

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA GEOLÓGICA**

“EVALUACIÓN GEOMECÁNICA PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO KM 1360+800 A KM 1362+200 DE LA CARRETERA HUALGAYOC – BAMBAMARCA – CAJAMARCA, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERA GEÓLOGA

Autores:

Julissa Isamar Acuña Bueno

Luz Marina Galvez Lopez

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

<https://orcid.org/0000-0002-1053-9347>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Miguel Ricardo Portilla Castañeda	45209190
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Wilder Chuquiruna Chavez	41245114
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Rafael Napoleón Ocas Boñón	42811302
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

REPORTE DE SIMILITUD

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO KM 1360+800 A KM 1362+200 DE LA CARRETERA HUALGAYOC – BAMBAMARCA – CAJAMARCA, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	16%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	doaj.org Fuente de Internet	2%
4	es.weatherspark.com Fuente de Internet	1%
5	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	1%

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
REPORTE DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	20
CAPÍTULO III: RESULTADOS	42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	82
REFERENCIAS	88
ANEXOS	90

Índice de tablas

Tabla 1 Grado de fracturación en función al RQD	24
Tabla 2 Grado de resistencia en función a los golpes de picota.....	24
Tabla 3 Resistencia de la roca	25
Tabla 4 Cálculo del RQD	25
Tabla 5 Separación de las discontinuidades.....	26
Tabla 6 Aberturas de las discontinuidades.....	26
Tabla 7 Continuidad o persistencia de las discontinuidades.....	27
Tabla 8 Rugosidad de las discontinuidades	27
Tabla 9 Relleno de las discontinuidades.....	27
Tabla 10 Alteración de las discontinuidades.....	28
Tabla 11 Determinación de los buzamientos con respecto al efecto relativo con relación al eje de la obra. 28	28
Tabla 12 Valoración para Taludes.....	29
Tabla 13 Cálculo de RMR.....	29
Tabla 14 Coordenadas UTM-WGS84.....	28
Tabla 15 Ruta a la zona de estudio.	30
Tabla 16 Cartografiado Geomecánico	41
Tabla 17 Calidad del macizo rocoso con relación al Índice RMR	44
Tabla 18 Ensayo de corte directo estándar en suelos A.S.T.M D 3080	50
Tabla 19 Tabla de la etapa de aplicación de carga.	51
Tabla 20 Parámetros de resistencia de corte.	53
Tabla 21 Mapeo Geomecánico de las discontinuidades	54
Tabla 22 Condiciones de Análisis de la rotura planar del Set J1 (Estático y Pseudo-estático).....	63
Tabla 23 Condiciones de Análisis de la rotura planar del Set J1 (Estático y Pseudo-estático)	67
Tabla 24 Condiciones de Análisis de la rotura en cuña de los Sets J1 Y J4 (Estático y Pseudo-estático).....	70
Tabla 25 Condiciones de Análisis de la rotura En Vuelco del Set J3 (Estático y Pseudo-estático)	73
Tabla 26 Condiciones de Análisis para el Talud en suelo (Estático y Pseudo-estático)	77
Tabla 27 Condiciones de Análisis para el Talud (Estático y Pseudo-estático).....	80

Índice de figuras

Figura 1 La Figura muestra una imagen satelital de accesibilidad desde la ciudad de Cajamarca hasta Hualgayoc de Hualgayoc hasta el área de estudio	31
Figura 2 Temperatura Promedio según los meses	32
Figura 3 Promedio mensual de lluvia en Hualgayoc.....	33
Figura 4 Velocidad promedio del viento en Hualgayoc	33
Figura 5 Vegetación del área de estudio	34
Figura 6 Valles juveniles generados por el río Tingo y la quebrada La Eme respectivamente	35
Figura 7 Depósito antrópico ubicado en la parte inicial e inferior del yacimiento y a los márgenes del río Tingo, conformado por desmonte.....	35
Figura 8 Vertiente Montañoso de pendiente elevada y abrupta ubicado en el cerro Las Venadas.	36
Figura 9 Ladera de suave pendiente conformada por depósitos coluviales y también presencia de depósitos antrópicos en la parte inferior.	36
Figura 10 Ploteo de la valoración en MPa de la resistencia a la compresión Uniaxial	42
Figura 11 Ploteo de la valoración en porcentaje del RQD	42
Figura 12 Ploteo de valoración del espaciamiento entre discontinuidades en mm.....	43
Figura 13 Parámetros de estabilidad según el SMR Romana, por lo que el talud se comporta inestable ante una rotura planar	45
Figura 14 Recomendaciones de soporte, en la cual se puede apreciar de que se recomienda la construcción de Cunetas, muro de pie, drenaje y anclaje en el talud.....	46
Figura 15 Ploteo del Valor de GSI, en función de las estructuras y condiciones de las discontinuidades; en el cual se aprecia que el valor de GSI es 55	47
Figura 16 Estimación de JRC mediante la superficie amplitud de la rugosidad.	48
Figura 17 Estimación de la resistencia a la compresión.	49
Figura 18 Esfuerzo de corte, Kg/cm ² , en donde se muestra la aplicación del esfuerzo cortante y envolvente de resistencia, en desplazamiento horizontal y en esfuerzo norma	52
Figura 19 Análisis cinemático de roturas utilizando como criterio para establecer el área crítica el cono de fricción, la envolvente del talud y límites laterales de +-20. Se aprecia que el sistema de discontinuidades J1 y J2 reúne las condiciones geométricas y de fricción para producir una rotura planar	55

Figura 20 Valores de ángulo de fricción, orientación del talud, dirección y buzamiento de los planos promedios de las familias de discontinuidades. Con el 100% de los datos de la familia J1 y el 37.50% de los datos de la familia J2 para producir una rotura planar.....	55
Figura 21 Análisis cinemático de rotura teniendo en cuenta como criterio para definir el área crítica el cono de fricción, y la envolvente del talud. Se aprecia que las intersecciones de los planos de la familia J1 y J4 reúnen las condiciones geométricas y de fricción para producir una rotura en cuña.....	56
Figura 22 Valores de ángulo de fricción, orientación del talud, dirección y buzamiento de los planos promedios de las familias de discontinuidades. Con probabilidad de condiciones geométricas y de fricción del 24.14% de las intersecciones para producir una rotura en cuña.	56
Figura 23 Análisis cinemático utilizando como criterio para definir el área crítica límites laterales de $\pm 20^\circ$, y un plano auxiliar relacionado al buzamiento del y al ángulo de fricción. Se puede apreciar que la familia J3 cumple las condiciones geométricas y de fricción para producir una rotura en vuelco.....	57
Figura 24 Valores de ángulo de fricción, orientación del talud, dirección y buzamiento de los planos promedios de las familias de discontinuidades. Con el 14.29% de los datos de todas las familia para producir una rotura por vuelco.	57
Figura 25 Ubicación de las coordenadas para la obtención del coeficiente de sismicidad	59
Figura 26 Gráfico de espectro de peligro uniforme con un periodo de retorno de 475 años	60
Figura 27 Vista en Perspectiva del posible deslizamiento del Bloque de roca formado por la discontinuidad crítica de la Familia J1.....	61
Figura 28 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se puede apreciar que el talud no cumple las condiciones de completa estabilidad según la Norma, en condiciones secas y estáticas con un Factor de seguridad de 0.94, por lo cual nos indica que el talud no es completamente estable ante una falla planar en estas condiciones	61
Figura 29 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones saturadas y estáticas con un Factor de seguridad de 0.79 por lo que se puede producir una falla planar en estas condiciones.	62
Figura 30 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones secas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 0.46 por lo cual se podría producir una falla planar en estas condiciones.	62
Figura 31 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud es inestable en condiciones saturadas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 0.43 por lo cual se podría producir una falla planar en estas condiciones.	63
Figura 32 Propuesta de estabilidad mediante la instalación de pernos, en la que se aprecia que el talud en condiciones saturadas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858 se obtiene un Factor de seguridad de 1.45 por lo cual no se produce la falla planar en estas condiciones.	64

Figura 33 Vista en Perspectiva del posible deslizamiento del Bloque de roca formado por la discontinuidad crítica de la Familia J2.	65
Figura 34 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se puede apreciar que el talud no cumple las condiciones de completa estabilidad según la Norma, en condiciones secas y estáticas con un Factor de seguridad de 2.39, por lo cual nos indica que el talud no es completamente estable ante una falla planar en estas condiciones	65
Figura 35 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones saturadas y estáticas con un Factor de seguridad de 2.19 por lo que se puede producir una falla planar en estas condiciones.	66
Figura 36 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones secas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 1.65 por lo cual se podría producir una falla planar en estas condiciones.	66
Figura 37 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Barton Bandis, en la que se aprecia que el talud es inestable en condiciones saturadas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 1.49 por lo cual se podría producir una falla planar en estas condiciones.	67
Figura 38 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud estable en condiciones secas y estáticas con un Factor de seguridad de 2.301, por lo cual no se produce la falla en cuña en estas condiciones.	68
Figura 39 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones saturadas y estáticas con un Factor de seguridad de 2.369 por lo cual no se produce la falla en cuña en estas condiciones.	69
Figura 40 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones saturadas y con un coeficiente de sismicidad de 0.1858 se obtiene de seguridad de 2.136 por lo cual no se produce la falla en cuña.	69
Figura 41 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr coulomb, en la que se aprecia que el talud es estable en condiciones saturadas y con un coeficiente de sismicidad de 0.1858 se obtiene de seguridad de 1.977 por lo cual no se produce la falla en cuña en estas condiciones.	70
Figura 42 Vista en Perspectiva del posible deslizamiento del Bloque de roca formado por la discontinuidad crítica de la Familia J3.....	71
Figura 43 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr Coulomb, en la que se puede apreciar que el talud no cumple las condiciones de completa estabilidad según la Norma, en condiciones secas y estáticas con un Factor de seguridad de 0.91, por lo cual nos indica que el talud no es completamente estable ante una falla en Vuelco en estas condiciones.	71
Figura 44 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr Coulomb, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones saturadas y estáticas con un Factor de seguridad de 0.58 por lo que se puede producir una falla en Vuelco en estas condiciones.	72

Figura 45 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr Coulomb, en la que se aprecia que el talud no es estable en condiciones secas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 0.62 por lo cual se podría producir una falla en Vuelco en estas condiciones.72

Figura 46 Análisis del Factor de Seguridad por el modelo de Mohr Coulomb, en la que se aprecia que el talud es inestable en condiciones saturadas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858, se obtiene un Factor de seguridad de 0.65 por lo cual se podría producir una falla en Vuelco en estas condiciones.73

Figura 47 Propuesta de estabilidad mediante la instalación de pernos con una capacidad de 144 t/m, en la que se aprecia que el talud en condiciones saturadas y Pseudo estáticas, con un coeficiente de sismicidad de 0.1858 se obtiene un Factor de seguridad de 1.32 por lo cual no se produce la falla en Vuelco.74

Figura 48 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud no es completamente estable según la norma con un Factor de seguridad de 1.002 en condiciones estáticas para el talud con una pendiente de 66°.75

Figura 49 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern - Price, en la que se aprecia que el talud no completamente estable con un Factor de seguridad de 1.044 en condiciones estáticas para el talud con una pendiente de 66°.75

Figura 50 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud es inestable con un Factor de seguridad de 0.718 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.1858 y un coeficiente vertical de 0.76

Figura 51 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern - Price, en la que se aprecia que el talud es inestable con un Factor de seguridad de 0.721 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.1858 y un coeficiente vertical de 0,76

Figura 52 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.831 en condiciones estáticas para el talud con un ángulo de inclinación de 50°.78

Figura 53 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern - Price, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.831 en condiciones estáticas para el talud con un ángulo de inclinación de 50°.78

Figura 54 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Spencer, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.366 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.1858 y un coeficiente vertical de 0,79

Figura 55 Análisis del Factor de Seguridad por el método de Morgenstern - Price, en la que se aprecia que el talud es estable con un Factor de seguridad de 1.367 para condiciones pseudo estáticas con coeficiente de sismicidad horizontal de 0.1858 y un coeficiente vertical de 0,79

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es Realizar la evaluación geomecánica para la estabilidad de taludes en el tramo km 1360+800 a km 1362+200 de la carretera Hualgayoc – Bambamarca – Cajamarca, 2023”; de tal manera que se pueda valorar si la zona es susceptible a deslizamientos por cualquier tipo de agente de movilidad estático o dinámico, dependiendo de los factores de las propiedades del macizo rocoso y la vulnerabilidad de cada espacio de relleno presente en el medio que conforma la formación de estos taludes. La población lo constituye todos los macizos rocosos de los taludes en la carretera Hualgayoc-Bambamarca y la muestra vienen a ser cinco estaciones de macizos rocosos de los taludes, el enfoque es cuantitativo, alcance descriptivo, diseño no experimental de corte transversal, las técnicas empleadas fueron la observación directa y el análisis documental teniendo como instrumentos de recolección de datos a la ficha de observación geomecánica. Se concluye que la evaluación geomecánica mediante el mapeo geomecánico de discontinuidades, empleando los métodos de Bardon Bandis y Mohr Columb, obteniendo valores de los parámetros de un JRC de 6 y un valor de JRC de 183 Mpa, además de un ángulo de fi básico de 32°, teniendo valores cohesión en el material de suelo de 0.308Kg/cm², en tanto la toma de datos de la topografía de los taludes permitio obtener los perfiles y realizar de forma correcta dicha evaluación en las progresivas 1361 + 800 y la progresiva del KM1362+ 100.

PALABRAS CLAVES: Geomecánica, Macizo Rocosos, Estabilidad de Taludes, Sismicidad y Resistencia.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

Referencias

- Arteaga. (2017). Señaló que “las evaluaciones y análisis de estabilidad se destinan al diseño de taludes cuando éstos presentan inconvenientes de inestabilidad. 18.
- Breña, C. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple*. Cajamarca-Perù: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Carrasco, A. G., & Urbina, V. R. (2019). *Cálculo del factor de seguridad aplicando tensiones totales en los taludes de la carretera baños del inca - llacanora*. Cajamarca - Perú.
- Carrillo, M., Lepolm, L., Rodríguez, A., & Zúñiga, H. (2012). *Clasificación geomecánica y análisis estabilidad de taludes del macizo rocoso Coris*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Escobar, T. L., & Valencia, G. Y. (2012). Análisis de estabilidad y probabilidad de falla de dos taludes de suelo tropical en la autopista medellín - bogotá en el tramo de vía entre marinilla y santuario.
- Guillén, M. C. (2004). *Estabilidad de Taludes en los departamentos de Guatemala y Alta Verapaz, Casos Reales*. Guatemala: Universidad De San Carlos.
- Marquez, L., & Villanueva, H. (2019). *Evaluación geomecánica y geotécnica para el diseño de estabilidad de taludes de la cantera agocucho, cajamarca 2018*. Cajamarca - Perú.
- Poveda, & Guillermo. (2006). *Estabilización del talud en el PR 55 + 950 de la vía Manizales – Mariquita*. Bogotá: Universidad de la Salle.

- Revelo, B. V. (2008). *Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtrópico del nor occidente del ecuador a fin de evitar accidentes de tránsito y disminuir los costos de operación vehicular*. Ecuador: universidad técnica de ambato.
- Romero, M. (2011). *Propuesta Metodológica para la Evaluación de Estabilización de Taludes y Terraplenes en Proyectos de Carreteras*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Tamayo, & Tamayo. (2006). *Investigación e Innovación Metodológica*. Mexico.
- Pastor Contreras, W. (2022). *Evaluación geomecánica para el diseño de reforzamiento en el talud del cerro Tambillo - Sina*.
- Montoya Yupanqui, M. G. (2020). *Influencia de la evaluación geomecánica en la estabilidad de taludes de la cantera Aylambo, 2019*.
- Arrascue Silva, R. C. (2021). *Evaluación de estabilidad de taludes mediante la aplicación geomecánica SMR, tramos Km 45 + 940 – Km 46 + 40 - Carretera Chongoyape*.
- Alvarado Marquez, M. I., & Villanueva Huatay, L. (2019). *Evaluación geomecánica y geotécnica para el diseño de estabilidad de taludes de la cantera Agocucho, .Cajamarca*.
- Marín Rojas, S. T. (2019). *Determinación geomecánica de taludes en zonas críticas en la carretera San Juan - Huacraruco entre los kilómetros 3+000 - 6+200*.