

**ESCUELA MILITAR DE CHORRILLOS**  
**“CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI”**



**ESTUDIOS DE INESTABILIDAD DEL TALUD EN LA CARRETERA  
DEL TRAMO TUTUMBARU-MACHENTE Y SU RELACIÓN CON EL  
TALUD CON ROCA FRACTURADA, PARA LA PREPARACIÓN DE  
LOS CADETES DE INGENIERÍA DE LA ESCUELA MILITAR DE  
CHORRILLOS “CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI” AÑO 2021**

**Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Ciencias Militares  
con Mención en Ingeniería.**

**Autores**

**Bryan Josua Torres Vargas**  
**0000-0002-7478-8078**

**Junior Luis Real Trujillo Rivas**  
**0000-0002-4342-5397**

**Asesores**

**Dr. Julio Daniel Peña Corahua**  
**0000-0002-9967-128X**

**Dr. Abel Hipolito Gallo Coca**  
**0000-0002-4591-3503**

**Lima – Perú**

**2021**

**Dedicatoria**

A nuestros padres con mucho amor y cariño, por  
brindarnos su apoyo incondicional y a Dios por cuidar  
de nosotros en nuestros largos recorridos.

## **Reconocimiento**

A Dios por un día más de vida.

A nuestros padres por su apoyo incondicional.

A los tutores de nuestra tesis, por brindarnos su tiempo y aportarnos conocimientos para el logro en este trabajo.

## Resumen

El objetivo del presente estudio es determinar el nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente, debido a talud con roca fracturada, considerando la gran importancia que tiene sobre la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, por lo que será de gran utilidad para que los cadetes de ingeniería posean la información del nivel de estabilidad del talud en dicho tramo y obtengan más conocimiento sobre este tema ya que como futuros oficiales trabajaremos en unidades aledañas a esta zona y deberemos aplicar lo aprendido, identificando los modos de falla más recurrentes, comprendiendo así la mecánica de las rocas mientras utilizamos teorías, principios y herramientas geotécnicas que se aprenderán del presente estudio.

El tipo de investigación que se ha desarrollado es básica, con diseño no experimental – transeccional y la técnica utilizada para la recolección de información fue la estadística SPSS, análisis bibliográfico y modelo de encuesta para los 30 pobladores de las provincias Tutumbaru-Machente, Ayacucho Perú, como muestra.

Producto del análisis de los resultados del trabajo de campo, de la recolección y análisis estadísticos de los datos y luego de una discusión de los mismos, se puede concluir en este presente trabajo de investigación que:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el uso de Software para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 3,33% se muestra indefinido.

El talud que se presenta en el tramo Tutumbaru-Machente no cuenta con el suficiente factor de seguridad que se requiere para poder cumplir con los estándares de estabilidad luego de verificarse mediante el programa Slide.

Previo análisis de recolección de datos se obtuvo como resultado que el factor de seguridad en el tramo estudiado es menor a lo mínimo que se requiere para que el talud sea casi perfecto por lo tanto será inestable. Teniendo en consideración que el Talud del tramo Tutumbaru- Machente es inestable, es necesario recomendar que se incremente la instrucción teórico-práctico respecto a estudios de taludes, sus tipos, características, etc. Proporcionando a los futuros oficiales del arma de ingeniería las herramientas necesarias para poder solucionar estos problemas al encontrarse en estas zonas del Vraem.

Palabras Clave: Talud, Mecánica de Rocas, Factor de Seguridad.

## Abstract

The objective of this study is to determine the level of slope instability in the Tutumbaru- Machente stretch road, due to the slope with fractured rock, considering the great importance it has on the preparation of the engineering cadets of the Military School of Chorrillos " Coronel Francisco Bolognesi ", so it will be very useful for the engineering cadets to have information on the level of stability of the slope in said section and obtain more knowledge on this subject since as future officers we will work in units surrounding this area and we will have to apply what we have learned, identifying the most recurrent failure modes, thus understanding the mechanics of rocks while using geotechnical theories, principles and tools that will be learned from this study.

The type of research that has been developed is basic, with a non-experimental - transectional design and the technique used for the collection of information was the SPSS statistics, bibliographic analysis and survey model for the 30 inhabitants as a sample. Product of the analysis of the results of the field work, of the collection and statistical analysis of the data and after a discussion of the same, it can be concluded in this present research work that:

80% of those surveyed agree that the use of software to analyze the stability calculations in the slope with fractured rock of the road of the Tutumbaru-Machente section could be an effective option, in addition 16.67% are shown in disagreement. On the other hand, 3.33% are undefined.

The slope that occurs in the Tutumbaru-Machente section does not have the sufficient safety factor that is required to meet the stability standards after being verified through the Slide program.

Previous data collection analysis was obtained as a result that the safety factor in the studied section is less than the minimum that is required for the slope to be almost perfect,

therefore it will be unstable. Taking into consideration that the slope of the Tutumbaru-Machente section is unstable, it is necessary to recommend that the theoretical-practical instruction regarding slope studies, their types, characteristics, etc., be increased. Providing future officers of the engineering weapon with the necessary tools to be able to solve these problems when they are in these areas of the Vraem.

**Key Words:** Slope, Rock Mechanics, Safety Factor.

## Introducción

El presente trabajo se basa en realizar los diferentes estudios de inestabilidad del talud, ubicado en la carretera de los tramos Tutumbaru- Machente, este talud de tipo natural presenta rocas fracturadas que constantemente están generando deslizamientos, poniendo en riesgo a las personas que transitan por mencionada carretera, por tal razón la importancia de realizar estudios para evaluar la inestabilidad y la necesidad de incorporar sistemas que logren estabilizar el talud basándonos a la composición del suelo.

“En los taludes de roca, las inestabilidades son debido a las características geomecánicas del macizo rocoso, al estado de conservación del propio talud y las condiciones de penetración de agua.

Los diferentes tipos de roturas están condicionados por el grado de fracturación del macizo rocoso y por la orientación, distribución de discontinuidades con respecto al talud, quedando la estabilidad definida por los parámetros resistentes de las discontinuidades y de la matriz rocosa.

El objetivo del estudio bajo las medidas geotécnicas es identificar, controlar y corregir los elementos que pueden ser inestables en un talud rocoso”.(Saenz Serpa, 2007) Para ello es necesario establecer medidas de estabilización y de protección que solucionara los problemas registrados.

A los taludes se le estudian por el simple hecho de determinar la posible ruptura que presenta al momento de deslizarse, las fallas más comunes que se presentan en este tipo de taludes son fallas rotacionales que tiene una geometría circular, es decir son superficies de fallas circulares.

“En la actualidad existen muchas maneras que nos permiten realizar análisis ingenieriles más exactos en cualquier tipo de estructura que se desea construir, la geotecnia una de las ramas más importantes en la Ingeniería civil no es indiferente a estos avances,

ahora podemos realizar cálculos con mayor precisión gracias a los nuevos softwares como Plaxis, Flac, Geoslope, Slide, Unwedge, Swedge, Geo5 entre otras.

Estos instrumentos tecnológicos sumados a los conocimientos y experiencias que se adquiere a través de los años nos ayudan a formar un criterio más amplio sobre lo que ocurre y así poder determinar una solución inmediata.

“En este caso se utilizara el programa Slide, el cual nos puede brindar una guía para conocer la realidad del sitio en condiciones estáticas y pseudoestáticas, así mismo este programa incorpora varios métodos para realizar el análisis del comportamiento sísmico”.  
(Mendo Taguire, 2018) (Tesis de Grado)

Con la elaboración de esta tesis estamos dando un aporte en la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”; ya que estos llevan estos temas dentro de su malla curricular y les podría servir al momento que salgan al campo o ámbito laboral.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>Carátula</b>	
<b>Dedicatoria</b>	ii
<b>Reconocimiento</b>	iii
<b>Resumen</b>	iv
<b>Abstract</b>	vi
<b>Introducción</b>	viii
<b>Índice</b>	x
<b>Índice de tablas</b>	xii
<b>Índice de figuras</b>	xiv
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Descripción problemática</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Delimitación de la investigación</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1. Delimitación Espacial</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2. Delimitación Temporal</b>	<b>17</b>
<b>1.2.3. Delimitación Social</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Formulación del Problema</b>	<b>17</b>
<b>1.3.1. Problema Principal</b>	<b>17</b>
<b>1.3.2. Problemas Secundarios</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Objetivos de la investigación</b>	<b>18</b>
<b>1.4.1. Objetivo General</b>	<b>18</b>
<b>1.4.2. Objetivos Específicos</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Justificación e Importancia de la Investigación</b>	<b>18</b>
<b>1.5.1. Justificación teórica</b>	<b>18</b>
<b>1.5.2. Importancia</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
<b>2.1. Antecedentes de la Investigación</b>	<b>22</b>
<b>2.1.1. Antecedentes internacionales</b>	<b>22</b>
<b>2.1.2. Antecedentes nacionales</b>	<b>24</b>
<b>2.2. Bases Teóricas</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1. Talud con roca fracturada</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2. Inestabilidad del talud</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Marco Conceptual</b>	<b>33</b>

<b>CAPÍTULO III: FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Hipótesis General</b>	<b>38</b>
<b>3.2. Hipótesis Específicas</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Método de estudio</b>	<b>39</b>
<b>4.2. Enfoque de la Investigación</b>	<b>39</b>
<b>4.3. Tipo de Investigación</b>	<b>39</b>
<b>4.4. Nivel y Diseño de la Investigación</b>	<b>39</b>
<b>4.5. Técnicas e Instrumento para la recolección de datos</b>	<b>40</b>
<b>4.6. Población y Muestra</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO V: INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>42</b>
<b>5.1. Análisis Descriptivo</b>	<b>42</b>
<b>5.2. Análisis Inferencial</b>	<b>78</b>
<b>5.3. Discusión de Resultados</b>	<b>83</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo 1: Matriz de Consistencia Lógica</b>	
<b>Anexo 2: Elaboración de los instrumentos</b>	
<b>Anexo 3: Validez, confiabilidad y evaluación de instrumentos</b>	
<b>Anexo 4: Bases de datos</b>	
<b>Anexo 5: Operacionalización de las variables</b>	

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. <i>Descripción de rocas</i>	29
Tabla 2. <i>Cálculo del factor de seguridad</i>	42
Tabla 3. <i>Debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo</i>	42
Tabla 4. <i>Se debería utilizar softwares</i>	43
Tabla 5. <i>Existe un flujo vehicular</i>	44
Tabla 6. <i>El flujo vehicular se ve limitado</i>	45
Tabla 7. <i>La cantidad de vehículos que sobrepasa la carretera</i>	46
Tabla 8. <i>Es importante que se clasifique el tipo de roca</i>	47
Tabla 9. <i>Las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica</i>	48
Tabla 10. <i>Las características naturales del entorno</i>	49
Tabla 11. <i>Ha habido constantes lluvias</i>	50
Tabla 12. <i>El agua que se presenta por debajo de la superficie</i>	51
Tabla 13. <i>El humedecimiento producido por factores externos</i>	52
Tabla 14. <i>Se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia</i>	53
Tabla 15. <i>Es importante enviar un grupo de especialistas para analizar deslizamientos</i>	54
Tabla 16. <i>Se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de “s”</i>	55
Tabla 17. <i>El uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud</i>	56
Tabla 18. <i>Es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud</i>	57
Tabla 19. <i>El software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud</i>	58
Tabla 20. <i>Es importante identificar el tipo de roca que representa el talud</i>	59
Tabla 21. <i>Es importante describir el tipo de rocas</i>	60

Tabla 22. <i>El tipo de roca que se presenta en el talud</i>	61
Tabla 23. <i>Es importante determinar si existe afloramiento en el talud</i>	62
Tabla 24. <i>Se ha realizado anualmente un muestreo de roca</i>	63
Tabla 25. <i>Se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreo de Roca</i>	64
Tabla 26. <i>El intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud</i>	65
Tabla 27. <i>Las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud</i>	66
Tabla 28. <i>Las lluvias intervienen en las características de las rocas</i>	67
Tabla 29. <i>Influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud</i>	68
Tabla 30. <i>Ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud</i>	69
Tabla 31. <i>El humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud</i>	70
Tabla 32. <i>Se debería analizar constantemente el grado de fracturación</i>	71
Tabla 33. <i>Es importante el resultado obtenido para tomar decisiones</i>	72
Tabla 34. <i>El grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca</i>	73
Tabla 35. <i>La orientación de las discontinuidades presentes en el talud</i>	74
Tabla 36. <i>Es importante analizar las fallas en el talud</i>	75
Tabla 37. <i>Es importante analizar las fracturas en el talud</i>	76
Tabla 38. <i>Tabla de contingencia de la hipótesis general</i>	78
Tabla 39. <i>Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HG</i>	78
Tabla 40. <i>Tabla de contingencia de la hipótesis específica 1</i>	79
Tabla 41. <i>Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 1</i>	80
Tabla 42. <i>Tabla de contingencia de la hipótesis específica 2</i>	81
Tabla 43. <i>Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 2</i>	81
Tabla 44. <i>Tabla de contingencia de la hipótesis específica 3</i>	82
Tabla 45. <i>Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 3</i>	83

## Índice de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Métodos del reconocimiento de rocas</i>	28
Figura 2. <i>Geo Quantics</i>	31
Figura 3. <i>Desarrollo de los deslizamientos en la costa de Rumania-Mar negro</i>	32
Figura 4. <i>Nomenclatura de taludes y laderas</i>	33
Figura 5. <i>Gráfica del diseño de la investigación</i>	39
Figura 6. <i>Cálculo del factor de seguridad</i>	42
Figura 7. <i>Debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo</i>	43
Figura 8. <i>Se debería utilizar softwares</i>	44
Figura 9. <i>Existe un flujo vehicular</i>	45
Figura 10. <i>El flujo vehicular se ve limitado</i>	46
Figura 11. <i>La cantidad de vehículos que sobrepasa la carretera</i>	47
Figura 12. <i>Es importante que se clasifique el tipo de roca</i>	48
Figura 13. <i>Las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica</i>	49
Figura 14. <i>Las características naturales del entorno</i>	50
Figura 15. <i>Las características naturales del entorno</i>	51
Figura 16. <i>El agua que se presenta por debajo de la superficie</i>	52
Figura 17. <i>El humedecimiento producido por factores externos</i>	53
Figura 18. <i>Se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia</i>	54
Figura 19. <i>Es importante enviar un grupo de especialistas para analizar deslizamientos</i>	55
Figura 20. <i>Se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de "s"</i>	56
Figura 21. <i>El uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud</i>	57
Figura 22. <i>Es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad</i>	

<i>en el talud</i>	58
Figura 23. <i>El software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad</i>	
<i>en el talud</i>	59
Figura 24. <i>Es importante identificar el tipo de roca que representa el talud</i>	60
Figura 25. <i>Es importante describir el tipo de rocas</i>	61
Figura 26. <i>El tipo de roca que se presenta en el talud</i>	62
Figura 27. <i>Es importante determinar si existe afloramiento en el talud</i>	63
Figura 28. <i>Se ha realizado anualmente un muestreo de roca</i>	64
Figura 29. <i>Se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreo de</i> <i>Roca</i>	65
Figura 30. <i>El intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud</i>	66
Figura 31. <i>Las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud</i>	67
Figura 32. <i>Las lluvias intervienen en las características de las rocas</i>	68
Figura 33. <i>Influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud</i>	69
Figura 34. <i>Ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud</i>	70
Figura 35. <i>El humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud</i>	71
Figura 36. <i>Se debería analizar constantemente el grado de fracturación</i>	72
Figura 37. <i>Es importante el resultado obtenido para tomar decisiones</i>	73
Figura 38. <i>El grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca</i>	74
Figura 39. <i>La orientación de las discontinuidades presentes en el talud</i>	75
Figura 40. <i>Es importante analizar las fallas en el talud</i>	76
Figura 41. <i>Es importante analizar las fracturas en el talud</i>	77

## **Capítulo I: Planteamiento de la investigación**

### **1.1 Descripción problemática**

Hoy en día, en el mundo muchas obras se han llevado a cabo, tratando de solucionar problemas que no afecten la naturaleza, los recursos ni mucho menos la población.

Uno de los enigmas más tocados por la ingeniería es el cómo solucionar los problemas de inestabilidad que presentan los taludes que en la mayoría de casos se encuentran en las carreteras. En países de Latinoamérica como: México, Chile, Colombia y Perú se han reportado distintos casos de inestabilidad, ya sean por razones geológicas, variación del nivel freático, algunas obras de ingeniería inclinadas por la minería ilegal, etc.

“En el ámbito de la ingeniería civil es usual encontrar problemas relacionados a la estabilidad de taludes, ya sean estos suelos o macizos rocosos. La identificación de los modos de falla en un talud en roca fracturada es primordial para un posterior análisis de estabilidad del talud”. (Valeriano Nina, 2015)(Tesis de Grado) La inestabilidad del talud, ubicado en la carretera de los tramos Tutumbaru- Machente, podría ocasionar problemas divididos en diferentes aspectos: aspecto medioambiental, como la contaminación visual y polución de este material en los lugares aledaños; aspecto económico, destrucción de estructuras civiles en la parte inferior del talud, obstrucción a la vialidad, limitar los medios de comunicación, costo de remoción de los materiales caídos y los costos de estabilización final del talud; aspecto social y la pérdida de vidas humanas.

Es por eso que esta tesis busca evaluar los niveles de inestabilidad del talud en el sector de la carretera longitudinal del tramo Tutumbaru-Machente ubicadas en la zona del Vraem, para el aporte en la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”, ya que estos llevan estos temas dentro de su malla curricular.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

### **1.2.1 Delimitación Espacial**

El espacio geográfico donde se realizará la investigación está comprendido entre el sector de la carretera longitudinal de la Sierra Tutumbaru – Machente, Ayacucho Perú.

### **1.2.2 Delimitación Temporal**

Por la forma como ha sido estructurada la propuesta de estudio de inestabilidad en el talud se llevará a cabo entre mayo y junio del presente año.

### **1.2.3 Delimitación Social**

El planteamiento de esta investigación ha sido una manera influyente en la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”, a su vez para la población y conductores de la zona, ya que son de gran importancia para la recopilación de datos que nos ayuden a definir los instrumentos metodológicos a utilizar.

## **1.3 Formulación del Problema**

### **1.3.1 Problema Principal**

a) ¿Cuál es el nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente y su relación con el talud con roca fracturada?

### **1.3.2 Problemas Secundarios**

a) ¿Cómo calcular el coeficiente de seguridad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada?

b) ¿Con qué Software se determinará el cálculo del nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada?

- c) ¿Cómo influye el cálculo del nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”?

#### **1.4 Objetivos de la investigación**

##### **1.4.1 Objetivo General**

- a) Determinar el nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a) Determinar el coeficiente de seguridad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada.
- b) Realizar el cálculo del nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada empleando el Software Slide.
- c) Determinar la influencia del cálculo del nivel de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru- Machente y su relación con el talud con roca fracturada para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”.

#### **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

##### **1.5.1 Justificación teórica**

Se justifica porque el talud del tramo Tutumbaru-Machente presenta inestabilidad por roca fracturada, en esta tesis se pretende evaluar el nivel de inestabilidad del talud, teniendo en consideración su coeficiente de factor de seguridad y analizándolo mediante el Software “Slide”.

Resulta de especial interés aplicar estos temas en la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB” para que puedan determinar cómo

es que se genera la inestabilidad de un talud y evitar los problemas sociales, económicos incluso ambientales que podrían traer estos como consecuencia de algunos desequilibrios geológicos.

La presente tesis surge de la necesidad de estudiar el nivel de inestabilidad del talud y tipo de talud del tramo Tutumbaru-Machente, el tipo de suelo es de roca fracturada, tal como se determinó previo al análisis de la presente investigación y como los cadetes de ingeniería de manera inteligible puedan determinar estos enigmas dentro de su preparación integral.

Este trabajo de investigación busca proporcionar información que será útil en la formación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB” y toda la comunidad educativa para mejorar el conocimiento sobre como evaluar el nivel de inestabilidad de un talud a partir de un Software amigable o accesible y de la evaluación de otros factores que afectan de manera directa este fenómeno, como el coeficiente de inestabilidad y/o factores geológicos.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios de alcance nacional sobre inestabilidad de taludes por roca fracturada, el siguiente trabajo es conveniente para lograr un mayor conocimiento sobre este tema y que los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB” puedan aplicarlo durante su desempeño profesional, una vez terminada su formación integral. El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que se podrían realizar futuras investigaciones que utilizan metodologías compatibles de manera que se posibilitarán análisis conjuntos de estos temas, la investigación es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarlo a cabo; además esta investigación aportará a mejorar el estado de arte.

Los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB”, estarán capacitados en poder identificar los modos de falla más recurrentes, contribuirán a un

mejor conocimiento de la mecánica de rocas con la aplicación de teorías, principios y herramientas geotécnicas que se aprenderán de realizarse el estudio propuesto.

### **1.5.2 Importancia**

Esta investigación es conveniente realizar porque servirá como antecedente a estudios posteriores referidos a la inestabilidad de talud de roca fracturada y determinar las causas que lo hacen inestables para así obtener futuras soluciones en casos similares o por lo menos una guía de cómo detectar el grado o nivel de inestabilidad.

El aporte de este trabajo es nuevo en la preparación de los cadetes de ingeniera, ya que al realizar estos estudios estarán en la capacidad de solucionar los problemas de inestabilidad de los taludes que presentan distintas zonas del Perú, sobre todo en zonas del Vraem, donde existen taludes rocosos y las carreteras se ven afectadas por el derrumbe o desprendimiento de estos. Al realizar este trabajo, la población de las zonas de Tutumbaru y Machente se ven beneficiadas ya que el oficial competente de ingeniería le puede dar soluciones a estos problemas creando competencias como cualquier otro profesional, como hacer que las carreteras de estas zonas sean transitables y haya un espacio delimitado en estas rutas en su mayoría de trocha, al evitar que estos taludes se desprendan, previo un estudio de este mismo.

Lo que se prevé cambiar con esta investigación son las competencias del oficial de ingeniería, haciendo que este en la capacidad de evaluar estos problemas de la naturaleza o que generan los fenómenos naturales en estas zonas alejadas, donde muchas veces los ingenieros civiles de profesión no pueden llegar porque no tienen los medios como el ejército si los puede tener, la utilidad de este trabajo es importante, ya que futuras generaciones pueden capacitarse en estos temas de estudios de taludes, determinar qué tan inestables pueden llegar hacer y evitar los desastres que producen los despliegues y caídas de estos.

Esta investigación ayudara a resolver las diferentes problemáticas que presentan los taludes rocosos que existen en las zonas de Tutumbaru-Machente, permitiendo llenar algunos huecos de conocimiento referido a estos temas para los oficiales y cadetes de ingeniería, obteniendo información nueva de estos previos estudios que pueden servir para dar recomendaciones al ejecutar los estudios de estos taludes.

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Niño Martínez(2017) en su investigación denominada *Métodos de análisis y diseño para la resolución de problemas de estabilidad de taludes y excavaciones mediante técnicas de soil nailing*. Tesis para optar el grado de magister en ingeniería civil con énfasis en geotecnia. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

El objetivo principal de la tesis es realizar un estudio de los principales aspectos que inciden en el comportamiento de las estructuras de Soil Nailing la interacción entre los elementos principales del sistema, sus variables de comportamiento y su contribución a la estabilidad global del sistema. Se analizaron cuatro tipos de suelo de la ciudad de Bogotá, arcillas duras, arcillas blandas, arenas densas y arenas sueltas. Se realizaron modelos en los programas de equilibrio límite SNAP-2 y Slide, y en el programa de elementos finitos RS2. Se modelaron muros de 2,0 m hasta 10,0 m de altura. Se hicieron modelos con espaciamientos entre Nails de 1,0 m, 1,5 m y 2,0 m. Lo anterior debido a que la práctica usual de construcción de este tipo de sistemas se limita a espaciamientos entre 1,0 y 2,0 m. Se obtuvieron hallazgos interesantes con relación a la influencia de las propiedades de resistencia al corte de los suelos, la longitud de los nails (clavos) o la influencia del revestimiento sobre el factor de seguridad. Se presenta el procedimiento para el diseño y análisis de estructuras y una tabla de diseño de revestimiento para los muros estudiados.

Voss Freitas(2019) en su investigación *Estabilidad de taludes en zonas tropicales: antecedentes, métodos de análisis y la aplicación de la Bio-ingeniería para el control de inestabilidades*. Tesis para sustentar el diplomado de geomecánica subterránea y superficial. Centro Geotécnico Internacional. El objetivo principal de la tesis es analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo que confirma el talud, se requiere

investigar las características específicas de la vegetación, en el ambiente natural que se esté estudiando. Hay factores importantes que se sugiere analizar como, por ejemplo, el tipo de clima, de vegetación y de erosión, tanto en el talud como en el área arriba del mismo, siendo unos parámetros a considerar para su estabilidad y durante la elaboración de la tesina, se intentará describir las teorías y mostrar los tipos de métodos conocidos. Así pues, el conjunto de métodos para la estabilización de taludes que se realiza con el uso combinado de vegetación y elementos estructurales adicionales que trabajan de forma integrada, se le conoce como bioingeniería. A pesar de, y tal vez debido a, las diferencias en el enfoque y la filosofía entre la bioingeniería de suelos y otros métodos de ingeniería para abordar los problemas de estabilidad de taludes, las tecnologías de bioingeniería de suelos son especialmente apropiadas hoy en día cuando se tiene conciencia de la historia natural del proyecto, los factores ambientales (como por ejemplo las lluvias torrenciales), y la actividad productiva de conciencia ambientalmente sostenible y por supuesto la economía del sector.

Merchan J. & Sánchez D.(2013) en su investigación denominada *Evaluación de la estabilidad de los taludes en un sector de la cantera de materiales pétreos “Las Victorias”*. Tesis para optar el grado de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca. El objetivo principal de la tesis es presentar la evaluación de la estabilidad de los taludes en un sector de la cantera “Las Victorias”, mediante la caracterización geo mecánica del macizo rocoso afectado y la determinación del factor de seguridad de los taludes; evaluación que fue evaluada mediante mediciones in situ e información existente, para esto se aplica: Método del círculo de fricción, método de Markland y los programas Dips v5.103 y GEO5.

Con los resultados que se obtienen se puede afirmar que existe estabilidad global en los taludes del macizo, así como mediante un estudio más minucioso se logra precisar que

existe inestabilidad local en determinados sectores por causa de desprendimientos y voladuras.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Díaz Rodas, M. A., & Rodríguez Salazar, J. G. (2018) para optar el título de ingeniero de minas. Realizo la investigación: *Estudio de la estabilidad de taludes en roca entre los kilómetros 95 al 97 de la carretera Ciudad de Dios – Cajamarca*, en la Universidad Privada del Norte. Para poder llegar a un veredicto final se dividió en siete estaciones geo mecánicas a la zona, en donde se calculó la cohesión y ángulo de fricción interno de la roca mediante el criterio de rotura de Barton - Bandis, se analizó la cinemática de los taludes, a ello se sumó el cálculo de la densidad de las unidades litológicas aflorantes y finalmente los datos obtenidos se ingresaron a los software especializados (Rocscience) para obtener el valor del Factor de Seguridad (FS) para cada estación geomecánica estudiada. Teniendo como afirmación lo escrito líneas atrás, las autoridades deberán tomar cartas en el asunto para poder estabilizar dichos taludes, y así evitar que la ciudad de Cajamarca quede incomunicada con la costa; por consiguiente, tener pérdidas humanas y económicas. En campo se observó fallas de tipo planar, y una característica más resaltante de este tipo de falla es que se produce por la presencia de juntas predominantes que buzan hacia el talud y cuyo rumbo es bastante paralelo a la cara del talud, con algún control estructural. A la par se distinguieron 2 discontinuidades (una predominante y otra aleatoria). Para calcular los parámetros de dicho criterio de rotura se realizaron ensayos en campo y en laboratorio; y posteriormente utilizar ábacos geomecánicos. El tipo de diseño de la investigación es pre experimental, puesto que los tesisistas nos limitamos solo a observar condiciones naturales del fenómeno, analizándolo sin modificarlo ni alterarlo; lo que nos permite confiar en la existencia de altos niveles de

validez de los resultados obtenidos. Se identificó como variable dependiente a la estabilidad de taludes y como variable independiente a la calidad de la roca.

Finalmente, se determinó la cohesión y ángulo de fricción interno de la roca con la ayuda del programa RocData. El análisis cinemático de los taludes estudiados se realizó en el programa Dips. El programa RocPlane nos sirvió para calcular los factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos para cada estación geomecánica estudiada. Los resultados nos indican que la zona en estudio muestra un alto grado de inestabilidad de taludes en roca.

Huamán Ramírez, R. K. (2017) para optar el título de ingeniero geólogo. Realizo la investigación: *Geotecnia de inestabilidad de taludes, en el tramo de la carretera Huañimba - Cungunday, Cajamarca, Cajabamba*, en la Universidad Nacional de Cajamarca. La presente investigación se centra en la evaluación geotécnica de las zonas críticas en el tramo de la carretera Huañimba – Cungunday, ubicada al noroeste de la ciudad de Cajabamba, las cuales se ven afectadas por el inadecuado manejo de los taludes, precipitaciones y transitabilidad; la zona de estudio consta de una litología heterogénea, pertenecientes al cretáceo superior conformada por las formaciones Cajabamba y Condebamba, las cuales son propensas a un fuerte proceso de erosión y meteorización; produciendo así alteraciones y generando inestabilidad en los taludes; esta investigación cuenta con diferentes etapas, desde la recopilación de bibliografía, seguido por la toma de datos en campo y por último la elaboración de informe y planos, para lo cual realizaron 10 estaciones a lo largo del tramo de la carretera, con su respectiva toma de datos, así mismo se realizó toma de muestras para su posterior análisis en el laboratorio de mecánica de suelos, y de esta manera generar la base de datos para la aplicación del software Slide; y así determinar el factor de seguridad de cada uno de los taludes evaluados; con los resultados obtenidos mediante éste software se procedió a la digitalización de los planos geotécnicos de la zona de investigación.

Peralta Ramírez, F. E. (2020) para optar el título de ingeniero civil. Realizo la investigación: *Estudio De La Inestabilidad Del Talud Ubicado En El Km. 242+200 - 242+500 De La Carretera Juliaca-Santa Lucia*, en la universidad andina Néstor Cáceres Velásquez. La actual investigación reside en el estudio de la escasez de estabilidad del talud, que presenta la carretera Juliaca-Santa lucia entre el Km 242+200 al km 242+500, el cual muestra una pendiente y altura considerables donde se ha registrado desprendimientos rocosos y deslizamientos de masa de suelo. Esta zona en estudio es afectada por deslizamientos rotacionales y erosión provocada por las precipitaciones propias a la zona y por las filtraciones superficiales. Los objetivos del presente proyecto de tesis buscan proporcionar soluciones que aseguren la transitabilidad en dicha zona y salvaguarden la vida de quien utilice la vía. Este proyecto contemplo la realización del levantamiento topográfico y ensayos de laboratorio para valorar la pendiente y la tipología de suelo que conforma el talud en estudio, luego de ello se procedió a el análisis del talud en una condición estática y pseudo estática mediante el programa Slide v6.0 que obtiene el factor de seguridad del talud por medio de diferentes metodologías. Se planteó un muro de contención y banquetas para lograr la óptima estabilización del talud y de igual manera se realizó el análisis del talud ya con las posibles soluciones en una condición estática y pseudo estática dando como resultado factores de seguridad por encima de los factores de seguridad mínimos recomendados por la norma CE0.20 Estabilización de suelos y taludes. La metodología de trabajo se realizó en concordancia a un esquema, basado en un primer momento en la recopilación de información, evaluación de campo y trabajo de laboratorio para luego procesar los datos obtenidos con el programa Slide v6.0, programa también utilizado para corroborar la eficacia de las soluciones propuestas.

En conclusión la inestabilidad de la zona en estudio se debía a varios factores como son; la abrupta pendiente, el estrato superficial de arena mal gradada que perdía plasticidad al

estar en contacto con el agua generando deslizamientos y las arcillas que se encuentran debajo de este estrato siendo la solución más viable muro de contención y las banquetas con cunetas para el control del nivel freático ya que el agua presenta un gran problema al contacto con el suelo que conforma el talud en estudio.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Talud con roca fracturada:**

En los taludes de roca, las inestabilidades son debidas a las características geomecánicas del macizo rocoso, al estado de conservación del propio talud y a las condiciones de penetración del agua. Los diferentes tipos de roturas están condicionados por el grado de fracturación del macizo rocoso y por la orientación y distribución de discontinuidades con respecto al talud, quedando la estabilidad definida por los parámetros resistentes de las discontinuidades y de la matriz rocosa. El objetivo de las medidas geotécnicas es identificar, controlar y corregir los elementos que puedan ser inestables en un talud rocoso. Para ello, es necesario establecer medidas de estabilización y de protección que solucionaran los problemas registrados. (Dr. Jorge E, 2006, pág. 4) (Alva Hurtado, 2006)

#### **2.2.1.1 Dimensiones de talud con roca fracturada**

##### **Dimensión 1: Características geomecánicas de taludes rocosos**

La caracterización geomecánica permite evitar y/o disminuir los incidentes/accidentes por caída de rocas utilizando las herramientas, a fin de controlar la inestabilidad de estos taludes rocosos, estableciendo tipos de sostenimiento en las diferentes labores de transporte en carreteras de la zona sierra del Perú como lo es el tramo de la carretera Tutumbaru-Machente y garantizando la estabilidad de la masa rocosa, con el fin de brindar una operación segura y de calidad.

Los trabajos que se pueden realizar, se dan en el campo de manera empírica o mediante información recopilada en Internet, podemos hacer uso del Google Earth o algún otro aplicativo que ayude a identificar las características geo mecánicas de los taludes rocosos

### 2.2.1.1.1 Indicadores de las Características geo mecánicas de taludes rocosos

#### Identificación del tipo de roca

Generalmente existen tres maneras de investigar un mineral o una roca:

- 1) Métodos macroscópicos
- 2) Métodos microscópicos
- 3) Métodos geoquímicos

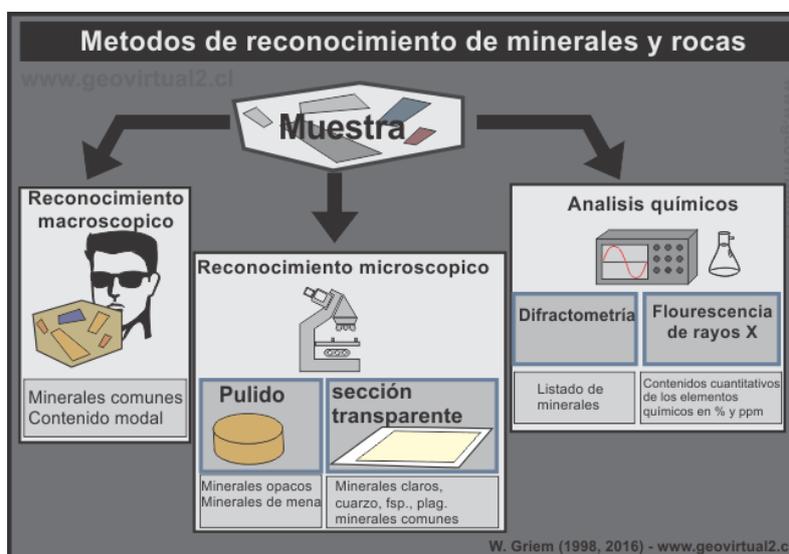


Figura 1. *Métodos del reconocimiento de rocas* (W.Griem, 2020)

## Descripción de las rocas

Tabla 1. *Descripción de rocas*

Descripción de rocas		
<b>1. Generalidades:</b>		
1a) Color	Color general	café, amarillo, bicolor blanco-negro...
1b) Peso	El peso específico general	liviano, normal, pesado
1c) fracturamiento	Manera como se rompe la roca	irregular, regular, laminar, cúbico superficie lisa, áspera
1d) dureza	dureza general	blando, normal, duro
<b>2. Textura / estructura</b>		
2a) cristalinidad:	tamaño, visibilidad de los cristales (componentes)	macrocristalino / fanerítico microcristalino / afanerítico criptocristalino amorfo hialino
2 a1) Tamaño absoluto de los granos	tamaño en mm	<a href="#">grano muy grande</a> <a href="#">grano grande</a> <a href="#">grano mediano</a> <a href="#">grano fino</a> <a href="#">compacto</a>
2b) distribución del los tamaños	todos iguales o existen diferentes diámetros	equigranular heterogranular ( <a href="#">textura porfídica</a> ) irregular
2c) forma de los cristales / de los granos	magnitud de la forma "original" cristalina de los componentes	<a href="#">idiomorfo</a> <a href="#">hiediomorfo</a> <a href="#">xenomorfo</a>
2d) Magnitud de la cristalización	crystal o vidrio ?	holocristalino hemicrocristalino amorfo - hialino
3a) orientación de los componentes	con / sin orientación preferida	isotropo (sin orientación) anisotropo: estratiforme, fluidal, esquistosa, plegada,
3b) ocupación del espacio	porosidad	<a href="#">compacto</a> <a href="#">poroso</a> , <a href="#">pumítica</a> , <a href="#">esoumosa</a> , <a href="#">esferolítica</a>
3c) Límites de los componentes	Análisis del conjunto	normal, regular alterado soldados
3d) Tipos de granos	cristales o fragmentos	cristales fragmentos: minerales, rocas: textura clástica
4) Minerales	componentes: contenido modal	componente principal componente secundaria Minerales especiales

## Observación de afloramiento

De los resultados que se puede obtener de un talud con roca fracturada, pueden determinarse las áreas específicas que pueden estar sujetas a deslizamientos o fallas y puede predecirse el grado de peligro aproximado del área, esto puede afectar de manera importante la carretera que se encuentra en la terminación de este talud. Adicionalmente, las condiciones de los afloramientos de agua están muy relacionadas a deslizamientos y fallas de talud, por lo que es necesario verificar su relación con el afloramiento de agua. También es necesario verificar si los materiales de relleno son suelos malos. (“Manual de protección de taludes”, Azubadai, Mintao-Ku, 1984, pag. 24)

## Dimensión 2: Mecánica de rocas

“Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior

cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación”. (Hernández Chaverra & Tamayo Ruiz, 2019) (Tesis de Grado) (Figura 1)

### **2.2.2 Inestabilidad del talud**

(Piteau & Peckover, 1978) Señala que la inestabilidad de un talud normalmente se puede producir por un desnivel, que tiene lugar por diversas razones:

- Razones geológicas: laderas posiblemente inestables, orografía acusada, estratificación, meteorización, etc.
- Variación del nivel freático: Situaciones estacionales, u obras realizadas por el hombre.
- Obras de ingeniería: rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería.

Podemos determinar que, los taludes serán estables dependiendo de la resistencia del material del cual estén compuestos, los empujes a los que son sometidos o las discontinuidades que presenten. Los taludes pueden ser de roca o de tierras. Ambos tienden a estudiarse de forma distinta.(Piteau & Peckover, 1978)

Es preciso resaltar que, en las primeras etapas de esta clase de estudios en un ámbito empírico o experimental, es necesaria la presencia de un geólogo para el reconocimiento a nivel macro del terreno, acompañado de un geotecnista. Es por eso que dentro de la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos – “CFB” debe existir esta preparación detallada e integral para darle solución a estas incógnitas.

#### **2.2.2.1 Dimensiones de Inestabilidad del Talud**

##### **Dimensión 1: Factor de Seguridad**

Los diferentes tipos de inestabilidad, normalmente generan algún tipo de desplome o desprendimiento por falta de apoyo, teniendo conjuntamente a ese desplome una escasa o gran cantidad de terreno, están son las rocas que se caen por un lado de una ladera ya que se perdió el apoyo que las sustentaba. Aquí se puede incluir el caso del desplome de una

columna rocosa en un acantilado, debido a la erosión en la base del mismo, esto puede ser ocasionado por la naturaleza o por la humanidad. (Piteau, DR. Peckover, 1978)

### 2.2.2.1.1 Indicadores de factor de seguridad

#### Dimensión 2: Factores condicionantes de inestabilidad del talud

Es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Incluye análisis de agua subterránea por elementos finitos en estado estacionario, e integra capacidades de análisis de sensibilidad, probabilísticos y análisis retrospectivos”. (Lugo Alvarez, 2018)(Tesis de Grado)

Slide Rocscience es un programa especializado para desarrollar este tipo de proyectos.

### 2.2.2.1.2 Indicadores de Factores condicionantes de inestabilidad del talud

#### Posición del nivel freático y condiciones hidrogeológicas

La forma y posición de la superficie freática en un talud o ladera depende de diferentes factores entre los que se encuentran la permeabilidad de los materiales, la geometría o forma del talud y las condiciones de contorno. (Ingeniería Geológica, 2002)

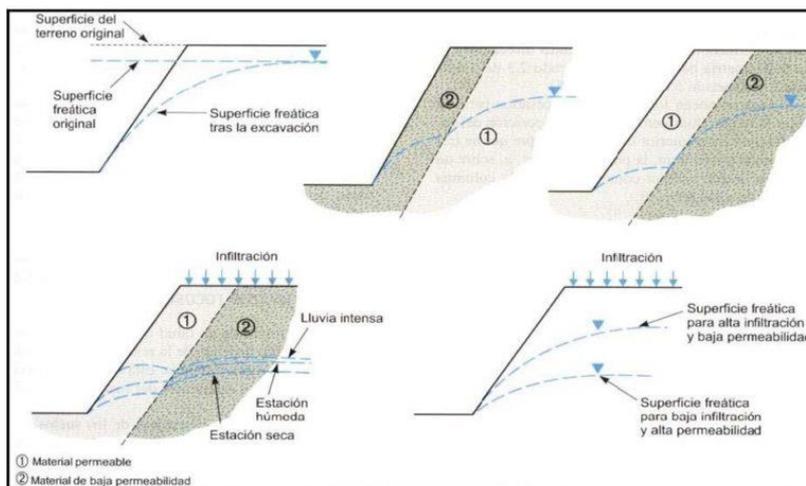


Figura 2. *Geo Quantics* (Ingeniería Geológica, 2002)

Tenemos en cuenta que los taludes presentan ciertos problemas de deslizamiento, meteorización, erosión y hundimiento, siendo el problema de deslizamiento el más grave de todos, entonces es significativo decir que hay una relación estrecha entre las

condiciones hidrológicas de un talud y su desprendimiento del terreno, ya que se sabe estadísticamente a nivel mundial el 40% de deslizamientos ocurren a causa de fuertes lluvias, entonces podemos decir que a mayor lluvia, la napa freática aumenta y una mayor parte del talud se satura, este exceso de lluvia se puede observar en la zona sierra del país, como en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, podemos darnos cuenta que la presión de los poros en este talud también aumentan haciendo que disminuya la resistencia al corte y de manera inmediata la estabilidad del talud.

### La Litología y estructura geológica

Cabe resaltar que desde el punto de vista litológico los materiales se clasifican de acuerdo a su génesis o formación. (Abramson, 1996)

Diferenciándose dos grupos bien diferenciados de materiales diversos que son: la roca y el suelo, las clasificaciones se clasifican de acuerdo a su origen como las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

La formación geológica del sitio del movimiento es un factor determinante en el mecanismo de falla y en el comportamiento de un movimiento en un talud, especialmente en ambientes tropicales de montaña donde la textura y estructura geológica definen por lo general, la ocurrencia de fallas en los taludes. (Jaimez.S, 1998, pág.38)

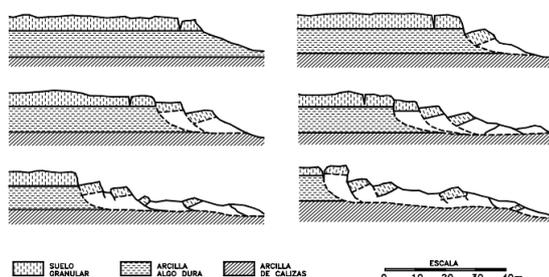


Figura 3. *Desarrollo de los deslizamientos en la costa de Rumania-Mar negro*  
(Popescu, 1996)

## 2.3 Marco conceptual

### Taludes

Uno de los elementos más importantes de una carretera son los taludes. “Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra”. (De Mattheis, 2003)

Los taludes pueden ser naturales o artificiales. Al primer tipo de talud se le denomina también laderas, formados por la naturaleza a través del tiempo sin la injerencia del hombre. Al segundo tipo se le denomina talud debido a que se tiene la intervención del hombre para su construcción. (Gidahatari, 2013)

### Partes de un talud

“Existen algunos términos para definir las partes de un talud. El talud comprende una parte alta o superior convexa con una cabeza, cima, cresta o escarpe, donde se presentan procesos de denudación o erosión; una parte intermedia semi-recta y una parte baja o inferior cóncava con un pie, pata o base, en la cual ocurren principalmente procesos de depositación”. (Hernández Chaverra & Tamayo Ruiz, 2019) (Tesis de Grado)

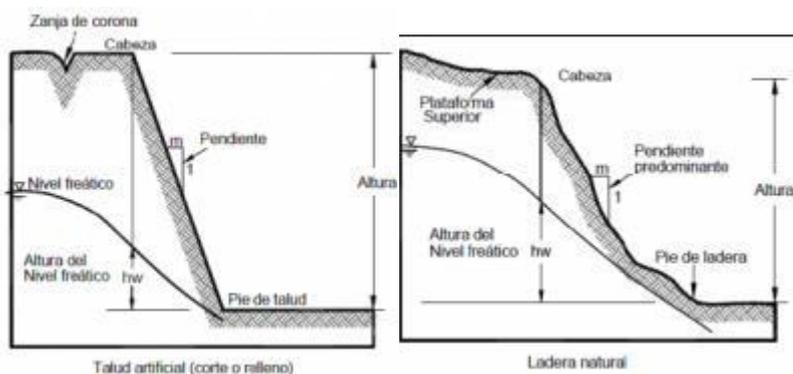


Figura 4. *Nomenclatura de taludes y laderas*(Hernández Chaverra & Tamayo Ruiz, 2019)

“En un talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

- Pie, pata o base. El pie corresponde al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. La forma del pie de una ladera es generalmente cóncava.

- Cabeza, cresta, cima o escarpe. Cabeza se refiere al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte superior del talud o ladera. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi- vertical o de alta pendiente, se le denomina Escarpe. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa.
- Altura. Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza generalmente no son accidentes topográficos bien marcados.
- Altura de nivel freático. Es la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua (la presión en el agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel freático se acostumbra medirla debajo de la cabeza del talud.
- Pendiente. Es la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m:1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Ejemplo:  $45^\circ = 100\% = 1H: 1V$ . Los suelos o rocas más resistentes generalmente forman laderas de mayor pendiente y los materiales de baja resistencia o blandos, tienden a formar laderas de baja pendiente”. (Estabilidad de Taludes, 2013)
- Geomorfología. - Rama de la geografía física “que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a descubrir, entender su génesis y entender su actual comportamiento. Uno de los modelos geomorfológicos explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos”. (DBPedia Español, s.f.)
- Riesgo. – “Pérdida social o económica promedio anual debido a la ocurrencia de todos los eventos posibles que pueden causar daño. El riesgo anual para una obra existente, en la que hay estadísticas sobre pérdidas del pasado, puede calcularse como la pérdida

esperada o promedio multianual de pérdidas. Para un diseño, o para el desarrollo de medidas correctivas, el riesgo anual puede calcularse, determinando primero la amenaza o frecuencia de distintos niveles de lluvias, y luego promediando valores de vulnerabilidad con las respectivas frecuencias de ocurrencia de toda la lluvia”. (Prieto S, Ramos C, & Villadiego B, 2006)

- Acantilado. – “Pendiente escarpada que retrocede o es erosionada por efecto de las olas marinas, corrientes fluviales u otros elementos relativos a la intemperie”. (Glosarios, 2020)
- Calicata es una excavación superficial en el suelo de determinado punto de estudio a fin de observar los estratos del suelo mencionado según se vaya incrementando la profundidad de excavación. Es un estudio de suelo previo a la construcción de estructuras viales y carreteras. Mientras que la Superficie de Falla es referida a todo un bloque de suelo, que por composición o efectos externos tienden a un deslizamiento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2008) (Lugo Alvarez, 2018) (Tesis de Grado)
- Subsistencia. – “Asentamiento súbito (colapso), o relativamente continuo con el tiempo, de la superficie del terreno. Envuelve generalmente grandes áreas y no, por ejemplo, el asentamiento de un terraplén o de una sola edificación”. (Lugo Alvarez, 2018) (Tesis de Grado)
- Erosión. – “Remoción (desprendimiento) de granos individuales o grumos de partículas de suelo y transporte de los mismos después del desprendimiento”. (Lugo Alvarez, 2018) (Tesis de Grado)
- Corrimientos. – “Movimientos de masa de suelo o roca, fundamentalmente por la acción de la gravedad en materiales de laderas o taludes de un modo general. Los

corrimientos son clasificados de la siguiente manera: caídas, volcaduras, flujos, deslizamientos.

- Factor de Seguridad. - Se define como la división entre las condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían ocasionar la falla. También es definida como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para mantener el talud estable.

Ludeña (2014)

- Cohesión. - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno. La cohesión se mide  $\text{kg/cm}^2$ . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de  $0,25 \text{ kg/cm}^2$  a  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula.
- Fricción interna. - Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad. Como los suelos granulares tienen superficies de contacto mayores y sus partículas, especialmente si son angulares, presentan una buena trabazón, tendrán fricciones internas altas. En cambio, los suelos finos las tendrán bajas.
- Ángulo de rozamiento interno. - La fricción interna de un suelo, está definida por el ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste el deslizamiento, a lo largo de un plano, y la fuerza normal "p" aplicada a dicho plano. Es un ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto de material granular.
- Capacidad Portante. - Valor soporte, es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. Significa conferir al suelo la capacidad de resistir

las cargas exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura o deformaciones excesivas.

- Sistema de Estabilización. - Materiales para la estabilización de taludes de cualquier tipo de terreno y pendiente, con inestabilidades y movimientos importantes con requerimientos de soporte medio-altos. Es concebido para terreno en taludes con pendiente moderada o riesgosa, paredes rocosas globalmente estables con importante fracturación superficial, material rocoso alterado con pendiente media y para todo tipo de terreno con requerimiento de soporte.
- Slide. - Es un software de análisis de Estabilidad de Taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Incluye análisis de agua subterránea por elementos finitos en estado estacionario, e integra capacidades de análisis de sensibilidad, probabilísticos y análisis retrospectivos”. (Lugo Alvarez, 2018)  
(Tesis de Grado)

### Capítulo III: Formulación de Hipótesis

#### 3.1 Hipótesis General

- a) El talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

#### 3.2 Hipótesis Específicas

- a) Existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.
- b) “Se aplicará el Software Slide para el análisis de estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obras civiles son muy variados, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc”. (Tierra y Tecnología, 2016)
- c) La presente investigación busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide, ya que podemos aplicar nuestros conocimientos aprendidos en aulas en este software y así poder analizar y resolver enigmas referidos a estos problemas que se presentan en las carreteras del Vraem, específicamente en el tramo Tutumbaru-Machente.

## Capítulo IV: Marco metodológico

### 4.1 Método de estudio

La metodología de estudio que se utilizó es de carácter deductivo. Según Gómez (2004) el método deductivo consiste en la totalidad de reglas y procesos, con cuya ayuda es posible deducir conclusiones finales a partir de enunciados supuestos llamados premisas si de una hipótesis se sigue una consecuencia y esa hipótesis se da, entonces, necesariamente, se da la consecuencia.

### 4.2 Enfoque de la Investigación

La presente investigación será de enfoque cuantitativo. Según Sampieri R. (2004), el enfoque cuantitativo se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas.

### 4.3 Tipo de Investigación

Básica o conocida como Técnica o Sistemática, toda vez que aporta un cuerpo organizado de conocimientos sistematizados y aplicativos propios del objeto de estudio que enriquece el conocimiento teórico del problema planteado.

### 4.4 Nivel y Diseño de la Investigación

#### 4.4.1 Nivel de la investigación

Según la naturaleza y profundidad de la investigación es de Nivel Descriptivo-Correlacional, por lo que el propósito de estudio responde los objetivos de la investigación y trata de explicar la causa-efecto del suceso.

#### 4.4.2 Diseño de la investigación

Figura 5. Gráfica del diseño de la investigación



No experimental porque no se manipula deliberadamente las variables de estudio. Según Hernández (1998) “Transversal, porque el número de ocasiones en que se va a medir la variable será una vez; lo que significa que el recojo se realizará en el momento exacto del transcurso del tiempo”. Se describe de la siguiente manera:

$$M = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q}$$

Donde:

M = Muestra

Z = Nivel de confianza

p = Variabilidad positiva

q = Variabilidad negativa

N = Tamaño de la población

E = Precisión o el error

#### **4.5 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos**

##### **Técnica**

La técnica utilizada en la presente investigación fue la encuesta; es un procedimiento que ayuda a explorar dudas que hacen a la subjetividad y obtener esa información de una cantidad considerable de personas.

Utilizando el diagrama Likert. Las preguntas serán clasificadas, siendo sus opciones de respuesta: Totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni en desacuerdo ni de acuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo.

##### **Instrumento**

Sabino señala que, en principio, una herramienta de recolección de datos es cualquier recurso que los investigadores pueden utilizar para abordar el fenómeno y extraer información de él. Por otro lado, los datos de segunda mano son registros escritos que

también provienen del contacto con la práctica, pero que han sido recolectados por otros investigadores y procesados en múltiples ocasiones, generalmente dispersos, debido a que los materiales escritos actualmente se encuentran dispersos en múltiples archivos y fuentes de información. (Sabino, 1996) El instrumento empleado fue el cuestionario.

#### 4.6 Población y Muestra

##### Población

En la presente investigación la población fueron 31 pobladores de las provincias Tutumbaru-Machente, Ayacucho Perú.

##### Muestra

Según Pagano (1998), “Es un subconjunto de la población. En un experimento, por razones económicas, lo usual es que el investigador reúna los datos acerca de un grupo de sujetos menor que la población total”. (p. 6)

Aplicando:  $\frac{Z^2 * p * q * N}{(N-1) * E^2 + Z^2 * p * q}$

$$M = 30$$

$$Z = 95$$

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

$$N = 31$$

$$E = 5$$

$$M = \frac{95^2 * 0.5 * 0.5 * 31}{(31 - 1) * 5^2 + 95^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$M = 30$$

Por lo tanto, la muestra estuvo constituida por 30 pobladores de las provincias Tutumbaru-Machente, Ayacucho Perú.

## Capítulo V: Interpretación, análisis y discusión de los resultados

### 5.1 Análisis Descriptivo

- 1) ¿Cree Ud., que el cálculo del factor de seguridad es importante para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 2. *Cálculo del factor de seguridad*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	3	10,0	10,0	20,0
Válidos Indefinido	5	16,7	16,7	36,7
De acuerdo	13	43,3	43,3	80,0
Muy de acuerdo	6	20,0	20,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

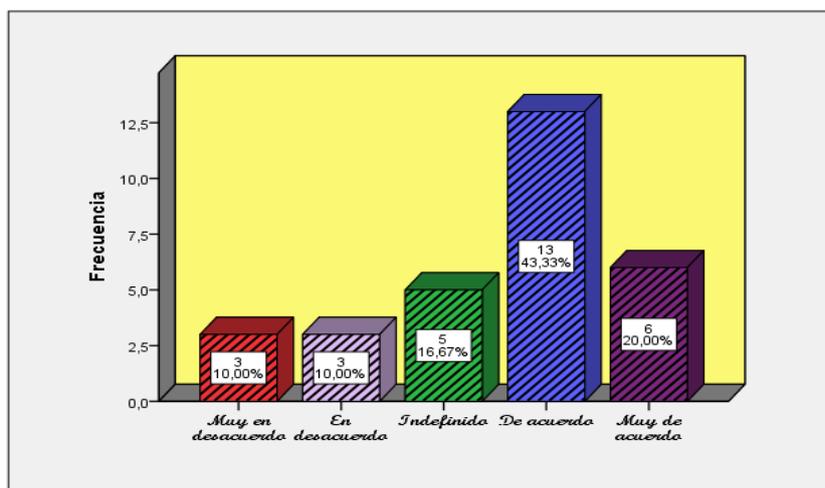


Figura 6. *Cálculo del factor de seguridad*

#### Interpretación:

El 63,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el factor de seguridad es importante para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 16,67% se muestra indefinido.

- 2) ¿Considera Ud., que debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 3. *Debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	------------	------------	-------------------	----------------------

	Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
	En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos	Indefinido	12	40,0	40,0	56,7
	De acuerdo	4	13,3	13,3	70,0
	Muy de acuerdo	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

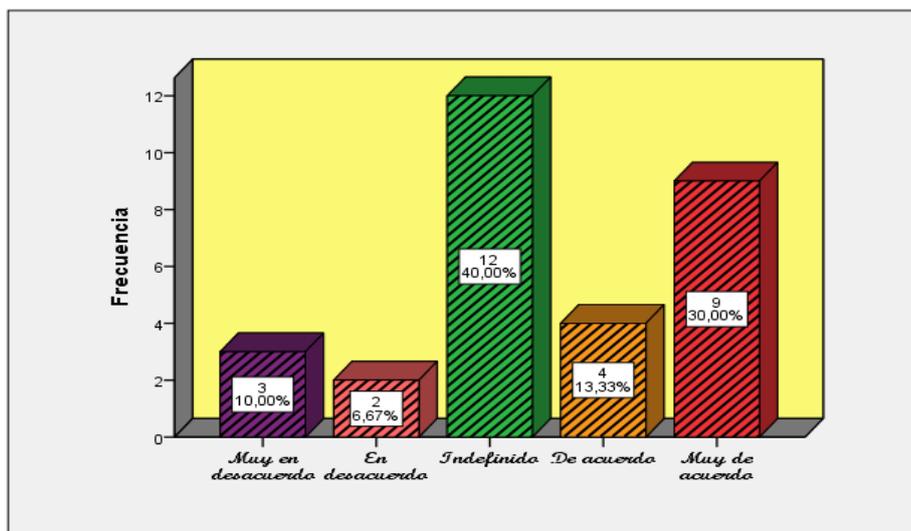


Figura 7. *Debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo*

### Interpretación:

El 43,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 40% se muestra indefinido.

- 3) ¿Considera Ud., que se debería utilizar softwares que ayuden a calcular el factor de seguridad en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 4. *Se debería utilizar softwares*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	3	10,0	10,0	23,3
Válidos Indefinido	2	6,7	6,7	30,0
De acuerdo	8	26,7	26,7	56,7
Muy de acuerdo	13	43,3	43,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

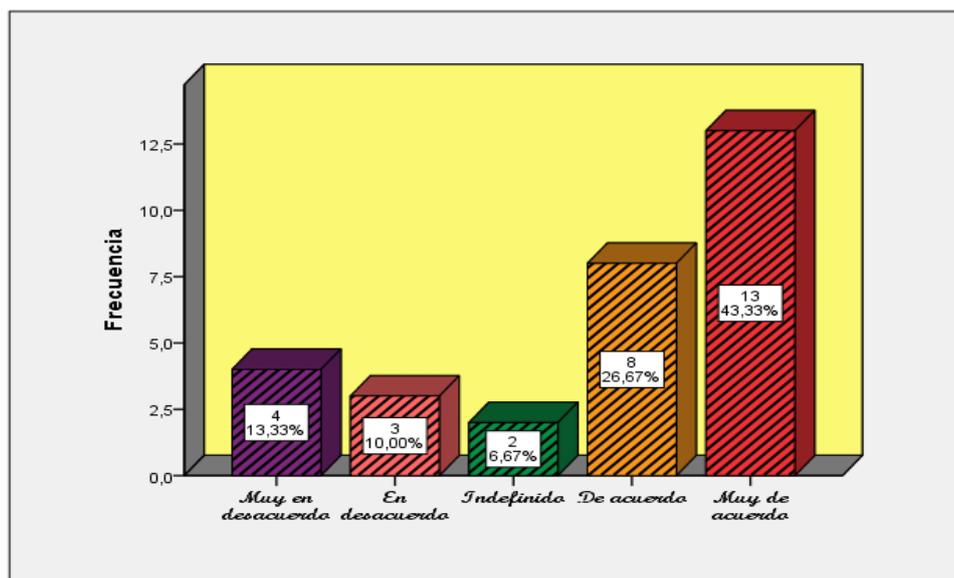


Figura 8. *Se debería utilizar softwares*

#### **Interpretación:**

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se debería utilizar softwares que ayuden a calcular el factor de seguridad en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 6,67% se muestra indefinido.

- 4) ¿Considera Ud., que existe un flujo vehicular en el área del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 5. *Existe un flujo vehicular*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	5	16,7	16,7	16,7
En desacuerdo	2	6,7	6,7	23,3
Válidos Indefinido	2	6,7	6,7	30,0
De acuerdo	5	16,7	16,7	46,7
Muy de acuerdo	16	53,3	53,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

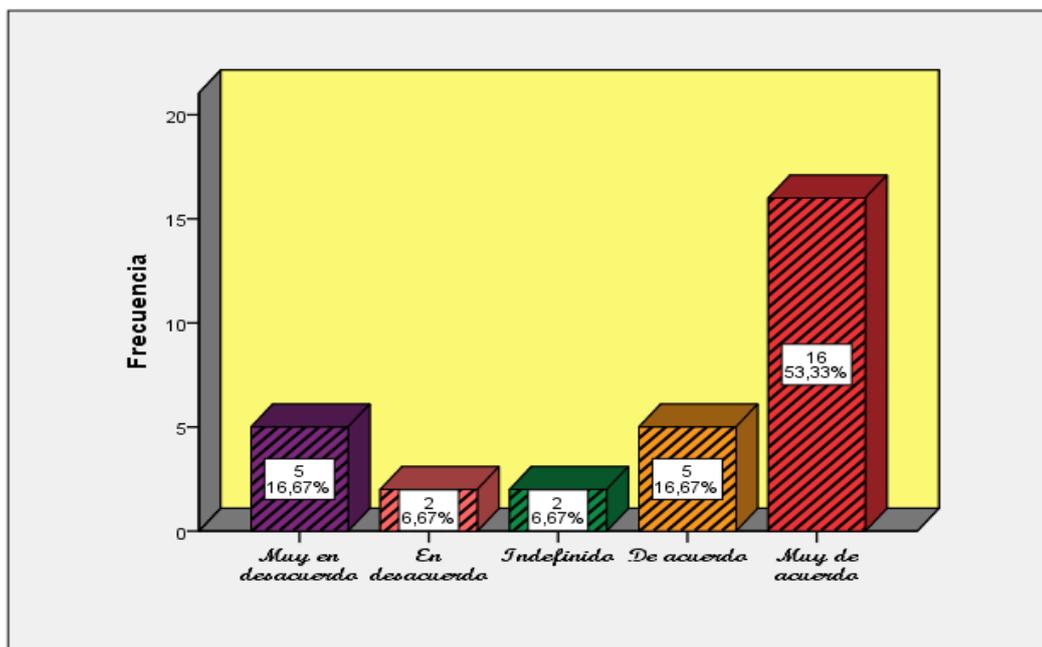


Figura 9. *Existe un flujo vehicular*

**Interpretación:**

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que existe un flujo vehicular en el área del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23.34% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 6,67% se muestra indefinido.

- 5) ¿Cree Ud., que el flujo vehicular se ve limitado por la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 6. *El flujo vehicular se ve limitado*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	3	10,0	10,0	16,7
Válidos Indefinido	14	46,7	46,7	63,3
De acuerdo	1	3,3	3,3	66,7
Muy de acuerdo	10	33,3	33,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

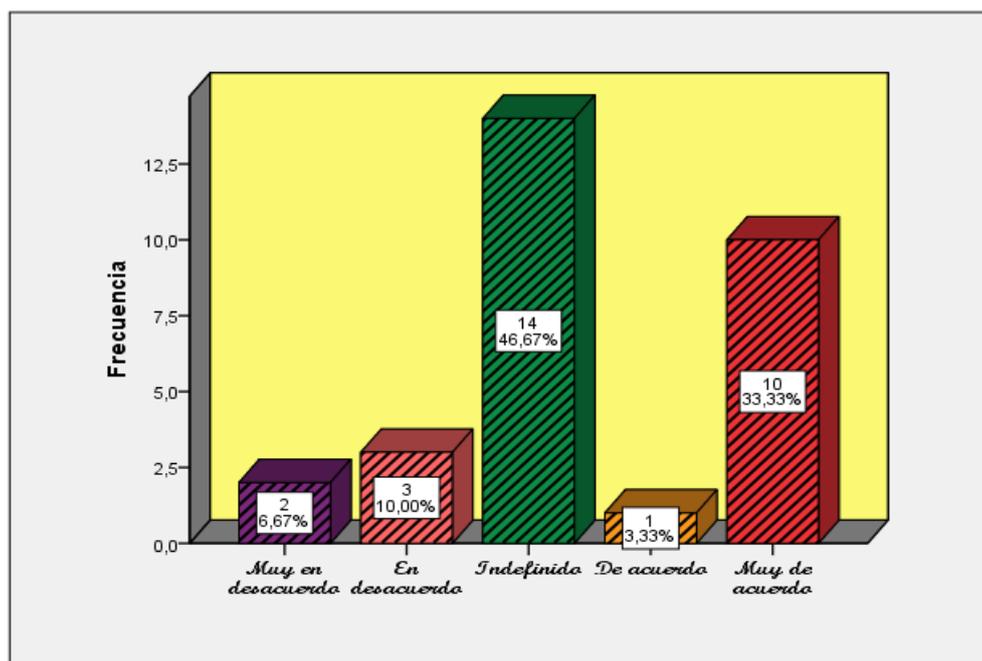


Figura 10. *El flujo vehicular se ve limitado*

**Interpretación:**

El 36,66% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el flujo vehicular se ve limitado por la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 46,67% se muestra indefinido.

- 6) ¿Considera Ud., que la cantidad de vehículos que sobrepasan la carretera del tramo Tutumbaru-Machente influya en la inestabilidad de su talud?

Tabla 7. *La cantidad de vehículos que sobrepasa la carretera*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos Indefinido	1	3,3	3,3	20,0
De acuerdo	14	46,7	46,7	66,7
Muy de acuerdo	10	33,3	33,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

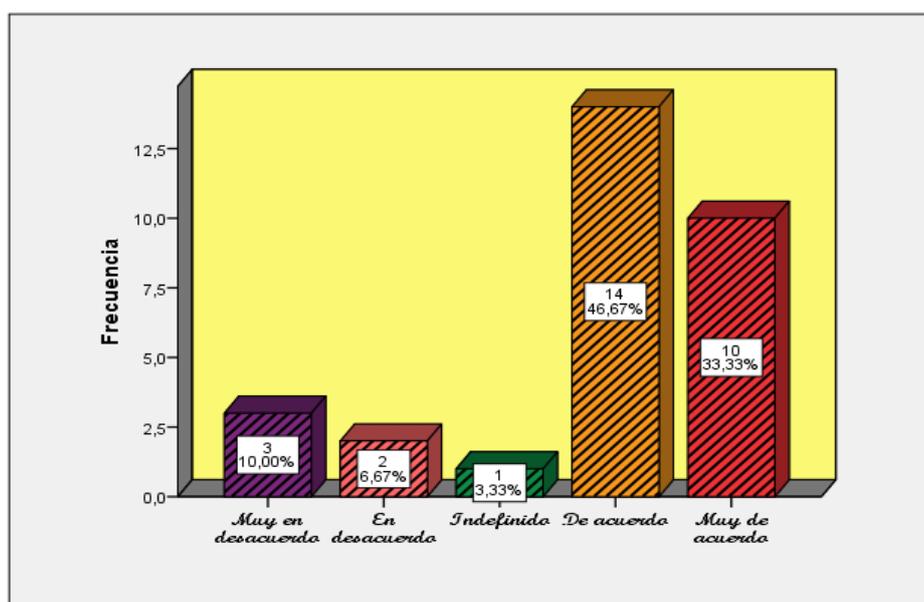


Figura 11. La cantidad de vehículos que sobrepasa la carretera

#### Interpretación:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que la cantidad de vehículos que sobrepasan la carretera del tramo Tutumbaru-Machente influya en la inestabilidad de su salud, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 3,33% se muestra indefinido.

- 7) ¿Cree Ud., que es importante que se clasifique el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 8. Es importante que se clasifique el tipo de roca

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	3	10,0	10,0	23,3
Válidos Indefinido	6	20,0	20,0	43,3
De acuerdo	2	6,7	6,7	50,0
Muy de acuerdo	15	50,0	50,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

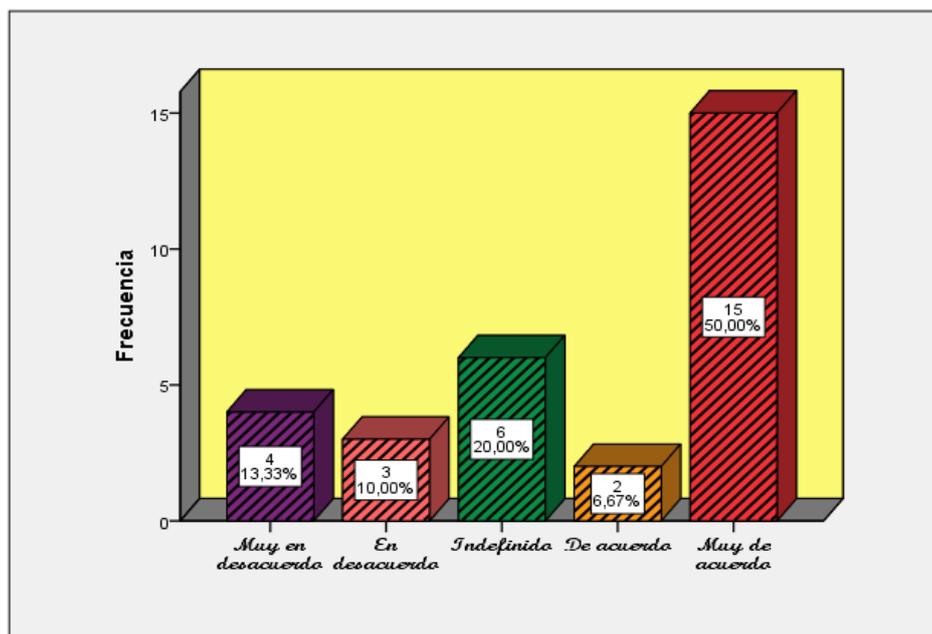


Figura 12. *Es importante que se clasifique el tipo de roca*

#### **Interpretación:**

El 56,67% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante que se clasifique el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 20% se muestra indefinido.

- 8) ¿Considera Ud., que las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica que se presentan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 9. *Las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	4	13,3	13,3	26,7
Válidos Indefinido	7	23,3	23,3	50,0
De acuerdo	10	33,3	33,3	83,3
Muy de acuerdo	5	16,7	16,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

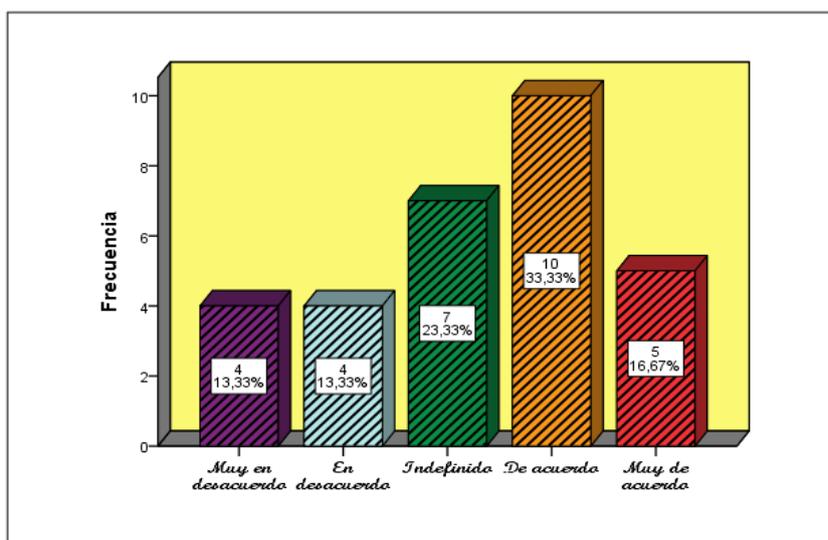


Figura 13. Las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica

#### Interpretación:

El 50% de los encuestados se muestra de acuerdo con que las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica que se presentan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 26,66% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 23,33% se muestra indefinido.

- 9) ¿Cree Ud., que las características naturales del entorno influyan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 10. Las características naturales del entorno

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	3	10,0	10,0	20,0
Válidos Indefinido	7	23,3	23,3	43,3
De acuerdo	11	36,7	36,7	80,0
Muy de acuerdo	6	20,0	20,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

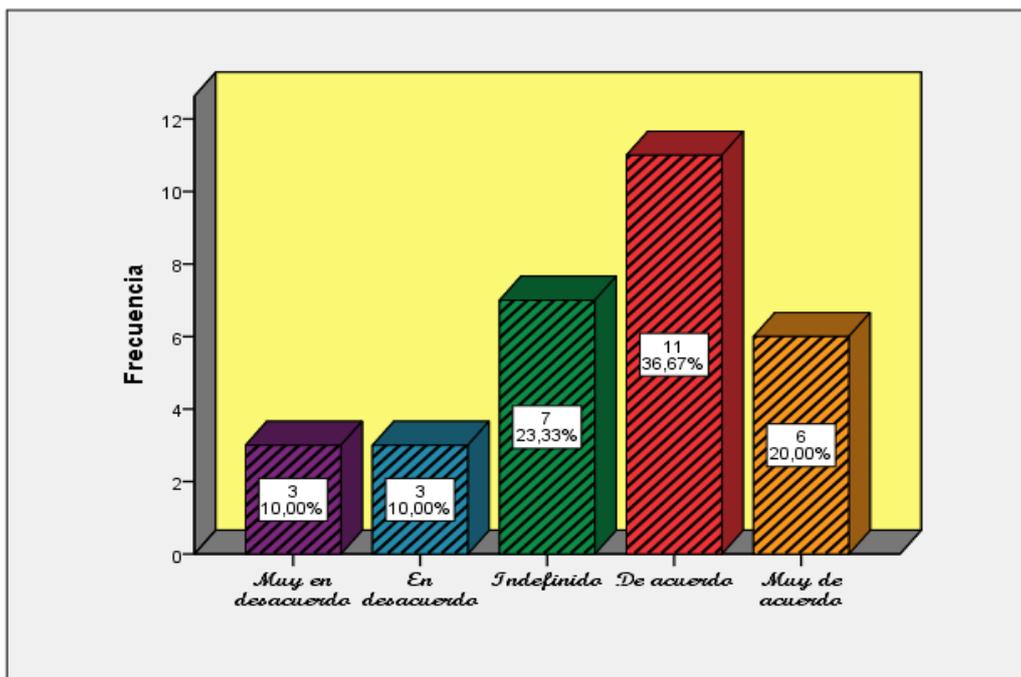


Figura 14. *Las características naturales del entorno*

**Interpretación:**

El 56,67% se muestra de acuerdo con que las características naturales del entorno influyen en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 23,33% se muestra indefinido.

- 10) ¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias que aumenten el nivel freático del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 11. *Ha habido constantes lluvias*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	3	10,0	10,0	20,0
Válidos Indefinido	7	23,3	23,3	43,3
De acuerdo	5	16,7	16,7	60,0
Muy de acuerdo	12	40,0	40,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

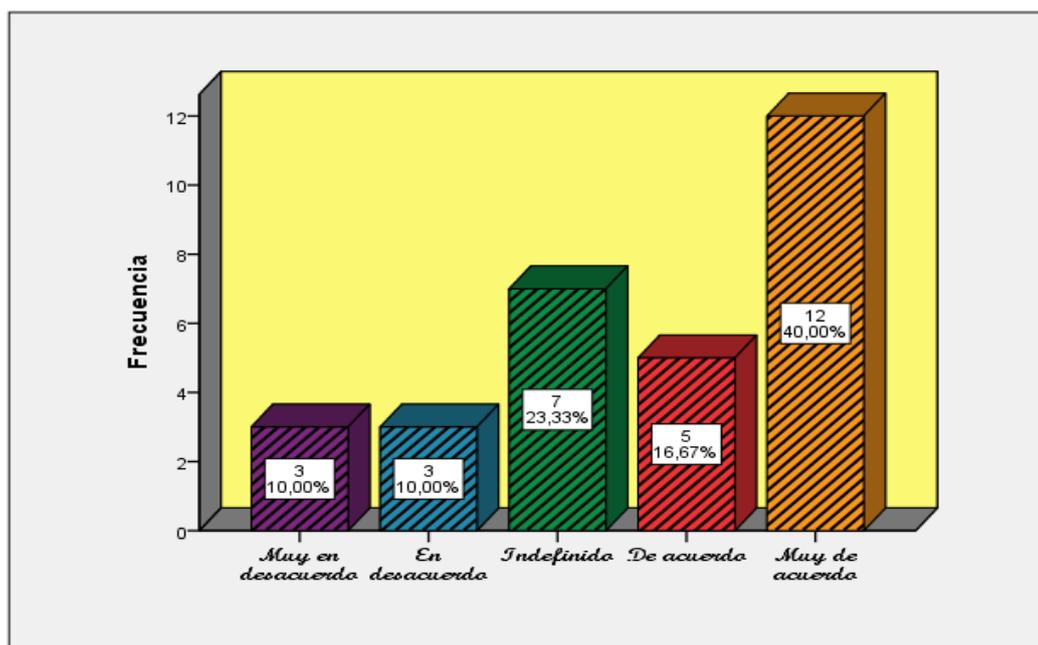


Figura 15. Las características naturales del entorno

#### Interpretación:

El 56,67% se muestra de acuerdo con que ha habido constantes lluvias que aumenten el nivel freático del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 23,33% se muestra indefinido.

- 11) ¿Considera Ud., que el agua que se presenta por debajo de la superficie puede causar grietas y roturas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 12. El agua que se presenta por debajo de la superficie

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7
	En desacuerdo	3	10,0	16,7
	De acuerdo	8	26,7	43,3
	Muy de acuerdo	17	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0

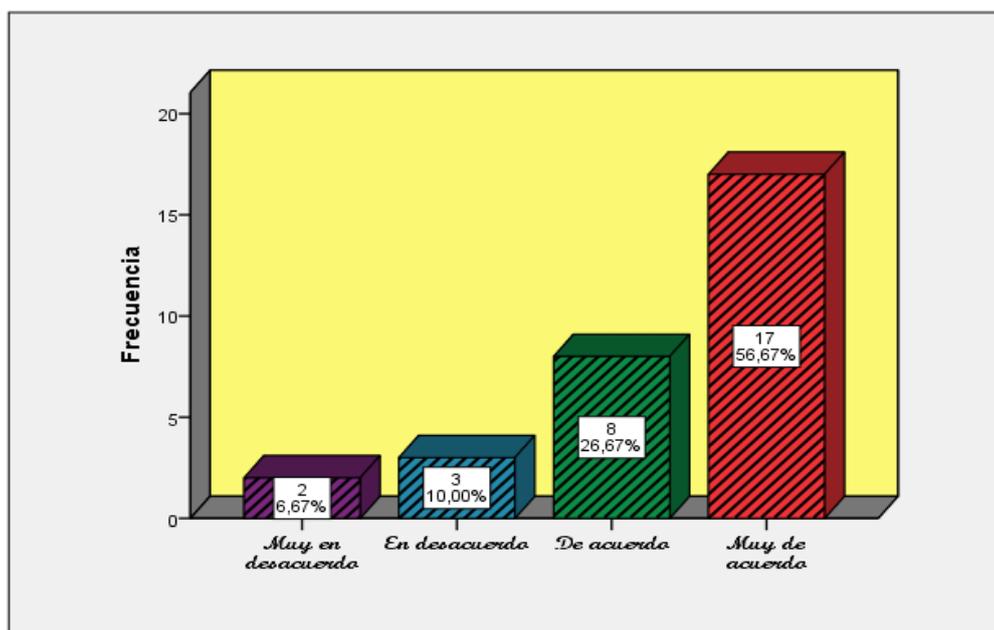


Figura 16. El agua que se presenta por debajo de la superficie

#### Interpretación:

El 83,34% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el agua que se presenta por debajo de la superficie puede causar grietas y roturas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo.

- 12) ¿Cree Ud., que el humedecimiento producido por factores externos e internos en el talud produzcan trastornos en las características de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 13. El humedecimiento producido por factores externos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	2	6,7	6,7	20,0
Válidos Indefinido	12	40,0	40,0	60,0
De acuerdo	9	30,0	30,0	90,0
Muy de acuerdo	3	10,0	10,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

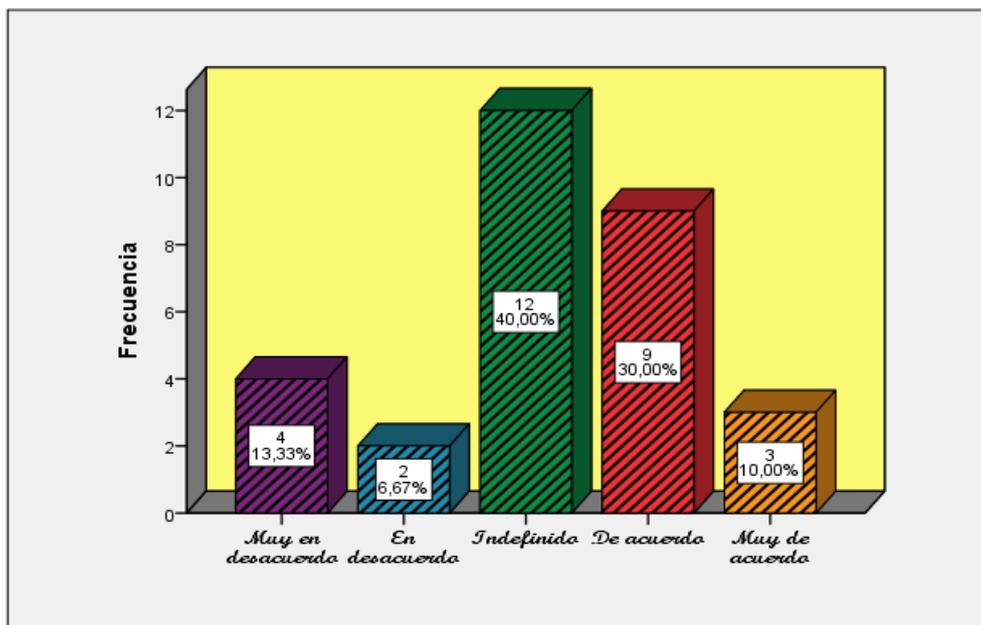


Figura 17. El humedecimiento producido por factores externos

**Interpretación:**

El 40% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el humedecimiento producido por factores externos e internos en el talud produzcan trastornos en las características de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además el 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 40% se muestra indefinido.

- 13) ¿Considera Ud., que se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia del terreno con otros terrenos que no tienen fallas en sus taludes?

Tabla 14. Se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	3	10,0	10,0	16,7
Válidos Indefinido	4	13,3	13,3	30,0
De acuerdo	16	53,3	53,3	83,3
Muy de acuerdo	5	16,7	16,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

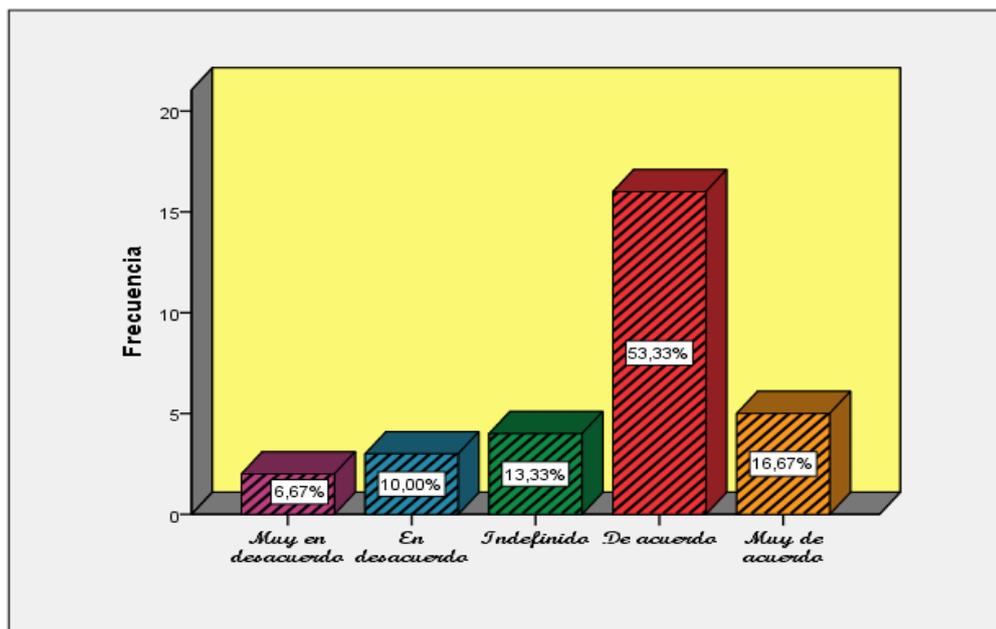


Figura 18. *Se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia*

#### Interpretación:

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia del terreno con otros terrenos que no tienen fallas en sus taludes, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 13,33% se muestra indefinido.

- 14) ¿Cree Ud., que es importante enviar un grupo de especialistas para analizar los deslizamientos ocurridos periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 15. *Es importante enviar un grupo de especialistas para analizar deslizamientos*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos Indefinido	6	20,0	20,0	36,7
De acuerdo	17	56,7	56,7	93,3
Muy de acuerdo	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

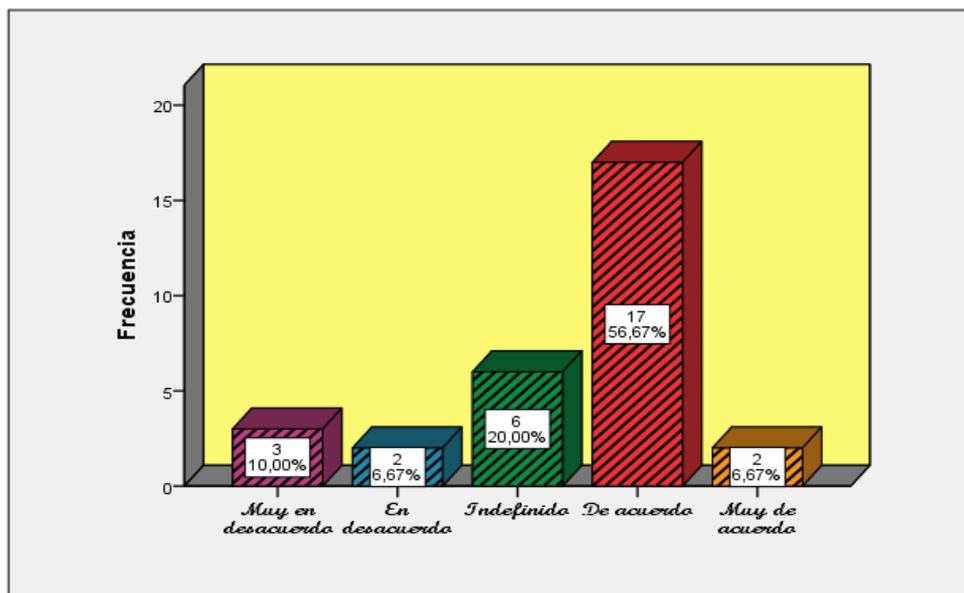


Figura 19. Es importante enviar un grupo de especialistas para analizar deslizamientos

#### Interpretación:

El 63,34% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante enviar un grupo de especialistas para analizar los deslizamientos ocurridos periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 20% se muestra indefinido.

- 15) ¿Considera Ud., que se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de “s”, luego de que se haya ocurrido un deslizamiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 16. Se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de “s”

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	3	10,0	10,0	20,0
De acuerdo	13	43,3	43,3	63,3
Muy de acuerdo	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

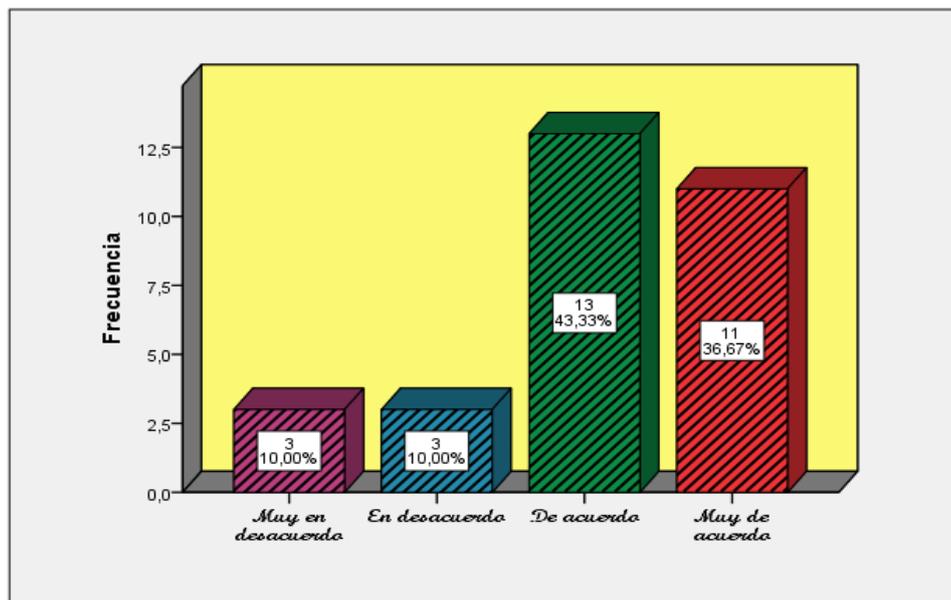


Figura 20. Se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de “s”

#### Interpretación:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de “s”, luego de que se haya ocurrido un deslizamiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo.

- 16) ¿Cree Ud., que el uso de Softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva?

Tabla 17. El uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	3	10,0	10,0	16,7
Válidos Indefinido	1	3,3	3,3	20,0
De acuerdo	17	56,7	56,7	76,7
Muy de acuerdo	7	23,3	23,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

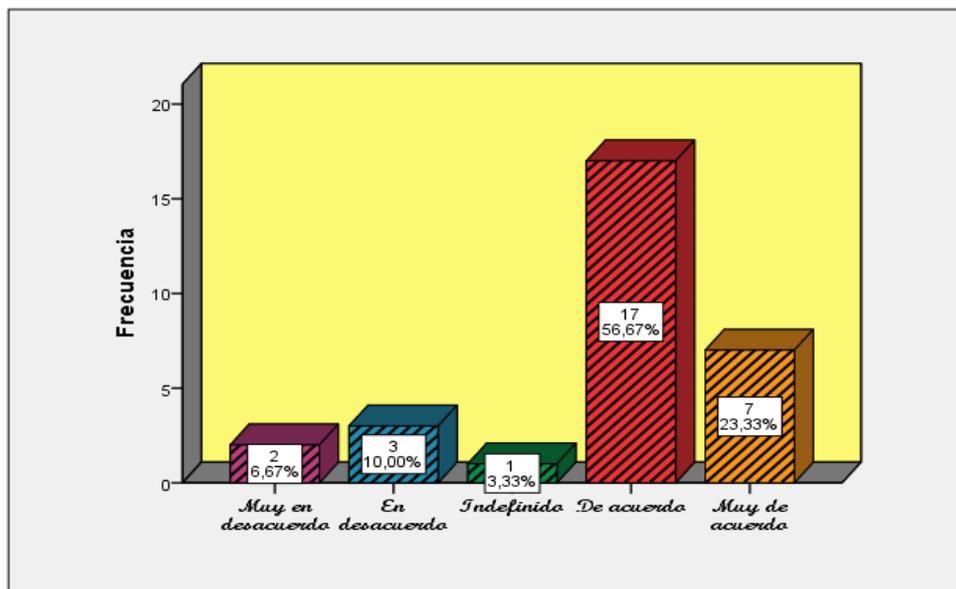


Figura 21. El uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud

#### Interpretación:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el uso de Softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 3,33% se muestra indefinido.

- 17) ¿Considera Ud., que es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 18. Es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0
	En desacuerdo	3	10,0	20,0
	De acuerdo	9	30,0	50,0
	Muy de acuerdo	15	50,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

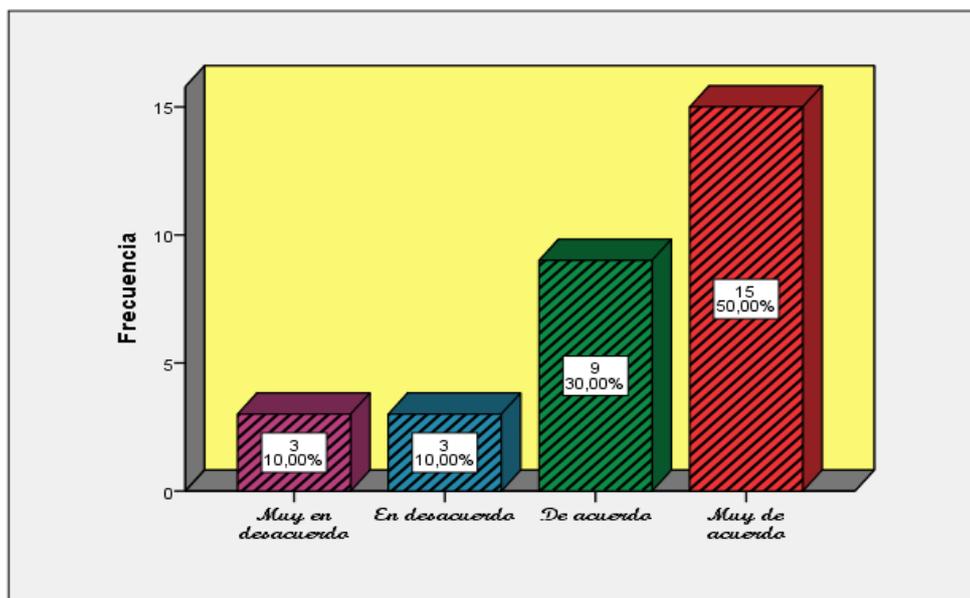


Figura 22. *Es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud*

**Interpretación:**

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo.

- 18) ¿Cree Ud., que el software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 19. *El software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos Indefinido	10	33,3	33,3	50,0
De acuerdo	11	36,7	36,7	86,7
Muy de acuerdo	4	13,3	13,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

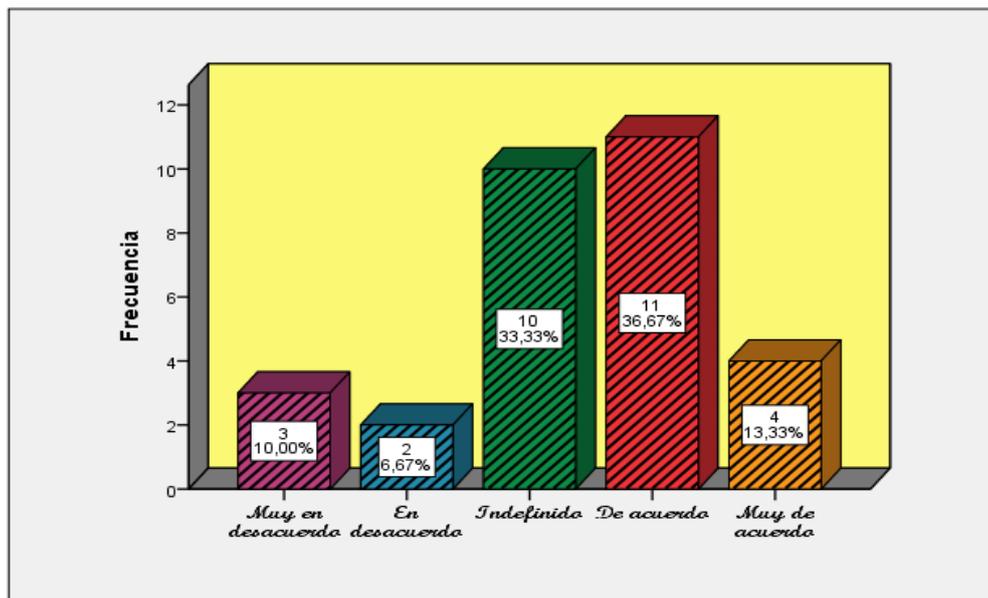


Figura 23. El software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud

#### Interpretación:

El 50% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 33,33% se muestra indefinido.

- 19) ¿Cree Ud., que es importante identificar el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 20. Es importante identificar el tipo de roca que representa el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos Indefinido	6	20,0	20,0	36,7
De acuerdo	15	50,0	50,0	86,7
Muy de acuerdo	4	13,3	13,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

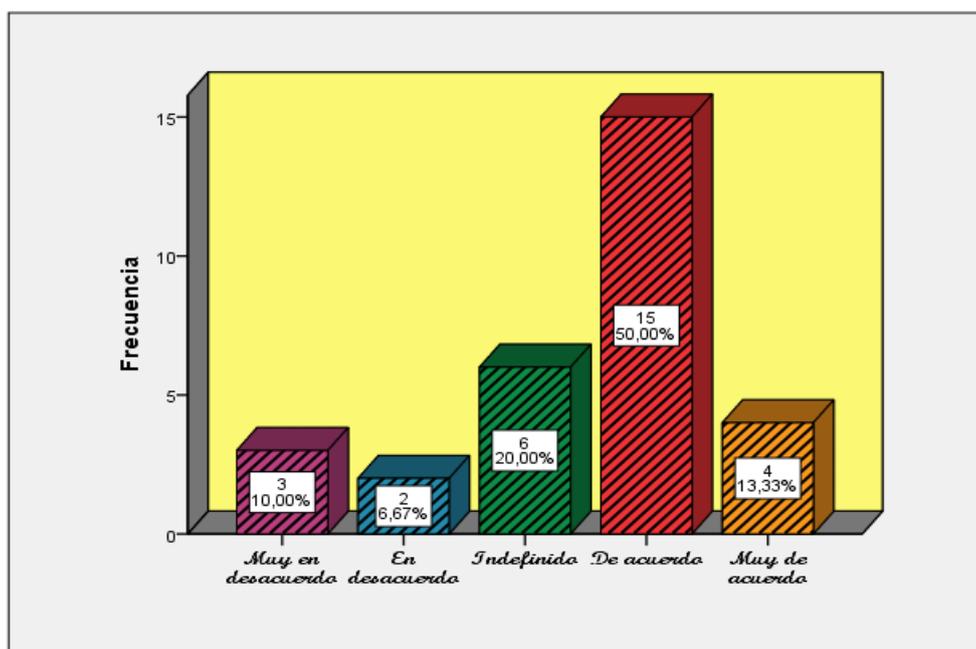


Figura 24. *Es importante identificar el tipo de roca que representa el talud*

#### **Interpretación:**

El 63,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante identificar el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 20% se muestra indefinido.

- 20) ¿Considera Ud., que es importante describir el tipo de rocas que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 21. *Es importante describir el tipo de rocas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	2	6,7	6,7	20,0
Válidos Indefinido	8	26,7	26,7	46,7
De acuerdo	14	46,7	46,7	93,3
Muy de acuerdo	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

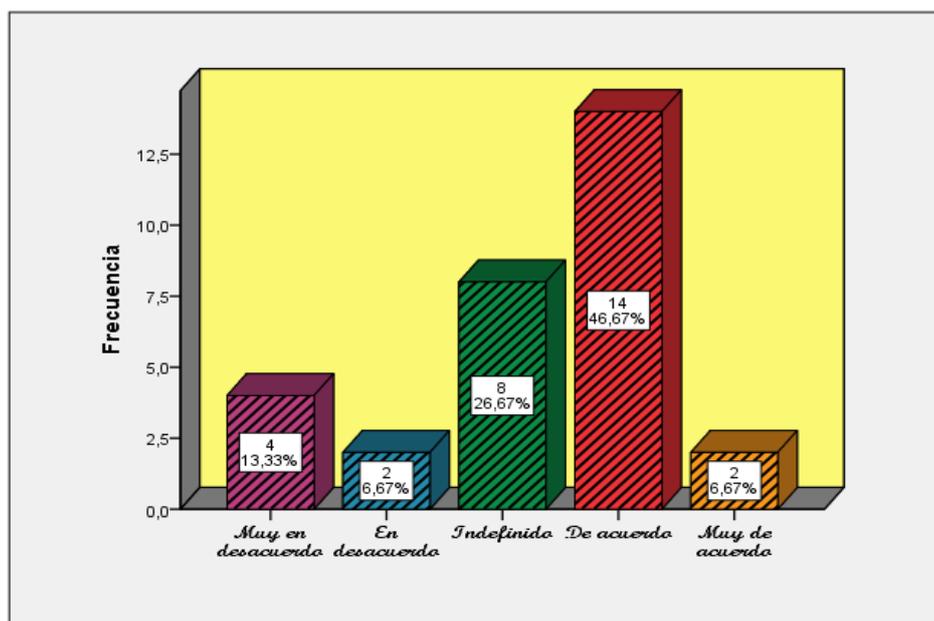


Figura 25. Es importante describir el tipo de rocas

#### Interpretación:

El 53.34% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante describir el tipo de rocas que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 26,67% se muestra indefinido.

- 21) ¿Cree Ud., que el tipo de roca que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente es determinante para saber la frecuencia de sus posibles deslizamientos?

Tabla 22. El tipo de roca que se presenta en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	1	3,3	3,3	3,3
En desacuerdo	4	13,3	13,3	16,7
Válidos Indefinido	4	13,3	13,3	30,0
De acuerdo	6	20,0	20,0	50,0
Muy de acuerdo	15	50,0	50,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

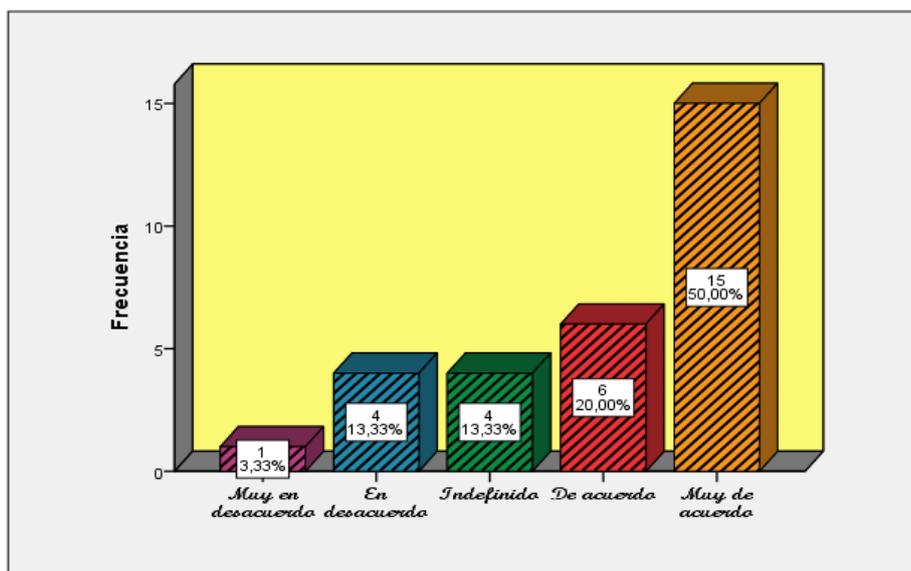


Figura 26. El tipo de roca que se presenta en el talud

#### Interpretación:

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el tipo de roca que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente es determinante para saber la frecuencia de sus posibles deslizamientos, además un 16,66% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 13,33% se muestra indefinido.

- 22) ¿Considera Ud., que es importante determinar si existe afloramiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 23. Es importante determinar si existe afloramiento en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	3	10,0	10,0	16,7
Válidos Indefinido	3	10,0	10,0	26,7
De acuerdo	21	70,0	70,0	96,7
Muy de acuerdo	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

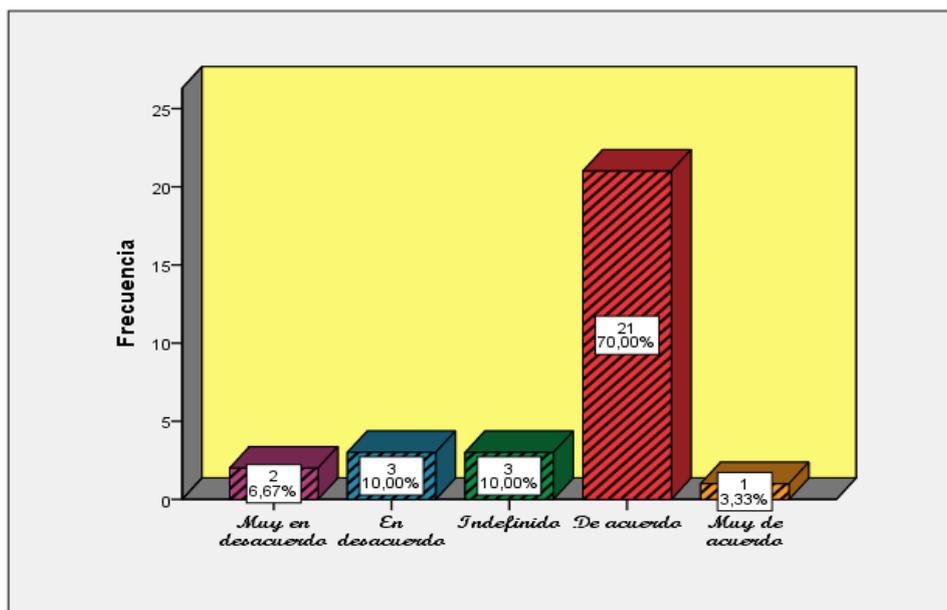


Figura 27. Es importante determinar si existe afloramiento en el talud

#### Interpretación:

El 73,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante determinar si existe afloramiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 10% se muestra indefinido.

- 23) ¿Cree Ud., que se ha realizado anualmente un muestreo de roca en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 24. Se ha realizado anualmente un muestreo de roca

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	4	13,3	13,3	20,0
Válidos Indefinido	9	30,0	30,0	50,0
De acuerdo	10	33,3	33,3	83,3
Muy de acuerdo	5	16,7	16,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

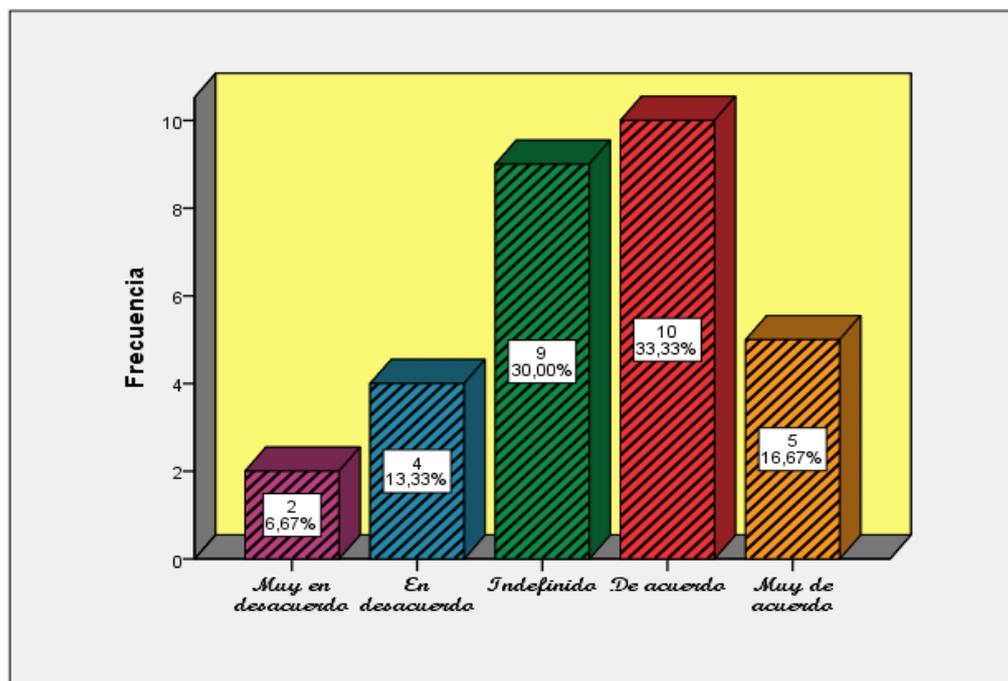


Figura 28. *Se ha realizado anualmente un muestreo de roca*

#### **Interpretación:**

El 50% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se ha realizado anualmente un muestreo de roca en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 30% se muestra indefinido.

- 24) ¿Considera Ud., que se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreos de roca periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 25. *Se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreo de roca*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	3	10,0	10,0	23,3
Válidos Indefinido	7	23,3	23,3	46,7
De acuerdo	5	16,7	16,7	63,3
Muy de acuerdo	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

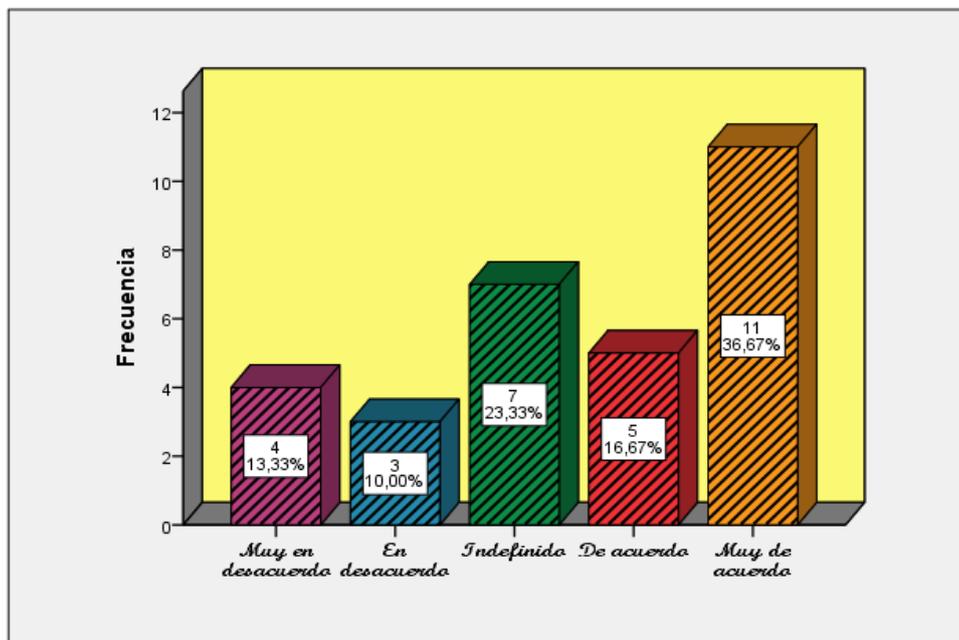


Figura 29. Se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreo de roca

#### Interpretación:

El 53,34% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreos de roca periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 23,33% se muestra indefinido.

- 25) ¿Cree Ud., que el intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 26. El intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0
	En desacuerdo	4	13,3	23,3
	De acuerdo	21	70,0	93,3
	Muy de acuerdo	2	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0

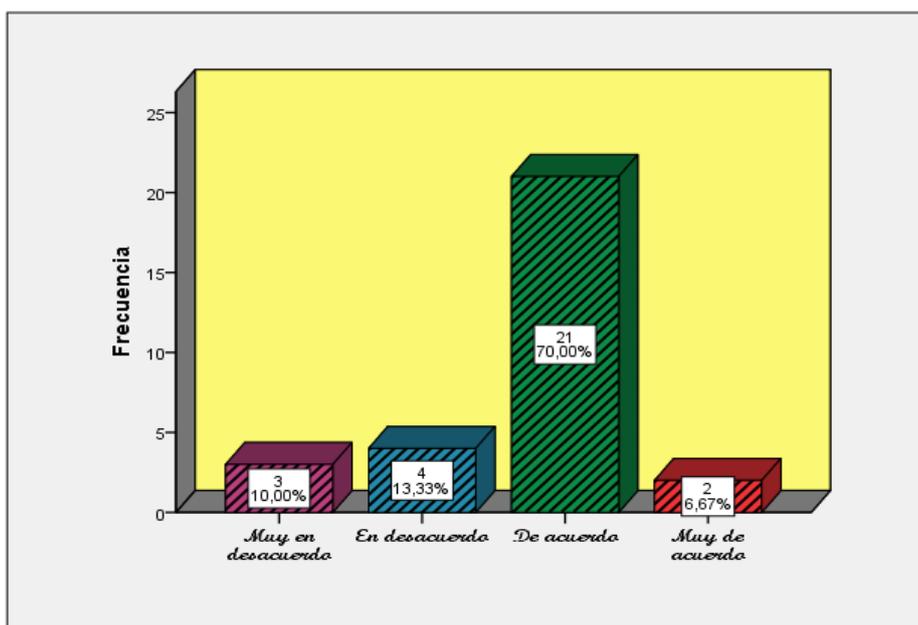


Figura 30. *El intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud*

**Interpretación:**

El 76,67% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo.

26) ¿Considera Ud., que las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud con roca fracturada en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 27. *Las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7
	En desacuerdo	3	10,0	16,7
	Indefinido	8	26,7	43,3
	Muy de acuerdo	17	56,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0

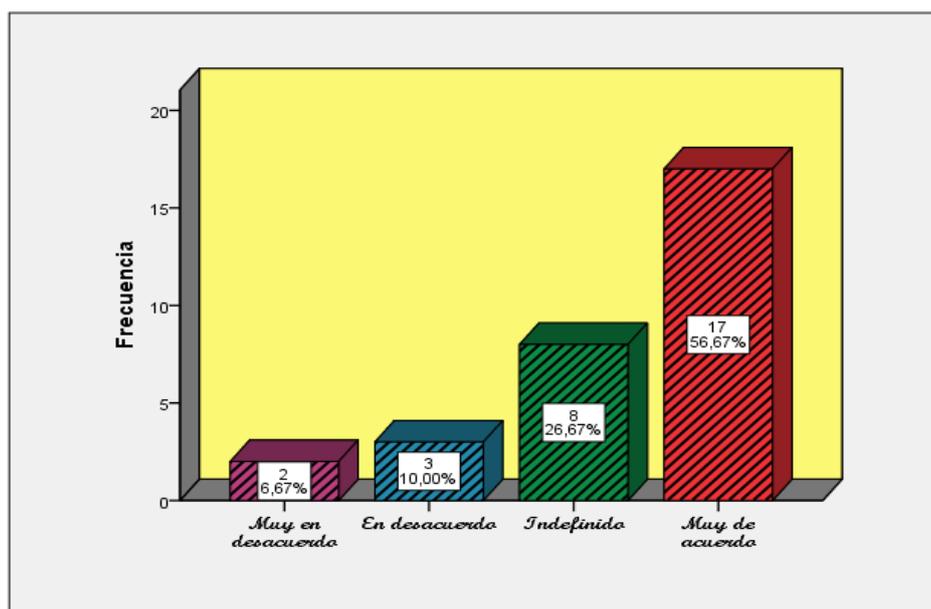


Figura 31. *Las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud*

**Interpretación:**

El 56,67% de los encuestados se muestra de acuerdo con que las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud con roca fracturada en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 26,67% se muestra indefinido.

27) ¿Cree Ud., que las lluvias intervienen en las características de las rocas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 28. *Las lluvias intervienen en las características de las rocas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	3	10,0	10,0	23,3
Válidos Indefinido	15	50,0	50,0	73,3
De acuerdo	4	13,3	13,3	86,7
Muy de acuerdo	4	13,3	13,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

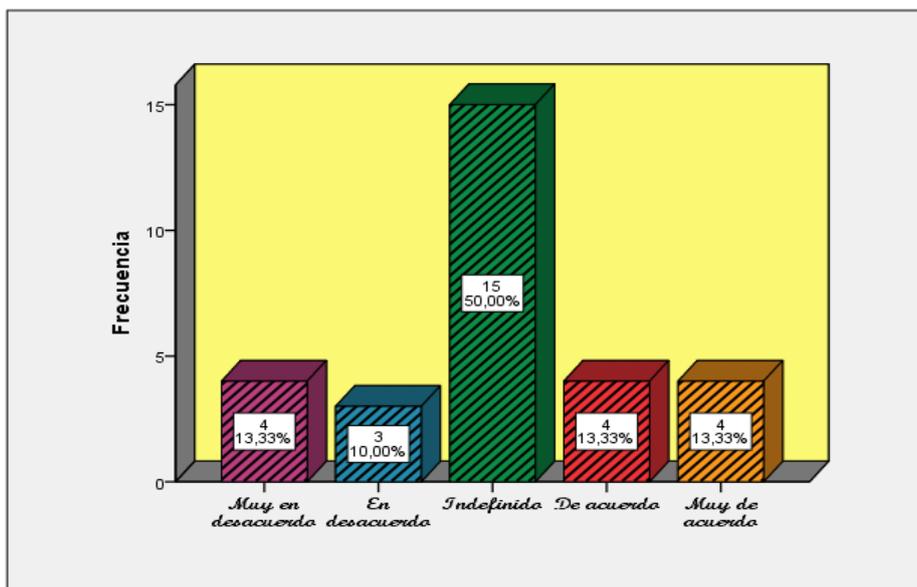


Figura 32. Las lluvias intervienen en las características de las rocas

**Interpretación:**

El 26,66% de los encuestados se muestra de acuerdo con que las lluvias intervienen en las características de las rocas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 50% se muestra indefinido.

- 28) ¿Considera Ud., que influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 29. *Influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	3	10,0	10,0	23,3
Válidos Indefinido	4	13,3	13,3	36,7
De acuerdo	13	43,3	43,3	80,0
Muy de acuerdo	6	20,0	20,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

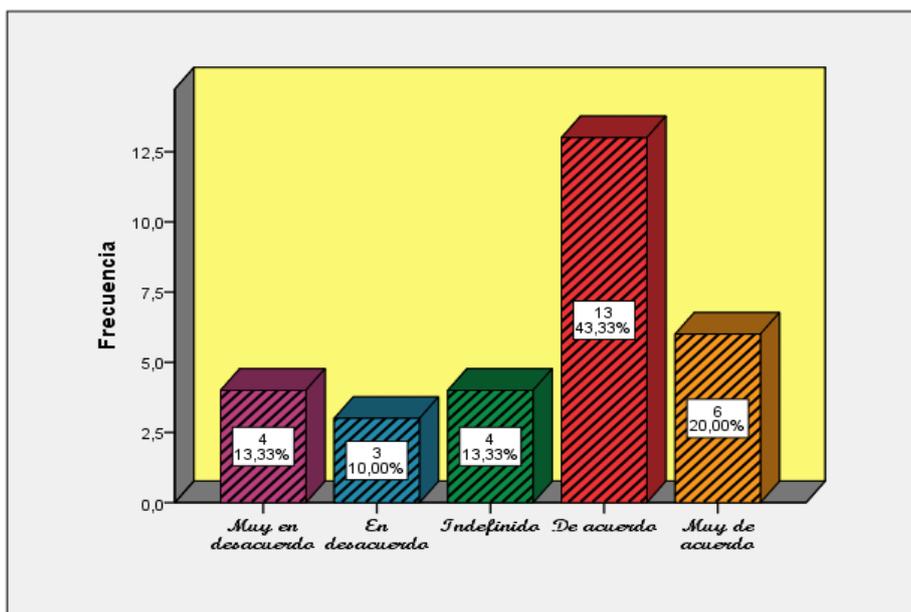


Figura 33. *Influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud*

**Interpretación:**

El 63,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 13,33% se muestra indefinido.

29) ¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 30. *Ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	4	13,3	13,3	20,0
Válidos Indefinido	1	3,3	3,3	23,3
De acuerdo	15	50,0	50,0	73,3
Muy de acuerdo	8	26,7	26,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

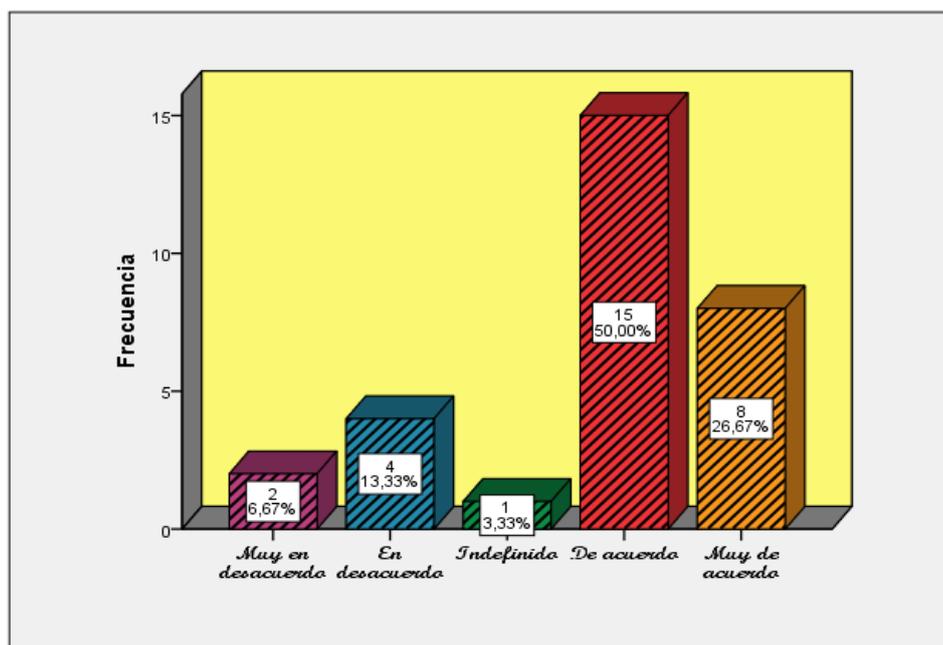


Figura 34. *Ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud*

**Interpretación:**

El 76,67% de los encuestados se muestra de acuerdo con que ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 3,33% se muestra indefinido.

- 30) ¿Cree Ud., que el humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 31. *El humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	3	10,0	10,0	10,0
En desacuerdo	2	6,7	6,7	16,7
Válidos Indefinido	10	33,3	33,3	50,0
De acuerdo	1	3,3	3,3	53,3
Muy de acuerdo	14	46,7	46,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

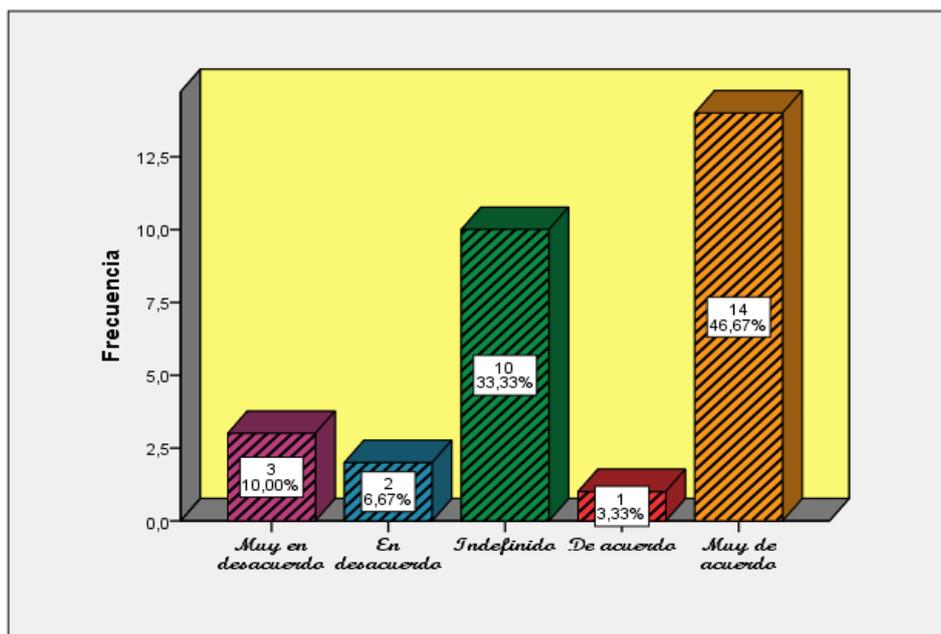


Figura 35. El humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud

#### Interpretación:

El 50% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 33,33% se muestra indefinido.

- 31) ¿Considera Ud., que se debería analizar constantemente el grado de fracturación del macizo rocoso presente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 32. Se debería analizar constantemente el grado de fracturación

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	3	10,0	10,0	16,7
Válidos Indefinido	8	26,7	26,7	43,3
De acuerdo	4	13,3	13,3	56,7
Muy de acuerdo	13	43,3	43,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

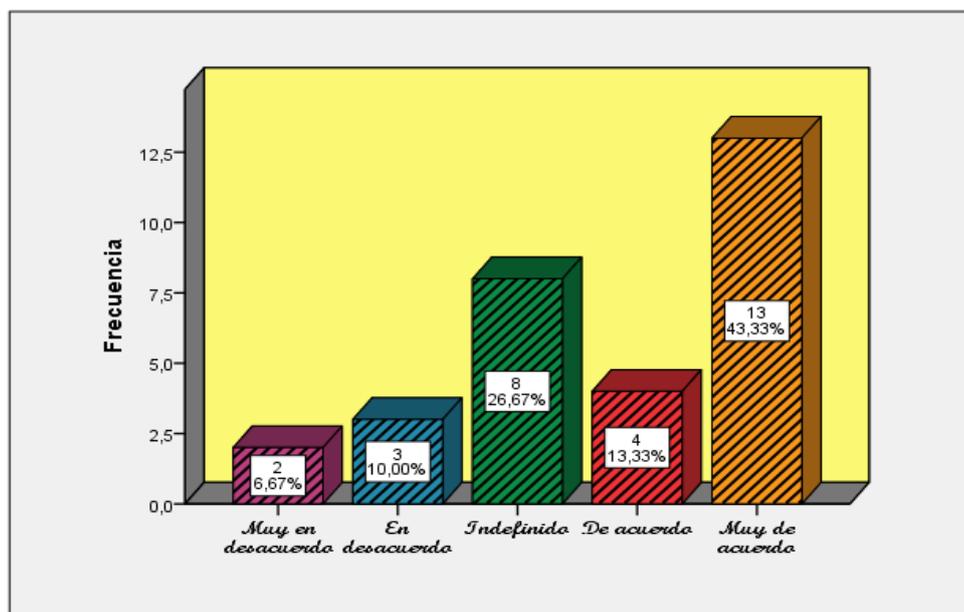


Figura 36. *Se debería analizar constantemente el grado de fracturación*

#### **Interpretación:**

El 56,66% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se debería analizar constantemente el grado de fracturación del macizo rocoso presente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 26,67% se muestra indefinido.

- 32) ¿Cree Ud., que es importante el resultado obtenido para tomar decisiones en base a que si dicho talud será estable para futuros movimientos de terreno?

Tabla 33. *Es importante el resultado obtenido para tomar decisiones*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Indefinido	11	36,7	36,7	36,7
Válidos De acuerdo	19	63,3	63,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

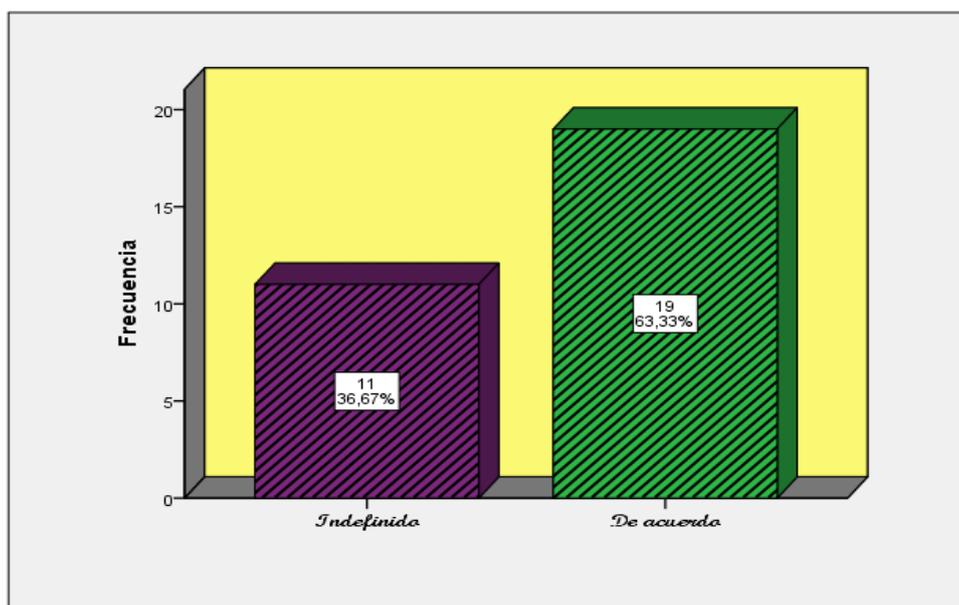


Figura 37. Es importante el resultado obtenido para tomar decisiones

#### Interpretación:

El 63,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante el resultado obtenido para tomar decisiones en base a que si dicho talud será estable para futuros movimientos de terreno. Por otro lado un 36,67% se muestra indefinido.

- 33) ¿Considera Ud., que el grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?

Tabla 34. El grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	2	6,7	6,7	13,3
Válidos Indefinido	2	6,7	6,7	20,0
De acuerdo	13	43,3	43,3	63,3
Muy de acuerdo	11	36,7	36,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

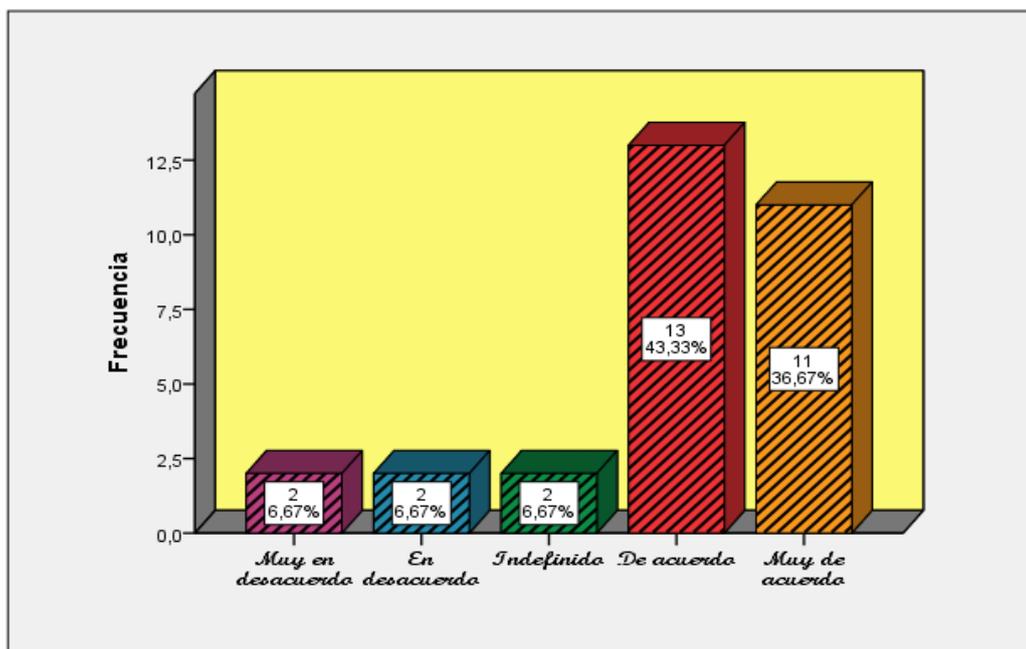


Figura 38. El grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca

#### Interpretación:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 13,34% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 6,67% se muestra indefinido.

- 34) ¿Cree Ud., que la orientación de las discontinuidades presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente afecta el rendimiento de los equipos de arranque ante un posible movimiento de terreno?

Tabla 35. La orientación de las discontinuidades presentes en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	2	6,7	6,7	6,7
En desacuerdo	2	6,7	6,7	13,3
Válidos Indefinido	3	10,0	10,0	23,3
De acuerdo	7	23,3	23,3	46,7
Muy de acuerdo	16	53,3	53,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

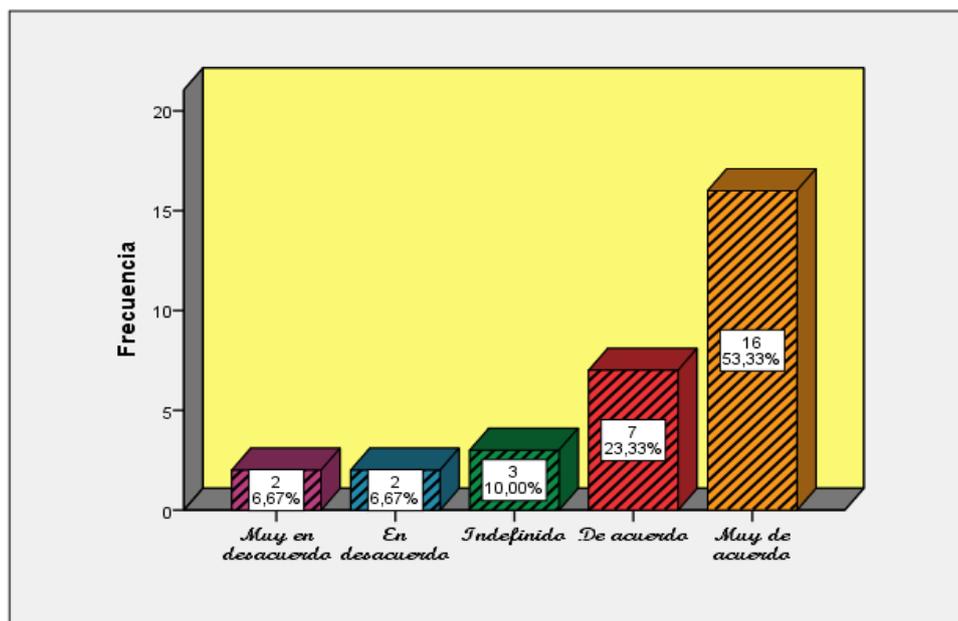


Figura 39. La orientación de las discontinuidades presentes en el talud

**Interpretación:**

El 76,66% de los encuestados se muestra de acuerdo con que la orientación de las discontinuidades presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente afecta el rendimiento de los equipos de arranque ante un posible movimiento de terreno, además un 13,34% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 10% se muestra indefinido.

- 35) ¿Considera Ud., que es importante analizar las fallas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?

Tabla 36. Es importante analizar las fallas en el talud

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	2	6,7	6,7	20,0
Válidos Indefinido	3	10,0	10,0	30,0
De acuerdo	4	13,3	13,3	43,3
Muy de acuerdo	17	56,7	56,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

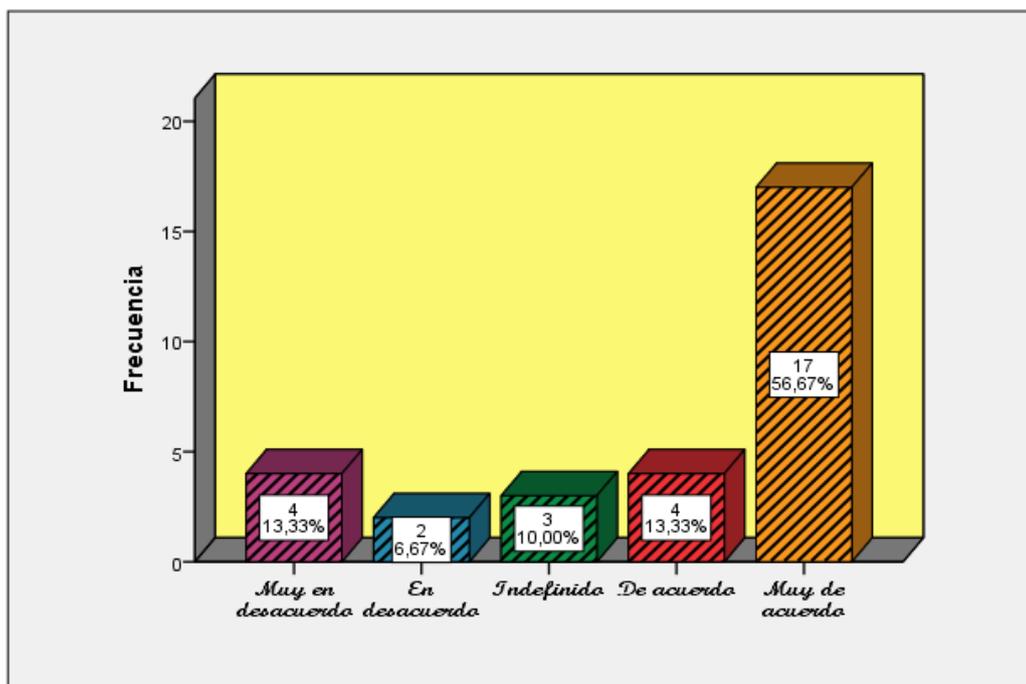


Figura 40. *Es importante analizar las fallas en el talud*

**Interpretación:**

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante analizar las fallas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 10% se muestra indefinido.

- 36) ¿Cree Ud., que es importante analizar las fracturas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?

Tabla 37. *Es importante analizar las fracturas en el talud*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy en desacuerdo	4	13,3	13,3	13,3
En desacuerdo	2	6,7	6,7	20,0
Válidos Indefinido	6	20,0	20,0	40,0
De acuerdo	6	20,0	20,0	60,0
Muy de acuerdo	12	40,0	40,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

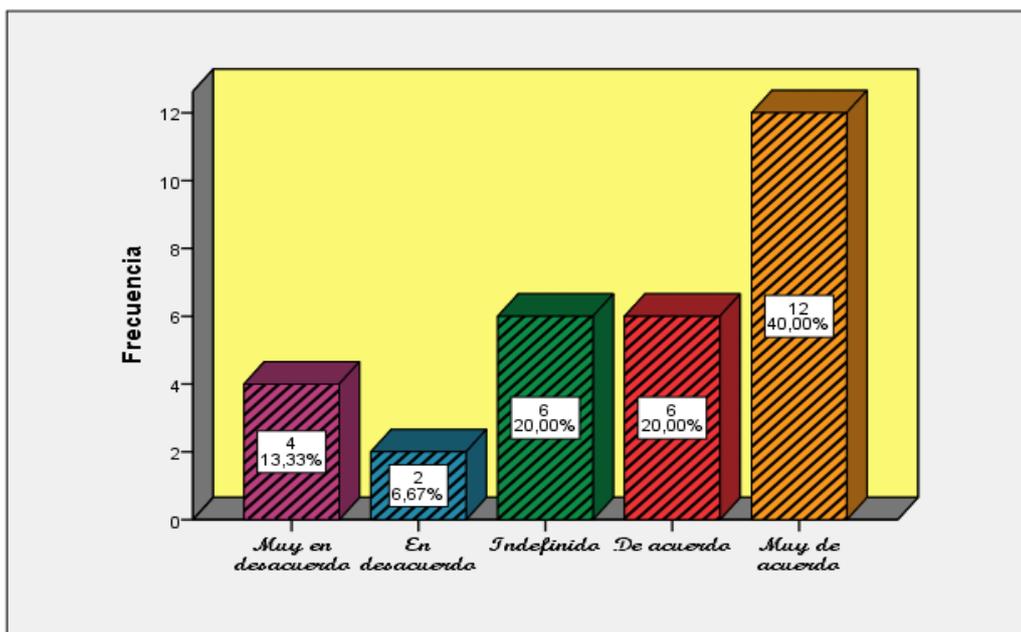


Figura 41. *Es importante analizar las fracturas en el talud*

**Interpretación:**

El 60% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante analizar las fracturas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 20% se muestra indefinido.

## 5.2 Análisis inferencial

### Prueba de hipótesis general

#### Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: El talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

H0: El talud del tramo Tutumbaru-Machente no es inestable, debido a que el factor de seguridad no es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

### Tabla de contingencia ESTUDIOS DE INESTABILIDAD DE TALUD \* TALUD CON ROCA FRACTURADA

Tabla 38. *Tabla de contingencia de la hipótesis general*

			TALUD CON ROCA FRACTURADA			Total
			Indefinido	De acuerdo	V2	
ESTUDIOS DE INESTABILIDAD DE TALUD	En desacuerdo	Recuento	4	0	0	4
		Frecuencia esperada	2,1	1,8	,1	4,0
		% del total	12,9%	0,0%	0,0%	12,9%
	Indefinido	Recuento	9	9	0	18
		Frecuencia esperada	9,3	8,1	,6	18,0
		% del total	29,0%	29,0%	0,0%	58,1%
	De acuerdo	Recuento	3	5	0	8
		Frecuencia esperada	4,1	3,6	,3	8,0
		% del total	9,7%	16,1%	0,0%	25,8%
	V1	Recuento	0	0	1	1
		Frecuencia esperada	,5	,5	,0	1,0
		% del total	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%
Total	Recuento	16	14	1	31	
	Frecuencia esperada	16,0	14,0	1,0	31,0	
	% del total	51,6%	45,2%	3,2%	100,0%	

Tabla 39. *Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HG*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	35,532 <sup>a</sup>	6	,000
Razón de verosimilitudes	14,752	6	,022
N de casos válidos	31		

a. 10 casillas (83,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,03.

**Interpretación:**

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir el talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

**Prueba de hipótesis específica 1****Formulamos las hipótesis estadísticas**

H1: Existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.

H0: No existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este no garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.

**Tabla de contingencia Factor de seguridad \* Calculo de estabilidad en taludes**Tabla 40. *Tabla de contingencia de la hipótesis específica 1*

		Calculo de estabilidad en taludes				Total	
		En desacuerdo	Indefinido	De acuerdo	D3		
Factor de seguridad	En desacuerdo	Recuento	0	1	1	0	2
	Frecuencia esperada	,4	,8	,7	,1	2,0	
	% del total	0,0%	3,2%	3,2%	0,0%	6,5%	
	Indefinido	Recuento	4	8	2	0	14
	Frecuencia esperada	2,7	5,9	5,0	,5	14,0	
	% del total	12,9%	25,8%	6,5%	0,0%	45,2%	
	De acuerdo	Recuento	2	4	8	0	14
	Frecuencia esperada	2,7	5,9	5,0	,5	14,0	
	% del total	6,5%	12,9%	25,8%	0,0%	45,2%	
	D1	Recuento	0	0	0	1	1
	Frecuencia esperada	,2	,4	,4	,0	1,0	
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%	
Total	Recuento	6	13	11	1	31	
	Frecuencia esperada	6,0	13,0	11,0	1,0	31,0	
	% del total	19,4%	41,9%	35,5%	3,2%	100,0%	

Tabla 41. *Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 1*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	37,297 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitudes	15,672	9	,074
N de casos válidos	31		

a. 14 casillas (87,5%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,03.

### **Interpretación:**

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.

### **Prueba de hipótesis específica 2**

#### **Formulamos las hipótesis estadísticas**

H1: Se aplicará el Software Slide para el análisis de estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad.

H0: No Se aplicará el Software Slide para el análisis de estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software no utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad.

**Tabla de contingencia Factores condicionantes de inestabilidad del talud \* Mecánica de rocas**

Tabla 42. *Tabla de contingencia de la hipótesis específica 2*

		Mecánica de rocas				Total	
		En desacuerdo	Indefinido	De acuerdo	D5		
Factores condicionantes de inestabilidad del talud	En desacuerdo	Recuento	1	4	3	0	8
		Frecuencia esperada	,3	3,4	4,1	,3	8,0
		% del total	3,2%	12,9%	9,7%	0,0%	25,8%
	Indefinido	Recuento	0	6	7	0	13
		Frecuencia esperada	,4	5,5	6,7	,4	13,0
		% del total	0,0%	19,4%	22,6%	0,0%	41,9%
	De acuerdo	Recuento	0	3	6	0	9
		Frecuencia esperada	,3	3,8	4,6	,3	9,0
		% del total	0,0%	9,7%	19,4%	0,0%	29,0%
	D2	Recuento	0	0	0	1	1
		Frecuencia esperada	,0	,4	,5	,0	1,0
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%
Total	Recuento	1	13	16	1	31	
	Frecuencia esperada	1,0	13,0	16,0	1,0	31,0	
	% del total	3,2%	41,9%	51,6%	3,2%	100,0%	

Tabla 43. *Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 2*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	34,865 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitudes	12,505	9	,186
N de casos válidos	31		

a. 14 casillas (87,5%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,03.

**Interpretación:**

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir se aplicará el Software Slide para el análisis de

estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad.

### Prueba de hipótesis específica 3

#### Formulamos las hipótesis estadísticas

H1: La presente investigación busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide.

H0: La presente investigación no busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería,

#### Tabla de contingencia Calculo de estabilidad en taludes \* Roturas de taludes en rocas

Tabla 44. *Tabla de contingencia de la hipótesis específica 3*

		Roturas de taludes en rocas				Total	
		Indefinido	De acuerdo	Muy de acuerdo	D6		
Cálculo de estabilidad en taludes	En desacuerdo	Recuento	3	3	0	0	6
		Frecuencia esperada	2,7	2,3	,8	,2	6,0
		% del total	9,7%	9,7%	0,0%	0,0%	19,4%
	Indefinido	Recuento	7	3	3	0	13
		Frecuencia esperada	5,9	5,0	1,7	,4	13,0
		% del total	22,6%	9,7%	9,7%	0,0%	41,9%
	De acuerdo	Recuento	4	6	1	0	11
		Frecuencia esperada	5,0	4,3	1,4	,4	11,0
		% del total	12,9%	19,4%	3,2%	0,0%	35,5%
	D3	Recuento	0	0	0	1	1
		Frecuencia esperada	,5	,4	,1	,0	1,0
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%
Total	Recuento	14	12	4	1	31	
	Frecuencia esperada	14,0	12,0	4,0	1,0	31,0	
	% del total	45,2%	38,7%	12,9%	3,2%	100,0%	

ya que no existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide.

Tabla 45. *Tabla de pruebas de chi-cuadrado de la HE 3*

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	35,076 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitudes	13,543	9	,140
N de casos válidos	31		

a. 14 casillas (87,5%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,03.

### **Interpretación:**

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir la presente investigación busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide.

## **4.3 Discusión de resultados**

### **4.3.1 Hipótesis General**

En función a los resultados, su análisis respectivo sobre los estudios de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente y su relación con el talud con roca fracturada, para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos "Coronel Francisco Bolognesi", año 2021, se llega a las siguientes consideraciones y propuestas

De la hipótesis general, el talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

Los resultados estadísticos arrojaron que la hipótesis H1 fue aceptada, rechazándose la hipótesis nula H0, de este resultado se plantea:

Respecto al factor de seguridad el 63,33% de los encuestados se muestra de acuerdo con que es importante para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 20% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 16,67% se muestra indefinido.

Al efectuar el cruce de variables como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir el talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

#### **4.3.2. Hipótesis Específica 1**

De la hipótesis específica 1, existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.

Los resultados estadísticos arrojaron que la hipótesis H1 fue aceptada, rechazándose la hipótesis nula H0, de este resultado se plantea:

El 70% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se debería utilizar softwares que ayuden a calcular el factor de seguridad en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 6,67% se muestra indefinido.

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir existe una estrecha relación entre la inestabilidad de un talud con el factor de seguridad ya que este garantiza que, bajo desviaciones aleatorias de los requerimientos previstos, existe un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas necesarias.

### **4.3.3. Hipótesis Específica 2**

De la hipótesis específica 2, se aplicará el Software Slide para el análisis de estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Su ámbito de aplicación en minería y obras civiles son muy variados, permitiendo evaluar un gran número de problemáticas geotécnicas, tales como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones mineras o en edificaciones, efectos de cargas externas sísmicas, eficiencia de elementos de refuerzo, etc.

Los resultados estadísticos arrojaron que la hipótesis H1 fue aceptada, rechazándose la hipótesis nula H0, de este resultado se plantea:

El 80% de los encuestados se muestra de acuerdo con que el uso de Softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva, además un 16,67% se muestra en desacuerdo. Por otro lado un 3,33% se muestra indefinido.

Como el valor de sig (valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir se aplicará el Software Slide para el análisis de estabilidad de taludes en 2D para mejorar esta investigación, ya que este Software utiliza métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad.

### **4.3.4. Hipótesis específica 3**

De la hipótesis específica 3, La presente investigación busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide, ya que podemos aplicar nuestros conocimientos aprendidos en aulas en este software y así poder analizar y resolver enigmas referidos a estos problemas que se presentan en las carreteras del Vraem, específicamente en el tramo Tutumbaru-Machente.

Los resultados estadísticos arrojaron que la hipótesis H1 fue aceptada, rechazándose la hipótesis nula H0, de este resultado se plantea:

El 53,34% de los encuestados se muestra de acuerdo con que se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreos de roca periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, además un 23,33% se muestra en desacuerdo. Por otro lado, un 23,33% se muestra indefinido.

Como el valor de sig. (Valor crítico observado)  $0,000 < 0,050$  rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, es decir la presente investigación busca mejorar la preparación de los cadetes de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide.

## Conclusiones

1. De acuerdo a la Hipótesis General que a la letra dice que, esta investigación fue aceptada, rechazándose la Hipótesis Nula por lo que, El talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, debido a que el factor de seguridad es 0.9, ya que para que el talud sea “casi perfecto” y tenga un buen diseño, tiene que ser mayor o igual que 1.

Producto del análisis de los resultados del trabajo de campo, de la recolección y análisis estadísticos de los datos y luego de una discusión los mismos, se concluye:

El talud que se presenta en el tramo Tutumbaru-Machente no cuenta con el suficiente factor de seguridad que se requiere para poder cumplir con los estándares de estabilidad luego de verificarse mediante el programa Slide.

2. De acuerdo a la Hipótesis Especifica 1, es importante calcular el factor de seguridad en un talud cada cierto tiempo mediante la utilización de softwares para así determinar si el tránsito tanto vehicular como el de personas es confiable a través de dicho tramo y que así no afecte a la población aledaña a dicha zona.

3. De acuerdo a la Hipótesis Especifica 2 que a la letra dice que, las condiciones meteorológicas de la zona influyen de gran manera en la estabilidad del talud presentado en la investigación y por consiguiente en su factor de seguridad el cual trae consigo movimientos del terreno los cuales afectan a la población aledaña.

4. De acuerdo a la Hipótesis Especifica 3, La determinación del factor de seguridad del talud estudiado en esta investigación tiene como finalidad generar competencias en la preparación de los cadetes de ingeniería, para así poder resolver enigmas referidos a estos problemas que se presenten en un futuro cuando trabajen en las carreteras del Vraem, una vez egresados de la Escuela Militar de Chorrillos.

### **Recomendaciones**

1. Teniendo en consideración la conclusión 1, que el Talud del tramo Tutumbaru-Machente es inestable, se recomienda a la población de esta zona a transitar por estas carreteras con todas las precauciones necesarias y medidas de seguridad correspondientes, ya que no se puede determinar en qué momento este talud puede desprenderse hacia el nivel de terreno natural afectando esta zona, obstruyendo el paso a los vehículos y pobladores que necesitan transitar por estos caminos.
2. Teniendo en consideración la conclusión 2, la necesidad de saber cómo calcular el factor de seguridad de un talud, se recomienda a las autoridades de la municipalidad de las provincias Tutumbaru-Machente a que se gestionen apoyo de ingenieros capacitados para determinar estos cálculos, haciendo uso del software Slide, para poder alertar a la población de esta zona que partes de este talud son los inestables y en donde específicamente hay desprendimientos que afecten estos lugares, obstruyendo el paso a los pobladores.
3. Teniendo en consideración la conclusión 3, que las condiciones meteorológicas de esta zona afectan directamente el desprendimiento de estos taludes del tramo Tutumbaru-Machente, se recomienda al SENAMHI realizar estudios climatológicos en esta zona con las autoridades correspondientes para que los pobladores de esta zona no transiten negligentemente estas carreteras y se eviten accidentes y/o pérdidas humanas como ya se ha visto casos en años anteriores.
4. Teniendo en consideración la conclusión 4, se recomienda al Departamento de Formación Militar de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi” coordine con la Jefatura de Educación (JEDU) del Comando de Educación y Doctrina del Ejército (COEDE) y la Escuela de Ingeniería del Ejército que, se dé énfasis a la instrucción teórico-práctico del uso del Software Slide para la determinación del factor de seguridad de

taludes inestables en estas zonas del Vraem y se puedan tomar medidas de seguridad correspondientes.

### Referencias bibliográficas

- Alva Hurtado, J. E. (5 de septiembre de 2006). Jorge Alva Hurtado.com. Obtenido de <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Estabilizacion%20de%20Taludes%20de%20Roca.pdf>
- DBPedia Español. (s.f.). Obtenido de <https://es.dbpedia.org/page/Geomorfolog%C3%ADa>
- De Mattheis, A. T. (2003). Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Escobar, C., & Duque, G. (2017). ISSUU. Obtenido de [https://issuu.com/gonzaloduque-escobar/docs/geotecnia\\_para\\_el\\_tropico\\_andino\\_\\_2020\\_](https://issuu.com/gonzaloduque-escobar/docs/geotecnia_para_el_tropico_andino__2020_).
- Estabilidad de Taludes. (02 de abril de 2013). Obtenido de <https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/marco-teorico/>
- Gidahatari. (17 de septiembre de 2013). Obtenido de <https://gidahatari.com/ih-es/estabilidad-de-taludes-deslizamientos-de-tierra-causas>
- Glosarios. (17 de diciembre de 2020). Obtenido de <https://glosarios.servidor-alicante.com/infraestructura-vial/acantilado>
- Guía de Tesis. (19 de agosto de 2013). Obtenido de <https://guiadetesis.wordpress.com/2013/08/19/acerca-de-la-investigacion-bibliografica-y-documental/>
- Hernández Chaverra, A. L., & Tamayo Ruiz, Y. A. (2019). Repositorio Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10699/1/2019\\_Analisis\\_Estabilidad\\_Talud.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10699/1/2019_Analisis_Estabilidad_Talud.pdf)

Lugo Alvarez, E. D. (2018). Repositorio de la Unversidad Nacional Federico Villareal.

Obtenido de

[http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2272/LUGO\\_ALVAREZ\\_EMEL%20DIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2272/LUGO_ALVAREZ_EMEL%20DIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mendo Taguire, D. A. (2018). Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24266/Mendo\\_TD..pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24266/Mendo_TD..pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Merchan, J; Sánchez,D. (2013). Obtenido de Universidad de Cuenca:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4307/3/tesis.pdf>

Niño Martínez, C. G. (2017). Repositorio de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio

Garavito. Obtenido de

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/591/1/Ni%c3%b1o%20Mart%c3%adnez%2c%20Carlos%20Germ%c3%a1n%20-%202017.pdf>

Piteau, D., & Peckover, F. (1978). Engineering of rock slopes. Analysis and Control. Research Council, 192-234.

Prieto S, J. A., Ramos C, A. M., & Villadiego B, J. R. (28 de septiembre de 2006). Obtenido de

[https://www.academia.edu/7517996/Metodolog%C3%ADa\\_para\\_estimaci%C3%B3n\\_de\\_curvas\\_de\\_vulnerabilidad\\_econ%C3%B3mica\\_por\\_lluvia\\_para\\_infraestructura\\_vial](https://www.academia.edu/7517996/Metodolog%C3%ADa_para_estimaci%C3%B3n_de_curvas_de_vulnerabilidad_econ%C3%B3mica_por_lluvia_para_infraestructura_vial)

Saenz Serpa, A. A. (2007). Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3874>

Tierra y Tecnología. (19 de agosto de 2016). Obtenido de

<https://www.icog.es/TyT/index.php/2016/10/slide-la-mejor-aplicacion-estabilidad-taludes/>

Valeriano Nina, F. A. (2015). Repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano.

Obtenido de

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Veleriano\\_Nina\\_Fredy\\_Alonso.pdf?sequence=1](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2297/Veleriano_Nina_Fredy_Alonso.pdf?sequence=1)

Voss Freitas, M. M. (2019). Centro Geotécnico. Obtenido de

<https://www.centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/tesina-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales-antecedentes-metodos-de-analisis-y-la-aplicacion-de-la-bio-ingenieria-para-el-control-de-inestabilidades-maygualida-marisol-voss-freites.html>

Wikipedia. (23 de mayo de 2021). Obtenido de

<https://es.wikipedia.org/wiki/Desprendimiento>

Wikipedia. (23 de agosto de 2020). Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad\\_de\\_taludes](https://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad_de_taludes)

Wikipedia. (23 de agosto de 2020). Obtenido de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad\\_de\\_taludes](https://es.wikipedia.org/wiki/Estabilidad_de_taludes)

Gómez, R. (2004). Evolución científica y metodológica de la economía. Recuperado de

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/rgl-evol/index.html>

## **Anexos**



		<p>de ingeniería, ya que existe una relación entre el aprendizaje experimental o empírico de inestabilidad de taludes con las herramientas didácticas que brinda el Software Slide, ya que podemos aplicar nuestros conocimientos aprendidos en aulas en este software y así poder analizar y resolver enigmas referidos a estos problemas que se presentan en las carreteras del Vraem, específicamente en el tramo Tutumbaru-Machente.</p>		<p><b>Y<sub>3</sub></b> Cálculo de estabilidad en taludes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al corte</li> <li>• Softwares</li> </ul>	<p><b>TÉCNICA</b></p> <p>Se ha aplicado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta</li> </ul> <p><b>INSTRUMENTOS</b></p> <p>Se utilizó:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionarios</li> </ul> <p><b>MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS</b></p> <p>Estadística SPSS</p>
--	--	--	--	---	---	--

## Anexo 2: Elaboración de los instrumentos



**Encuesta para el Personal de pobladores en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, Ayacucho Perú, en el Año 2021, para evaluar los «Estudios de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente y su relación con el talud con roca fracturada, para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, año 2021»**

Estimados Señores participantes a continuación te presento un cuestionario relacionado sobre la «Inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, año 2021» tu respuesta es sumamente relevante; por ello debes leerlo en forma detallada y, luego, marcar una de las cinco alternativas:

Alternativas	Valoración
➤ Muy de acuerdo	5
➤ De acuerdo	4
➤ Indefinido (Ni de acuerdo ni en desacuerdo)	3
➤ En desacuerdo	2
➤ Muy en desacuerdo	1

N°	Dimensiones	5	4	3	2	1
<b>D1: Factor de seguridad</b>						
1	¿Cree Ud., que el cálculo del factor de seguridad es importante para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
2	¿Considera Ud., que debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					

3	¿Considera Ud., que se debería utilizar softwares que ayuden a calcular el factor de seguridad en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
4	¿Considera Ud., que existe un flujo vehicular en el área del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
5	¿Cree Ud., que el flujo vehicular se ve limitado por la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
6	¿Considera Ud., que la cantidad de vehículos que sobrepasan la carretera del tramo Tutumbaru-Machente influya en la inestabilidad de su talud?					
<b>D2: Factores condicionantes de inestabilidad del talud</b>						
7	¿Cree Ud., que es importante que se clasifique el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
8	¿Considera Ud., que las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica que se presentan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
9	¿Cree Ud., las características naturales del entorno influyan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
10	¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias que aumenten el nivel freático del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
11	¿Considera Ud., que el agua que se presenta por debajo de la superficie puede causar grietas y roturas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
12	¿Cree Ud., que el humedecimiento producido por factores externos e internos en el talud produzca transtornos en las características de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
<b>D3: Calculo de estabilidad en taludes</b>						

13	¿Considera Ud., que se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia del terreno con otros terrenos que no tienen fallas en sus taludes?					
14	¿Cree Ud., que es importante enviar un grupo de especialistas para analizar los deslizamientos ocurridos periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
15	¿Considera Ud., que se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de "s", luego de que se haya ocurrido un deslizamiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
16	¿Cree Ud., que el uso de Softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva?					
17	¿Considera Ud., que es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
18	¿Cree Ud., que el software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					



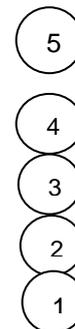
**Encuesta para el Personal de pobladores en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente, Ayacucho Perú, en el Año 2021, para evaluar los «Estudios de inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente y su relación con el talud con roca fracturada, para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, año 2021»**

Estimados Señores participantes a continuación te presento un cuestionario relacionado sobre el «**talud con roca fracturada, para la preparación de los cadetes de ingeniería de la Escuela Militar de Chorrillos “Coronel Francisco Bolognesi”, año 2021**» tu respuesta es sumamente relevante; por ello debes leerlo en forma detallada y, luego, marcar una de las cinco alternativas:

**Alternativas**

**Valoración**

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Indefinido (Ni de acuerdo ni en desacuerdo)
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo



Nº	Dimensiones	5	4	3	2	1
<b>TALUD CON ROCA FRACTURADA</b>						
<b>D1: Características geomecánicas de taludes rocosos</b>						
1	¿Cree Ud., que es importante identificar el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
2	¿Considera Ud., que es importante describir el tipo de rocas que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
3	¿Cree Ud., que el tipo de roca que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo					

	Tutumbaru-Machente es determinante para saber la frecuencia de sus posibles deslizamientos?					
4	¿Considera Ud., que es importante determinar si existe afloramiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
5	¿Cree Ud., que se ha realizado anualmente un muestreo de roca en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
6	¿Considera Ud., que se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreos de roca periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente ?					
<b>D2: Mecánica de rocas</b>						
7	¿Cree Ud., que el intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
8	¿Considera Ud., que la saturación de las rocas influye en la inestabilidad del talud con roca fracturada en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
9	¿Cree Ud., que las lluvias intervienen en las características de las rocas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
10	¿Considera Ud., que influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
11	¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
12	¿Cree Ud., que el humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
<b>D3: Roturas de taludes en rocas</b>						
13	¿Considera Ud., que se debería analizar constantemente el grado de fracturación del macizo rocoso presente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					

14	¿Cree Ud., que es importante el resultado obtenido para tomar decisiones en base a que si dicho talud será estable para futuros movimientos de terreno?					
15	¿Considera Ud., que el grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?					
16	¿Cree Ud., que la orientación de las discontinuidades presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente afecta el rendimiento de los equipos de arranque ante un posible movimiento de terreno?					
17	¿Considera Ud., que es importante analizar las fallas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?					
18	¿Cree Ud., que es importante analizar las fracturas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?					

### Anexo 3: Validez, confiabilidad y evaluación de instrumentos

#### VALIDACIÓN DE EXPERTOS

##### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: .....
- 1.2 Grado académico:.....
- 1.3 Cargo e institución donde labora: .....
- 1.4 Título de la Investigación: .....
- 1.5 Autor del instrumento: .....
- 1.6 Licenciatura/ Mención: .....
- 1.7 Nombre del instrumento: .....

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					
SUB TOTAL						
TOTAL						

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: .....

Lugar y fecha: .....

Firma: .....

## VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Bazañ Tanchiva Luis.
- 1.2 Grado académico: Magister.
- 1.3 Cargo e institución donde labora: Docente en la EMCH.
- 1.4 Título de la Investigación: Estudios de Inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbaru Machente y su relación con el talud con roca fracturada...
- 1.5 Autor del instrumento: CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING Trujillo River Junior.
- 1.6 Licenciatura/Mención: Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería.
- 1.7 Nombre del instrumento: Juicio de expertos Cuernonario "Inestabilidad del talud"

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	VALORES				
		Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					88
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					90
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					85
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					80
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					85
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					82
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					90
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					81
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					90
SUB TOTAL						861
TOTAL						86.1

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... <sup>17.22</sup> .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Aplicable Excelente .....

Lugar y fecha: ..... Chorrillas, 30 de setiembre .....

Firma: .....

## VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: *Bazan Tanchiva Luis*
- 1.2 Grado académico: *Magister*
- 1.3 Cargo e institución donde labora: *Docente en la EMCH.*
- 1.4 Título de la Investigación: *Estudios de Inestabilidad del Talud en la carretera del Tramo Tutumbaru - Machente y su relación con el talud con roca fracturada...*
- 1.5 Autor del instrumento: *CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING trujillo Rivas Junior.*
- 1.6 Licenciatura/Mención: *Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería.*
- 1.7 Nombre del instrumento: *Juicio de expertos Cuestionario "Talud con Roca Fracturada."*

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	VALORES				
		Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					89
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					90
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					90
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					85
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					90
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					95
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					90
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					88
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					89
SUB TOTAL						896
TOTAL						89,6

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... *17,92* .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... *Aplicable Excelente* .....

Lugar y fecha: *Chorrillos, 30 de setiembre*

Firma: .....



## VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Bringar Salvador Jorge  
 1.2 Grado académico: Doctor.  
 1.3 Cargo e institución donde labora: Docente en la EMCH  
 1.4 Título de la Investigación: Estudios de Inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumbani Machente y su relación con el talud con roca fracturada.  
 1.5 Autor del instrumento: CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING Trujillo Rivas Junior  
 1.6 Licenciatura/Mención: Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería  
 1.7 Nombre del instrumento: Juicio de expertos Cuestionario "Inestabilidad del talud."

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					80
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					86
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					90
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					85
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					81
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					90
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					90
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					82
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					85
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					90
SUB TOTAL						859
TOTAL						86

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... 17.2 .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Aplicable excelente .....

Lugar y fecha: ..... Chomilco, 30 de setiembre .....

Firma: ..... [Firma] .....  
 DNI/43319416

### VALIDACIÓN DE EXPERTOS

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: *Bringas Salvador Jorge.*
- 1.2 Grado académico: *Doctor.*
- 1.3 Cargo e institución donde labora: *Docente en la EMCH.*
- 1.4 Título de la Investigación: *Estudios de Inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tutumburu Machente y su relación con el talud con roca Fracturada.*
- 1.5 Autor del instrumento: *CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING Trujillo Rivas Junior.*
- 1.6 Licenciatura/Mención: *Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería.*
- 1.7 Nombre del instrumento: *Juicio de expertos Cuestionario "Talud con roca Fracturada."*

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					90
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					90
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					89
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					90
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					95
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					90
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					91
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					80
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					85
SUB TOTAL						890
TOTAL						89

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... *17,8* .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... *Aplicable excelente* .....

Lugar y fecha: ..... *Cherillo, 20 de Setiembre* .....

Firma: ..... *[Firma]* .....  
*DN 14339412*

## VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Camargo Rodríguez Crisanto.
- 1.2 Grado académico: Doctor.
- 1.3 Cargo e institución donde labora: Docente en la EMCH.
- 1.4 Título de la Investigación: Estudios de Inestabilidad del Talud en la carretera del Tramo Tutumburu Machente y su relación con el talud con roca Fracturada...
- 1.5 Autor del instrumento: CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING Trujillo Revas Junior.
- 1.6 Licenciatura/Mención: Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería.
- 1.7 Nombre del instrumento: Juicio de expertos Cuestionario "Inestabilidad del Talud."

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	VALORACIÓN				
		Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					90
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					88
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					90
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					87
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					89
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					85
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					90
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					95
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					90
SUB TOTAL						894
TOTAL						89,4

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... 17,88 .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Aplicable, Excelente .....

Lugar y fecha: ...Chorrillos, 30 de Setiembre

Firma: .....  .....

## VALIDACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

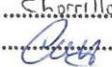
- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Camargo Rodriguez Crisanto.
- 1.2 Grado académico: Doctor.
- 1.3 Cargo e institución donde labora: Docente en la EMCH.
- 1.4 Título de la Investigación: Estudios de Inestabilidad del talud en la carretera del tramo Tumbani Machente y su relación con el Talud con roca fracturada...
- 1.5 Autor del instrumento: CAD IV ING Torres Vargas Bryan y CAD IV ING Trujillo Rivas Junior.
- 1.6 Licenciatura/Mención: Licenciatura en ciencias militares con mención en Ingeniería.
- 1.7 Nombre del instrumento: Juicio de expertos Cuestionario "Talud con roca fracturada".

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS/CUANTITATIVOS	VALORES				
		Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con un lenguaje apropiado					85
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables					90
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.					81
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					86
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					87
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					90
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					90
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.					90
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del estudio.					88
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					90
SUB TOTAL						877
TOTAL						87.7

VALORACIÓN CUANTITATIVA (Total x 0.20): ..... 17.54 .....

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Aplicable Excelente .....

Lugar y fecha: ..... Chorrillos, 30 de Setiembre .....

Firma: .....  .....

### Anexo 4: Base de datos

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36
5	3	2	4	5	3	4	1	3	2	4	1	3	2	4	3	5	3	4	1	2	4	3	5	4	3	4	1	5	4	1	4	4	3	1	4
4	5	5	1	5	4	5	2	3	3	5	3	4	3	5	4	2	3	1	3	5	4	3	5	1	2	2	4	2	3	3	1	4	5	5	5
3	3	1	4	3	5	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	3	4	2	4	2	5	5	5	5	5	4	4	5	4	2
5	5	5	5	3	5	2	5	5	5	5	3	1	4	2	5	5	5	3	4	5	4	5	3	2	5	3	2	4	2	5	4	3	5	1	4
2	3	4	5	2	4	5	2	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	5	4	4	4	4	5	3	4	4	5	2	1	5	2	5	3
3	5	5	1	4	2	4	4	4	5	4	5	3	5	4	2	1	2	3	5	3	5	3	5	2	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	5
2	3	5	4	3	5	3	3	4	4	5	2	4	4	5	4	4	4	1	4	4	4	4	1	4	2	5	5	5	5	5	4	4	5	1	5
3	3	3	4	3	5	1	3	4	4	5	4	3	4	3	5	4	4	5	4	4	2	1	5	4	5	2	5	2	5	5	4	1	5	4	5
4	4	5	5	5	4	5	4	3	1	1	3	4	3	5	4	5	3	4	3	2	4	3	2	2	3	4	2	4	3	3	5	4	4	5	5
1	4	5	2	5	2	5	4	1	3	5	3	4	1	5	5	5	3	4	3	5	4	3	3	2	3	1	4	4	1	2	3	4	1	2	3
4	2	3	5	1	4	5	1	4	5	4	3	2	4	4	4	2	1	4	2	5	4	4	4	5	1	3	4	4	5	5	4	5	5	5	2
3	4	4	5	3	4	1	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	5	3	1	4	5	5	4	3	4	3	3
4	4	5	5	5	4	5	3	3	3	5	2	4	3	5	1	5	3	2	3	2	2	3	5	4	3	1	4	2	3	3	3	4	4	5	5
1	3	4	1	3	4	5	4	4	2	1	4	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	1	2	4	5	3	4	5	5	1	5	5	5	5	3
4	5	2	5	5	4	5	4	3	3	5	3	4	3	3	5	5	3	4	3	5	4	3	5	5	1	5	4	4	1	3	3	4	3	1	5
4	2	4	3	3	1	5	1	1	5	4	4	5	4	4	5	1	1	4	4	3	4	4	4	4	5	3	4	4	5	5	4	5	4	5	1
5	5	5	5	2	5	2	5	5	5	5	3	4	1	4	4	5	5	3	5	5	2	5	3	3	5	3	1	5	5	5	3	2	5	3	4
4	5	1	5	5	4	3	4	3	3	5	3	2	3	5	4	5	3	4	3	5	4	2	5	4	3	1	4	1	3	3	3	4	4	5	5
2	3	4	5	3	5	5	5	5	5	3	1	5	4	1	1	5	4	3	4	3	4	5	1	1	5	3	3	4	5	4	4	5	3	5	4
4	1	5	2	3	5	3	1	4	2	2	4	4	4	5	4	4	4	1	1	4	4	4	5	4	5	5	5	5	2	5	5	4	5	2	5
4	5	1	5	2	4	5	4	1	5	4	4	5	4	4	5	2	1	4	4	1	1	2	4	3	1	3	4	4	5	4	4	5	5	5	1
5	3	5	5	3	5	2	5	5	5	5	3	1	4	4	4	5	5	3	4	5	4	5	3	4	5	3	3	4	5	2	4	5	5	5	4
1	3	5	4	3	1	3	3	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	5	1	1	5	3	5	4	4	2	4	3
4	3	4	1	3	4	5	4	4	5	4	1	5	4	4	2	4	4	4	1	5	4	4	1	4	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5	3
4	1	1	5	5	4	5	2	2	1	5	3	4	1	1	4	5	3	4	3	5	4	3	5	4	2	4	4	1	3	3	3	2	4	3	5
5	3	5	5	3	5	1	3	5	5	2	3	4	5	4	4	5	5	3	4	5	1	2	3	2	5	3	3	4	1	5	1	5	5	5	1
3	3	5	3	1	5	3	3	4	4	3	5	4	4	5	4	1	4	5	4	4	3	4	5	4	2	2	5	5	3	4	4	4	1	4	5
5	1	2	5	3	1	5	5	5	5	5	3	5	4	3	2	5	2	2	4	2	4	5	3	3	5	3	3	4	5	5	4	5	4	5	4
4	5	4	1	5	4	5	4	2	3	5	1	4	2	2	4	5	3	4	3	5	4	3	1	4	1	3	2	2	3	3	3	1	5	5	5
4	5	4	5	5	4	1	2	3	3	5	5	2	3	5	4	5	3	4	2	5	4	2	5	1	3	3	4	4	3	4	1	4	5	5	1

### Anexo 5: Operacionalización de las variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM
Talud con roca fracturada	Características geomecánicas de taludes rocosos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación del tipo de roca</li> <li>2. Observación de afloramiento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cree Ud., que es importante identificar el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>2. ¿Considera Ud., que es importante describir el tipo de rocas que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>3. ¿Cree Ud., que el tipo de roca que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente es determinante para saber la frecuencia de sus posibles deslizamientos?</li> <li>4. ¿Considera Ud., que es importante determinar si existe afloramiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>5. ¿Cree Ud., que se ha realizado anualmente un muestreo de roca en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>6. ¿Considera Ud., que se debería enviar un grupo de especialistas para que realicen muestreos de roca periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> </ol>
	Mecánica de rocas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intemperismo</li> <li>2. Saturación de las rocas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cree Ud., que el intemperismo es un factor fundamental que se presenta en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>2. ¿Considera Ud., que las saturaciones de las rocas influyen en la inestabilidad del talud con roca fracturada en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>3. ¿Cree Ud., que las lluvias intervienen en las características de las rocas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>4. ¿Considera Ud., que influyen las condiciones meteorológicas en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>5. ¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias dentro de la zona del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>6. ¿Cree Ud., que el humedecimiento del entorno influye en la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> </ol>
	Roturas de taludes en rocas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grado de fracturación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Considera Ud., que se debería analizar constantemente el grado de fracturación del macizo rocoso presente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-</li> </ol>

		2. Distribución de discontinuidades	<p>Machente?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cree Ud., que es importante el resultado obtenido para tomar decisiones en base a que si dicho talud será estable para futuros movimientos de terreno?</li> <li>¿Considera Ud., que el grado de fracturación determina la movilidad de los bloques de roca presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Cree Ud., que la orientación de las discontinuidades presentes en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente afecta el rendimiento de los equipos de arranque ante un posible movimiento de terreno?</li> <li>¿Considera Ud., que es importante analizar las fallas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?</li> <li>¿Cree Ud., que es importante analizar las fracturas en el talud roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente para determinar marcadamente sus discontinuidades?</li> </ol>
Inestabilidad del Talud	Factor de seguridad	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cálculo del factor de seguridad</li> <li>Flujo vehicular</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cree Ud., que el cálculo del factor de seguridad es importante para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que debería hacerse este cálculo cada cierto tiempo para determinar la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que se debería utilizar softwares que ayuden a calcular el factor de seguridad en la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que existe un flujo vehicular en el área del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Cree Ud., que el flujo vehicular se ve limitado por la inestabilidad del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que la cantidad de vehículos que sobrepasan la carretera del tramo Tutumbaru-Machente influya en la inestabilidad de su talud?</li> </ol>
	Factores condicionantes de inestabilidad del talud	<ol style="list-style-type: none"> <li>Posición del nivel freático y condiciones hidrogeológicas</li> <li>La litología y estructura geológica</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cree Ud., que es importante que se clasifique el tipo de roca que presenta el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que las condiciones meteorológicas determinan la estructura geológica que se presentan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Cree Ud., las características naturales del entorno influyan en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que ha habido constantes lluvias que aumenten el nivel freático del talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>¿Considera Ud., que el agua que se presenta por debajo de la superficie puede causar grietas</li> </ol>

			<p>y roturas en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</p> <p>6. ¿Cree Ud., que el humedecimiento producido por factores externos e internos en el talud produzcan transtornos en las características de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</p>
	<p>Cálculo de estabilidad en taludes</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistencia al corte</li> <li>2. Softwares</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Considera Ud., que se deberían realizar procedimientos para comparar la resistencia del terreno con otros terrenos que no tienen fallas en sus taludes?</li> <li>2. ¿Cree Ud., que es importante enviar un grupo de especialistas para analizar los deslizamientos ocurridos periódicamente en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>3. ¿Considera Ud., que se deberían realizar estudios que determinen la resistencia media al corte de "s", luego de que se haya ocurrido un deslizamiento en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>4. ¿Cree Ud., que el uso de Softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente podría ser una opción efectiva?</li> <li>5. ¿Considera Ud., que es importante el uso de softwares para analizar los cálculos de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> <li>6. ¿Cree Ud., que el software Slide es la mejor opción para realizar los análisis de estabilidad en el talud con roca fracturada de la carretera del tramo Tutumbaru-Machente?</li> </ol>