12.3534
18	0.547027	50.3696	Suelo	14.71	29.6	28.5907	21.3216	11.6385	0	11.6385
19	0.547027	47.1704	Suelo	14.71	29.6	28.0663	20.9305	10.9501	0	10.9501
20	0.547027	40.9767	Suelo	14.71	29.6	28.6347	21.3545	11.6964	0	11.6964
21	0.547027	33.3924	Suelo	14.71	29.6	30.0569	22.4151	13.5634	0	13.5634
22	0.547027	25.9058	Suelo	14.71	29.6	31.9394	23.819	16.0347	0	16.0347
23	0.547027	18.9068	Suelo	14.71	29.6	34.1255	25.4492	18.9044	0	18.9044
24	0.547027	11.6463	Suelo	14.71	29.6	36.8729	27.4981	22.5112	0	22.5112
25	0.547027	3.91963	Suelo	14.71	29.6	37.2369	27.7696	22.9891	0	22.9891

Global Minimum Query (gle/morgenstern-price) - Safety Factor: 0.727724

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.612889	4.1906	Suelo	14.71	29.6	20.5853	14.9804	0.475995	0	0.475995

2	0.612889	12.4903	Suelo	14.71	29.6	35.2466	25.6498	19.2576	0	19.2576
3	0.612889	20.6241	Suelo	14.71	29.6	47.4622	34.5394	34.9061	0	34.9061
4	0.612889	28.5858	Suelo	14.71	29.6	56.8567	41.376	46.9406	0	46.9406
5	0.612889	36.3689	Suelo	14.71	29.6	63.2124	46.0012	55.0824	0	55.0824
6	0.612889	43.9663	Suelo	14.71	29.6	66.4812	48.38	59.2699	0	59.2699
7	0.612889	51.3702	Suelo	14.71	29.6	66.7888	48.6038	59.664	0	59.664
8	0.612889	58.5722	Suelo	14.71	29.6	64.4296	46.887	56.6417	0	56.6417
9	0.612889	65.5629	Suelo	14.71	29.6	59.8552	43.5581	50.7818	0	50.7818
10	0.612889	72.3322	Suelo	14.71	29.6	53.6536	39.045	42.8374	0	42.8374
11	0.612889	78.869	Suelo	14.71	29.6	46.5229	33.8558	33.7027	0	33.7027
12	0.612889	85.1608	Suelo	14.71	29.6	39.2373	28.5539	24.3697	0	24.3697
13	0.612889	86.9953	Suelo	14.71	29.6	33.5087	24.3851	17.0312	0	17.0312
14	0.612889	81.4545	Suelo	14.71	29.6	31.1826	22.6923	14.0515	0	14.0515
15	0.612889	75.4677	Suelo	14.71	29.6	30.9461	22.5203	13.7485	0	13.7485
16	0.612889	71.4107	Suelo	14.71	29.6	31.7813	23.1281	14.8184	0	14.8184
17	0.612889	68.5328	Suelo	14.71	29.6	33.582	24.4384	17.1251	0	17.1251
18	0.612889	61.5331	Suelo	14.71	29.6	37.217	27.0837	21.7815	0	21.7815
19	0.612889	53.6898	Suelo	14.71	29.6	40.8325	29.7148	26.4133	0	26.4133
20	0.612889	46.2902	Suelo	14.71	29.6	43.3388	31.5387	29.6238	0	29.6238
21	0.612889	39.2767	Suelo	14.71	29.6	44.1371	32.1196	30.6464	0	30.6464
22	0.612889	31.7745	Suelo	14.71	29.6	42.6324	31.0246	28.7188	0	28.7188
23	0.612889	23.9265	Suelo	14.71	29.6	38.1103	27.7338	22.9261	0	22.9261
24	0.612889	15.5367	Suelo	14.71	29.6	29.9266	21.7783	12.4425	0	12.4425
25	0.612889	5.62685	Suelo	14.71	29.6	17.0777	12.4279	-4.01728	0	-4.01728

List Of Coordinates

Line Load

X	Y
20.0629	15.0906
20.267	15.0947
22.517	14.9704
24.767	14.8461
24.9711	14.842

External Boundary

X	Y
67.2952	0
67.2952	46.2242
55.3391	40.5839
52.7135	39.2635
49.5103	37.5399
45.4564	34.982

42.7866	33.8532
40.6622	33.1995
39.2467	32.3983
37.6146	31.5467
36.8257	31.3047
36.0914	31.1564
35.5881	30.6573
35.0367	30.1838
33.957	29.819
33.3657	29.6084
25.9787	14.8344
25.7787	14.4344
24.9711	14.842
24.767	14.8461
22.517	14.9704
20.267	15.0947
20.0629	15.0906
19.2629	14.6906
19.0629	15.0906
18.5248	16.1669
0	0

Resultados caso estático

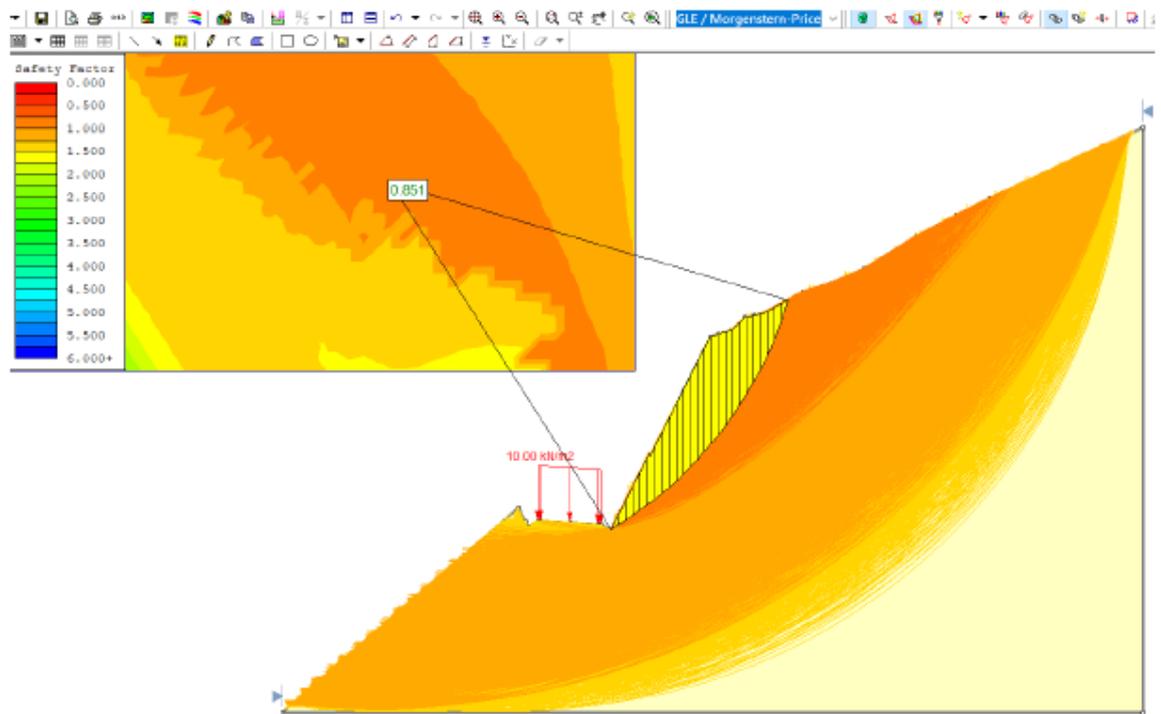


Ilustración 8 : Factor de seguridad – Morgenstern Price – FS: 0.851

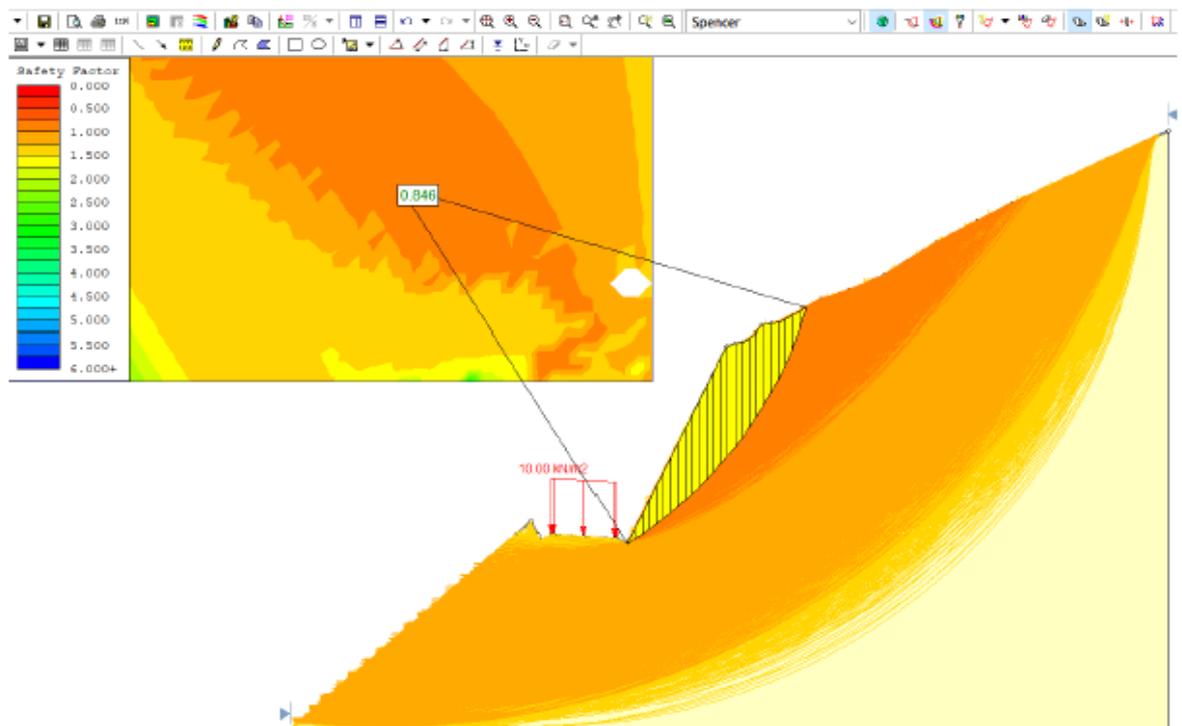


Ilustración 9 : Factor de seguridad – Spencer – FS: 0.846

Resultados caso dinámico

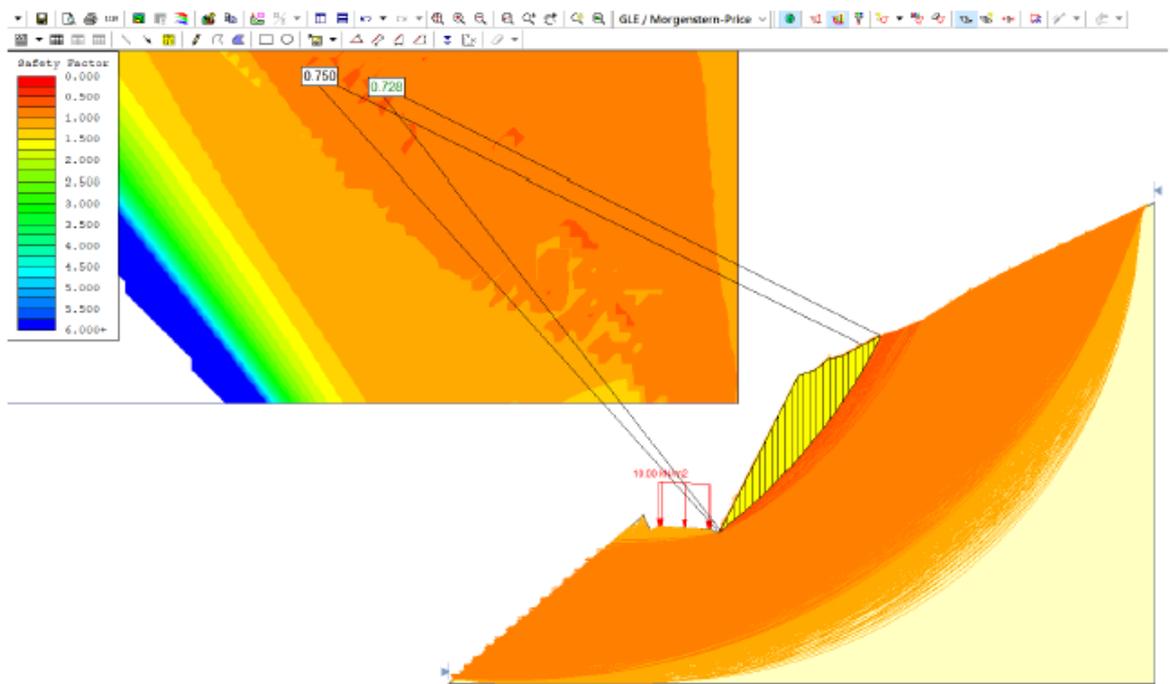


Ilustración 10 : Factor de seguridad – Morgenstern Price – FS: 0.728

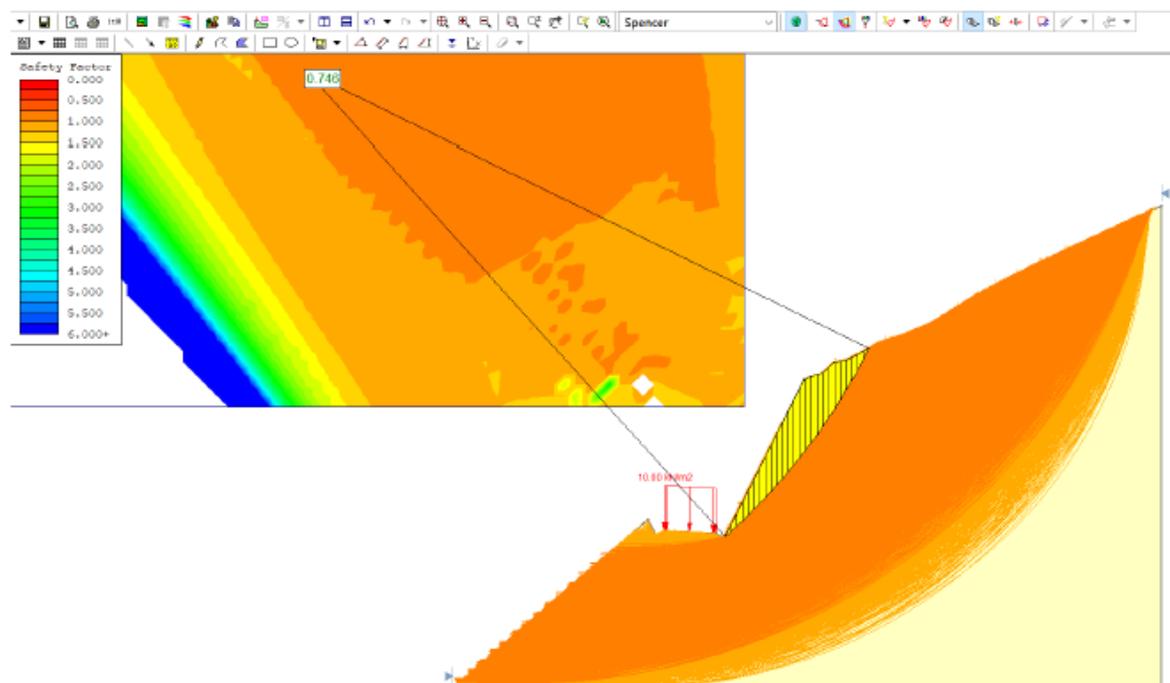


Ilustración 11 : Factor de seguridad – Spencer – FS: 0.746

Anexos N° 11 – Determinación de los rangos de peligrosidad

Ponderación de los parámetros de los peligros

Peligro por Movimiento de masas

Tabla 1. *Descriptor de la Textura del suelo*

PARÁMETRO	PENDIENTE		PESO PONDERADO: 0.306	
DESCRIPTORES	TX1	Finas: Suelos arcillosos (arcilloso arenoso, arcilloso limonoso, arcilloso)	PTX1	0.503
	TX2	Moderadamente Fina: Suelos francos (franco arcilloso, franco limonoso arcilloso y/o franco limonoso arcilloso)	PTX2	0.260
	TX3	Mediana: Suelos francos (franco, franco limonoso y/o limonoso)	PTX3	0.134
	TX4	Moderadamente gruesa: suelos francos (franco arenoso)	PTX4	0.068
	TX5	Gruesa: Suelos arenosos: arenosos, franco arenosos	PTX5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 71.

Tabla 2. *Descriptor de pendiente del terreno.*

PARÁMETRO	TEXTURA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.548		
DESCRIPTORES	PN1	30° a 40°	PPN1	0.503
	PN2	25° a 45°	PPN2	0.260
	PN3	20° a 30°	PPN3	0.134
	PN4	10° a 20°	PPN4	0.068
	PN5	Menor a 5°	PPN5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 71.

Tabla 3. *Descriptor de erosión del suelo.*

PARÁMETRO	PENDIENTE	PESO PONDERADO: 0.101		
DESCRIPTORES	E1	Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas)	PE1	0.503
	E2	Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	PE2	0.260
	E3	Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados.	PE3	0.134
	E4	Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturadas.	PE4	0.068
	E5	Laderas con substrato rocoso no meteorizado. Se pueden presentar inestabilidades en las laderas adyacentes a los ríos y quebradas, por socavamiento y erosión.	PE5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 72.

Tabla 4. *Descriptor de velocidad de desplazamiento del suelo*

PARÁMETRO	PENDIENTE		PESO PONDERADO: 0.045	
DESCRIPTORES	VD1	Extremadamente rápido ($v= 5\text{m/s}$)	PVD1	0.503
	VD2	Muy rápido ($v= 0.05\text{m/s}$)	PVD2	0.260
	VD3	Rápido ($v= 0.0033\text{ m/s}$)	PVD3	0.134
	VD4	Moderada ($v=3.009\times 10^{-4}\text{ m/s}$)	PVD4	0.068
	VD5	Lenta a extremadamente lenta ($v=5.144\times 10^{-8}\text{ m/año}$ a $5.144\times 10^{-10}\text{ m/año}$)	PVD5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 72.

Tabla 5. Determinación de peligro por movimiento de masas

PELIGRO MOVIMIENTO DE MASA									
TEXTURA DEL SUELO		PENDIENTE		EROSIÓN		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		VALOR	
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO		
0.26	0.306	0.26	0.548	0.134	0.101	0.068	0.045	0.239	

Peligro sísmico

Tabla 6. Descriptores de magnitud de sismo

PARÁMETRO	MAGNITUD DEL SISMO		PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRIPTORES	S1	Mayor a 8.0 : Grandes terremotos	PS1	0.503
	S2	6.0 a 7.9 : Sismo mayor	PS2	0.260
	S3	4.5 a 5.9 : Pueden causar daños menores en la localidad	PS3	0.134
	S4	3.5 a 4.4 : Sentido por mucha gente	PS4	0.068
	S5	Menor a 3.4 : No es sentido en general pero es registrado en sismógrafos	PS5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 44.

Tabla 7. Descriptores de intensidad de sismo

PARÁMETRO	INTENSIDAD DEL SISMO		PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	X1	XI y XII. Destrucción total, puentes destruidos, grandes grietas en el suelo. Las ondas sísmicas se observan en el suelo y objetos son lanzados al aire.	PX1	0.503
	X2	IX y X. Todos los edificios resultan con daños severos, muchas edificaciones son desplazadas de su cimentación. El suelo resulta considerablemente fracturado.	PX2	0.260
	X3	VI, VII y VIII. Sentido por todos, los muebles se desplazan, daños considerables en estructuras de pobre construcción. Daños ligeros en estructuras de buen diseño.	PX3	0.134
	X4	III, IV y V. Notado por muchos, sentido en el interior de las viviendas, los árboles y postes se balancean.	PX4	0.068
	X5	I y II. Casi nadie lo siente y/o sentido por unas cuantas personas.	PX5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 45.

Tabla 8. Descriptores de aceleración

PARÁMETRO	ACELERACIÓN NATURAL DEL SUELO		PESO PONDERADO: 0.074	
DESCRIPTORES	AS1	Menor a 0.05 micrones	PAS1	0.503
	AS2	0.05 – 2 micrones	PAS2	0.260
	AS3	2 – 5 micrones	PAS3	0.134
	AS4	5 – 8 micrones	PAS4	0.068
	AS5	8 – 10 micrones	PAS5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014, p. 45.

Tabla 9. Determinación de peligro ante sismo

PELIGRO SÍSMICO						
MAGNITUD		INTENSIDAD		ACELERACIÓN		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.035	0.283	0.035	0.643	0.035	0.074	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014.

Niveles de peligro

Tabla 10. matriz de peligro ante movimiento de masas

MATRIZ DE PELIGRO: MOVIMIENTO DE MASA		
NIVEL	descripción	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Pendiente 30° a 45°, Zonas muy inestables. Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas y/o alteradas; saturadas y muy fracturadas y depósitos superficiales inconsolidados y zonas con intensa erosión (cárcavas).	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	Pendiente 25° a 45°. Zonas inestables, macizos rocosos con meteorización y/o alteración intensa a moderada, muy fracturadas; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, zonas de intensa erosión.	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	Pendiente 20° a 30°, Zonas de estabilidad marginal, laderas con erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados.	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	Pendiente menor a 20°, Laderas con materiales poco fracturados, moderada a poca meteorización, parcialmente erosionadas, no saturados.	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014, p. 117.

Tabla 11. *matriz de peligro para sismo*

NIVEL	MATRIZ DE PELIGRO: SISMO descripción	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Sismo: Mayor a 8.0: Grandes terremotos, intensidad XI y XII.	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	Sismo: 6.0 a 7.9: sismo mayor, intensidad IX y X.	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	Sismo: 4.5 a 5.9: Puede causar daños menores en la localidad, intensidad VI, VII y VIII.	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	Sismo: menor a 4.4: Sentido por mucha gente, intensidad menor a V.	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014, p. 117.

Identificación de elementos expuestos

Elementos expuestos por dimensión social

Tabla 12. *Número de Instituciones educativas*

Tipo	Nro. de CC.EE.
Inicial - Jardín	04
Primaria	05
Secundaria	02
Total	11

Tabla 13. *Cantidad de alumnos matriculados*

LOCALIDAD	INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA
Huariños	12	22	
Pampahuasi	32	65	
Santa Rosa Baja	12	27	
Santa Virginia	9	25	95
nuevo santa Virginia	12	42	51
Total	62	181	146

Tabla 14. *Características de las viviendas de la zona en estudio*

Categorías	Casos
Ladrillo o Bloque de cemento	02
Adobe o tapia	89
Madera	07
Quincha	0
Triplay /calamina/estera	4
Piedra con barro	01
Piedra o sillar con cal o cemento	0
Tapia	65
Otro	0
Total	168.00

Elementos expuestos por dimensión económica

Tabla 15. *Servicios basicos expuestos*

SERVICIOS BÁSICOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Sistema de agua potable	100	Glb	Cemento y PVC
Sistema de alcantarillado	100	Glb	Cemento y PVC
Red de electricidad	100	Glb	Cemento y rollizo

Tabla 16. *Servicios de telecomunicación expuestos*

TELECOMUNICACIONES	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Telefonía fija	00	Glb	Cable telefónico
Telefonía móvil	100	Glb	inalámbrico
Televisión	100	Glb	satelital

Tabla 17. *Infraestructura esencial expuesta*

INFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Carretera afirmada	100	Glb	Material seleccionado
Pistas y veredas	00	Glb	Cemento
Caminos rurales	100	Glb	Material seleccionado
Puentes vehiculares	100	Glb	Cemento y fierro
Canales de riego	00	Glb	tierra

Elementos expuestos por dimensión ambiental

Tabla 18. *Recursos naturales expuestos.*

INFRAESTRUCTURA Y ELEMENTOS EXPUESTOS	%	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL
Carretera afirmada	100	Glb	Material seleccionado
Pistas y veredas	00	Glb	Cemento
Caminos rurales	100	Glb	Material seleccionado
Puentes vehiculares	100	Glb	Cemento y fierro
Canales de riego	00	Glb	tierra

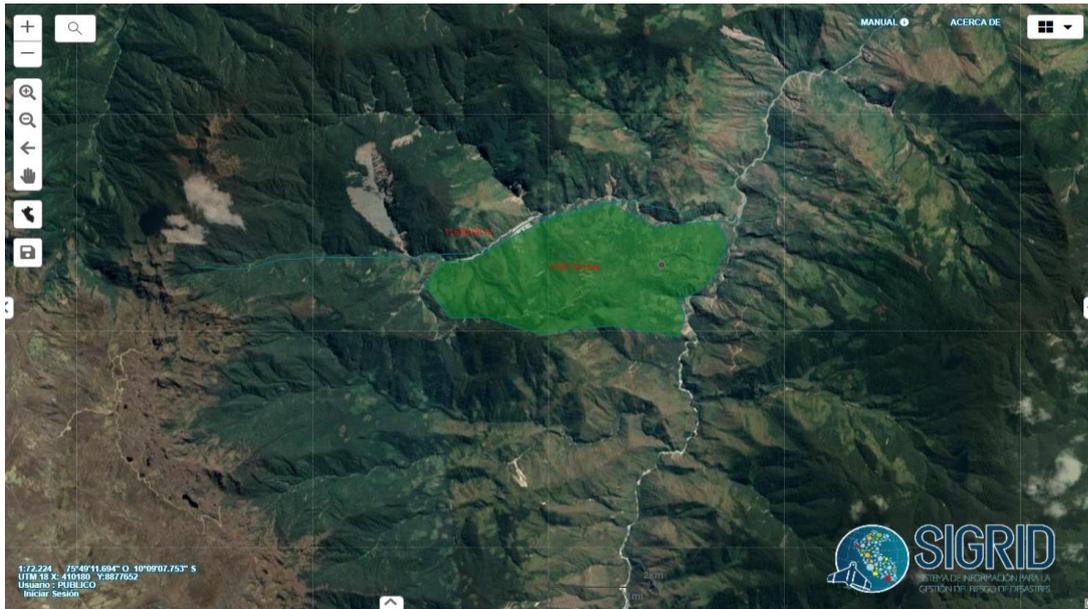


Figura 01. Elementos expuestos por dimensión ambiental.

Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros

Factores condicionantes

Tabla 19. *Descriptor de relieve del área en estudio*

PARÁMETRO	RELIEVE	PESO PONDERADO: 0.145		
DESCRITORES	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503
	Y2	El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. el ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebradas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosas en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente árida y desértica	PY5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 104.

Tabla 19. *Descriptor de tipo de suelo*

PARÁMETRO	TIPO DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.515		
DESCRITORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eólica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eólica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y8	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068
	Y10	Afloramiento rocoso y estratos de grava	PY10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 104.

Tabla 19. *Descriptor de cobertura vegetal*

PARÁMETRO		COBERTURA VEGETAL	PESO PONDERADO: 0.058	
DESCRIPTORES	Y11	70 - 100 %	PY11	0.503
	Y12	40 - 70 %	PY12	0.260
	Y13	20 - 40 %	PY13	0.134
	Y14	5 - 20 %	PY14	0.068
	Y15	0 - 5 %	PY15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 104.

Tabla 20. *Descriptor de uso actual de suelos*

PARÁMETRO		USO ACTUAL DE SUELOS	PESO PONDERADO: 0.282	
DESCRIPTORES	Y16	Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.	PY16	0.503
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentren en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados.	PY17	0.260
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.	PY18	0.134
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	PY19	0.068
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad	PY20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 105.

Tabla 21. *Ponderación de factores condicionantes*

FACTORES CONDICIONANTES								
RELIEVE		TIPO DE SUELO		COBERTURA VEGETAL		USO ACTUAL DE SUELO		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.068	0.145	0.068	0.515	0.26	0.058	0.26	0.282	

Nota: tomada de CENEPRED, 2014.

Factores Desencadenantes

Tabla 22. *Descriptor Hidrometeorológicos*

PARÁMETRO		HIDROMETEOROLÓGICOS	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	SH1	Lluvias	PSH1	0.503
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260
	SH3	Viento	PSH3	0.134
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 105.

Tabla 23. *Descriptorios Geológicos*

PARÁMETRO	GEOLÓGICO		PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	SG1	Colision de placas tectonicas	PSG1	0.503
	SG2	Zonas de actividad volcanica	PSG2	0.260
	SG3	fallas geologicas	PSG3	0.134
	SG4	movimientos en masas	PSG4	0.068
	SG5	Desprendimeinto de granse bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 105.

Tabla 24. *Descriptorios Inducidos por la acción humana*

PARÁMETRO	INDUCIDO POR EL SER HUMANO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	SI1	Actividades economicas	PSI1	0.503
	SI2	Sobre explotación de recursos naturales	PSI2	0.260
	SI3	Infraestructura	PSI3	0.134
	SI4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068
	SI5	Crecimientos demograficos	PSI5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 106.

Tabla 25. *Ponderación de factores desencadenantes*

FACTORES DESENCADENANTES						
HIDRO-METEOROLOGICOS		GEOLÓGICO		INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.503	0.106	0.068	0.26	0.068	0.633	0.114

Tabla 26. *Determinación de Susceptibilidad*

SUSCEPTIBILIDAD				
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESENCADENANTE		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.133	0.5	0.114	0.5	0.124

Tabla 27. *Determinación de peligrosidad por movimiento de masa y sismo.*

PELIGROSIDAD: MOVIMIENTO DE MASA				
MOV. MASA		SUSCEPTIBILIDAD		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.239	0.5	0.124	0.5	0.181
PELIGROSIDAD: SISMO				
SISMO		SUSCEPTIBILIDAD		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.035	0.5	0.124	0.5	0.079

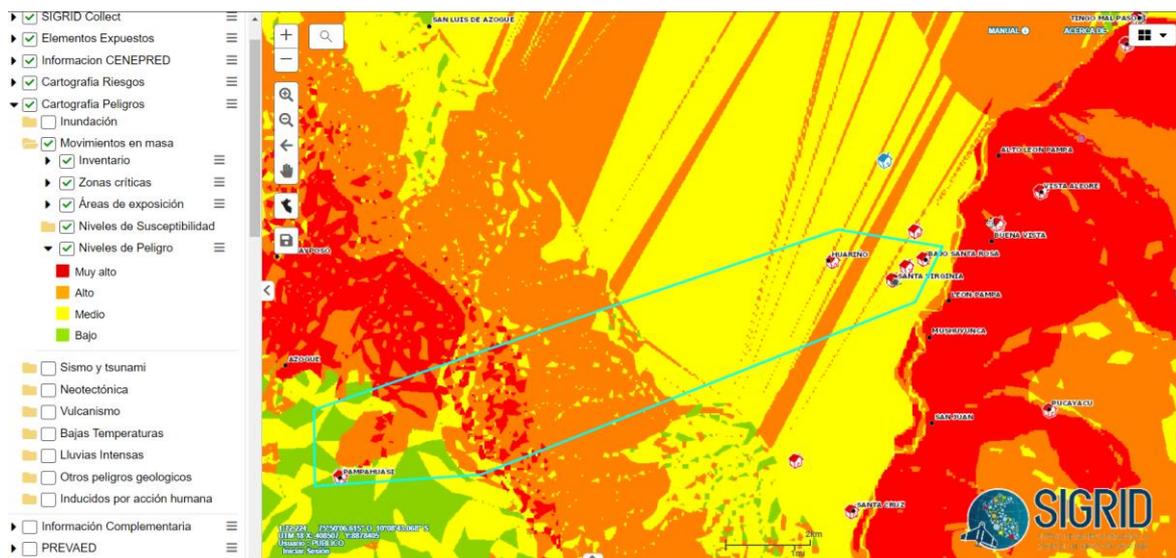


Figura 2. Mapa de peligro. Movimiento de masa – flujo

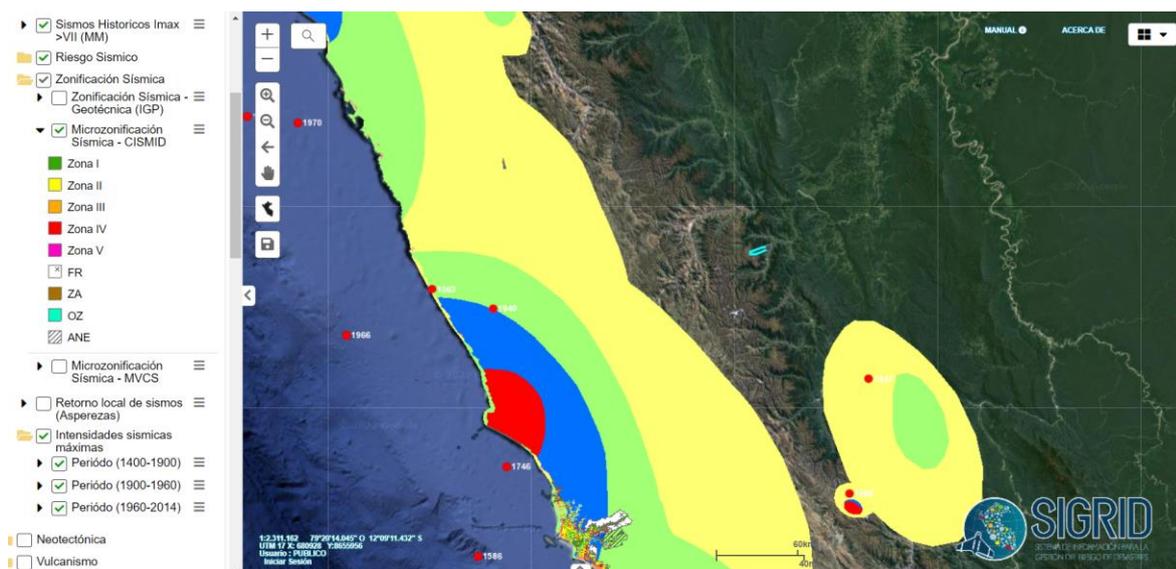


Figura 3. Mapa de peligro sísmico

Anexos N° 12 – Análisis de vulnerabilidades

Análisis del componente de exposición

Exposición social

Tabla 28. *Descriptor de Exposición grupo etareo*

PARÁMETRO	GRUPO ETAREO	PESO PONDERADO: 0.260		
DESCRIPTORES	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.260
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 125.

Tabla 29. *Descriptor de servicios educativos expuestos*

PARÁMETRO	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO PONDERADO: 0.160		
DESCRIPTORES	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.260
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 125.

Tabla 30. *Descriptor de servicios de salud expuestos*

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCARIO	PESO PONDERADO: 0.633		
DESCRIPTORES	ES11	> 60% del servicio educativo expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	PES12	0.260
	ES13	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES14	0.068
	ES15	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 125.

Exposición económica

Tabla 31. *Descriptorios de localización de la edificación*

PARÁMETRO	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.318		
DESCRIPTORES	EE1	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PEE1	0.503
	EE2	Cercana 0.2 km – 1 km	PEE2	0.260
	EE3	Medianamente cerca 1 – 3 km	PEE3	0.134
	EE4	Alejada 3 – 5 km	PEE4	0.068
	EE5	Muy alejada > 5 km	PEE5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 130.

Tabla 32. *Descriptorios de servicio básicos expuestas*

PARÁMETRO	SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	PESO PONDERADO: 0.219		
DESCRIPTORES	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6	0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7	0.260
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9	0.068
	EE10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 130.

Tabla 33. *Descriptorios de servicio de las empresas eléctricas expuestas*

PARÁMETRO	SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS	PESO PONDERADO: 0.140		
DESCRIPTORES	EE11	> 75% del servicio expuesto	PEE11	0.503
	EE12	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12	0.260
	EE13	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE13	0.134
	EE14	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE14	0.068
	EE15	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 130.

Tabla 34. *Descriptorios de servicio de las empresas de distribución de combustible y gas*

PARÁMETRO	SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS	PESO PONDERADO: 0.063		
DESCRIPTORES	EE16	> 75% del servicio expuesto	PEE16	0.503
	EE17	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE17	0.260
	EE18	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18	0.134
	EE19	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE19	0.068
	EE20	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 130.

Tabla 35. *Descriptor de servicio de empresas de transporte expuesto*

PARÁMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTO	PESO PONDERADO: 0.089		
DESCRITORES	EE21	> 75% del servicio expuesto	PEE21	0.503
	EE22	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE22	0.260
	EE23	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE23	0.134
	EE24	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE24	0.068
	EE25	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE25	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 131.

Tabla 36. *Descriptor de área agrícola expuesta*

PARÁMETRO	ÁREA AGRÍCOLA	PESO PONDERADO: 0.121		
DESCRITORES	EE26	> 75% del servicio expuesto	PEE26	0.503
	EE27	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE27	0.260
	EE28	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE28	0.134
	EE29	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE29	0.068
	EE30	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE30	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 131.

Tabla 37. *Descriptor de empresas de telecomunicaciones expuestas*

PARÁMETRO	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.050		
DESCRITORES	EE31	> 75% del servicio expuesto	PEE31	0.503
	EE32	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE32	0.260
	EE33	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33	0.134
	EE34	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE34	0.068
	EE35	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE35	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 131.

Exposición ambiental

Tabla 38. *Descriptor de deforestación*

PARÁMETRO	DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.077		
DESCRITORES	EA6	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	PEA6	0.503
	EA7	50 – 75 % del total del ámbito de estudio	PEA7	0.260
	EA8	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134
	EA9	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	PEA9	0.068
	EA10	Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	PEA10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 136.

Tabla 39. *Pérdida de suelo*

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.263	
DESCRIPTORES	EA11	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	PEA11	0.503
	EA12	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	PEA12	0.260
	EA13	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA13	0.134
	EA14	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PEA14	0.068
	EA15	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	PEA15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 136.

Tabla 40. *pérdida de agua*

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	EA16	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PEA16	0.503
	EA17	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	PEA17	0.260
	EA18	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PEA18	0.134
	EA19	Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales de transporte en tierra.	PEA19	0.068
	EA120	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PEA20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 137.

Ponderación de los parámetros de exposición

Tabla 41. *Ponderación de los parámetros de exposición social*

EXPOSICIÓN SOCIAL						
GRUPO ETARIO		SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIOS		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.260	0.134	0.160	0.134	0.16	0.134	0.078

Tabla 42. Ponderación de los parámetros de exposición económica.

EXPOSICIÓN ECONÓMICA														
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		SERVICIO BÁSICO DE AGUA Y SANEAMIENTO		SERVICIO DE EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS		SERVICIO DE EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS		SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTES EXPUESTO		AREA AGRICOLA		SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.318	0.068	0.219	0.134	0.14	0.134	0.063	0.26	0.089	0.503	0.121	0.134	0.05	0.134	0.154

Tabla 43. Ponderación de los parámetros de exposición ambiental.

EXPOSICIÓN AMBIENTAL									
DEFORESTACIÓN		DEFORESTACIÓN		PERDIDA DE SUELO		PERDIDA DE AGUA		VALOR	
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR		
0.501	0.26	0.501	0.134	0.159	0.068	0.501	0.068	0.242	

Análisis de la componente fragilidad

Fragilidad social

Tabla 44. Descriptores material de construcción de la edificación

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO		PESO PONDERADO: 0.430	
DESCRITORES	FS1	Estera / cartón	PFS1	0.503
	FS2	Madera	PFS2	0.260
	FS3	Quincha (caña con barro)	PFS3	0.134
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.068
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 125.

Tabla 45. *Descriptorios estado de conservación de la edificación*

PARÁMETRO		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	FS6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6	0.503
	FS7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFS7	0.260
	FS8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFS8	0.134
	FS9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9	0.068
	FS10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 126.

Tabla 46. *Descriptorios antigüedad de construcción de la edificación*

PARÁMETRO		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.042	
DESCRIPTORES	FS11	De 40 a 50 años	PFS11	0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12	0.260
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13	0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14	0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 126

Tabla 47. *Descriptorios configuración de elevación de las edificaciones*

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078	
DESCRIPTORES	FS11	5 Pisos	PFS16	0.503
	FS12	4 Pisos	PFS17	0.260
	FS13	3 Pisos	PFS18	0.134
	FS14	2 Pisos	PFS19	0.068
	FS15	1 Pisos	PFS20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 126

Tabla 48. *Descriptorios de incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente*

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.131	
DESCRIPTORES	FS21	80 - 100 %	PFS21	0.503
	FS22	60 - 80 %	PFS22	0.260
	FS23	40 - 60 %	PFS23	0.134
	FS24	20 - 40 %	PFS24	0.068
	FS125	0 - 20 %	PFS25	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 126

Fragilidad económica

Tabla 49. *Descriptor material de construcción de las edificaciones*

PARÁMETRO	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES		PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE1	Estera / cartón	PFE1	0.503
	FE2	Madera	PFE2	0.260
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3	0.134
	FE5	Adobe o tapia	PFE4	0.068
	FE6	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 131.

Tabla 50. *Descriptor estado de conservación de las edificaciones*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE1	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFE1	0.503
	FE2	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE2	0.260
	FE3	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFE3	0.134
	FE5	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE4	0.068
	FE6	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFE5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 132.

Tabla 51. *Descriptor estado de antigüedad de construcción de las edificaciones*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		PESO PONDERADO: 0.111	
DESCRIPTORES	FE11	De 40 a 50 años	PFE11	0.503
	FE12	De 30 a 40 años	PFE12	0.260
	FE13	De 20 a 30 años	PFE13	0.134
	FE14	De 10 a 20 años	PFE14	0.068
	FE15	De 5 a 10 años	PFE15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 132.

Tabla 52. *Descriptor incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		PESO PONDERADO: 0.156	
DESCRIPTORES	FE16	80 - 100%	PFE16	0.503
	FE17	60 - 800%	PFE17	0.260
	FE18	40 - 60%	PFE18	0.134
	FE19	20 - 40%	PFE19	0.068
	FE20	0 - 20%	PFE20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014.

Tabla 53. *Descriptorios topografía del terreno*

PARÁMETRO	TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044		
DESCRIPTORES	FE21	50% < P ≤ 80%	PFE21	0.503
	FE22	30% < P ≤ 50%	PFE22	0.260
	FE23	20% < P ≤ 30%	PFE23	0.134
	FE24	10% < P ≤ 20%	PFE24	0.068
	FE25	P ≤ 10%	PFE25	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 132.

Tabla 54. *Descriptorios configuración de elevación de las edificaciones*

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.068		
DESCRIPTORES	FE26	5 Pisos	PFE26	0.503
	FE27	4 Pisos	PFE27	0.260
	FE28	3 Pisos	PFE28	0.134
	FE29	2 Pisos	PFE29	0.068
	FE30	1 Pisos	PFE30	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 133.

Fragilidad ambiental

Tabla 55. *Descriptorios características geológicas del suelo*

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.283		
DESCRIPTORES	FA1	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico, etc).	PFA1	0.503
	FA2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	PFA2	0.260
	FA3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	PFA3	0.134
	FA4	Zonal ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	PFA4	0.068
	FA5	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buena características geotécnicas	PFA5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 137.

Tabla 56. *Descriptorios explotación de recursos naturales*

PARÁMETRO		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.047	
DESCRIPTORES	FA6	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	PFA6	0.503
	FA7	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	PFA7	0.260
	FA8	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA8	0.134
	FA9	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	PFA9	0.068
	FA10	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PFA5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 137.

Tabla 57. *Descriptorios localización de centros poblados*

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.260
	FA13	Medianamente cerca 1 – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3 – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 138.

Ponderación de parámetros de fragilidad

Tabla 58. *Ponderación de fragilidad social.*

FRAGILIDAD SOCIAL										
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD VIGENTE		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.43	0.068	0.317	0.26	0.042	0.134	0.078	0.068	0.131	0.26	0.157

Tabla 59. *Ponderación de fragilidad económica.*

FRAGILIDAD ECONÓMICA												
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN		INCUMPLIMIENTO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD VIGENTE		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.386	0.068	0.386	0.134	0.111	0.134	0.156	0.26	0.044	0.26	0.068	0.068	0.149

Tabla 60. *Ponderación de fragilidad ambiental*

FRAGILIDAD AMBIENTAL						
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.283	0.260	0.047	0.260	0.643	0.068	0.368

Análisis del componente de resiliencia

Resiliencia social

Tabla 61. *Descriptor capacitación en temas de gestión del riesgo*

PARÁMETRO	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.285		
DESCRIPTORES	FS21	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PFS21	0.503
	FS22	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PFS22	0.260
	FS23	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PFS23	0.134
	FS24	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PFS24	0.068
	FS125	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PFS25	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014 ,p. 127.

Tabla 62. *Descriptor de conocimiento local sobre ocurrencia pasadas de desastres*

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152	
DESCRITORES	RS6	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6	0.503
	RS7	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7	0.260
	RS8	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8	0.134
	RS9	La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS9	0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 127.

Tabla 63. *Descriptor existencia de normatividad política y local*

PARÁMETRO		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	PESO PONDERADO: 0.096	
DESCRITORES	RS11	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales)	PRS11	0.503
	RS12	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio	PRS12	0.260
	RS13	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS13	0.134
	RS14	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	PRS14	0.068
	RS15	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	PRS15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 128.

Tabla 64. *Descriptorios actitud frente al riesgo*

PARÁMETRO		ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.421	
DESCRIPTORES	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS17	Actitud escasamente previsora de la mayoría de la población	PRS17	0.260
	RS18	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18	0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsora de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PRS19	0.068
	RS20	Actitud previsora de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	PRS20	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 128.

Tabla 65. *Descriptorios campaña de difusión*

PARÁMETRO		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN	PESO PONDERADO: 0.046	
DESCRIPTORES	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21	0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.260
	RS23	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS23	0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PRS24	0.068
	RS25	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	PRS25	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 129.

Resiliencia económica

Tabla 66. *Descriptoros campaña de difusión*

PARÁMETRO		POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	RE1	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	PRE1	0.503
	RE2	Bajo acceso y poca permanencia aun puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	PRE2	0.260
	RE3	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	PRE3	0.134
	RE4	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.	PRE4	0.068
	RE5	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.	PRE5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 133.

Tabla 67. *Descriptoros ingreso familiar promedio mensual*

PARÁMETRO		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles)	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRIPTORES	RE6	> 3000	PRE6	0.503
	RE7	> 1200 - <= 3000	PRE7	0.260
	RE8	> 264 <= 1200	PRE8	0.134
	RE9	> 149 - <= 264	PRE9	0.068
	RE10	<= 149	PRE10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 133.

Tabla 69. *Descriptorios organización y capacitación institucional*

PARÁMETRO		ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRIPTORES	RE11	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE11	0.503
	RE12	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE12	0.260
	RE13	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE13	0.134
	RE14	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE14	0.068
	RE15	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales tienen un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia. Existe un proceso de madurez política. Tienen apoyo total de la población y empresas privadas.	PRE15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 134.

Tabla 70. *Descriptorios capacitación en temas de gestión de riesgo*

PARÁMETRO	ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	PESO PONDERADO: 0.263		
DESCRIPTORES	RE11	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.	PRE11	0.503
	RE12	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRE12	0.260
	RE13	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRE13	0.134
	RE14	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total.	PRE14	0.068
	RE15	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	PRE15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 135.

Resiliencia ambiental

Tabla 71. *Descriptorios conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental*

PARÁMETRO	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.633		
DESCRIPTORES	RA1	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental	PRA1	0.503
	RA2	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2	0.260
	RA3	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	PRA3	0.134
	RA4	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumiéndola mayoritariamente.	PRA4	0.068
	RA5	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	PRA5	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 138.

Tabla 72. *Descriptorios conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales*

PARÁMETRO	CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.106		
DESCRIPTORES	RA6	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA6	0.503
	RA7	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7	0.260
	RA8	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA8	0.134
	RA9	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA9	0.068
	RA10	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA10	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 138.

Tabla 73. *Descriptorios capacitación en temas de conservación ambiental*

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRPTORES	RA11	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503
	RA12	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRA12	0.260
	RA13	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PRA13	0.134
	RA14	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRA14	0.068
	RA15	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PRA15	0.035

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 139.

Ponderación de los parámetros de resiliencia

Tabla 74. *Ponderado de parámetros de resiliencia social*

RESILIENCIA SOCIAL										
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL		ACTITUD FRENTE AL RIESGO		CAMPANA DE DIFUSIÓN		VALOR
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	
0.285	0.26	0.152	0.134	0.096	0.068	0.421	0.134	0.046	0.26	0.169

Tabla 75. *Ponderado de parámetros de resiliencia económica*

RESILIENCIA ECONÓMICA									
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL		ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO		VALOR	
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR		
0.159	0.26	0.501	0.134	0.077	0.26	0.263	0.503	0.261	

Tabla 76. *Ponderado de parámetros de resiliencia ambiental*

RESILIENCIA AMBIENTAL							
CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL		CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL		VALOR	
PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR		
0.633	0.134	0.106	0.134	0.260	0.260	0.167	

Estimación de la vulnerabilidad

Tabla 77. *Vulnerabilidad social*

VULNERABILIDAD SOCIAL						
RESILIENCIA SOCIAL		FRAGILIDAD SOCIAL		EXPOSICIÓN SOCIAL		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.159	0.260	0.135	0.106	0.078	0.503	0.095

Tabla 78. *Vulnerabilidad económica*

VULNERABILIDAD ECONÓMICA						
RESILIENCIA ECONÓMICA		FRAGILIDAD ECONÓMICA		EXPOSICIÓN ECONÓMICA		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.187	0.26	0.117	0.106	0.158	0.633	0.161

Tabla 79. *Vulnerabilidad ambiental*

VULNERABILIDAD AMBIENTAL						
RESILIENCIA AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		EXPOSICIÓN AMBIENTAL		VALOR
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.439	0.208	0.130	0.130	0.167	0.260	0.151

Tabla 80. *Estimación de la vulnerabilidad*

VULNERABILIDAD						
SOCIAL	PESO	ECONÓMICA	PESO	AMBIENTAL	PESO	
0.095	0.633	0.161	0.106	0.236	0.26	0.138

Tabla 81. *Matriz de vulnerabilidad social*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Grupos etareos de De 0 a 5 años y mayor a 65 años, 5 a 12 años y de 60 a 65 años expuestos al peligro; El incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente es de 80 – 100%; La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo; Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres; Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población; Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población; La población esta escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa. No existe organización ni capacitación institucional; Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas. Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales; La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTA	Grupo etareo: De 12 a 15 años y de 50 a 60 años; El estado de conservación de la edificación es REGULAR; La antigüedad de construcción de las edificaciones son de 20 a 30 años; el ingreso familiar promedio es de $>264 \leq 1200$ nuevos soles.	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIO	$<25\%$ y $>10\%$ del servicio educativo expuesto; $<20\%$ y $>10\%$ del servicio de salud expuesto; El material de construcción de la edificación es adobe o tapia; la configuración de las edificaciones son de 2 pisos generalmente; no existe normatividad política o local de soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	$0.068 \leq R < 0.134$

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014,p. 140.

Tabla 82. *Matriz de vulnerabilidad económica*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	Localización de las edificaciones muy cerca 0 km – 0.2 km; El material de construcción de las viviendas tiene un porcentaje de madera en el proceso constructivo; el incumplimiento a los procedimientos constructivos de acuerdo a la normatividad vigentes es de 80 al 100%.	0.260≤R<0.503
VULNERABILIDAD ALTA	Estado de conservación de las edificaciones de forma REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visible debido al mal uso.	0.134≤R<0.260
VULNERABILIDAD MEDIO	Las empresas de transporte tiene el >10% y <25% del servicio expuesto; las áreas agrícolas tienen >10% y <25% de sus terrenos expuestos; las edificaciones están construidos en base a adobe o tapia, y la antigüedad de la construcción tiene entre 20 a 30 años; la configuración de las elevaciones es de 2 pisos generalmente;	0.068≤R<0.134
VULNERABILIDAD BAJA	Los servicios básicos de agua y saneamiento se encuentran muy cerca 0 km – 0.2 km; Las empresas eléctricas tienen >Y <10% del servicio expuesto; El servicio de empresas de distribución de combustible y gas tiene >Y <10% del servicio expuesto; El servicio de telecomunicaciones tiene >Y <10% del servicio expuesto. El material de construcción de las edificaciones tiene cemento y concreto;	0.035≤R<0.068

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014,2014,p. 140.

Tabla 83. *Matriz de vulnerabilidad Ambiental*

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	La característica geológica del suelo es que son zonas medianamente fracturadas, suelos con baja capacidad portante; la explotación de recursos naturales se realiza con prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes de riachuelos u otro continente de agua (deterioro en el consumo / uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales); Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar; Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental; La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales; La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	0.260≤R<0.503
VULNERABILIDAD ALTA	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar; Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	0.134≤R<0.260
VULNERABILIDAD MEDIO	La localización de los centros poblados está alejada de 3 km – 5 km; 5 – 25 % de deforestación del total del ámbito de estudio; Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	0.068≤R<0.134
VULNERABILIDAD BAJA	Ambiental: áreas de bosques. Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificación. Geología del suelo: zona sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas. Localización de centros poblados muy alejada mayor a 5km. Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo.	0.035≤R<0.068

Nota: adaptado de CENEPRED, 2014,p. 140.

Tabla 84. *Matriz de vulnerabilidad Ambiental*

MATRIZ DE VULNERABILIDAD		
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
VULNERABILIDAD MUY ALTA	<p>Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy malo. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$. Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación.</p>	$0.260 \leq R < 0.503$
VULNERABILIDAD ALTA	<p>Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$. Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.</p>	$0.134 \leq R < 0.260$
VULNERABILIDAD MEDIA	<p>Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quincha (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$. Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%.</p>	$0.068 \leq R < 0.134$
VULNERABILIDAD BAJA	<p>Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$. Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.</p>	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 140.

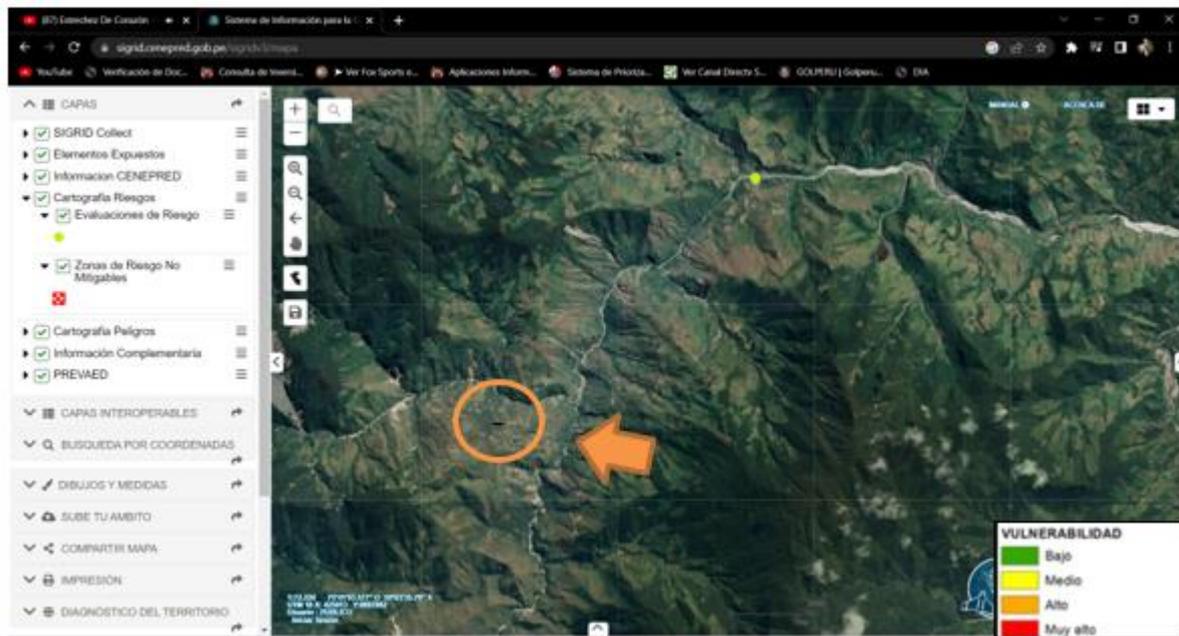


Figura 4. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.

Anexos N° 13 – Cálculo de riesgos

Tabla 85. *determinacion del nivel de Riesgo Movimiento de masa*

RIESGO MOVIMIENTO DE MASA		
PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	
0.181	0.150	0.027

Tabla 43. *determinacion del nivel de Riesgo por Sismo*

RIESGO SISMO		
PELIGROSIDAD	VULNERABILIDAD	
0.079	0.150	0.012

Tabla 86. *Niveles de riesgo*

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 156.

Entonces de acuerdo al cuadro anterior tenemos un riesgo alto para los fenómenos de movimiento de masas e inundaciones y un riesgo medio para sismo.

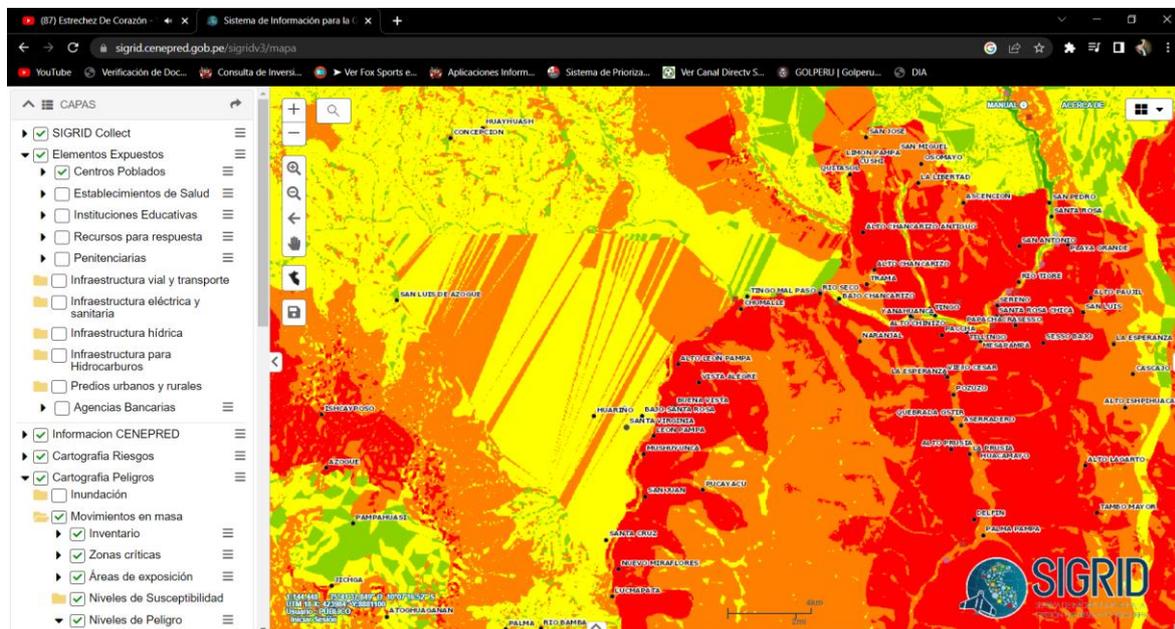


Figura 5. *Zonificación de riesgo a movimientos de masas*

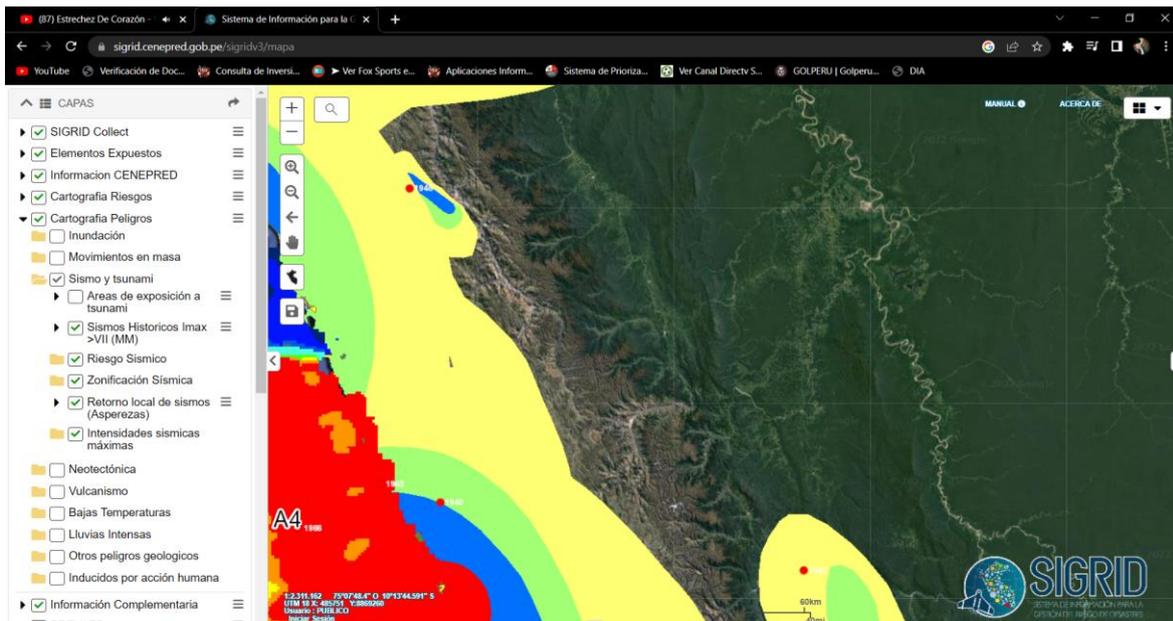


Figura 6. Zonificación de riesgo ante sismo.

Evaluación de medidas de control de riesgos

Aceptabilidad / Tolerabilidad

Tabla 87. Niveles de consecuencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas
3	alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo
2	media	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles
1	bajo	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 167.

Tabla 88. Frecuencia de ocurrencia

NIVEL	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN
4	muy alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias
3	alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos segun circunstancias
2	media	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos segun las circunstancias
1	bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 167.

Tabla 89. *Matriz de consecuencias y daños*

CONSECUENCIAS	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	3	Medio	Alta	Alta	Muy Alta
Media	2	Medio	Medio	Alta	Alta
Bajo	1	Bajo	Medio	Medio	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Bajo	Medio	Alta	Muy Alta

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 168.

Tabla 90. *Medidas cualitativas de consecuencias y daños*

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 168.

Tabla 91. *Aceptabilidad y/o tolerancia frente al riesgo*

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de se posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	.	El riesgo no presenta un peligro significativo

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 168.

Tabla 92. *Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia frente al riesgo*

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Nota: tomada de CENEPRED, 2014,p. 168.

Tabla 43. Nivel de Priorización frente a un riesgo

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Nota: tomada de CENEPRED, 2014.

Anexos N° 14 – ensayos de corte directo

 LABORTEC <small>LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO</small>	NTP 339.171:2002 (revisada el 2017) Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas V-1	
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI – HUARIÑOS – SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO, 2021		
SOLICITADO :	ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN		
UBICACIÓN :	LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO		
ESPECIALISTA:	ING. RIDER CAJALEON JAMILLO	EJECUTADO :	LABORTEC E.I.R.L
MUESTRA :	C - 01	FECHA :	JULIO DEL 2022
PERTENECE :		PROF (m) :	0.00 - 3.00

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
N° DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6.00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	170.00	ÁREA (cm ²)	28.27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	161.41	VOLUMEN (cm ³)	53.71
PESO DEL AGUA (gr.)	8.59	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.048
PESO DEL ANILLO (gr.)	60.00	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.887
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	101.41	CLASIFICACIÓN SUCS	GC-GM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	8.5	FACTOR ANILLO	0.273 + 0.000

ESFUERZO NORMAL : 0,5 g/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ²)
0.0	-	0.00		-	0.000
0.5	16	1.00		4.368	0.155
1.0	22	2.00		6.006	0.212
1.5	28	3.00		7.644	0.270
2.0	31	4.00		8.463	0.299
2.5	36	5.00		9.828	0.348
3.0	39	6.00		10.647	0.377
3.5	39	7.00		10.647	0.377
4.0	40	8.00		10.920	0.386
4.5	46	9.00		12.558	0.444



LABORTEC
LABORATORIO DE ENSAYOS
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)
Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado
para el corte directo de suelos
bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI – HUARIÑOS – SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAÑO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO, 2021

SOLICITADO : ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAÑO, PROVINCIA DE PACHITEA – HUÁNUCO

ESPECIALISTA: ING. RIDER CAJALEON JAMILLO

MUESTRA : C - 01

PERTENECE : 0

EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.

FECHA : JULIO DEL 2022

PROF (m) : 0.00 - 3.00

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
Nº DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6.00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	163.00	ÁREA (cm ² .)	28.27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	154.96	VOLUMEN (cm ³ .)	53.71
PESO DEL AGUA (gr.)	8.04	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.918
PESO DEL ANILLO (gr.)	60.00	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.767
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	94.96	CLASIFICACIÓN SUCS	GC-GM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	8.5	FACTOR ANILLO	0.273 + 0.000

ESFUERZO NORMAL : **1,0** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ³)
0.0	-	0.00		-	0.000
0.5	40	1.00		10.920	0.388
1.0	42	2.00		11.466	0.406
1.5	51	3.00		13.923	0.493
2.0	65	4.00		17.745	0.628
2.5	66	5.00		18.018	0.637
3.0	70	6.00		19.110	0.676
3.5	74	7.00		20.202	0.715
4.0	64	8.00		17.472	0.618
4.5	62	9.00		16.926	0.599



LABORTEC
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)
Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado
para el corte directo de suelos
bajo condiciones consolidadas drenadas V-1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO : EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI - HUARIÑOS - SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAÑO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO, 2021

SOLICITADO : ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAÑO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO

ESPECIALISTA: ING. RIDER CAJALEON JAMILLO

MUESTRA : C - 01

PERTENECE : 0

EJECUTADO : LABORTEC E.I.R.L.

FECHA : JULIO DEL 2022

PROF (m) : 0.00 - 3.00

CONTENIDO DE HUMEDAD :		CARACTERÍSTICAS :	
N° DE RECIPIENTE	(Anillo)	DIÁMETRO (cm.)	6.00
PESO DEL ANILLO+SUELO HÚMEDO (gr.)	168.00	ÁREA (cm ² .)	28.27
PESO DEL ANILLO+SUELO SECO (gr.)	159.57	VOLUMEN (cm ³ .)	53.71
PESO DEL AGUA (gr.)	8.43	DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.011
PESO DEL ANILLO (gr.)	60.00	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.853
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	99.57	CLASIFICACIÓN SUCS	GC-GM
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	8.5	FACTOR ANILLO	0.273 + 0.000

ESFUERZO NORMAL : **2.0** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/cm ³)
0.0	-	0.00		-	0.000
0.5	68	1.00		18.564	0.657
1.0	73	2.00		19.929	0.705
1.5	94	3.00		25.662	0.908
2.0	105	4.00		28.665	1.014
2.5	113	5.00		30.849	1.091
3.0	126	6.00		34.398	1.217
3.5	134	7.00		36.582	1.294
4.0	131	8.00		35.763	1.265
4.5	128	9.00		34.944	1.236



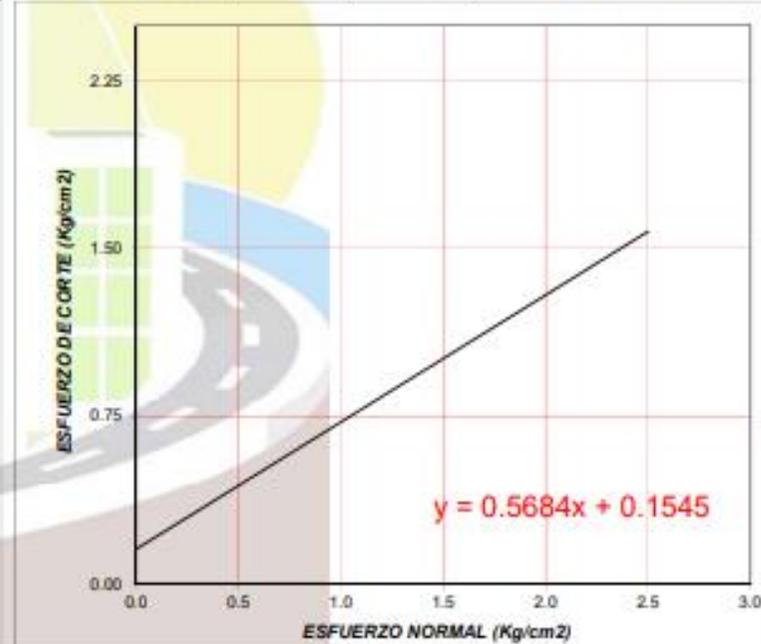
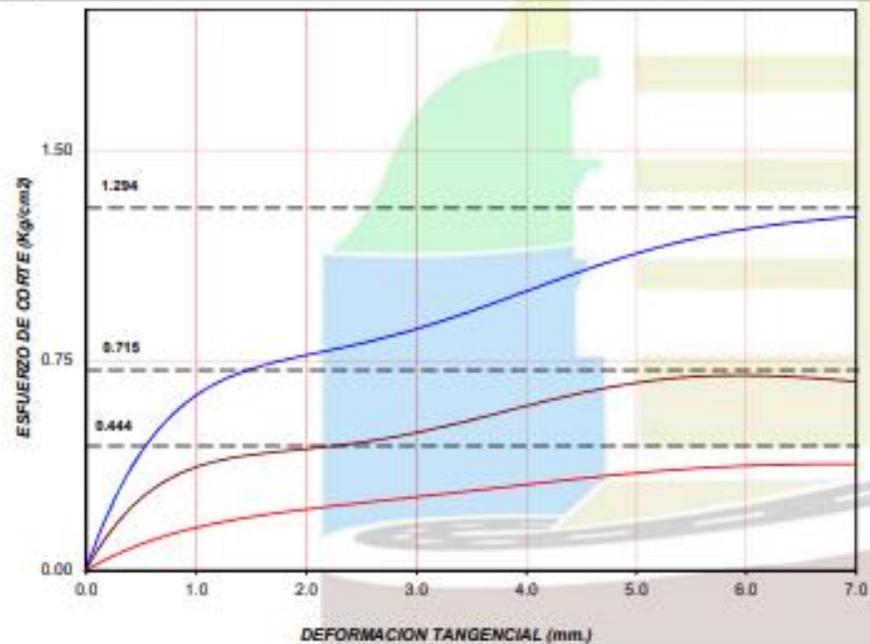
NTP 339.171:2002 (revisada el 2017)
 Título: SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas (ASTM D-3080) V-1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO :	EVALUACIÓN DE RIESGOS ANTE DESLIZAMIENTO DE TALUDES EN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL PAMPAHUASI - HUARIÑOS - SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO, 2021		
UBICACIÓN :	LOCALIDAD DE SANTA VIRGINIA DISTRITO DE PANAJO, PROVINCIA DE PACHITEA - HUÁNUCO		
MUESTRA :	C - 01	PERTENECE :	0
SOLICITADO :	ING. BACH. FERNANDO FIERRO LEÓN	EJECUTADO :	LABORTEC E.I.R.L.
PROF (m) :	0.00 - 3.00	FECHA :	JULIO DEL 2022

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES					
MUESTRA N°	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	CONT. HUM. (%)	DENS. SECA (gr/cm ³)	ESFUERZO NORMAL (Kg/cm ²)
01	6.0	28.27	8.5	1.887	0.5
02	6.0	28.27	8.5	1.767	1.0
03	6.0	28.27	8.5	1.853	2.0
CLASIF. SUCS :		GC-GM	LL : 23	LP : 19	% MENOR QUE MALLA N° 200 : 14.3



RESULTADOS DE ENSAYOS			
COHESIÓN (Kg/cm²)	0.15	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	29.6