

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA Y DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL TRAMO DE CARRETERA KM 40+200 – KM 44+800, DESVÍO MICHICUILLAY-QUINUAMAYO, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Geóloga



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

Autoras:

Eliana Lizbeth Mamani Leiva  
Pamela Anali Pisco Salazar

Asesor:

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2020

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Tipo de investigación.....	18
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	18
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	19
2.4. Procedimiento.....	22
2.4.1 Etapa Pre Campo:.....	22
2.4.2. Etapa de Campo:.....	22
2.4.3. Etapa Post Campo:.....	23
2.4.3.1. Generalidades.....	26
2.4.3.1.3.1 Plegamientos	28
2.4.3.1.3.2 Fallas	28
2.4.4. Aspectos Éticos.....	31
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
3.1 Caracterización geomecánica del TALUD 01.....	32
3.1.1 Evaluación del RMR en el talud 01.....	32
3.1.2 Valoración GSI.....	37
3.1.3 Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown.....	38
3.1.4 Análisis cinemático.....	40
3.1.5 Factor de seguridad.....	43
3.2 Caracterización geomecánica del TALUD 02.....	44
3.2.1 Evaluación del RMR en el talud 02.....	44
3.2.2 Valoración GSI.....	49
3.2.3 Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown.....	50
3.2.4 Análisis cinemático.....	52
3.2.5 Factor de seguridad.....	55
3.3 Caracterización geomecánica del TALUD 03.....	56
3.3.1 Evaluación del RMR en el talud 03.....	56
3.3.2 Valoración GSI.....	62
3.3.3 Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown.....	63
3.3.4 Análisis cinemático.....	64

3.3.5	Factor de seguridad .....	67
3.4	Caracterización geomecánica del TALUD 04 .....	69
3.4.1	Evaluación del RMR en el talud 04.....	69
3.4.2	Valoración GSI .....	74
3.4.3	Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown .....	75
3.4.4	Análisis cinemático .....	76
3.4.5	Factor de seguridad .....	78
3.5	Caracterización geomecánica del TALUD 05 .....	79
3.5.1	Evaluación del RMR en el talud 05 .....	79
3.5.2	Valoración GSI .....	85
3.5.3	Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown .....	86
3.5.4	Análisis cinemático .....	86
3.5.5	Factor de seguridad .....	89
3.6	Caracterización geomecánica del TALUD 06 .....	90
3.6.1	Evaluación del RMR en el talud 06.....	90
3.6.2	Valoración GSI .....	95
3.6.3	Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown .....	96
3.6.4	Análisis cinemático .....	97
3.6.5	Factor de seguridad .....	99
3.7	Caracterización geomecánica del TALUD 07 .....	100
3.7.1	Evaluación del RMR en el talud 07.....	100
3.7.2	Valoración GSI .....	106
3.7.3	Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown .....	107
3.7.4	Análisis cinemático .....	108
3.7.5	Factor de seguridad .....	111
3.8	Caracterización geomecánica del TALUD 08 .....	112
3.8.1	Evaluación del RMR en el talud 08.....	112
3.8.2	Valoración GSI .....	118
3.8.3	Análisis Rocdata, criterio de rotura Hoek y Brown .....	119
3.8.4	Análisis cinemático .....	120
3.8.5	Factor de seguridad .....	122
3.9	DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y REFUERZOS FRENTE A LA INESTABILIDAD SUPERFICIAL DE TALUDES .....	126
3.9.1	Sistemas de protección para la estabilidad de taludes con mallas metálicas.....	126
3.9.2	Metraje calculado de cada talud.....	127
3.9.3	Estimación de costos para la aplicación de la malla metálica.....	127
3.9.4	Sistema de refuerzo para la estabilidad de taludes con cambio de topografía.....	131
3.9.4.1	Remodelación de la geometría del talud .....	131
3.9.4.2	Factor de Seguridad aplicando cambio de geometría del talud .....	131
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>133</b>
4.1	Discusión.....	133
4.2	Conclusiones.....	134
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>136</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>138</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros clasificación RMR Geomecánica de Bieniawski 1989. ....	21
<b>Tabla 2.</b> Clasificación RMR .....	24
<b>Tabla 3.</b> Relación del RQD y calidad del macizo.....	25
<b>Tabla 4.</b> Coordenadas UTM WGS84 de la zona de estudio. ....	30
<b>Tabla 5.</b> Acceso a la zona de estudio .....	31
<b>Tabla 6.</b> Rango de Valores para la Resistencia de la roca intacta.....	32
<b>Tabla 7.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	34
<b>Tabla 8.</b> Valoración para el espaciamiento.....	34
<b>Tabla 9.</b> Valoración de la persistencia. ....	35
<b>Tabla 10.</b> Valoración para la abertura. ....	35
<b>Tabla 11.</b> Valoración de la Rugosidad. ....	35
<b>Tabla 12.</b> Valoración del tipo de Relleno. ....	35
<b>Tabla 13.</b> Valoración para el tipo de alteración.....	36
<b>Tabla 14.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	36
<b>Tabla 15.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	36
<b>Tabla 16.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades. ....	37
<b>Tabla 17.</b> Valoración del GSI. ....	37
<b>Tabla 18.</b> Datos de discontinuidades por familias. ....	40
<b>Tabla 19.</b> Rango de Valores para la Resistencia de la roca “intacta”.....	44
<b>Tabla 20.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	45
<b>Tabla 21.</b> Valoración para el espaciamiento .....	46
<b>Tabla 22.</b> Valoración de la persistencia .....	47
<b>Tabla 23.</b> Valoración para la abertura.....	47
<b>Tabla 24.</b> Valoración de la Rugosidad .....	47
<b>Tabla 25.</b> Valoración del tipo de Relleno.....	47
<b>Tabla 26.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	48
<b>Tabla 27.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	48
<b>Tabla 28.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	48
<b>Tabla 29.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	49
<b>Tabla 30.</b> Valoración del GSI .....	49
<b>Tabla 31.</b> Datos de discontinuidades por familias .....	52
<b>Tabla 32.</b> Rango de Valores para la resistencia de la roca intacta. ....	57
<b>Tabla 33.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	58
<b>Tabla 34.</b> Valoración para el espaciamiento .....	59
<b>Tabla 35.</b> Valoración de la persistencia .....	59
<b>Tabla 36.</b> Valoración para la abertura.....	60
<b>Tabla 37.</b> Valoración de la Rugosidad .....	60
<b>Tabla 38.</b> Valoración del tipo de Relleno.....	60
<b>Tabla 39.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	60
<b>Tabla 40.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	61
<b>Tabla 41.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos. ....	61
<b>Tabla 42.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	62
<b>Tabla 43.</b> Valoración del GSI .....	62
<b>Tabla 44.</b> Datos de discontinuidades por familias .....	64
<b>Tabla 45.</b> Rango de Valores para la Resistencia de la roca “intacta” .....	69
<b>Tabla 46.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	71
<b>Tabla 47.</b> Valoración para el espaciamiento .....	71
<b>Tabla 48.</b> Valoración de la persistencia .....	72
<b>Tabla 49.</b> Valoración para la abertura.....	72
<b>Tabla 50.</b> Valoración de la Rugosidad .....	72
<b>Tabla 51.</b> Valoración del tipo de Relleno.....	73
<b>Tabla 52.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	73
<b>Tabla 53.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	73
<b>Tabla 54.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	73
<b>Tabla 55.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	74

<b>Tabla 56.</b> Valoración del GSI .....	74
<b>Tabla 57.</b> Datos de discontinuidades por familias. ....	76
<b>Tabla 58.</b> Rango de Valores para la Resistencia de la roca “intacta” .....	80
<b>Tabla 59.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	81
<b>Tabla 60.</b> Valoración para el espaciamiento .....	82
<b>Tabla 61.</b> Valoración de la persistencia .....	82
<b>Tabla 62.</b> Valoración para la abertura .....	82
<b>Tabla 63.</b> Valoración de la Rugosidad .....	83
<b>Tabla 64.</b> Valoración del tipo de Relleno .....	83
<b>Tabla 65.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	83
<b>Tabla 66.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	83
<b>Tabla 67.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	84
<b>Tabla 68.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	84
<b>Tabla 69.</b> Valoración del GSI .....	85
<b>Tabla 70.</b> Datos de discontinuidades por familias. ....	86
<b>Tabla 71.</b> Rango de Valores para la Resistencia de la roca “intacta”.....	90
<b>Tabla 72.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	92
<b>Tabla 73.</b> Valoración para el espaciamiento .....	92
<b>Tabla 74.</b> Valoración de la persistencia .....	93
<b>Tabla 75.</b> Valoración para la abertura .....	93
<b>Tabla 76.</b> Valoración de la Rugosidad .....	93
<b>Tabla 77.</b> Valoración del tipo de Relleno.....	94
<b>Tabla 78.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	94
<b>Tabla 79.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	94
<b>Tabla 80.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	95
<b>Tabla 81.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	95
<b>Tabla 82.</b> Valoración del GSI .....	96
<b>Tabla 83.</b> Datos de discontinuidades por familias. ....	97
<b>Tabla 84.</b> Rango de Valores para la resistencia de la roca intacta. ....	101
<b>Tabla 85.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	102
<b>Tabla 86.</b> Valoración para el espaciamiento .....	103
<b>Tabla 87.</b> Valoración de la persistencia .....	103
<b>Tabla 88.</b> Valoración para la abertura .....	103
<b>Tabla 89.</b> Valoración de la Rugosidad .....	104
<b>Tabla 90.</b> Valoración del tipo de Relleno.....	104
<b>Tabla 91.</b> Valoración para el tipo de alteración .....	104
<b>Tabla 92.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	105
<b>Tabla 93.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	105
<b>Tabla 94.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	106
<b>Tabla 95.</b> Valoración del GSI .....	106
<b>Tabla 96.</b> Datos de discontinuidades por familias .....	108
<b>Tabla 97.</b> Rango de Valores para la resistencia de la roca intacta. ....	113
<b>Tabla 98.</b> Rango de Valores para el Índice de calidad del RQD .....	114
<b>Tabla 99.</b> Valoración para el espaciamiento .....	115
<b>Tabla 100.</b> Valoración de la persistencia.....	115
<b>Tabla 101.</b> Valoración para la abertura .....	115
<b>Tabla 102.</b> Valoración de la Rugosidad .....	116
<b>Tabla 103.</b> Valoración del tipo de Relleno .....	116
<b>Tabla 104.</b> Valoración para el tipo de alteración.....	116
<b>Tabla 105.</b> Valoración para el estado de agua en el macizo rocoso.....	117
<b>Tabla 106.</b> Valoración del RMR al sumar los puntajes obtenidos.....	117
<b>Tabla 107.</b> Valoración de RMR ajustado en función a la orientación de las discontinuidades .....	118
<b>Tabla 108.</b> Valoración del GSI .....	118
<b>Tabla 109.</b> Datos de discontinuidades por familias .....	120
<b>Tabla 110.</b> Resumen de RMR ajustado de los 8 taludes estudiados .....	124
<b>Tabla 111.</b> Metraje de los taludes que necesitan de malla metálica.....	127
<b>Tabla 112.</b> Cotización de la malla de 2 mm de diámetro para 1276 m <sup>2</sup> .....	128
<b>Tabla 113.</b> Cotización de la malla de 2.70 mm de diámetro para 1276 m <sup>2</sup> .....	129
<b>Tabla 114.</b> Cotización de la malla de 3.40 mm de diámetro para 1276 m <sup>2</sup> .....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estimación GSI a través de la observación realizada en campo.....	20
Figura 2. Plano Geológico Michiquillay - Quinamayo. Fuente. Propia. ....	27
Figura 3. Falla normal con una dirección NE-SW y orientación (Dip/ Dip Directio): 72/49 en la Formación Yumagual. ....	29
Figura 4. Ubicación de la zona de estudio. ....	30
Figura 5. Valorización de GSI en campo.....	38
Figura 6. Análisis de material 1 en RocData del talud 01. ....	39
Figura 7. Análisis de material dos en RocData del talud 01. ....	39
Figura 8. Talud N°1 Análisis de rotura planar.....	41
Figura 9. Talud N°1 Análisis de rotura en cuña. ....	41
Figura 10. Talud N°1 Análisis de rotura por vuelco.....	42
Figura 11. Talud 1: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	43
Figura 12. Talud 1: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones pseudoestáticas. ....	43
Figura 13. Talud 2: Valorización de GSI en campo. ....	50
Figura 14. Talud 2: Análisis material 1 en RocData ....	51
Figura 15. Talud 2: Análisis de material 2, en RocData.....	51
Figura 16. Talud N°2 Análisis de rotura planar.....	53
Figura 17. Talud N°2 Análisis de rotura en cuña. ....	54
Figura 18. Talud N°2 Análisis de rotura por vuelco.....	55
Figura 19. Talud N°2 Análisis del FS en condiciones estáticas. ....	55
Figura 20. Talud N°2 Análisis del FS en condiciones pseudoestáticas. ....	56
Figura 21. Valorización de GSI en campo.....	62
Figura 22. Análisis en RocData del talud 03. ....	64
Figura 23. Talud N°3 Análisis de rotura planar.....	65
Figura 24. Talud N°3 Análisis de rotura en cuña. ....	66
Figura 25. Talud N°3 Análisis de rotura por vuelco.....	67
Figura 26. Talud 3: Análisis del FS en condiciones estáticas.....	67
Figura 27. Talud 3: Análisis del FS en condiciones pseudoestáticas. ....	68
Figura 28. Talud 3. Análisis del FS en condiciones estáticas con sistema de cambio de topografía.....	68
Figura 29. Valorización de GSI en campo.....	75
Figura 30. Talud N°4: Análisis en RocData. ....	76
Figura 31. Talud N°4: Análisis de Rotura Planar. ....	77
Figura 32. Talud N°4: Análisis de Rotura por Cuña. ....	77
Figura 33. Talud N°4: Análisis de Rotura por Vuelco. ....	78
Figura 34. Talud 4: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	78
Figura 35. Talud 4: Análisis del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas.....	79
Figura 36. Valorización de GSI en campo "talud 5". ....	85
Figura 37. Talud N°5: Análisis en RocData. ....	86
Figura 38. Talud N°5: Análisis de Rotura Planar. ....	87
Figura 39. Talud N°5: Análisis de Rotura por Cuña. ....	88
Figura 40. Talud N°5: Análisis de Rotura por Vuelco. ....	88
Figura 41. Talud 5: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	89
Figura 42. Talud 5: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones pseudoestáticas. ....	89
Figura 43. Valorización de GSI en campo "talud 6". ....	96
Figura 44. Talud N°6: Análisis en RocData. ....	97
Figura 45. Talud N°6: Análisis de Rotura Planar.....	98
Figura 46. Talud N°6: Análisis de Rotura por Cuña. ....	98
Figura 47. Talud N°6: Análisis de Rotura por Vuelco. ....	99
Figura 48. Talud 6: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	99
Figura 49. Talud 6: Análisis del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas.....	100
Figura 50. Valorización de GSI en campo del talud 7.....	107
Figura 51. Análisis en RocData del talud 07. ....	108
Figura 52. Talud N°7 Análisis de rotura planar.....	109
Figura 53. Talud N°7 Análisis de rotura en cuña. ....	110

Figura 54. Talud N°7 Análisis de rotura por vuelco.....	111
Figura 55. Talud 7; Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	111
Figura 56. Talud 7: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones pseudoestáticas.....	112
Figura 57. Valoración de GSI en campo del talud 8.....	118
Figura 58. Análisis en RocData del talud 08. ....	120
Figura 59. Talud N°8 Análisis de rotura planar.....	121
Figura 60. Talud N°8 Análisis de rotura en cuña. ....	121
Figura 61. Talud N°8 Análisis de rotura por vuelco.....	122
Figura 62. Talud 8: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones estáticas. ....	123
Figura 63. Talud 8: Análisis del Factor de Seguridad en condiciones pseudoestáticas.....	123
Figura 64. Mapa Geomecánico Michiquillay – Quinuamayo.....	125
Figura 65. Malla Metálica. ....	126
Figura 66. Talud N°03 en condiciones estáticas.....	132
Figura 67. Talud N° 03 en condiciones pseudoestáticas .....	132

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Cohesión. ....	23
<b>Ecuación 2.</b> Ángulo de fricción.....	23
<b>Ecuación 3.</b> Cálculo de RMR. ....	24
<b>Ecuación 4.</b> RQD por metro. ....	25
<b>Ecuación 5.</b> QRD a través del número de juntas. ....	25



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar las características geomecánicas de los macizos rocosos para el diseño de la estabilidad de taludes en el tramo de carretera KM 40+200 – KM 44+800, desvío Michiquillay – Quinuamayo, Cajamarca 2021. El tipo de investigación según su propósito es aplicado, según su finalidad básico, el alcance es de carácter correlacional y en cuanto al enfoque de investigación es cuantitativa.

Se realizó la caracterización geomecánica de ocho estaciones identificadas en la zona de estudio, utilizando RQD, la clasificación de Bieniawski RMR – 1989, así como también la caracterización por GSI, con los cuales se determinó el comportamiento geomecánico de cada macizo rocoso: Estación 1 – III (Regular), Estación 2 – III (Regular), Estación 3 – IV (Mala), Estación 4 – III (Regular), Estación 5 – III (Regular), Estación 6 – III (Regular), Estación 7 – III (Regular) y Estación 8 – III (regular) . También se realizó el análisis cinemático encontrando que la mayor probabilidad que exista una rotura son las del tipo planar y rotura por cuña. Así mismo se determinó los factores de seguridad para cada talud, de los 8 taludes evaluados el talud N°3 es inestable con un FS de 0.72 en condiciones estáticas y un FS de 0.58 en condiciones pseudoestáticas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, para los taludes estables 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 8 se ha propuesto medidas de protección utilizando mallas metálicas de acero a lo largo de esos tramos, con la finalidad de controlar la erosión de la capa superficial y prevenir la caída de rocas. Asimismo, para el talud N° 03 se propone cambiar la topografía con el objetivo de estabilizar el macizo rocoso, llegando a incrementar su FS de seguridad a 4.96 en condiciones estáticas y un FS de 3.26 en condiciones pseudoestáticas.

**Palabras clave:** Caracterización geomecánica, estabilidad de taludes.

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Botero , E., Flores, R., & Romo, M. (Julio-Septiembre de 2011). Nuevo método de diseño sísmico para cortinas de tierra y enrocamiento, y de taludes. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 2(3), 177-200. Obtenido de [http://scielo.org.mx/scielo.php?pid=s2007-24222011000300012&script=sci\\_arttext](http://scielo.org.mx/scielo.php?pid=s2007-24222011000300012&script=sci_arttext)
- Mira, A., Alcántara, A., & Gutiérrez, F. (2013). Caracterización geomecánica y análisis de la estabilidad del talud sur del macizo rocoso de Monteagudo (Murcia, España). *GEOGACETA*, 54, 151-154. Obtenido de [file:///C:/Users/pamela/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla8444.48393/Caracterizacion%20Geomecanica%201.pdf](file:///C:/Users/pamela/AppData/Local/Temp/Rar$Dla8444.48393/Caracterizacion%20Geomecanica%201.pdf)
- Aguilar, Duarte, & Orrantia. (14 de febrero de 2011). *Diseños no experimentales transversales, transversales descriptivos y exploratorios*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/uabcpsique/diseos-no-experimentales-transversales-transversales-descriptivos-y-exploratorios>
- Blanco Fernández, E., Castro fresno, D., Coz Díaz, J. J., & López Quijada, L. A. (2011). *Flexible systems anchored to the ground for slope stabilisation: Critical review of existing design methods*. Universidad de Oviedo. Obtenido de <https://pure.coventry.ac.uk/ws/portalfiles/portal/27077911/Binder4.pdf>
- CENEPRED. (2017). *Manual para la Evaluación del Riesgo por Sismos*. Lima: Biblioteca nacional del Perú. Obtenido de [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20SISMOS.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20SISMOS.pdf)
- Cruzado, V. G. (2011). *ESTUDIO DE GEOLOGÍA. CAJAMARCA: GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA*.
- CYPE, S. (15 de febrero de 2022). *Perú generador de precios*. Obtenido de Perú generador de precios: [http://www.peru.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Seguridad\\_y\\_salud/Sistemas\\_de\\_proteccion\\_colectiva/Proteccion\\_de\\_taludes/YCD020\\_Malla\\_de\\_proteccion\\_de\\_talud\\_con\\_en\\_0\\_0\\_0\\_2\\_0\\_0\\_0.html](http://www.peru.generadordeprecios.info/obra_nueva/Seguridad_y_salud/Sistemas_de_proteccion_colectiva/Proteccion_de_taludes/YCD020_Malla_de_proteccion_de_talud_con_en_0_0_0_2_0_0_0.html)
- Díaz, & Rodriguez. (2018). *Estudio de la estabilidad de taludes en roca entre los kilómetros 95 al 97 de la carretera Ciudad de Dios - Cajamarca*. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12738/D%c3%adaz%20Rodas%2c%20Mario%20Alexander%3b%20Rodr%c3%adguez%20Salazar%2c%20Jean%20Geyler.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Díaz, E. (abril de 2016). *Clasificaciones Geomecánicas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/EdwinDiaz40/clasificaciones-geomecnicas>
- Gutiérrez, A. (2015). *El agua de infiltración de lluvia, agente desestabilizador de taludes en la provincia de Malaga, modelos constitutivos*. Universidad de Granada. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/41146>
- Matteis. (Agosto de 2003). *Estabilidad de taludes*. Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Estabilidad%20de%20Taludes.pdf>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2016). *Norma técnica E.030 "Diseño Sismorresistente"*. Lima. Obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%20C3%ADtulo%20III%20Edificacions/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- Ramírez, O. P., & Alejano, M. L. (2004). *Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de [http://oa.upm.es/14183/1/MECANICA\\_DE\\_ROCAS\\_1.pdf](http://oa.upm.es/14183/1/MECANICA_DE_ROCAS_1.pdf)
- Ros, J. (2008). *Criterios de rotura y clasificaciones geomecánicas*. Madrid: etseccpb. Obtenido de <https://mecrocks.files.wordpress.com/2012/03/rqd-y-rmr3.pdf>

- Tarrillo, R. (2018). *GRADO DE ESTABILIDAD DE LOS TALUDES CRÍTICOS DE LA DE LA CARRETERA BAÑOS DEL INCA-LLACANORA*. Tesis, Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1995>
- Valiente Sanz, R., Sobrecases Martí, S., & Díaz Orrego., A. (2015). Estabilidad de Taludes: Conceptos Básicos, parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo. *CIVILIZATE*, 7, 50-54. Obtenido de <file:///C:/Users/pamela/Downloads/9%20CICLO/TALLER%20DE%20TESIS%20I/estudios%20cientificos/1.pdf>