



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“CÁLCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICANDO TENSIONES TOTALES EN LOS TALUDES DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCA - LLACANORA, 2019”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería de Minas**

**Autores:**

Gilmer Carrasco Alva  
Rodrigo Urbina Vilchez

**Asesor:**

Ing. Shonel Miguel Caceres Perez  
Cajamarca - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por haberme acompañado e iluminado a lo largo de todos mis años de estudio y por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Privada del Norte por formarme íntegramente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
REFERENCIAS	36
ANEXOS	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados de USC (MPa).....	22
<b>Tabla 2.</b> Parámetros geomecánicos.....	23
<b>Tabla 3.</b> Resultados obtenidos de cada una de las estaciones.....	24
<b>Tabla 4.</b> Resultados del análisis de estabilidad realizado en el Tajo Apumayo Norte ....	25
<b>Tabla 5.</b> Descripción y factor de seguridad obtenido .....	26
<b>Tabla 6.</b> Factor de seguridad y coeficiente sísmico .....	28
<b>Tabla 7.</b> Factores de seguridad de los 7 tramos .....	29
<b>Tabla 8.</b> Factores de seguridad muestra km 41+500 .....	30
<b>Tabla 9.</b> Índice de confiabilidad y probabilidad de falla del talud del km 41+500 .....	31
<b>Tabla 10.</b> Sensibilidad de la probabilidad de falla.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Talud 10, compuesto por depósitos coluvio-aluviales principalmente.....	27
<b>Figura 2.</b> Factor de seguridad .....	28
<b>Figura 3.</b> Tensiones totales.....	30

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es calcular el factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora. El tipo de investigación es Teórica – descriptiva, exploratoria con diseño no experimental – transversal. La población lo constituye los Taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora y la muestra viene a ser Macizo rocoso de los Taludes del km 6 + 00 a km 6 + 350 de la carretera Baños del Inca – Llacanora. La metodología consta de cuatro etapas, 1) etapa de gabinete (revisión sistemática de la literatura), 2) etapa de campo (caracterización geomecánica, calicatas), 3) etapa de laboratorio (análisis de resistencia de roca), 4) etapa final (interpretación de datos). Los resultados indican un tipo de roca moderadamente resistente (R3) a resistente (R4) cuyos valores para USC están entre 25 a 50 MPa y 50 – 100 MPa, respectivamente; el factor de seguridad sí cumple con los estándares mínimos de seguridad, el cual tiene un valor entre 2.21 y 7.14. En conclusión, el factor de seguridad influye directamente en la estabilidad de taludes, con el método de tensiones totales se logró calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.

**Palabras clave:** Factor de seguridad, tensiones totales, estabilidad, talud

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Los problemas de inestabilidad de taludes se hallan entre los fenómenos naturales más destructivos, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población (Ochoa, 2016, pp.14)

Cabe mencionar que existen muchos factores que provocan la inestabilidad del talud, aquellos factores se dividen en los que ocasionan la inestabilidad directamente con el talud como es la topografía, litología y la estructura del suelo. Por otro parte, están los factores indirectos, como la acción humana, sismos, precipitaciones, etc. (Núñez, 2018, pp.21). La presencia de nivel freático es un factor de mucha importancia, esto en relación con los postulados de Terzaghi en correspondencia con las tensiones efectivas, la determinación del FS se hace tanto para condiciones estática como pseudoestáticas (Zanhueza & Rodriguez, 2012, pp. 4)

Asimismo, el diseño y la evaluación de la estabilidad física de taludes en un determinado sector de estudio, es vital para avalar la seguridad de las de las diferentes labores. Existe varias técnicas para evaluar la estabilidad en laderas y taludes: empíricos, modelos matemáticos y más desarrollados tecnológicamente, con la asistencia de un ordenador se puede generar modelos próximos a la realidad, los cuales necesitan como entradas a parámetros geotécnicos, geológicos, geomecánicos, hidrológicos, topográficos (Ávila, 2017, pp.14)



En particular el análisis de estabilidad de taludes laborados en suelos tropicales se encuentra cargado de incertidumbres debido a la variabilidad de estos materiales y a las dificultades para su modelación (Hidalgo, 2011, pp.12 y Silva, 2018, pp.10)

Uno de los parámetros que ayuda a evaluar la estabilidad de estructuras es el factor de seguridad, cuyo resultado indica cuán seguro sea una determinada área de uso diverso, llámese para construcción civil, de vías, taludes, frentes de explotación, carreteras, espacios de uso agrícola y ganadero. Su determinación conlleva a establecer ciertas medidas de control ante las amenazas de carácter natural y artificial, lo cual puede traer secuelas no gratas para la sociedad, ambiente y economía.

Cabe mencionar que las evaluaciones y análisis de estabilidad se destinan al diseño de taludes cuando éstos presentan inconvenientes de inestabilidad. Se debe elegir un factor de seguridad adecuado, muy dependiente de cada labor y de las condiciones del talud, junto con los aspectos de seguridad, costos de operación, riesgos que podrían producir su rotura, etc. Una patente importante indica que el coeficiente de seguridad oscila de 1,5 a 2,0 para taludes (Arteaga, 2017, pp.18).

En la práctica de la ingeniería, es muy importante definir la estabilidad de un talud en términos de un Factor de Seguridad (F.S.), obtenido de un análisis matemático; cuyos modelos tienen en cuenta los factores que afectan la estabilidad, los cuales son: la geometría del talud, parámetros geológicos, cargas dinámicas por efectos sísmicos, filtraciones de agua, intemperismo, etc. (Escobar & Valencia, 2012, pp.8).

Una vez determinadas las propiedades de resistencia al cortante de los suelos, a porosidad y otras propiedades del suelo y del talud, se procede a calcular el factor de seguridad del talud. Este análisis de estabilidad consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento. (Huamán, 2017, pp.23). Al respecto, el factor de seguridad resulta ser óptimo al reducir la resistencia al corte del terreno mediante la minoración paralela de los valores de cohesión y ángulo de rozamiento de los materiales implicados en el deslizamiento (Estaire & Olivenza, 2013, pp. 10) Para taludes permanentes, el factor de seguridad debe ser igual o mayor a 1.5, e incluso 2.0, muy dependiente de la seguridad exigida y de la certeza que se tenga en los datos geotécnicos tomados en los cálculos; para taludes temporales el factor de seguridad está en torno a 1.3 (Mamani, 2016, pp.34)

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1922) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla. (Rodrigo, 2017, 12)

Los factores de seguridad han sido determinados en condiciones de: tensiones totales, tensiones efectivas, tensiones efectivas, sismicidad, para obtener las condiciones geotécnicas de los taludes (Montoya, 2014, pp.27)

El factor de seguridad se define como el factor por el cual debe menguar la resistencia cortante del suelo para llevar a la masa potencialmente inestable a un equilibrio límite a lo largo de una superficie de deslizamiento en específico (Valiente, Sobrecases, & Díaz, 2015, pp.3). El Factor de Seguridad es una medida determinista de la relación entre las fuerzas de resistencia y las fuerzas impulsoras del sistema en su entorno considerado. El FS es el criterio más básico de diseño aceptado en la ingeniería (Variano, 2015, pp.8)

El factor de seguridad, según la norma de los Estados Unidos AASHTO LRFD varía entre 1.33 utilizada cuando no existen cargas estructurales próximas al talud, o los reconocimientos geotécnicos realizados son confiables; en caso contrario, se considera emplear un factor de seguridad de 1,53. (Villanueva, 2018, pp.59)

En la tesis de Alva (2014), se elaboró las consideraciones de diseño que pueden tener la estabilidad de los taludes reforzados con geomallas por el método de equilibrio límite para así poder identificar el factor de seguridad que se pueden obtener con el reforzamiento de este geotextil hacia el talud lo cual para poder realizar esta determinación se utilizaron parámetros asumidos que tiene un ángulo de inclinación respecto a la horizontal una inferioridad a los  $70^\circ$  como también la superficie de falla que estos fueron asumidos ya sea por la falla de coulomb, janbu circular, etc.

Cruzado Merino (2017) en su investigación "Análisis geotécnico de los taludes del tajo Apumayo norte, proyecto minero Apumayo Dto. Cora-Cora – Dpto. Ayacucho" tuvo como objetivo realizar el análisis geotécnico de los taludes del tajo

Apumayo Norte, en el Proyecto Minero Apumayo. Para ello se realizó los estudios y ensayos en el material rocoso y se efectuó la caracterización geomecánica de los taludes en las consideradas secciones representativas del Tajo, con la finalidad de determinar el comportamiento geomecánico y su influencia en la estabilidad de los taludes. Se obtuvo como resultado que los taludes presentes en el Tajo cuentan con Factores de Seguridad con valores por encima del mínimo recomendado como es 1.5 en condiciones estáticas y 1.0 en condiciones pseudoestáticas, esto únicamente si se cumple con las características de ángulos de reposo mínimo para el material suelto encontrado.

La inestabilidad geotécnica, constituye una de las causas más frecuentes de deslizamientos en los taludes de la zona de estudio, en este caso se sitúa en mayor índole en la dirección hacia Llacanora aprox. km 12, en donde se evidencia claramente los desprendimientos de roca, de material suelto, y deslizamientos de mediana envergadura; lo cual constituye un grave problema para el transporte, esto evidenciado por registros de procesos de erosión, caída de rocas de los taludes, entre otros peligros.

### **Justificación**

El presenta se justifica porque la inestabilidad en diferentes estructuras, en especial en carreteras constituye un grave problema, trayendo consigo deslizamientos, caídas de roca y material suelto, por ende, es un riesgo y tiende a causar pérdida materiales, económicas e inclusive humanas. Por ello es importante evaluar las condiciones que presentan actualmente con el fin de identificar y prevenir

problemas a futuro, a su vez de establecer criterios, parámetros de prevención y control. En tal sentido, se expresa que los problemas de inestabilidad de taludes están relacionados con la litología, estructuras, comportamiento geomecánico y condiciones climáticas, las cuales son analizadas mediante las ciencias geológicas, estructurales y geotécnicas. (Ayala, 2017, pp.43)

La búsqueda de información consistió en escudriñar diferentes fuentes informativas en diferentes páginas ya sea online o físicas, bibliotecas virtuales de diversas Universidades nacionales (UNMS, UNI, UNA, UPN, UNC, etc.) e internacionales (International University of Imam Khomeini Qazvin, University of the Witwatersrand, CurtinUniversity, etc) y bases de datos: Ebsco, Redalyc, Scielo, Cybertesis, Alicia.net, Google Académico, Science Direct.

De revisión bibliográfica se ha realizado búsquedas por palabras claves, a) factor de seguridad, 16 y b) estabilidad de taludes, 18 fuentes. Con esta base se ha realizado un proceso de selección tomándose 13 y 8 por palabra clave; los cuales guardan información a fin con el problema de investigación.

## 1.2. Formulación del problema

¿Qué importancia tiene el cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca - Llacanora 2019?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Calcular el factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora

#### 1.3.2. Objetivos específicos

Caracterizar el macizo rocoso que circunda el sector de estudio.

Evaluar la estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca Llacanora.

Calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.

### 1.4. Hipótesis

#### 1.4.1. Hipótesis general

Con el método de tensiones totales sí se logrará calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora

#### 1.4.2. Hipótesis específicas

El macizo rocoso que circunda el sector de estudio será de regular a buena calidad, lo cual indica que es una zona inminente para sufrir desprendimiento de roca y deslizamientos.

La estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, será baja puesto que será muy cercano a 1, para ser considerablemente estable se tiene que plantear y proponer técnicas y diseños ingenieriles para compensar la zona frente a los repentinos deslizamientos.

El factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del  
Inca – Llacanora, estará en el rango de 1 a 1.5

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### **Investigación Teórica – Descriptiva**

En esta investigación se perciben y se examinan las características y propiedades para clasificar, agrupar o sintetizar, luego poder ahondar más en el tema. En la investigación descriptiva se trabaja sobre la realidad de los hechos y su correcta interpretación (Sanca, 2011). En tal sentido, en el presente trabajo se tomará como base la información proporcionada por las diversas fuentes de información, respecto al factor de seguridad, estabilidad de taludes y tensiones totales.

#### **Investigación Exploratoria**

Se realiza con el propósito de resaltar uno o más puntos de un problema determinado además de encontrar la mejor manera de cómo enfocarlo (Sanca, 2011). Se enfoca principalmente en calcular el factor de seguridad, analizar las tensiones existentes para su posterior interpretación de estabilidad de taludes.

#### **Diseño de investigación**

##### **No experimental - transversal**

*No experimental*, porque no existe manipulación alguna de las variables (Huamán, 2017).

*Transversal*, porque los datos han sido tomados en un solo periodo de tiempo (Huamán, 2017).



## 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

### **Población**

Taludes de la carretera Baños del Inca – Llacanora

### **Muestra**

Macizo rocoso de los Taludes del km 6 + 00 a km 6 + 350 de la carretera

Baños del Inca – Llacanora

### **Materiales equipos e instrumentos**

GPS

Brújula

Picota

Mapa geológico

Fichas de campo

Mapa topográfico

Tablas geomecánicas

Libretas de campo

Fichas de observación

Imágenes satelitales

Carta Nacional Geográfica

Cámara Fotográfica

Estación Total leyca TS 02

Nivel de Ingeniero

Lupa

Rayador

Ácido clorhídrico 20%,

Wincha y Flexómetro

### **2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **Técnicas e instrumentos de recolección**

##### Observación directa

En campo se ha realizado la toma de datos como orientación de los taludes, resistencia de macizo rocoso, evaluación de la calidad de macizo rocoso, presencia de agua, y toma de muestras de diferentes puntos del sector de estudio. Se han usado como instrumentos: fichas de observación, fichas de campo, tablas geomecánicas.

##### Observación indirecta

Se realizó la búsqueda de información de fuentes secundarias relacionadas con el tema en cuestión, además de la revisión documentaria de diversos autores que han desarrollado temas similares.

El criterio de inclusión ha sido por los objetivos están enfocados al cálculo del factor de seguridad y estabilidad de taludes, su enfoque de la realidad es bien conciso, en relación a la pregunta de investigación ¿Qué importancia tiene el cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca - Llacanora 2019?, demás porque los resultados son claros y explícitos; además de presentar una metodología bien estructurada.

La exclusión se ha hecho debido a que las fuentes no presentan resultados que apuntan con lo que se quiere lograr en el presente trabajo, por su cronología, pero en algunos no está completo el informe, en estos casos solo se presenta un índice o

un resumen más no la por completo, lo cual obstaculiza poder rescatar información selecta.

### **Técnicas e instrumentos de análisis de datos**

Se utilizó una computadora Laptop para procesar los datos de campo y gabinete mediante los softwares mineros (Slide, swidge) lográndose el análisis de los datos para obtener los planos que demuestren el comportamiento de los taludes.

Los resultados tuvieron la consistencia y valides necesaria, debido a que las técnicas y análisis de datos fueron verificados adecuadamente, para que los planos temáticos, cuadros y gráficos muestren la realidad de la información de los taludes y plantear alternativas de solución con obras de ingeniería, necesarias para mantener estable la carretera en todo el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.

## **2.4. Procedimiento**

### **1. Etapa de Gabinete**

Esta etapa se conforma en dos fases: la primera comprende una planificación de tareas a realizar anexado a una recopilación de información y varios análisis de ortofotos e imágenes satelitales para un mejor estudio estructuras y geomorfomas. La segunda fase lo conforma campañas de campo constituyendo un análisis e interpretaciones de los datos obtenidos en campo.

El criterio de inclusión ha sido por los objetivos están enfocados al cálculo del factor de seguridad y estabilidad de taludes, su enfoque de la realidad es bien conciso, en relación con la pregunta de investigación ¿Qué importancia tiene el cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños

del Inca - Llacanora 2019?, demás porque los resultados son claros y explícitos; además de presentar una metodología bien estructurada. La exclusión se ha hecho debido a que las fuentes no presentan resultados que apuntan con lo que se quiere lograr en el presente trabajo, por su cronología, pero en algunos no está completo el informe, en estos casos solo se presenta un índice o un resumen más no la por completo, lo cual obstaculiza poder rescatar información selecta.

## **2. Etapa de Campo**

Se realizó el cartografiado geológico, caracterización geomecánico; de la Carretera Baños del Inca – Llacanora 1: 2 000; logrando un análisis comparativo y descriptivo, permitiendo definir las condiciones geotécnicas. Así mismo se realizó muestreos de calicatas, las calicatas se realizarán manualmente con pala y pico a un costado del suelo cada 500 m y hasta una profundidad de 1.50 m.

## **3. Etapa de Laboratorio**

Las muestras tomadas en campo se analizarán en el laboratorio de mecánica de rocas de la Universidad Privada del Norte para hallar los parámetros físicos y mecánicos.

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400,012).

Material pasante la malla N $\phi$ X200 (NTP 339.132).

Límites de consistencia (NTP 339.129).

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

Parámetros geomecánico como: resistencia a la compresión uniaxial

#### **4. Etapa Final**

Con la información obtenida en las etapas anteriores, se procesará e interpretará gracias softwares como: ArcGis 10.3, AutoCad Civil 3D 2016, Corel Draw e Illustrator, Photoshop, DIPs V7, Rocdata v5, Slide V7, SAS. Planet. V16, con los cuales se logró obtener los mapas temáticos y finales. Pudiéndose terminar con la redacción del informe, siguiendo los lineamientos del formato de proyecto de tesis de la Universidad Privada del Norte

#### **Aspectos éticos**

El presente trabajo se realizará de acuerdo con la normatividad que maneja la Universidad Privada del Norte, ante ello el investigador:

- ✓ Presentará un tenor entendible de todo el trabajo, resaltando metodología, análisis, procesamiento e interpretación de resultados.
- ✓ Realizará una investigación cuyo propósito será dar un alcance para tener mayor conocimiento sobre el factor de seguridad en la estabilidad de taludes
- ✓ Revelará las fuentes y hallazgos informativos considerados para el presente trabajo, resultando de la revisión sistemática de la literatura del tema en curso.
- ✓ Las citas bibliográficas serán acorde a la norma APA

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### Caracterización de macizo rocoso

Tabla 1.

Resultados de USC (MPa)

N.º muestra	Estación	Geometría de la Muestra		Carga (KN)	Diametro (cm)	Diametro equivalente (cm)	CS (MPa)	Grado de Resistencia	Denominación de Resistencia de Roca
		Alargado (cm)	Diametro (cm)						
M-1	-1	.00	.30	0.00	.27	.28	8.88	4	RESISTENTE
M-2	-2	.50	.30	.00	.28	.29	8.48	2	DEBIL
M-3	-3	.00	.30	2.00	.28	.29	2.42	4	RESISTENTE
M-4	-4	.20	.30	4.00	.26	.28	8.50	3	RESISTENTE
M-5	-4	.20	.30	0.00	.20	.25	1.52	3	RESISTENTE

M									F	RESIS
- 6	-5	.50	.30	3.00	.28	.29	1.60	4		TENTE
M									F	RESIS
- 7	-5	.50	.30	0.00	.29	.29	6.00	4		TENTE
										MODE
M									F	RADAMENT
- 8	-6	.00	.30	0.00	.26	.28	7.50	3		E
										RESISTENTE
M									F	RESIS
- 9	-7	.10	.30	6.00	.20	.25	9.66	4		TENTE
M									F	RESIS
- 10	-7	.20	.30	1.00	.28	.29	3.42	4		TENTE

**Tabla 2. Parámetros geomecánicos**

ISRM	UCS (Mpa)	Termino
R0	0.25 - 1	Extremadamente Débil
R1	1.0 - 5.0	Muy Débil
R2	5.0 - 25	Débil
<b>R3</b>	<b>25 - 50</b>	<b>Moderadamente Resistente</b>
<b>R4</b>	<b>50 - 100</b>	<b>Resistente</b>
R5	100 - 250	Muy Resistente
R6	> 250 Mpa	Extremadamente Resistente

Con lo obtenido se infiere que la calidad de roca es de regular (moderadamente resistente) a buena calidad (resistente).

**Tabla 3.**

*Resultados obtenidos de cada una de las estaciones*

<b>Estación</b>	<b>Estado de Actividad</b>	<b>Humedad</b>	<b>Densidad</b>	<b>Cohesión Mpa</b>	<b>Ángulo de Fricción</b>	<b>Factor de Seguridad</b>
E - 01	Suspendido	Seco	2200 kg/m <sup>3</sup>	0.008	30°	<b>0.789</b>
E - 02	Inactivo	Seco	2150 kg/m <sup>3</sup>	0.008	31°	<b>0.797</b>
E - 03	Inactivo	Seco	2000 kg/m <sup>3</sup>	0.007	33°	<b>0.766</b>
E - 04	Suspendido	Seco	2100 kg/m <sup>3</sup>	0.007	31°	<b>0.722</b>
E - 05	Suspendido	Húmedo	2200 kg/m <sup>3</sup>	0.006	30°	<b>0.613</b>
E - 06	Suspendido	Seco	2150 kg/m <sup>3</sup>	0.007	34°	<b>0.724</b>
E - 07	Suspendido	Seco	2200 kg/m <sup>3</sup>	0.008	28°	<b>0.869</b>
E - 08	Inactivo	Seco	2150 kg/m <sup>3</sup>	0.007	30°	<b>0.876</b>
E - 09	Inactivo	Seco	2300 kg/m <sup>3</sup>	0.007	28°	<b>0.819</b>
E - 10	Suspendido	Seco	2250 kg/m <sup>3</sup>	0.007	27°	<b>0.658</b>



### Análisis de estabilidad

**Tabla 4.**

*Resultados del análisis de estabilidad realizado en el Tajo Apumayo Norte*

Condición	Sección	Condición de análisis	Factor de Seguridad	Factor de seguridad mínimo requerido	CUMPLE
TAJO APUMAYO NORTE ACTUAL	Sección 1-1 Análisis Global	Estático	3.56	1.5	SI
		Pseudoestático a=0.16	2.58	1.0	SI
	Sección 1-1 Análisis Global Nivel Freático	Estático	3.03	1.5	SI
		Pseudoestático a=0.16	2.21	1.0	SI
	Sección 1-1 Análisis Local Pie del Talud	Estático	7.14	1.5	SI
		Pseudoestático a=0.16	4.93	1.0	SI
	Sección 1-1 Análisis Local Pie del Talud Nivel Freático	Estático	6.46	1.5	SI
		Pseudoestático a=0.16	4.40	1.0	SI
	Sección 1-1 Análisis Local Cumbre del Talud Nivel Freático	Estático	3.16	1.5	SI
		Pseudoestático a=0.16	2.45	1.0	SI

Fuente: Cruzado (2017), pp.67

En la tabla se presenta el que el factor de seguridad sí cumple con los estándares mínimos de seguridad, el f.s. tiene un valor mínimo de 2.21 y máximo de 7.14.

**Tabla 5.**

*Descripción y factor de seguridad obtenido*

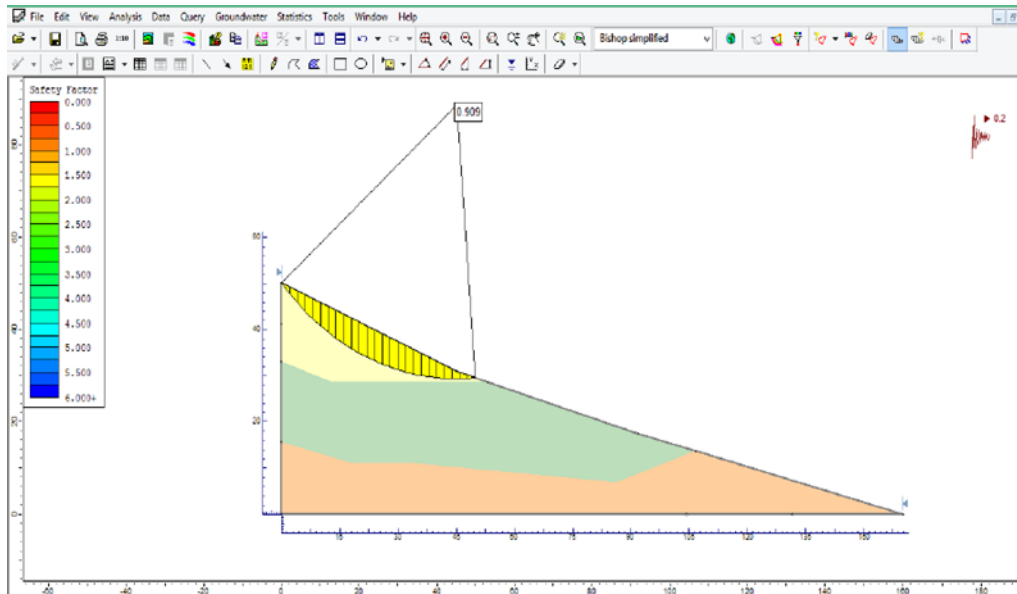
TALUD	UNIDAD GEOLÓGICA	CONDICIÓN	FACTOR DE SEGURIDAD		
			MÉTODO		
			Spencer	GLE/Morgenstern-Price	Sarma
1-1'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.065	1.072	1.065
		Saturación Total	0.299	0.286	0.303
		Sismicidad Máxima	0.784	0.797	0.732
2-2'	Calizas (Ki-pa)	Normal	1.341	1.316	1.310
		Saturación Total	0.237	0.238	0.227
		Sismicidad Máxima	0.980	0.899	0.908
3-3'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.021	1.024	1.024
		Saturación Total	0.338	0.331	0.375
		Sismicidad Máxima	0.721	0.712	0.711
4-4'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.049	1.052	1.048
		Saturación Total	0.290	0.275	0.383
		Sismicidad Máxima	0.770	0.737	0.720
5-5'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.026	1.034	1.022
		Saturación Total	0.193	0.193	0.190
		Sismicidad Máxima	0.807	0.730	0.704
6-6'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.025	1.016	1.072
		Saturación Total	0.127	0.127	0.121
		Sismicidad Máxima	0.667	0.675	0.672
7-7'	Depósitos Coluvio-aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.034	1.033	1.177
		Saturación Total	0.091	0.091	0.091
		Sismicidad Máxima	0.680	0.683	0.685

8-8'	Depósitos Coluvio- aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.377	1.372	1.372
		Saturación Total	0.927	0.904	0.934
		Sismicidad Máxima	1.234	1.233	1.238
9-9'	Depósitos Aluviales (Qh-al)	Normal	1.981	1.975	1.983
		Saturación Total	1.302	1.308	1.327
		Sismicidad Máxima	1.584	1.584	1.587
10-10'	Depósitos Coluvio- aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.448	1.449	1.446
		Saturación Total	0.938	0.934	0.996
		Sismicidad Máxima	1.175	1.174	1.174
11-11'	Depósitos Coluvio- aluviales (Qh-co/al)	Normal	1.124	1.132	1.123
		Saturación Total	0.394	0.389	0.425
		Sismicidad Máxima	0.858	0.800	0.789

Fuente: Arteaga (2017), pp.70



**Figura 1.** Talud 10, compuesto por depósitos coluvio-aluviales principalmente



**Figura 2.** Factor de seguridad

Fuente: Ávila (2017), pp.67

**Tabla 6.**

*Factor de seguridad y coeficiente sísmico*

Factor de Seguridad	Coficiente Sísmico
1.426	0.1
1.118	0.15
0.998	0.2

Fuente: Ávila (2017), pp.67

## Factor de seguridad

**Tabla 7.**

*Factores de seguridad de los 7 tramos*

TRAMO 01						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.15	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	2.431	1.612	1.648
0.15 - 1.50	Limo Baja Plasticidad	ML	A-4			
TRAMO 02						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.15	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	2.560	1.798	1.785
0.15 - 1.50	Limo Baja Plasticidad	ML	A-4			
TRAMO 03						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.20	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	0.928	0.617	0.943
0.20 - 1.50	Arena Limosa	SM	A-2-4			
TRAMO 04						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.15	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	1.347	0.914	0.848
0.15 - 1.50	Arena Limosa	ML	A-4			
TRAMO 05						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.20	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	1.813	1.225	1.195
0.20 - 1.50	Arena Limosa	ML	A-4			
TRAMO 06						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.15	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	0.842	0.617	0.568
0.15 - 1.50	Limo Alta Plasticidad	MH	A-5			
TRAMO 07						
Potencia	Litología	SUCS	AASHTO	F.S.(T.T.)	F.S.(T.T.+S.)	F.S.(T.E.)
0.00 - 0.15	Grava Arcillosa	GM-GC	A-1-b	0.447	0.287	0.211
0.15 - 1.50	Limo Baja Plasticidad	ML	A-4			

T.T: tensiones totales, (T.T. +S): tensiones totales más sismicidad, y T.E: tensiones Efectivas Fuente: Ayala (2017), pp.115

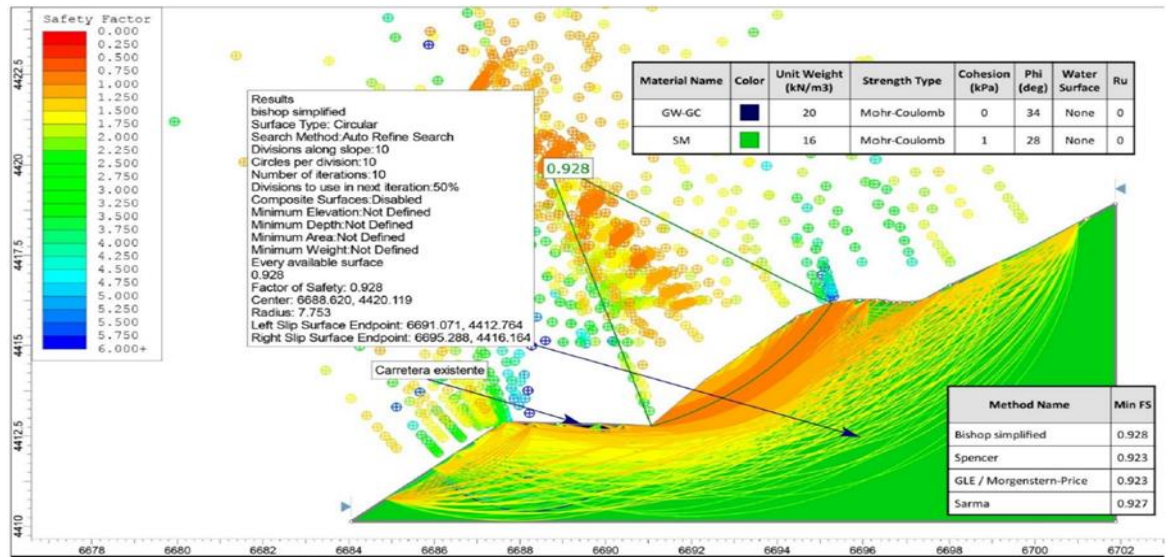


Figura 3. Tensiones totales

Fuente: Ayala (2017), pp.80

Tabla 8.

Factores de seguridad muestra km 41+500

Muestra	Muestra no saturada	Muestra Saturada
km 41+500	Factor de Seguridad Bishop	Factor de Seguridad Bishop
Talud		
Terreno Natural (1.2:1)	1,3	1,0
0,5:1	0,9	0,6
0,75:1	1,0	0,7
1:1	1,2	0,9
1.2:1	1,3	1,0
1.5:1	1,4	1,0
1.2:1 con terrazas	1,6	1,3

Fuente: Escobar y Valencia (2012), pp. 60

De la tabla presentada se infiere que el f.s. Bishop está entre 0.9 y 1.6 para una muestra no saturada y 0.6 a 1.3 en muestra saturada.

**Tabla 9.**

*Índice de confiabilidad y probabilidad de falla del talud del km 41+500*

Muestra km 41+500 Talud	Muestra no saturada		Muestra Saturada	
	Índice de confiabilidad	Probabilidad de falla	Índice de confiabilidad	Probabilidad de falla
Terreno Natural (1.2:1)	2,1	1,9%	0,2	41,4%
0,5:1	Menor a 0	70,5%	Menor a 0	100,0%
0,75:1	0,1	45,6%	Menor a 0	99,7%
1:1	1,3	9,2%	Menor a 0	81,7%
1.2:1	2,0	2,2%	0,1	45,5%
1.5:1	2,2	1,6%	0,4	36,1%
1.2:1 con terrazas	3,2	0,1%	2,0	2,3%

Fuente: Escobar y Valencia (2012), pp. 61

Se concluye que, en estado no saturado los taludes de corte, 1,5:1 y 1,2:1 con terrazas, presentan una probabilidad de falla aceptable.

**Tabla 10.**

*Sensibilidad de la probabilidad de falla*

Inclinación del talud (°)	Factor de seguridad determinista	de	Media del factor de seguridad	de	Probabilidad de falla (%)
45	1.16		1.37		2.7
40	1.37		1.61		0.18
35	1.57		1.81		0.05

Fuente: Hidalgo (2011), pp.7

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En la TABLA 1 y 2 se presentan los resultados de los ensayos de Compresión Uniaxial Simple, donde se denota que el tipo de roca predominante es moderadamente resistente (R3) a resistente (R4) cuyos valores para USC están entre 25 a 50 MPa y 50 – 100 MPa, respectivamente.

La tabla 3 muestra en especial el ángulo de fricción y el factor de seguridad en 10 estaciones, desde un ángulo de 27° con FS 0.658 a un ángulo de 34° con FS 0.724. pero el mayor FS es de 0.797 a un ángulo de fricción de 30° en condición a una densidad de 2150 kg/m<sup>3</sup>.

En la tabla 4 se presenta el que el factor de seguridad sí cumple con los estándares mínimos de seguridad, el cual tiene un valor entre 2.21 y 7.14.

En la tabla 5 se muestra una caracterización de 11 taludes analizados, dichos parámetros son geología, mayormente depósitos aluviales; y el factor de seguridad en condición normal, saturación total y sismicidad máxima evaluado por tres métodos Spencer, Price y Sarma. En el normal el valor oscila entre 1.06 y 1.341, lo cual indica que la zona es moderadamente estable. Según Arteaga (2017) los taludes están ubicados en terrenos con pendientes de 15°-25°.

En la tabla 6 se presenta la relación existente entre el factor de seguridad y el coeficiente sísmico, de lo cual observamos que a mayor factor de seguridad



(1.426) es menor el coeficiente sísmico (0.1), y a menor factor de seguridad (0.998) le corresponde un mayor coeficiente sísmico (0.2).

De la tabla 8 presentada se infiere que el factor de seguridad de Bishop está entre 0.9 y 1.6 para una muestra no saturada y 0.6 a 1.3 en muestra saturada.

El talud 1,2:1 que presenta un valor de 2,19% está muy cerca al límite propuesto y eventualmente puede ser considerado con precaución. Los demás taludes de corte 0,5:1; 0,75:1 y 1:1 no deben tenerse en cuenta ya que es bastante probable su falla (Tabla 9).

El talud de 45° de inclinación tendrá una probabilidad de falla del 2.7% y la menor probabilidad es de 0.05% a 35° de inclinación de talud (Tabla 10).

Los taludes en rocas presentan más estabilidad, en condiciones naturales; pero varía al aplicar saturación a los materiales o sismicidad. Sin embargo, tanto en taludes de suelo y rocas, la estabilidad también depende de las propiedades físicas de los taludes (altura, pendiente, longitud de pie) y de la topografía. Estos factores sumados a los factores geológicos y geotécnicos influyen en el resultado final de los análisis en las tres condiciones aplicadas. El factor de seguridad resultante en los métodos utilizados (Spencer, GLE/Morgenstern-Price, Sarma) según Arteaga (2017) no varía significativamente; para la comparación de resultados en esta investigación se va a utilizar el factor de seguridad del Método Sarma. En condiciones normales, los taludes 01, 03, 04, 05, 06, 07, 11 y 13 presentan estabilidad relativa, el factor de seguridad de estos taludes se encuentra en el rango de 1.00 - 1.29, están compuestos por depósitos cuaternarios,

geomorfológicamente están ubicados en terrenos con pendientes que varían de 25°-45° y fueron analizados con el criterio de Mohr – Coulomb.

### **Limitaciones**

Restricción de información por derechos de autor, donde solo presentan un resumen y no se muestra el contenido completo, además de la no facilidad de información de empresas mineras donde se está empleando tensiones totales para controlar la estabilidad de taludes, para controlar los deslizamientos y caídas de roca y suelo.

### **4.2 Conclusiones**

Con los resultados presentados líneas atrás se concluye que el factor de seguridad influye directamente en la estabilidad de taludes, existen varios métodos para su cálculo siendo uno de prioridad el de tensiones totales, este es sencillo de aplicar y brinda resultados concisos y con menos margen de error. Las condiciones de estabilidad indican que un factor de seguridad mayor a 1 garantiza una buena estabilidad por el contrario si es menor a 1 el material rocoso y suelto es inestable, por ende, no es recomendable realizar determinadas construcciones de uso vial o infraestructuras.

Con el método de tensiones totales se logró calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora. El macizo rocoso que circunda el sector de estudio es de regular a buena calidad, lo cual indica que es una zona inminente a sufrir desprendimiento de roca y deslizamientos.

La estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora es baja puesto que es muy cercano a 1, para ser considerablemente estable se tiene que plantear y proponer técnicas y diseños ingenieriles para compensar la zona frente a los repentinos deslizamientos. El factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, está en el rango de 1 a 1.5

#### **4.3. Recomendaciones**

Continuar investigando sobre proyectos minero - civiles, los mismos que permitan ver como el tema de estabilidad de taludes ha ido en avance o se ha quedado estancado; y de esta forma sirvan para futuras investigaciones.

Monitorear constantemente los tramos más susceptibles a deslizamientos en épocas secas, realizando obras de mitigación, como zanjas de coronación, en los puntos identificados de mayor susceptibilidad.

Se recomienda realizar ensayos geomecánicas en los taludes de suelos y rocas, para obtener resultados más fiables

Se recomienda realizar obras de estabilidad en las quebradas, ya que, en sus cauces se ha observado presencia de abundante material suelto producto de los derrumbes y los procesos de meteorización.

## REFERENCIAS

- Arteaga Fernandez, N. (2017). *Análisis Geológico - Geotécnico en los Taludes de la Carretera Choropampa - Magdalena*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Ávila Pareja, R. (2017). *Análisis sísmico - dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2017*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Ayala Villa, S. J. (2017). *Análisis de los taludes de la carretera Yauyucan - Cruce Conejo Tranca (km 0+000 – km 6+635), y alternativas de solución Dto. Yauyucan – Prov. Santa Cruz –Dpto. Cajamarca*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Cruzado Merino, S. R. (2017). *Análisis geotécnico de los taludes del tajo Apumayo Norte, Proyecto Minero Apumayo Dto. Cora-Cora – Dpto. Ayacucho*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Escobar Toro, L., & Valencia González, Y. (2012). Analysis and probability of failure of two tropical soil slope of Highway Medellin - Bogota in the stretch of road between Marinilla and Santuario. *Boletín de ciencias de la tierra*, 75 - 81. Recuperado el 08 de Abril de 2019, de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-36302012000100004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302012000100004)

Estaire , J., & Olivenza , G. (2013). Factores de seguridad en la estabilidad de taludes de acuerdo con el Eurocódigo Ec-7 y el Anejo Nacional Español. *VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*, 269 - 280. Recuperado el 08 de Abril de 2019, de [http://oa.upm.es/29893/1/INVE\\_MEM\\_2013\\_167047.pdf](http://oa.upm.es/29893/1/INVE_MEM_2013_167047.pdf)

Hidalgo, C. (2011). Evakuación de la incertidumbre en el analisis de estabilidad de un talud excavado en suelos residuales. *Conference Paper*. Recuperado el 08 de Abril de 2019, de [file:///C:/Users/user/Downloads/2019\\_II/CARRASCO\\_PY/Hidalgo2011.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/2019_II/CARRASCO_PY/Hidalgo2011.pdf)

Huamán Ramirez, R. (2017). *Geotecnia de inestabilidad de taludes, en el tramo de la carretera Huañimba - Cungunday, Cajamarca, Cajabamba*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería.

Mamani Larico, R. (2016). *Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya Tramo III - Sub Tramo 02, a partir de la caracterización geológica y resistencia a la compresión simple*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Montoya Toroverero, F. R. (2014). *Evaluación geotécnica de los taludes de la carretera Cruz Blanca- El Gavilán*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Núñez Mendoza, N. A. (2018). *Riesgo sísmico en la estabilidad de taludes de la comunidad urbana autogestionaria de HUAYCÈN ZONA "S" y "X" 2018*. Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

- Ochoa Quispe, L. (2016). *Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad De Huancavelica*. Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú.
- Rodrigo Campos, L. R. (2017). *Análisis de estabilidad de taludes en la carretera Lajas - Ajipampa*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Silva Quesquen, P. A. (2018). *Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaz Orrego, A. (2015). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *CIVILIZATE* , 1 - 5. Recuperado el 09 de Abril de 2019, de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/viewFile/16157/16579>
- Variano Nina, F. A. (2015). Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del cerro Espinal Juliaca. Recuperado el 09 de Abril de 2019, de <https://core.ac.uk/display/132367444>
- Villanueva Villena, E. (2018). *Evaluación geotécnica para analizar la inestabilidad de los taludes en la carretera de los km. 128 a km. 140 de la carretera Cajamarca – Ciudad De Dios, Distrito De San Juan, Provincia Y Departamento De Cajamarca*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Zanhueza Plaza, C., & Rodríguez Cifuentes, L. (2012). Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de la Construcción*, 17 - 29. Recuperado el 08 de Abril de 2019, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v12n1/art03.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO N°01. Fuentes de información

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR (ES)</b>	<b>AÑO</b>	<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>
<b>Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del cerro Espinal Juliaca</b>	Variano Nina, F. A.	2015	Artículo Científico
<b>Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo</b>	Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S. y Díaz Orrego, A.	2015	Artículo Científico
<b>Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya Tramo III - Sub Tramo 02, a partir de la caracterización geológica y resistencia a la compresión simple</b>	Mamani Larico, Roger René	2016	Tesis
<b>Evakuación de la incertidumbre en el</b>	Hidalgo, César	2011	Artículo Científico

---

**análisis de estabilidad de un talud excavado en suelos residuales**

---

<b>Factores de seguridad en la estabilidad de taludes de acuerdo con el Eurocódigo Ec-7 y el Anejo Nacional Español</b>	Estaire , J. y Olivenza , G.	2013	Artículo Científico
---	------------------------------	------	---------------------

---

<b>Análisis de los taludes de la carretera Yauyucan - Cruce Conejo Tranca (km 0+000 – km 6+635), y alternativas de solución Dto. Yauyucan – Prov. Santa Cruz –Dpto. Cajamarca</b>	Ayala Villa, Segundo Jesus	2017	Tesis
---	----------------------------	------	-------

---

<b>Analysis and probability of failure of two tropical soil slope of Highway Medellin - Bogota in the stretch of road between Marinilla and Santuario</b>	Escobar Toro, L. y Valencia González, Y.	2012	Artículo Científico
---	--	------	---------------------

---

<b>Análisis geotécnico de los taludes del tajo Apumayo Norte, Proyecto Minero</b>	Cruzado Merino, Sarita	2017	Tesis
---	------------------------	------	-------

---



---

**Apumayo Dto. Cora-**

**Cora – Dpto. Ayacucho**

---

<b>Análisis Geológico - Geotécnico en los Taludes de la Carretera Choropampa - Magdalena</b>	Arteaga Fernandez, N.	2017	Artículo Científico
--	--------------------------	------	---------------------

---

<b>Análisis sísmico - dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2017</b>	Ávila Pareja, Ronal	2017	Artículo Científico
--	------------------------	------	---------------------

---

<b>Geotecnia de inestabilidad de taludes, en el tramo de la carretera Huañimba - Cungunday, Cajamarca, Cajabamba.</b>	Huamán Ramirez, Rosmery	2017	Tesis
---	----------------------------	------	-------

---

<b>Evaluación geotécnica de los taludes de la carretera Cruz Blanca- El Gavilán</b>	Montoya Toroverero, F. R.	2014	Tesis
---	------------------------------	------	-------

---

<b>Riesgo sísmico en la estabilidad de taludes de la comunidad urbana autogestionaria de</b>	Núñez Mendoza, Noe Antonio	2018	Tesis
--	----------------------------------	------	-------

---

---

**HUAYCEN ZONA "S" y  
"X" 2018**

---

<b>Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la Ciudad De Huancavelica</b>	Ochoa Quispe, Lisbeth	2016	Tesina
--	--------------------------	------	--------

---

<b>Análisis de estabilidad de taludes en la carretera Lajas - Ajipampa.</b>	Rodrigo Campos, Luz Roxana	2017	Tesis
---	----------------------------------	------	-------

---

<b>Análisis comparativo de estabilidad de talud y propuesta de solución con muros anclados en la Carretera Las Pirias-Cajamarca, 2018</b>	Silva Quesquen, Paúl Alexander	2018	Informe
---	--------------------------------------	------	---------

---

<b>Caracterización geotécnica y modos de falla estructural en el talud en roca del cerro Espinal Juliaca</b>	Variano Nina, Fredy Alonso		Artículo Científico
--	-------------------------------	--	---------------------

---

<b>Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales.</b>	Zanhueza Plaza, C. y Rodriguez Cifuentes, L.	2012	Artículo Científico
--	---	------	---------------------

---

**ANEXO 02.** Fuentes para resultados

<b>Autor</b>	<b>Título</b>	<b>Año</b>	<b>Idioma</b>
<b>Nora Melissa Arteaga Fernández</b>	Análisis geológico - geotécnico en los taludes de la carretera Choropampa - Magdalena	2017	Español
<b>Ronald Ávila Pareja</b>	Análisis sísmico - dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangallaya – Huarochirí – Región Lima 2017	2017	Español
<b>Segundo Jesús Ayala Villa</b>	Análisis de los taludes de la carretera Yauyucan - Cruce Conejo Tranca (Km 0+000 – Km 6+635), Y alternativas de solución dto. Yauyucan – Prov. Santa Cruz – Dpto. Cajamarca	2017	Español
<b>Erika Sarita Cruzado Merino</b>	Análisis geotécnico de los taludes del tajo Apumayo Norte, Proyecto Minero Apumayo Dto. Cora-Cora – Dpto. Ayacucho	2017	Español
<b>Luis Javier Escobar Toro y Yamile Valencia González</b>	Analysis and probability of failure of two tropical soil slope of highway Medellin - Bogota in the Stretch of Road Between	2011	Inglés

---

Marinilla And Santuario

---

<b>César Augusto Hidalgo</b>	Evaluación de la incertidumbre en el análisis de estabilidad de un talud excavado en suelos residuales	2011	Español
<b>Rosmery Katherine Huamán Ramírez</b>	Geotecnia de inestabilidad de taludes, en el tramo de la carretera Huañimba - Cungunday, Cajamarca, Cajabamba	2017	Español

---

**ANEXO N°03. Matriz de consistencia**

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES y = f(x)	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE (y)	
Cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca - Llacanora, 2019	¿Cuál es la importancia de realizar un Estudio Técnico - Económico del Proceso de Explotación de Caliza para la Producción de Cal en la Concesión Minera Cordillera B-1 en la Comunidad Chaupiquinua, Hualgayoc – Bambamarca, Cajamarca, ¿2018?	¿Qué importancia tiene el cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca - Llacanora 2019?	Con el método de tensiones totales sí se logrará calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.	Factor de seguridad	<p><b>Exploratoria</b></p> <p>Se enfoca principalmente en calcular el factor de seguridad, analizar las tensiones existentes para su posterior interpretación de estabilidad de taludes</p>
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE (x)	<p><b>Descriptiva</b></p> <p>En la investigación descriptiva se trabaja sobre la realidad de los hechos y su correcta interpretación (Sanca, 2011). En tal sentido, en el</p>

“Cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca -

<p>¿Será el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora mayor a 1?</p>	<p>Calcular el factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora</p>	<p>El factor de seguridad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, estará en el rango de 1 a 1.5</p>		<p>presente trabajo se tomará como base la información proporcionada por las diversas fuentes de información, respecto al factor de seguridad, estabilidad de taludes y tensiones totales</p>
<p>¿La estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, será buena ofavorable?</p>	<p>Evaluar la estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora.</p>	<p>La estabilidad de los taludes en el trayecto de la carretera Baños del Inca – Llacanora, será baja puesto que será muy cercano a 1, para ser considerablemente estable se tiene que plantear y proponer técnicas y diseños ingenieriles para compensar la zona</p>	<p>Tensiones Totales</p>	

“Cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera Baños del Inca -

		frente a los repentinos deslizamientos.		
¿El macizo rocoso que circunda el sector de estudio, será de buena calidad?	Caracterizar el macizo rocoso que circunda el sector de estudio	El macizo rocoso que circunda el sector de estudio será de mala a regular calidad, lo cual indica que es una zona muy inminente a sufrir desprendimiento de roca y deslizamientos.		