

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA
EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES,
ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM
08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-
ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA,
CAJAMARCA-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Bach. Jean Carlo Guevara Mendoza

Bach. Oscar Jhancarlos Vigo Casanova

Asesor:

Ing. M. Sc. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Yo Jean Carlo Guevara Mendoza dedico esta tesis a Dios, a mis padres, Jacinta y Yerson, a mi madrina Perpetua, quienes son ejes fundamentales en mi vida, de quienes aprendí el esfuerzo para lograr mis metas, me dieron educación, comprensión, apoyo y sabios consejos en el camino de la superación personal y carrera profesional, siendo ellos los que me inspiran a ser su futuro ejemplo a seguir. A mis demás familiares en especial los que gozan de la gracia de Dios, me dan fuerzas para terminar este proyecto y seguir logrando mis demás objetivos.

Yo Oscar Jhancarlos dedico esta tesis, A Dios y al señor de los milagros, por ser mis guías y siempre están conmigo. A mis padres Oscar y María quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Elmer, Neiser y Sinthia por su cariño y sobre todo por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento y siempre los llevo en mi corazón.

A mis tres sobrinos Vania, Matías y Gía que son como mis hijos y mi motivación para lograr mis sueños y objetivos; a mis cuñadas Marta y Karen que son mis segundas hermanas y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Yo Jean Carlo Guevara Mendoza agradezco a mi alma mater, la Universidad Privada del Norte-Cajamarca, facultad de Ingeniería Geológica por ser la cuna de mi hogar para mi crecimiento profesional, a mis docentes, por darme las armas necesarias para abrirme paso hacía el éxito profesional. Quiero brindar mi más sincero agradecimiento a mis padres, primos, tíos, por el apoyo desinteresado y contante durante todo momento, y en especial en el desarrollo de la tesis. Y también agradezco a mi asesor de tesis Ing. M. Sc. Daniel Alejandro Alva Huamán, ya que sin su apoyo ésta, no hubiera sido posible.

Yo Oscar Jhancarlos quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y docentes.

A toda la Facultad de Ingeniería, a mis profesores quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi compañero Jean Carlo Guevara Mendoza con quien ha sido mi principal aliado durante todo este proceso; asimismo, al Ing. Daniel Alva Huamán quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE FIGURA	7
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
.1. Realidad problemática.....	13
.2. Formulación del problema	17
.3. Objetivos	17
.4. Hipótesis	17
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
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	18
2.4. Procedimiento	19
2.5. Aspectos Generales.....	20
2.5.1. <i>Ubicación.....</i>	<i>20</i>
2.5.2. <i>Clima.....</i>	<i>21</i>
2.5.3. <i>Geología local.....</i>	<i>22</i>
2.5.3.1. <i>Formación Farrat (Ki-Fa).....</i>	<i>23</i>
2.5.3.2. <i>Formación Inca (Ki-in).....</i>	<i>24</i>
2.5.3.3. <i>Formación Chulec (Ki-Chu)</i>	<i>26</i>
2.5.3.4. <i>Depósitos Cuaternarios – Aluvial (Qh/al)</i>	<i>29</i>
2.5.3.5. <i>Depósitos Cuaternarios – Coluvial (Qh/co)</i>	<i>29</i>
2.5.4. <i>Análisis Estructural.....</i>	<i>30</i>
CAPÍTULO III. RESULTADOS	35
3.1. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA.....	35
3.1.1. <i>Estación Geomecánica N°01.....</i>	<i>35</i>
3.1.2. <i>Estación Geomecánica N°02.....</i>	<i>36</i>
3.1.3. <i>Estación Geomecánica N°03.....</i>	<i>40</i>
3.1.4. <i>Estación Geomecánica N°04.....</i>	<i>41</i>
3.1.5. <i>Estación Geomecánica N°05.....</i>	<i>42</i>
3.1.6. <i>Estación Geomecánica N°06.....</i>	<i>46</i>
3.1.7. <i>Estación Geomecánica N°07.....</i>	<i>50</i>
3.1.9. <i>Estación Geomecánica N°09.....</i>	<i>52</i>
3.1.10. <i>Estación Geomecánica N°11.....</i>	<i>56</i>
3.1.11. <i>Estación Geomecánica N°12.....</i>	<i>57</i>
3.1.12. <i>Estación Geomecánica N°13.....</i>	<i>58</i>
3.1.13. <i>Estación Geomecánica N°14.....</i>	<i>59</i>
3.1.14. <i>Estación Geomecánica N°15.....</i>	<i>60</i>
3.1.15. <i>Estación Geomecánica N°16.....</i>	<i>61</i>
3.1.16. <i>Estación Geomecánica N°17.....</i>	<i>62</i>
3.1.17. <i>Estación Geomecánica N°18.....</i>	<i>63</i>

3.1.18.	<i>Estación Geomecánica N°19.....</i>	64
3.1.19.	<i>Estación Geomecánica N°20.....</i>	65
3.1.20.	<i>Estación Geomecánica N°21.....</i>	66
3.1.21.	<i>Estación Geomecánica N°22.....</i>	67
3.1.22.	<i>Estación Geomecánica N°23.....</i>	68
3.2.	ESTACIONES SUELO	69
3.2.1.	<i>Estación Suelo N°01.....</i>	69
3.2.2.	<i>Estación Suelo N°02.....</i>	69
3.2.3.	<i>Estación Suelo N° 03.....</i>	70
3.2.4.	<i>Estación Suelo N° 04.....</i>	71
3.2.5.	<i>Estación Suelo N° 05.....</i>	71
3.2.6.	<i>Estación Suelo N°06.....</i>	72
3.2.7.	<i>Estación Suelo N° 07.....</i>	73
3.3.	RESUMEN DE TALUDES EN SUELO.....	75
3.4.	RESUMEN GEOMECÁNICO DE TALUDES EN ROCA.....	76
3.5.	ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES ACTUALES EN CONDICIONES ESTÁTICAS	77
3.6.	ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICADO EL CONTROL DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS	93
3.7.	ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES ACTUALES EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS	117
3.8.	ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICADO EL CONTROL DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS	133
	CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	158
4.1.	DISCUSIÓN	158
4.2.	CONCLUSIONES	1598
	REFERENCIAS	161
	ANEXOS	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Vértices de la zona de investigación.....	21
Tabla 2: Ubicación política de la zona de estudio	21
Tabla 3: Promedio de temperatura para Cajamarca-Asunción	21
Tabla 4: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°01- talud N°03	35
Tabla 5: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°02- talud N°04	36
Tabla 6: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°03- talud N°05	40
Tabla 7: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°04- talud N°06	41
Tabla 8: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°05- talud N°07	42
Tabla 9: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°06 - talud N°08	46
Tabla 10: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°07- talud N°09	50
Tabla 11: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°08- talud N°11	51
Tabla 12: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°09 - talud N°12	52
Tabla 13: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°11- talud N°14	56
Tabla 14: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°12 - talud N°16	57
Tabla 15: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°13 - talud N°17	58
Tabla 16: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°14- talud N°19	59
Tabla 17: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°15 - talud N°20	60
Tabla 18: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°16- talud N°21	61
Tabla 19: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°17- talud N°22	62
Tabla 20: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°18- talud N°23	63
Tabla 21: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°19 - talud N°24	64
Tabla 22: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°20 - talud N°26	65
Tabla 23: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°21 - talud N°28	66
Tabla 24: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°22 - talud N°29	67
Tabla 25: Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°23 - talud N°30	68
Tabla 26: Dimensiones del talud N°01	69
Tabla 27: Dimensiones del talud N°02	69
Tabla 28: Dimensiones del talud N°03	70
Tabla 29: Dimensiones del talud N°15	71
Tabla 30: Dimensiones del talud N°18	71
Tabla 31: Dimensiones del talud N°25	72
Tabla 32: Dimensiones del talud N°27	73
Tabla 33: Resumen de taludes en suelo	75
Tabla 34: Resumen geomecánico de la zona de investigación	76
Tabla 35: Resumen del factor de seguridad de taludes actuales en condiciones estáticas.	92
Tabla 36: Resumen del factor de seguridad aplicado el control de estabilidad en condiciones estáticas.....	116
Tabla 37: Resumen del factor de seguridad de taludes actuales en condiciones pseudoestáticas.	132
Tabla 38: Resumen de valores del factor se seguridad en condiciones pseudoestáticas, cuadro de volumen total corte y relleno	157
Tabla 39: Parámetros de clasificación y sus valores. Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.152), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014.....	163
Tabla 40: Determinación de la clase del macizo rocoso. Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014	163
Tabla 41: Significado de las clases de macizos rocosos. Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014	163
Tabla 42: . Ajuste de valores por las orientaciones de las juntas. Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014	163
Tabla 43: Índice de resistencia geológica (GSI) para macizos rocosos fracturados. . Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.166), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014. To	164
Tabla 44: Factores de ajuste de la clasificación SMR. Tomado de La clasificación geomecánica SMR: aplicación experiencias y validación (p.396), por E, Montalar, 2001.....	164
Tabla 45: Clases de estabilidad según el SMR. Tomado de La clasificación geomecánica SMR: aplicación experiencias y validación (p.396), por E, Montalar, 2001	164

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Representación del promedio de temperatura para Cajamarca – Asunción 2020	22
Figura 2: Evidencia las formaciones geológicas presentes, del km 07+908 al km 08+428	22
Figura 3: Evidencia de las formaciones geológicas presentes del km 08+428 al km 08+970	23
Figura 4: Se observa estratos delgados de 10cm a 20cm y de mayor potencia de 60 cm a 90 cm, localizados en la progresiva del km 08+405 al km 08+428	23
Figura 5: Se observa estratos de lutitas ferruginosas entre el km 08+241 al km 08+428	24
Figura 6: Se observa estratos de la formación Inca entre el km 08+520 al 08+258.....	24
Figura 8: Se observa fósil BUCHOTRIGONIA, presente en la progresiva del 08+08+241 al km 08+428....	25
Figura 8: Se observa fósil BIBALVOS, presente en la progresiva del km 08+463 al km 08+558.....	25
Figura 9: Presencia de nódulos calcáreos oxidados, presente en la progresiva del km 08+520 al km 08+5558.	25
Figura 10: Estrato subverticales y delgados de lutitas intercalados con calizas y margas calcáreas, tomada entre el km 08+820 al km 08+890.....	26
Figura 11: Se observa fósil BIBALVOS, presente en la progresiva del km 08+463 al km 08+558.....	27
Figura 12: Presencia de KNEMICERAS SYRIACUM, en la Formación Chulec, tomada entre el km 08+757 al km 08+820.....	27
Figura 13: Presencia de fósil MYOPHORELLA, en los estratos de la formación Chulec, tomada entre el km 08+669 al km 08+733.....	27
Figura 14: Presencia de fósil TRIGONIA COSTATA, en los estratos de la Formación Chulec, tomada entre el km 08+024 al km 08+841	28
Figura 15: Estratificación subvertical de estratos lutaseos de la formación Inca, presentes en el km 08+463 al km 08+558. Presentando un color rojizo-amarillento, manifiesta acción de limonitización	28
Figura 16: Presencia de biozona en las calizas de la Formación Chulec, tomada entre el km 07+908 al km 08+005.....	28
Figura 17: Presenta depósitos aluviales a la margen izquierda de la quebrada pencas, entre el km 07+ 700 al km 07+820.....	29
Figura 18: Ejemplo de suelo coluvial en la zona de estudio, entre las progresivas del km 08+005 al 08+024.	30
Figura 19: Muestra estriamiento de falla inversa, en el talud 4, en calizas de la Formación Chulec, con Dip 57 y Dip Direction 25	31
Figura 20: Se observa escalones de falla inversa, en el talud 8, en calizas de Formación Chulec, con Dip 71 y Dip Direction 141	31
Figura 21: Se observa fallamiento inverso en el eje del anticlinal con Dip 59 y Dip Direction 14, nótese los flancos de caliza de la Formación Chulec, entre los tramos del km 08+005 al km 08+041	32
Figura 22: Se observa fallamiento inverso con Dip 56 y Dip Direction 40, presente en las calizas de la Formación Chulec, Talud 13	32
Figura 23: Estriamiento de falla normal con Dip 82 y Dip Direction 192 en las calizas de la Formación Chulec, presente en el talud 16.....	33
Figura 24: Se evidencia fallamiento inverso en el eje del anticlinal con Dip 62 Y Dip Direction 188, de las calizas de la Formación Chulec.	33
Figura 25: Falla de cabalgamiento en el talud N°23.....	34
Figura 26: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud y límites laterales de +-20, posible falla planar en el talud N°04	37
Figura 27: Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 0% de deslizamiento planar.	37
Figura 28: Análisis estereográfico, falla tipo cuña, utilizando como criterio el cono de fricción y el talud sin límites laterales, en el talud 4	38
Figura 29: Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 9.52% de deslizamiento en cuña.	38
Figura 30: Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 71.43% de deslizamiento de falla por vuelco.....	39
Figura 31: Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de +-20 y la envolvente del talud N°04	39
Figura 32: Valores de ángulo de fricción y del talud N°07, con probabilidad 0% de deslizamiento planar ...	43
Figura 33: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud y límites laterales de +-20, posible falla planar en el talud N°07	43

Figura 34: : Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°07 sin límites laterales.....	44
Figura 35: Valores de ángulo de fricción y del talud N°07, con probabilidad de 8.33% de deslizamiento en cuña.	44
Figura 36: Valores de ángulo de fricción y del talud, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento por vuelco en el talud N°07.....	45
Figura 37: Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de +- 20 y la envolvente del talud N°07	45
Figura 38: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud N°08 y límites laterales de +-20, posible falla planar en el talud N°08	47
Figura 39: Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento planar.	47
Figura 40: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°08, sin límites laterales.....	48
Figura 41: Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 2.21% de deslizamiento en cuña.	48
Figura 42: Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 50.00% de deslizamiento por vuelco en la familia J2.....	49
Figura 43: Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de +- 20 y la envolvente del talud N°08	49
Figura 44: Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento planar.	53
Figura 45: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud N°08 y límites laterales de +-20, posible falla planar en el talud N°13	53
Figura 46: Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 11.11% deslizamiento en cuña.	54
Figura 47: Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°13, sin límites laterales.....	54
Figura 48: Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de +- 20 y la envolvente del talud N°13	55
Figura 49: Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 33.33% deslizamiento por vuelco	55
Figura 50: Estación suelo N°01 – talud N°01.....	69
Figura 51: Estación suelo N°02 - talud N°02	70
Figura 52: Estación suelo N°03 – talud N°10.....	70
Figura 53: Estación suelo N°04 – talud N°15.....	71
Figura 54: Estación suelo N°04 – talud N°15.....	72
Figura 55: Estación suelo N°06 – talud N°25.....	73
Figura 56: Estación suelo N°07 – talud N°27.....	74
Figura 57: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°01 en condición estática.	77
Figura 58: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°02 en condición estática.	77
Figura 59: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°03, en condición estática.	78
Figura 60: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°04, en condición estática.	78
Figura 61: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°05, en condición estática.	79
Figura 62: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°06, en condición estática.	79
Figura 63: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°07, en condición estática.	80
Figura 64: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°08, en condición estática.	80
Figura 65: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°09, en condición estática.	81
Figura 66: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°10, en condición estática.	81
Figura 67: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°11, en condición estática.	82
Figura 68: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°12, en condición estática.	82
Figura 69: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°13, en condición estática.	83
Figura 70: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°14, en condición estática.	83
Figura 71: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°15, en condición estática.	84
Figura 72: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°16, en condición estática.	84
Figura 73: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°17, en condición estática.	85
Figura 74: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°18, en condición estática.	85
Figura 75: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°19, en condición estática.	86
Figura 76: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°20, en condición estática.	86
Figura 77: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°21, en condición estática.	87

Figura 78: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°22, en condición estática.	87
Figura 79: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°23, en condición estática.	88
Figura 80: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°24, en condición estática.	88
Figura 81: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°25, en condición estática.	89
Figura 82: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°26, en condición estática.	89
Figura 83: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°27, en condición estática.	90
Figura 84: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°28, en condición estática.	90
Figura 85: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°29, en condición estática.	91
Figura 86: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°30, en condición estática.	91
Figura 87: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°1 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.	93
Figura 88: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°2 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.	94
Figura 89: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°3 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.	95
Figura 90: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°4 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	96
Figura 91: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	97
Figura 92: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	98
Figura 93: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	99
Figura 94: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°11 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	100
Figura 95: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 aplicado el control de estabilidad en condición estática.	101
Figura 96: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	102
Figura 97: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	103
Figura 98: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	104
Figura 99: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	105
Figura 100: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	106
Figura 101: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	107
Figura 102: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	108
Figura 103: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	109
Figura 104: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	110
Figura 105: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	111
Figura 106: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°26 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	112
Figura 107: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°27 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	113
Figura 108: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.	114
Figura 109: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°30 aplicado el control de estabilidad.	115
Figura 110: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°01 en condición seudoestáticas.	117
Figura 111: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°02 en condición seudoestáticas.	117
Figura 112: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°03 en condición seudoestáticas.	118
Figura 113: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°04 en condición seudoestáticas.	118
Figura 114: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°05 en condición seudoestáticas.	119
Figura 115: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 en condición seudoestáticas.	119

Figura 116: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 7 condición pseudoestáticas.....	120
Figura 117: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°08 en condición pseudoestáticas.....	120
Figura 118: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 en condición pseudoestáticas.....	121
Figura 119: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 en condición pseudoestáticas.....	121
Figura 120: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°11 en condición pseudoestáticas.....	122
Figura 121: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°12 en condición pseudoestáticas.....	122
Figura 122: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 en condición pseudoestáticas.....	123
Figura 123: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 en condición pseudoestáticas.....	123
Figura 124: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 en condición pseudoestáticas.....	124
Figura 125: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 en condición pseudoestáticas.....	124
Figura 126: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 en condición pseudoestáticas.....	125
Figura 127: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 en condición pseudoestáticas.....	125
Figura 128: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 en condición pseudoestáticas.....	126
Figura 129: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°20 en condición pseudoestáticas.....	126
Figura 130: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°21 en condición pseudoestáticas.....	127
Figura 131: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 en condición pseudoestáticas.....	127
Figura 132: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 en condición pseudoestáticas.....	128
Figura 133: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 en condición pseudoestáticas.....	128
Figura 134: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 en condición pseudoestáticas.....	129
Figura 135: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°26 en condición pseudoestáticas.....	129
Figura 136: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°27 en condición pseudoestáticas.....	130
Figura 137: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 en condición pseudoestáticas.....	130
Figura 138: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°29 en condición pseudoestáticas.....	131
Figura 139: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°29 en condición pseudoestáticas.....	131
Figura 140: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°01 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	133
Figura 141: Corte de material en el talud N°01, material a cortar color rojo.....	133
Figura 142: Corte de material en el talud N°02, material a cortar color rojo.....	134
Figura 143: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°02 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	134
Figura 144: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°03 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	135
Figura 145: Corte de material en el talud N°03, material a cortar color rojo.....	135
Figura 146: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°04 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	136
Figura 147: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	137
Figura 148: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	137
Figura 149: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	138
Figura 150: Corte de material en el talud N°10, material a cortar color rojo y material de relleno color verde.....	138
Figura 151: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°11 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	139
Figura 152: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	140
Figura 153: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°12 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	140
Figura 154: Corte de material en el talud N°14, material a cortar color rojo.....	141
Figura 155: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	141
Figura 156: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	142
Figura 157: Corte de material en el talud N°15, material a cortar color rojo.....	142
Figura 158: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	143
Figura 159: Corte de material en el talud N°16, material a cortar color rojo.....	143
Figura 160: Corte de material en el talud N°17, material a cortar color rojo.....	144

Figura 161: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	144
Figura 162: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	145
Figura 163: Corte de material en el talud N°18, material a cortar color rojo y material a rellenar de color verde.....	145
Figura 164: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	146
Figura 165: Corte de material en el talud N°19, material a rellenar de color verde.....	146
Figura 166: Corte de material en el talud N°19, material a cortar color rojo.....	147
Figura 167: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°20 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.....	147
Figura 168: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	148
Figura 169: Corte de material en el talud N°23, material a cortar color rojo.....	148
Figura 170: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	149
Figura 171: Corte de material en el talud N°24, material a cortar color rojo.....	149
Figura 172: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	150
Figura 173: Corte de material en el talud N°25, material a cortar color rojo.....	150
Figura 174: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	151
Figura 175: Corte de material en el talud N°25, material a cortar color rojo.....	151
Figura 176: Corte de material en el talud N°27, material a cortar color rojo.....	152
Figura 177: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°26 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	152
Figura 178: Corte de material en el talud N°28, material a cortar color rojo y material a rellenar color verde.....	153
Figura 179: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°27 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	153
Figura 180: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	154
Figura 181: Corte de material en el talud N°29, material a cortar color rojo.....	154
Figura 182: Corte de material en el talud N°30, material a cortar color rojo.....	155
Figura 183: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°29 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	155
Figura 184: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°30 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.....	156
Figura 185: Formato de mapeo geotécnico para las estaciones geomecánicas. Fuente: Propia.....	162
Figura 186: Mapeo geomecánico para estaciones que presentan tipos de falla (cuña, vuelco o planar).....	165
Figura 187: Mapeo geomecánico resumido para cada estación.....	166
Figura 188: Clasificación de suelos en campo.....	167
Figura 189: Plano de ubicación Salabamba.....	168
Figura 190: Plano de pendientes, sector salabamba.....	169
Figura 191: Plano geológico-estructural del sector Salabamba.....	170
Figura 192: Plano geomecánico del sector Salabamba.....	171
Figura 193: Plano de vulnerabilidad del sector Salabamba en condiciones estáticas.....	172
Figura 194: Plano con control de riesgos del sector Salabamba en condiciones estáticas.....	173
Figura 195: Plano de vulnerabilidad del sector Salabamba en condiciones pseudoestáticas.....	174
Figura 196: Plano con control de riesgos del sector Salabamba en condiciones pseudoestáticas.....	175

RESUMEN

La presente investigación se centra en el estudio geomecánico-geotécnico para el diseño de estabilidad de taludes, entre la progresiva del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba, Cajamarca 2021, ubicada al sur Oeste de la ciudad de Cajamarca, conformada por las Formaciones: Inca, Chulec y Farrat pertenecientes al Mesozoico del cretáceo inferior del Grupo Goyllarisquizga, además de evidenciar estructuras fuertemente disturbadas, fósiles, fallamientos, plegamientos y alto fracturamiento. Se establecieron 30 taludes para el análisis geomecánico-geotécnico, los taludes de roca tuvieron una calificación de 30.47 en RMR siendo de clase V calidad malo y promedio de 49.9 en GSI indicando una condición media, así también se evidencia en 4 estaciones, fallas de tipo cuña y vuelco con un SMR promedio de 44.25; los taludes tipo suelo se identificó dos tipos, el aluvial, formado por areniscas con limos, y el coluvial, formado por gravas, margas y escasas areniscas, estos 30 taludes presentan un alto grado de erosión debido a la acción antrópica y altas precipitaciones de la zona. Se hizo el análisis de estabilidad basados en el factor de seguridad y ayudados del software Slide V6 y Autocad 2019, se determinó que en condiciones estáticas hay 16 taludes tipo roca y los taludes suelos todos inestables, mientras que en condiciones pseudoestáticas con factor sísmico de 0.35, 19 taludes tipo roca y los taludes en suelo son inestables, los controles a realizar es el aplicar el método de terraceo para algunos taludes, corte y relleno de material, construyendo bermas cada una con ángulo de inclinación, ancho y altura diferente, para otros taludes anclajes de diferente longitud y capacidad de carga, en algunas estaciones una mezcla de los dos métodos (terraceo y anclajes), además de aplicar distribución de fuerzas en algunas bermas y realizar captación de niveles de agua e instalación de drenajes para evitar la filtración en el talud, siendo la zona de estudio, área de alta vulnerabilidad para la población.

Palabras clave: RMR, GSI, SMR, estabilidad, macizo rocoso.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

.1. Realidad problemática

Las carreteras en el Perú evidencian diferentes problemas de inestabilidad de taludes, generando deslizamientos y preocupación en la población. En la Red Vía Nacional, luego de culminadas los trabajos definitivos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica, en muchos de los casos, se presentan en periodos de tiempo relativamente cortos, una serie de fallas en la carretera, ya sea debido a problemas estructurales (por procesos constructivos) o problemas externos (de geodinámica, relieve topográfico o climatológica), este tipo de fallas producidas, restringen o interrumpen la transitabilidad en la vía y ponen en serio riesgo la inversión la inversión realizada en la infraestructura vial (Álvarez, 2014).

En el Perú, los peligros geológicos como deslizamientos, derrumbes, desprendimientos de rocas y erosión de laderas, se producen en gran parte de sus 106 cuencas hidrográficas, su incidencia se localiza principalmente en los flancos y laderas de fuerte pendiente, de los valles de la costa y la sierra, así como acantilados del litoral y en los cortes de carretera, donde las condiciones litológicas, precipitaciones pluviales, presencia de agua y pendientes le son favorables a originar fenómenos, estos presentan ocurrencia y capacidad de generar daño a la población y destruir infraestructura, tanto para actividades económicas locales como regionales en las que impactan, haciendo que sean consideradas como peligrosas (Neyra, y otros, 2015).

La inestabilidad de taludes en carreteras es un problema que actualmente se presenta en diversas vías del País, evidenciándose con mayor realce en la sierra peruana, al presentar una topografía accidentada, además de no mostrar el diseño de corte y métodos de excavación adecuados y los bajos recursos económicos destinados a la conservación de vías, una de las regiones afectadas en la sierra es Cajamarca, la cual

presenta diferentes antecedentes, factores climáticos y geológicos que influyen en la inestabilidad de taludes en las vías.

En el inventario de peligros geológicos de la región Cajamarca, se determinó que los mayores eventos geológicos son inundaciones y deslizamientos, además, el cuadro de peligrosidad en la región con precipitaciones acumuladas en años normales, refiere; en la parte occidental de la ciudad de Cajamarca, muestra franjas de alta peligrosidad a los movimientos en masa, donde sobresalen la zona entre Chetilla y San Pablo, entre Magdalena, Contumazá y entre San Juan-Asunción, Cospán- río Chicama, donde coinciden con áreas de muy alta susceptibilidad (Zavala & Barrantes, 2007).

La carretera Choropampa-Asunción, perteneciente a la región Cajamarca es afectada directamente por estos antecedentes, este tubo aproximadamente 40 años de uso como trocha carrozable, la cual tenía un mantenimiento momentáneo por parte de la municipalidad distrital de la Asunción, siendo de esencial trayecto a los distritos de Asunción, Cospán y caseríos.

En el año 2013, el Gobierno Regional de Cajamarca, realizó la obra construcción de la carretera Choropampa-Asunción-Cospán con el objetivo de hacer un asfaltado básico, además brindar mantenimiento continuo por un lapso de cinco años, pero en algunos tramos de dicha vía no se presenta esta mejora, ejemplo es la zona de investigación ubicado entre las progresivas del Km 07+580 al km 08+970, denominado sector salabamba, de la carretera Choropampa-Asunción, en donde no se evidencia mejora y conservación de los taludes, presentando características geológicas, geomorfológicas, antrópicas y físicas, que se combinan dando lugar a condiciones geodinámicas inestables, aumentado a la alteración de la cobertura vegetal, afectando a los recursos naturales, incrementando los riesgos como consecuencia accidentes, incidencia en la infraestructura vial y servicios públicos.

(Ocón, 2015) afirma “la inestabilidad de taludes es un peligro inminente, afectando el normal desenvolvimiento de las actividades económicas y el libre tránsito implicando pérdidas socioeconómicas” (p.01). El paraje “Salabamba” presenta un riesgo inminente para la población y que en épocas fluviales estos problemas aumentan, (Zavala & Barrantes, 2007) afirma que dicho paraje, presenta derrumbes en estado activo, con peligro medio y baja vulnerabilidad, afectando a 600 metros de caminos rural. Además, en la parte superior de los taludes hay escorrentías de agua originados por acción antrópica sin su debido drenaje y sub drenaje aumentando la erosión, además al alto grado de fracturamiento, sistemas de discontinuidades marcadas la cual agudizan el problema de inestabilidad y desfavorable geometría que presentan los taludes.

(Svetlana, 2005) afirma el macizo rocoso puede presentar distintos modos de rotura dependiendo de los siguientes factores: presencia o ausencia de las discontinuidades, orientación de los planos de las discontinuidades en relación con la cara exterior del talud, espaciamiento de las discontinuidades en una, dos y tres dimensiones, la continuidad de sus discontinuidades y la influencia del agua, además (Gonzales de Vallejo, 2002) menciona la estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), factores hidrogeológicos (presencia de agua) y factores geomecánicos.

El sector salabamba presenta no solo macizos rocosos, sino también estaciones de suelo, de tipo aluvial y coluvial, afectados también por la acción antrópica generando deslizamientos rotacionales, y evidencian vegetación como pencas y tayas. Los deslizamientos en suelo pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes, obedeciendo a procesos

naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos y traslacionales, éstas pueden generar un peligro potencialmente dañino (Nuñez & Sanchez, 2016).

Partiendo de la descripción líneas atrás aumentado la falta de prevención y preocupación por parte de las autoridades locales hacía la población, se decide realizar el presente trabajo de investigación, como propuesta de prevención y posibles mitigaciones de desastres en apoyo a las comunidades que conecta esta vía, teniendo como objetivo realizar el estudio geomecánico-geotécnico para el diseño de estabilidad de taludes, entre la progresiva del Km 07+580 al Km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba. (Gonzales de Vallejo, 2002) menciona la metodología seguida en los estudios de estabilidad de taludes parte del conocimiento geológico, geomecánico del macizo rocoso o suelo, junto con el análisis de los factores externos que actúan sobre el terreno, definen el comportamiento de los materiales y sus modelos y mecanismos de deformación y rotura.

Dicho estudio se realiza partiendo de la observación, descripción y evaluación, de cada una de las estaciones distribuidas estratégicamente, el cual nos permite describir la litología de la zona presente, evaluar el comportamiento geomecánico de los macizos rocosos y suelos, con registros sistemáticos y ordenados, además de calcular los factores de seguridad y proponer un diseño de estabilidad para cada uno de los tramos seleccionados. (Gonzales de Vallejo, 2002) menciona que los análisis de estabilidad permiten diseñar los taludes, mediante el cálculo de su factor de seguridad, estable mayor a 1 e inestable menor a 1, y definir el tipo de medidas correctoras o estabilizadoras que deben ser aplicadas en caso de roturas reales o potenciales.

.2. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de estabilidad de taludes al realizar el estudio geomecánico-geotécnico, entre las progresiva del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba, Cajamarca-2021?

.3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Realizar el estudio geomecánico-geotécnico para el diseño de estabilidad de taludes, entre la progresiva del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba, Cajamarca-2021.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los macizos rocosos con los métodos RMR, GSI y SMR.
- Estimar los suelos mediante observación directa en campo.
- Calcular el factor de seguridad de los taludes de la zona de estudio antes y después de un diseño de estabilidad, en condición estática y pseudoestática.
- Determinar la vulnerabilidad y el control de riesgos en base al análisis geotécnico.

.4. Hipótesis

.4.1. Hipótesis general

Al realizar el estudio geomecánico-geotécnico se logró diseñar la estabilidad de taludes, entre la progresiva del KM 07+580 al KM 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba, Cajamarca-2021.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación será aplicada de corte transversal, con una metodología de investigación cuantitativa y el nivel descriptivo-correlacional, de diseño no experimental. (Padilla, Triguero, Aguilar, & Lopes, 2020) menciona, es un estudio descriptivo, en el cual no se interviene ni manipula el factor de estudio, es decir se observa lo que ocurre con el fenómeno de estudio en condiciones naturales. (Rodríguez & Pérez, 2007) considera que es transversal, ya que se recolectan datos en un sólo momento, en un tiempo único, teniendo como propósito describir variables y analizar su comportamiento en un momento dado, finalmente consideran que es investigación cuantitativa porque se pudo recolectar y analizar datos numéricos.

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

La población son los 30 taludes comprendido entre las progresivas del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción.

La muestra, las 23 estaciones geomecánicas y las 7 estaciones de tipo suelo, determinadas en campo, comprendidas entre las progresivas del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica a utilizarse en la recolección de datos es la observación directa. Los instrumentos en la recolección de datos para determinar las características de los macizos rocosos serán tablas geomecánicas, con el objetivo de tener un registro meticuloso y confiable de las características geológicas, geomecánicas y estructurales de la zona a estudiar, aumentado el cartografiado a realizar y la descripción de suelos presentes en la zona de estudio, ayudados de instrumentos de campo: GPS garmin64, brújula tipo brúnton, Lupa Iwamoto 20x, flexómetro 3M, protactor multiescala,

rayador imantado, plano topográfico a escala 1:5000, picota mango largo, cámara fotográfica de buena resolución, libreta de campo.

El análisis de datos se realizará en gabinete, procesando la descripción de los suelos y propiedades geomecánicas obtenidas en campo, en los softwares Excel, Dips, para recopilar información y ayudados del software Slide V6 y el AUTOCAD 2019 establecer el diseño de estabilidad de taludes.

2.4. Procedimiento

Etapa pre-campo: En esta etapa se realizó la recopilación y análisis de información bibliográfica, cartográfica y documental existente acerca del tema de investigación, recurriéndose a la consulta de tesis, de la Universidad Nacional de Cajamarca y Universidad del Centro del Perú, tesis de doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid, tesis de maestría de la Universidad de Piura, informes técnicos de Ministerio del Ambiente y del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), libros, como Ingeniería Geológica de Luis Gonzales Vallejo, Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes, revistas como Redalyc y ResearchGate. La información topográfica, se obtuvo de la base de datos del INGENMET, ayudados del software ARGIS 14.0.1, logrando hacer el plano de ubicación (Anexo n.º06) y el plano de pendientes (Anexo n.º07).

Etapa de campo: Se realizó el cartografiado geológico-estructural presente en la zona de estudio, así como la descripción de geoformas, estructuras geológicas, tipos de depósitos, aumentado a la caracterización geomecánica y geotécnica de los taludes, ayudados de registros formatos Excel (Anexo n.º01 y Anexo n.º02) para cada estación geomecánica, los cuales contienen tablas geomecánicas para determinar el RMR (Anexo n.º02) y para el GSI y SMR (Anexo n.º03), el SMR presentándose en algunas estaciones (Anexo n.º04). Para las estaciones de tipo suelo tablas descriptivas (Anexo

n.º05) insitu mediante observación directa, logrando obtener una análisis comparativo y descriptivo, permitiendo definir las condiciones geotécnicas de la zona de estudio.

Etapa de post-campo: En esta etapa final, se procesó e interpreto mediante el uso de softwares: Excel, para organizar y resumir los datos de mapeo geotécnico, aumentado a su descripción e imagen de cada estación geomecánica (Anexo n.º07), DIPS, para hacer el análisis cinemático de los macizos rocosos, el Slide V6 para determinar el factor de seguridad con el método bishop simplificado y hacer el diseño de estabilidad de los taludes, proponiendo diferentes modelos ayudados del programa AUTOCAD 2019 para obtener el corte y relleno de material en condiciones pseudoestáticas y así lograr el lograr el objetivo. También, se recurrió al apoyo del software ArcGis 10.4.1 y la herramienta Kriging para la interpolación de datos, lográndose realizar planos pendientes (Anexo n.º08), geológico-estructural (Anexo n.º09), el geomecánico (Anexo n.º10), plano de vulnerabilidad en condición estática (Anexo n.º11) y el plano con control de riesgos en condición estática (Anexo n.º12), así también planos de vulnerabilidad en condición pseudoestática (Anexo n.º13) y plano con control de riesgos en condición pseudoestática (Anexo n.º14), para finalmente realizar la discusión y conclusiones de los resultados obtenidos.

2.5. Aspectos Generales

2.5.1. Ubicación

El tramo de la carretera comprendido entre las progresivas del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, se encuentra al Sur Oeste de la ciudad de Cajamarca, la cual está comprendida entre los 1878 a 1990 m.s.n.m, a 1 hora y 47 minutos en movilidad partiendo de la ciudad de Cajamarca, haciendo un total de 79 km lineales (Anexo n.º01).

Tabla 1

Vértices de la zona de investigación

Vértice	Este	Norte
1	771750	9191100
2	771750	9190200
3	772500	9190200
4	772500	9191100

Fuente: UTM – DATUM – WGS84 – ZONA – 17S.

Políticamente se encuentra ubicado en:

Tabla 2

Ubicación política de la zona de estudio.

Departamento	Cajamarca
Provincia	Cajamarca
Distrito	Asunción

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN)

2.5.2. Clima.

Asunción cuenta con un clima templado, su temperatura máxima es de 23°C / mínima 11°C, el mes con temperatura más alta es setiembre (22.2 °C) la temperatura más baja se da en el mes de Julio (4.9 °C): y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (118.78 mm/mes) (SENAMHI, 2020).

La data se obtuvo de la Estación Climatológica Asunción, del año 2020 la cual la podemos encontrar en la página web del Senamhi.

Tabla 3

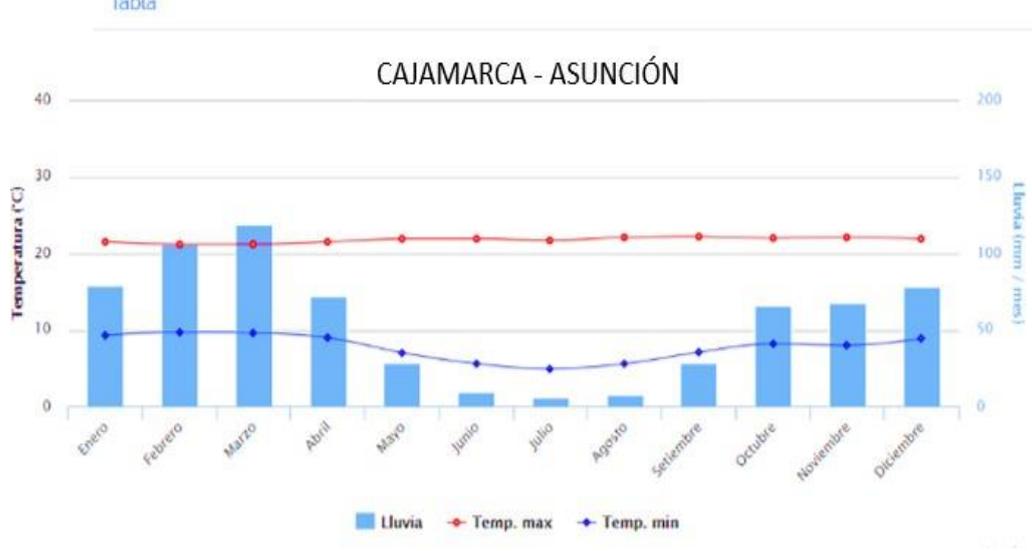
Promedio de temperatura para Cajamarca-Asunción.

PROMEDIO DE TEMPERATURA PARA CAJAMARCA – ASUNCIÓN 2020			
Mes	Temperatura máxima °C	temperatura mínima °C	Precipitación (Lluvia) ML
Enero	21.5	9.3	79
Febrero	21.2	9.7	106
Marzo	21.2	9.6	119
Abril	21.5	9	13
Mayo	21.9	7	28
Junio	21.9	56	10
Julio	21.7	49	6
Agosto	22.1	56	8
Setiembre	22.2	71	29
Octubre	22	82	66
Noviembre	22.1	8	67
Diciembre	21.9	89	78

Fuente: SENAMHI,2020.

Figura 1

Representación del promedio de temperatura para Cajamarca – Asunción 2020.



Fuente: SENAMHI, 2020.

2.5.3. Geología local

En la zona de estudio se encuentran las Formaciones Farrat, Inca y Chulec, pertenecientes al Mesozoico del cretáceo Inferior del Grupo Goyllarisquizga las cuales se pueden apreciar claramente entre el km 07+908 al km 08+970 como se aprecia en la figura 2 y en la figura 3 y en el anexo n.09.

Figura 2

Evidencia las formaciones geológicas presentes, del km 07+908 al km 08+428.



Figura 3

Evidencia de las formaciones geológicas presentes del km 08+428 al km 08+970.



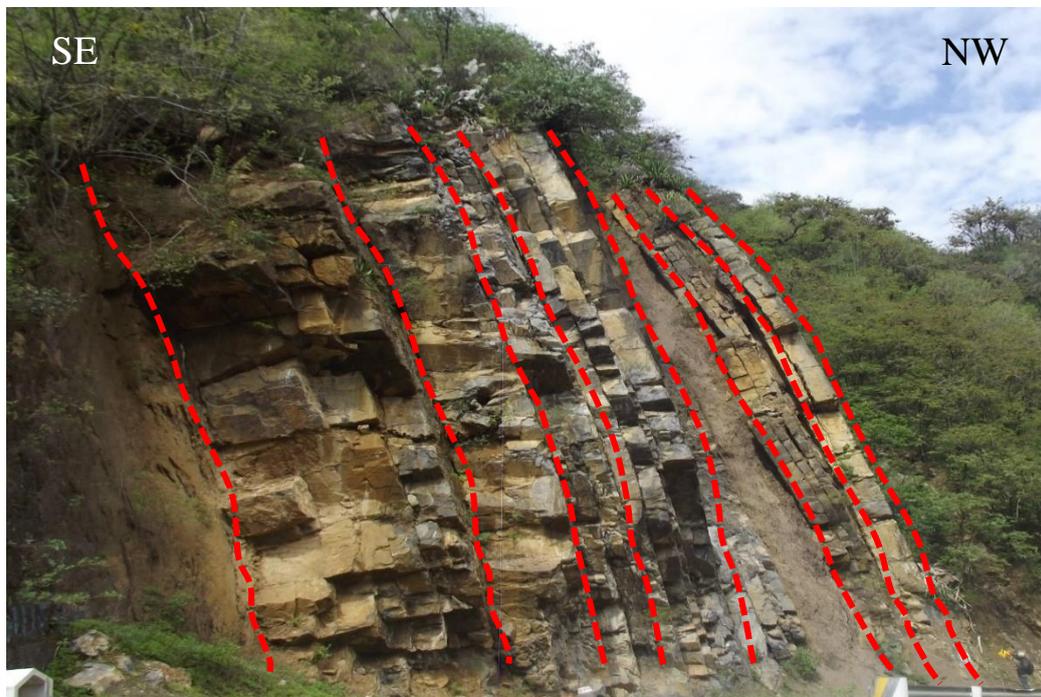
Fuente: Propia.

2.5.3.1. Formación Farrat (Ki-Fa)

La Formación Farrat se evidencia entre el km 08+405 al km 08+463, compuesta por estratos de cuarcitas. Estratificación de gran potencia (60cm – 1m) erosionada levemente (figura 4).

Figura 4

Se observa estratos delgados de 10cm a 20cm y de mayor potencia de 60 cm a 90 cm, localizados en la progresiva del km 08+405 al km 08+428.



Fuente: Propia.

2.5.3.2. Formación Inca (Ki-in)

La Formación se presenta en dos partes de la vía, entre el km 08+241 al km 08+428 (figura 5) y entre el km 08+463 al km 08+558 compuesta por estratos de areniscas calcáreas y lutitas ferruginosas, mostrándose un color amarillo-anaranjado, con manifiesta acción de limonitización (figura 6), hay presencia de fósiles como BUCHOTRIGONIA (figura 8) y BIBALVOS (figura 8), además de pequeños nódulos calcáreos oxidados (figura 9).

Figura 5

Se observa estratos de lutitas ferruginosas entre el km 08+241 al km 08+428.



Fuente: Propia.

Figura 6

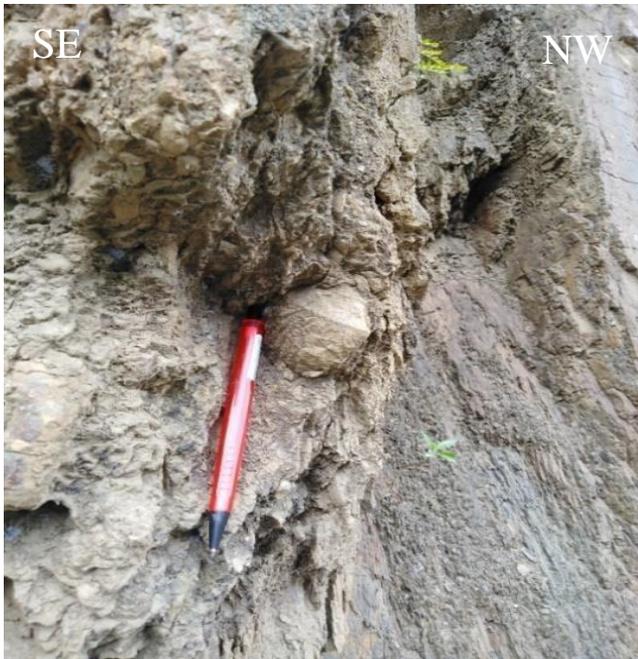
Se observa estratos de la formación Inca entre el km 08+520 al 08+258.



Fuente: Propia

Figura 9

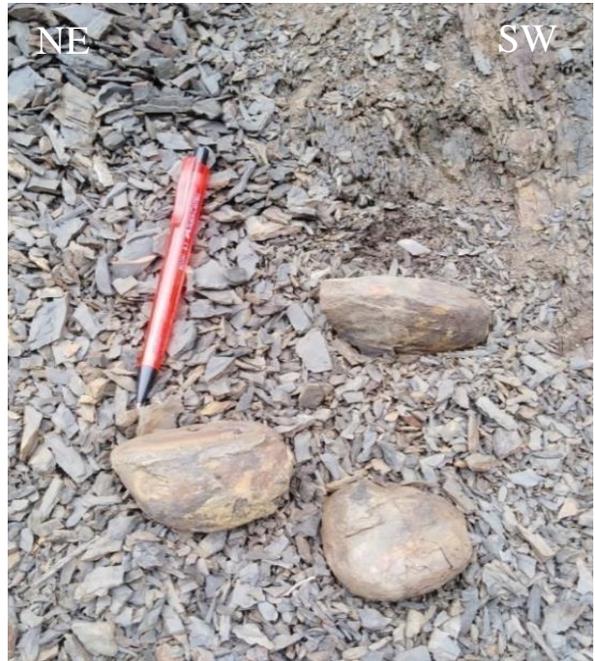
Se observa fósil *BUCHOTRIGONIA*, presente en la progresiva del 08+08+241 al km 08+428.



Fuente: Propia.

Figura 9

Se observa fósil *BIBALVOS*, presente en la progresiva del km 08+463 al km 08+558.



Fuente: Propia.

Figura 7

Presencia de nódulos calcáreos oxidados, presente en la progresiva del km 08+520 al km 08+558.



Fuente: Propia.

2.5.3.3. Formación Chulec (Ki-Chu)

La Formación aflora en dos partes de la vía, entre el km 07+764 al km 08+241 (figura 11) y entre el km 08+558 al km 08+970 (figura 10), compuesta por estratos de calizas, lutitas calcáreas y margas amarillentas con una coloración crema-amarillento debido al intemperismo, aspecto terroso amarillento. El grosor de los estratos oscila entre 15 a 40 cm. Evidencia fósiles como BIBALVOS (figura 15), TRIGONIA COSTATA (figura 14), KNEMICERAS SYRIACUM (figura12), MYOPHORELLA (figura13) y biozonas (figura 16).

Figura 10

Estrato subverticales y delgados de lutitas intercalados con calizas y margas calcáreas, tomada entre el km 08+820 al km 08+890.



Fuente: Propia.

Figura 13

Se observa fósil BIBALVOS, presente en la progresiva del km 08+463 al km 08+558.



Fuente: Propia.

Figura 12

Presencia de *KNEMICERAS SYRIACUM*, en la Formación Chulec, tomada entre el km 08+757 al km 08+820.



Fuente: Propia.

Figura 11

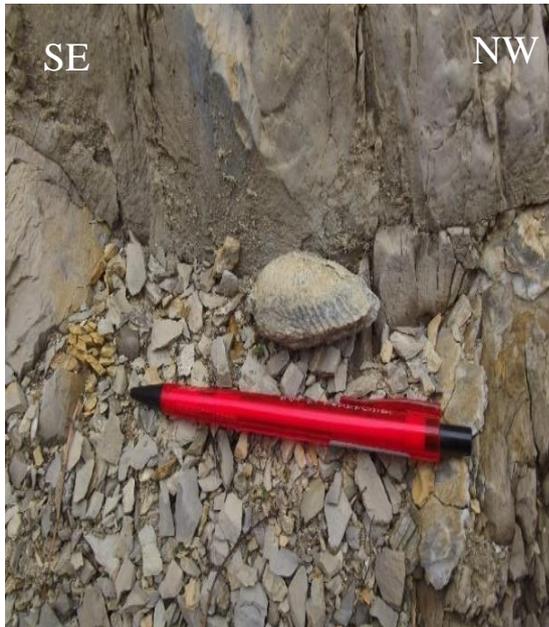
Presencia de fósil *MYOPHORELLA*, en los estratos de la formación Chulec, tomada entre el km 08+669 al km 08+733.



Fuente: Propia.

Figura 16

Presencia de fósil TRIGONIA COSTATA, en los estratos de la Formación Chulec, tomada entre el km 08+024 al km 08+841.



Fuente: Propia.

Figura 15

Estratificación subvertical de estratos lutaseos de la formación Inca, presentes en el km 08+463 al km 08+558. Presentando un color rojizo-amarillento, manifiesta acción de limonitización.



Fuente: Propia.

Figura 14

Presencia de biozona en las calizas de la Formación Chulec, tomada entre el km 07+908 al km 08+005.



Fuente: Propia.

2.5.3.4. Depósitos Cuaternarios – Aluvial (Qh/al)

Éste tipo de depósitos está compuesto por bloques subangulares, de color amarillento, con pátinas de óxidos de Fe, dichos bloques son procedentes de las areniscas de la Formación Farrat, asimismo se observan gruesos (gravas) y finos (arenas) subangulares a subredondeados, los cuales son areniscas y en menor cantidad (5%) son cuarcitas, todos ellos provienen de la Formación Farrat, ubicados de la progresiva 07+580 a la 07+764 (figura 17).

Figura 17

Presenta depósitos aluviales a la margen izquierda de la quebrada pencas, entre el km 07+ 700 al km 07+820.



Fuente: Propia.

2.5.3.5. Depósitos Cuaternarios – Coluvial (Qh/co)

Éste depósito está formado por margas angulosas de coloración crema-amarillenta y calizas con bloques angulosos y sub angulosos pertenecientes a la Formación Chulec y bloques de areniscas subangulares con una leve oxidación de la Formación Farrat y en matriz limo arenosa de color grisáceo remanentes de la Formación Chulec. Ubicados en tres partes de la zona de estudio entre la progresivas del km 08+005 al 08+024, km 08+124 al 08+180 y del km 08+241 al km 08+252. La acción antrópica aumenta la erosión de este depósito (figura 18).981002000

Figura 18

Ejemplo de suelo coluvial en la zona de estudio, entre las progresivas del km 08+005 al 08+024.



Fuente: Propia.

2.5.4. Análisis Estructural

En la zona de estudio se evidencia plegamiento anticlinal, además de estar afectada por fallas inversa y de presentar una falla de volteo. (ANEXO N°02).

Falla Inversa

Se evidencia en el talud 4 con Dip 57 y Dip Direction 25 (figura 19), en el talud 7 con Dip 84 y Dip Direction 181, así mismo en el talud 8 con Dip 51 y Dip Direction 141 (figura 20), siguiendo el talud 10 presenta una falla en el eje del anticlinal con Dip 59 y Dip Direction 14 (figura 21), en el talud 13 se evidencia falla con Dip 56 con Dip Direction 50 presencia de vetilleo de calcita, ramales de la falla (Figura 22). En el talud 16 falla normal con Dip 82 y Dip Direction 192, presencia de vetilleo de calcita (figura 23). Finalmente, en el talud 30, se tiene la falla inversa en el eje del sinclinal con Dip 58 y Dip Direction 14m (figura 24).

Figura 20

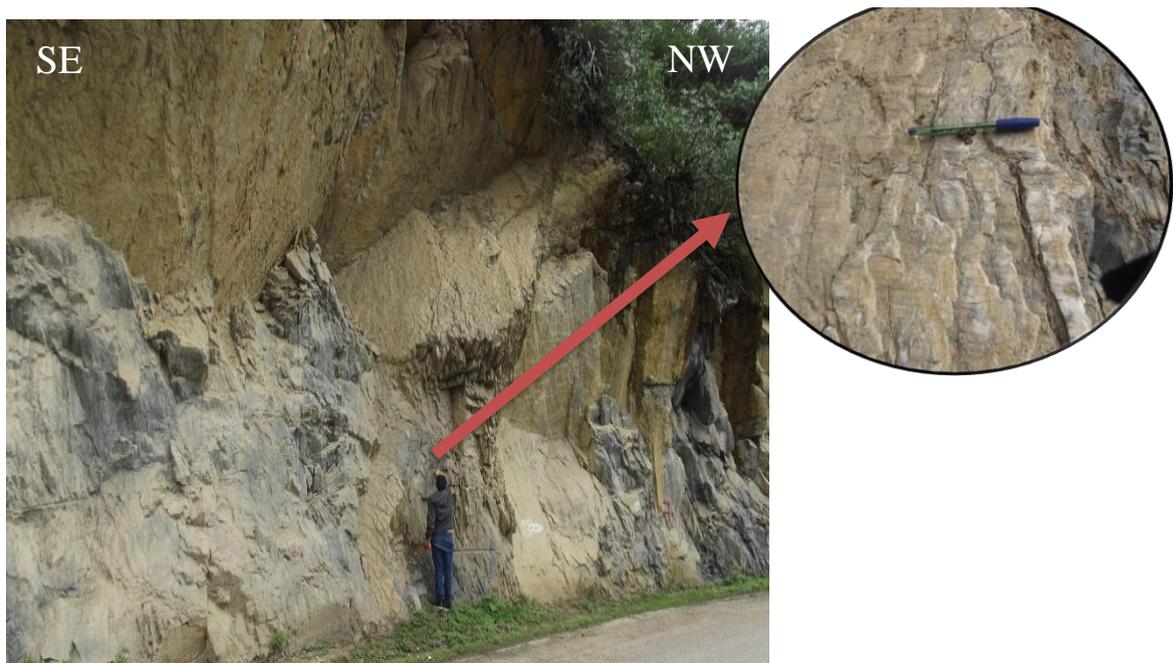
Muestra estriamiento de falla inversa, en el talud 4, en calizas de la Formación Chulec, con Dip 57 y Dip Direction 25.



Fuente: Propia.

Figura 19

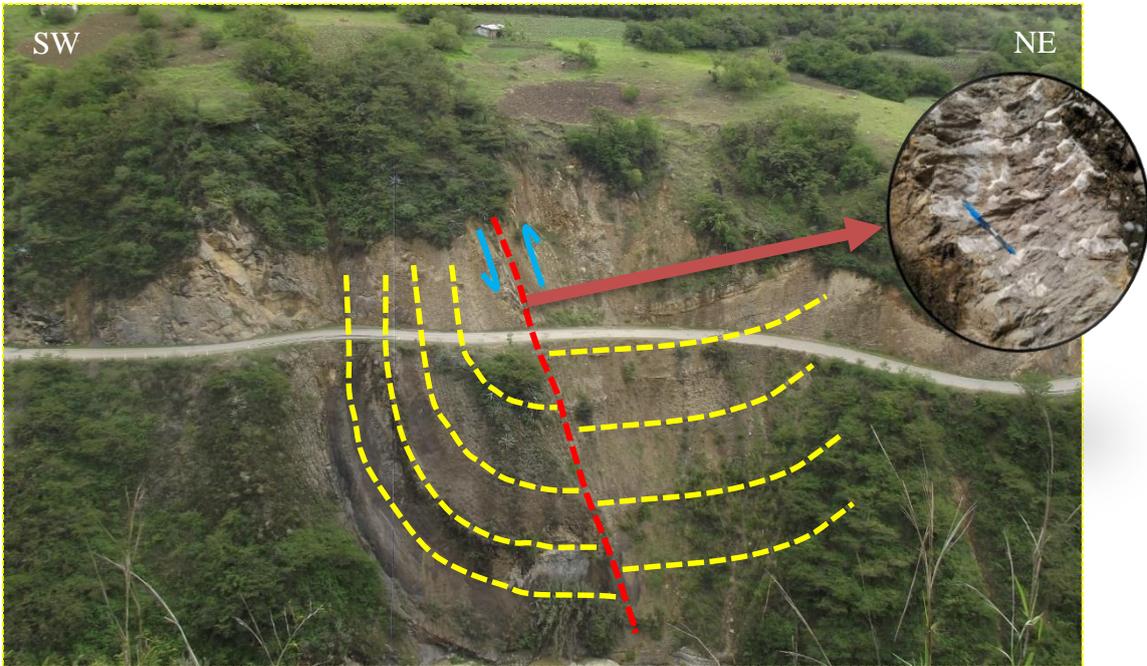
Se observa escalones de falla inversa, en el talud 8, en calizas de Formación Chulec, con Dip 71 y Dip Direction 141.



Fuente: Propia.

Figura 22

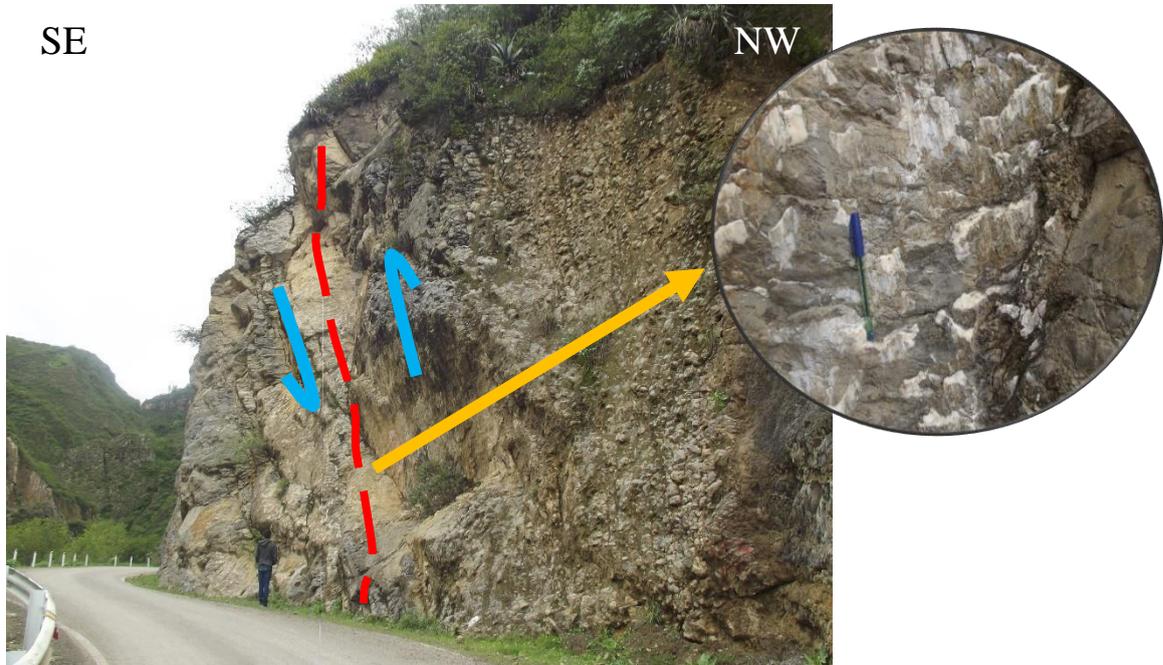
Se observa fallamiento inverso en el eje del anticlinal con Dip 59 y Dip Direction 14, nótese los flancos de caliza de la Formación Chulec, entre los tramos del km 08+005 al km 08+041.



Fuente: Propia.

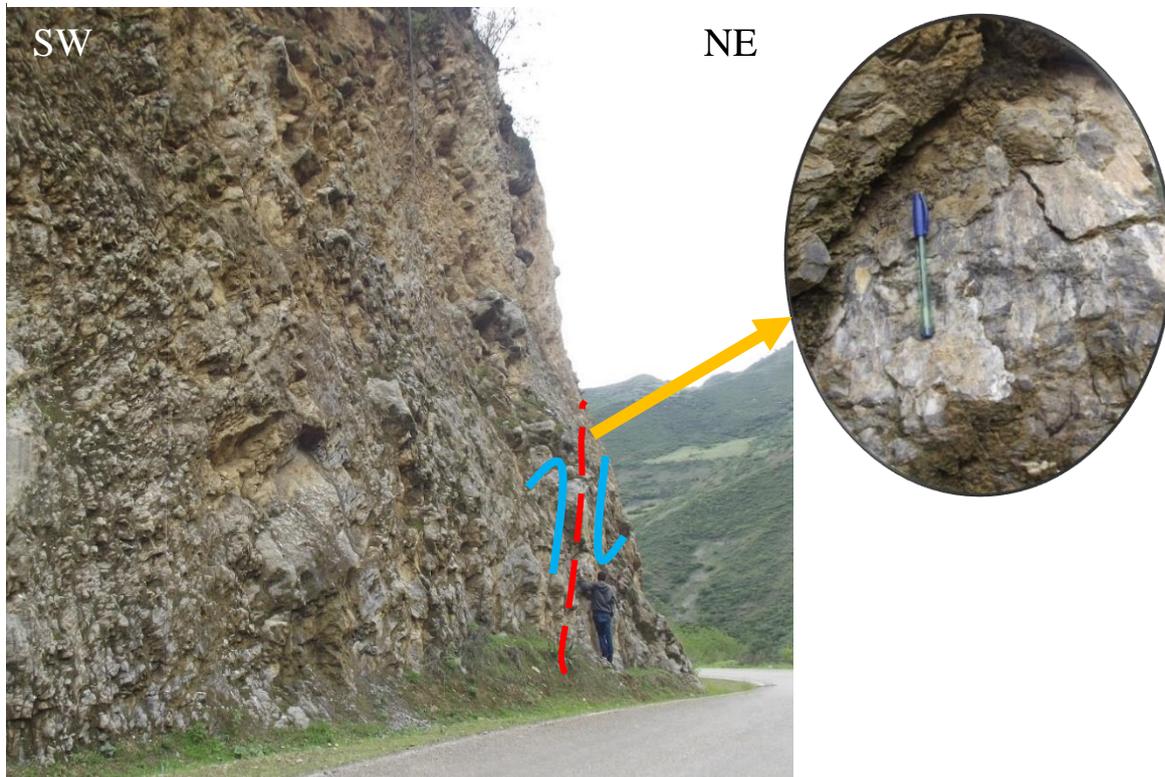
Figura 21

Se observa fallamiento inverso con Dip 56 y Dip Direction 40, presente en las calizas de la Formación Chulec, Talud 13.



Fuente: Propia.

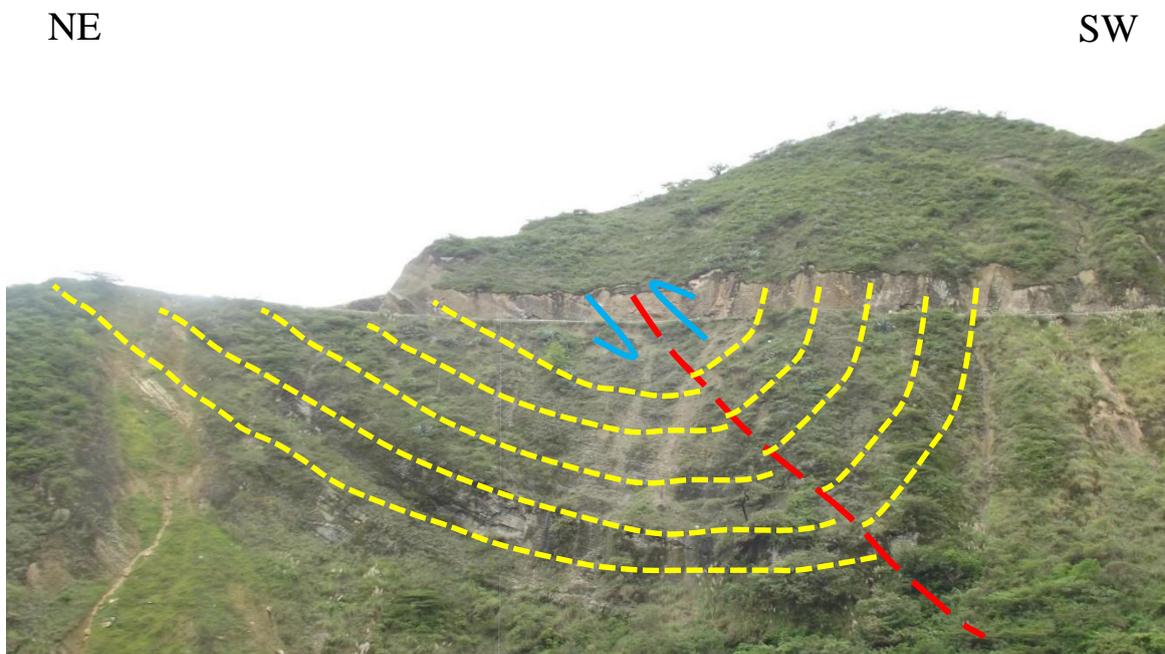
Estriamiento de falla normal con Dip 82 y Dip Direction 192 en las calizas de la Formación Chulec, presente en el talud 16.



Fuente: Propia.

Figura 23

Se evidencia fallamiento inverso en el eje del anticlinal con Dip 62 Y Dip Direction 188, de las calizas de la Formación Chulec.



Fuente: Propia.

Evidencia plegamiento con Dip que oscila de 10° a 90° y tiene una tendencia NW-SE (figura 21 y figura 24).

Sinclinal

Constituye en dos partes de la zona de estudio en el talud 10 (figura 21) y en el talud 30 (figura 24), presentes en la Formación Chulec con dirección NW-SE con buzamientos que oscilan entre 45° a 65° de inclinación.

Falla de Cabalgamiento

Este tipo de falla se ubica en el talud 23, estructuras tensionales en echelon formadas dentro de una falla de cabalgamiento con orientación SW-NE, indicando que la zona hay presencia de altas fuerzas compresivas, con Dip 17 y Dip Direction 12, se muestra en la figura 25.

Figura 25

Falla de cabalgamiento en el talud N°23.



Fuente: Propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

3.1.1. Estación Geomecánica N°01

Tabla 4

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°01- talud N°03.

MAPEO GEOTÉCNICO																					
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																					
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA				FECHA: 24/02/2021		ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 01				TALUD N° 03											
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA: 07+764		FINAL DE PROGRESIVA: 07+786		COORDENADAS DE ESTACIÓN ESTE: 772146 NORTE: 9190878 COTA: 1830 DATUM WGS84 ZONA 17 S			DESCRIPCIÓN		
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			UBICACIÓN DE PROYECTO								
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	DISTRITO : ASUNCIÓN								
1	275	72	5	109	61	199	15	61	105				PROVINCIA : CAJAMARCA								
2	294	87	24	98	46	188	18	55	108				DEPARTAMENTO : CAJAMARCA								
3	331	74	61	91	50	181	25	28	115				DIMENSIONES DEL TALUD								
4	296	30	26	89	53	179	14	45	104				Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction				
5	280	79	10	111	52	201	20	60	110				22m	16	350	76°	80				
6	315	76	45	95	49	185	16	42	106				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIXIAL (MPa)				ROQ (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD				RELLENO	ALTERACION		
VALOR: 50 - 25 : R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.				VALOR: 25-50				VALOR: juntas Modern.				VALOR: 3- 10 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa				VALOR: Relleno Blando	VALOR: Moderadamente		
PUNTAJE: 4				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 10				PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3				PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3		
GSI: 47								AGUA				CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		17					
												VALOR: Húmedo		RMR BÁSICO		VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		V	
												PUNTAJE: 7		42		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Muy Malo	

Fuente: Propia.

3.1.2. Estación Geomecánica N°02

Tabla 5

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°02- talud N°04.

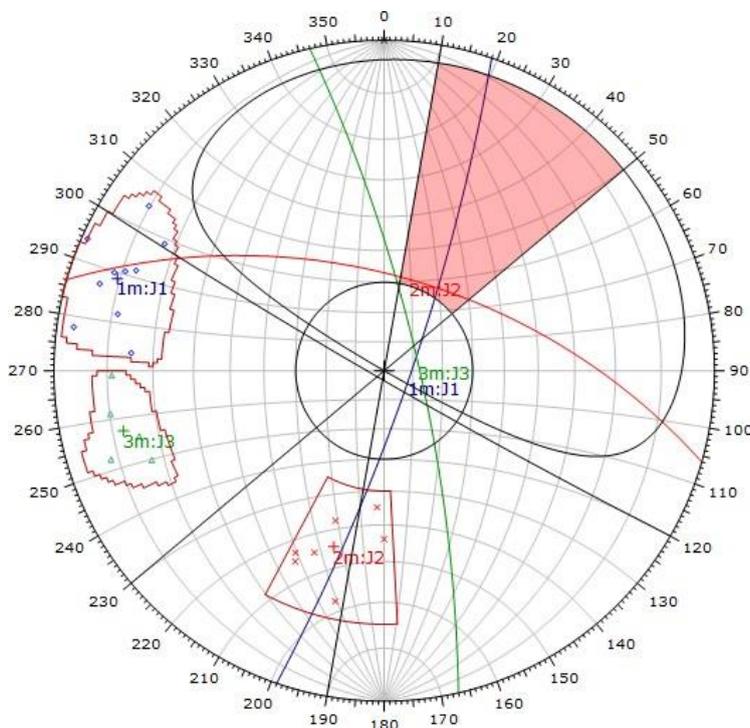
MAPEO GEOTECNICO																			
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																			
ELABORADO POR : CARLO GUEVARA MENDOZA JHANCARLOS VIGO CASANOVA				JEAN OSCAR		FECHA: 25/01/2021		ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 02							TALUD N° 04				
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA: 07+786		FINAL DE PROGRESIVA: 07+808				DESCRIPCIÓN	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84			
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:				ZONA 17 S
												UBICACIÓN DE PROYECTO			<p>Compuesta por la intercalación de calizas en un 90% y lutitas en un 10% de la Formación Chúlec, color grisáceo- amarillento, en potencia notoria. Presenta vetileo de calcita asociado a una falla inversa y vegetación como pencas. Dicho talud viene siendo erosionado por la escorrentía de agua proveniente de la acción antrópica.</p>				
												DISTRITO : ASUNCIÓN							
												PROVINCIA : CAJAMARCA							
												DEPARTAMENTO : CAJAMARCA							
												DIMENSIONES DEL TALUD							
												Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction			
												22 m	26 m	120	87	210			
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION			
VALOR: 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 75-90				VALOR: Juntas				VALOR: 1-3 m	VALOR: Muy abierta	VALOR: Lisa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Ligeramente			
PUNTAJE: 7				PUNTAJE: 17				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 0	PUNTAJE: 1	PUNTAJE:4	PUNTAJE: 5			
SMR- CORRECCIÓN POR ORIENTACIÓN (ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES)		F1	1	CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN EL SMR		AGUA		RMR BÁSICO											
		F2	1	VALOR	38		VALOR: Húmedo		53										
		F3	-25	CLASE N°	IV		PUNTAJE: 7												
		F4	10	DESCRIPCIÓN	Mala														
SMR = RMR BÁSICO + (F1*F2*F3)+F4				38		ROTURAS	Juntas o grandes cuñas		CORRECCIÓN DE DISCON.		GSI: 48								
						ESTABILIDAD	Totalmen inestable		VALOR: Medias										
						SOSTENIMIENTOS	corrección		PUNTAJE: -25										

Fuente: Propia.

- Falla Planar:** El análisis estereográfico evidencia que ninguna de las discontinuidades cumple las condiciones para la falla del tipo planar debido a las características de orientación del macizo rocoso.

Figura 27

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud y límites laterales de ± 20 , posible falla planar en el talud N°04.



Fuente: Software Dips.

Figura 26

Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 0% de deslizamiento planar.

Symbol	EXTRA1	Quantity
◇	J1	10
×	J2	7
△	J3	5

Kinematic Analysis	Planar Sliding			
Slope Dip	87			
Slope Dip Direction	210			
Friction Angle	30°			
Lateral Limits	20°			
		Critical	Total	%
Planar Sliding (All)		0	22	0.00%

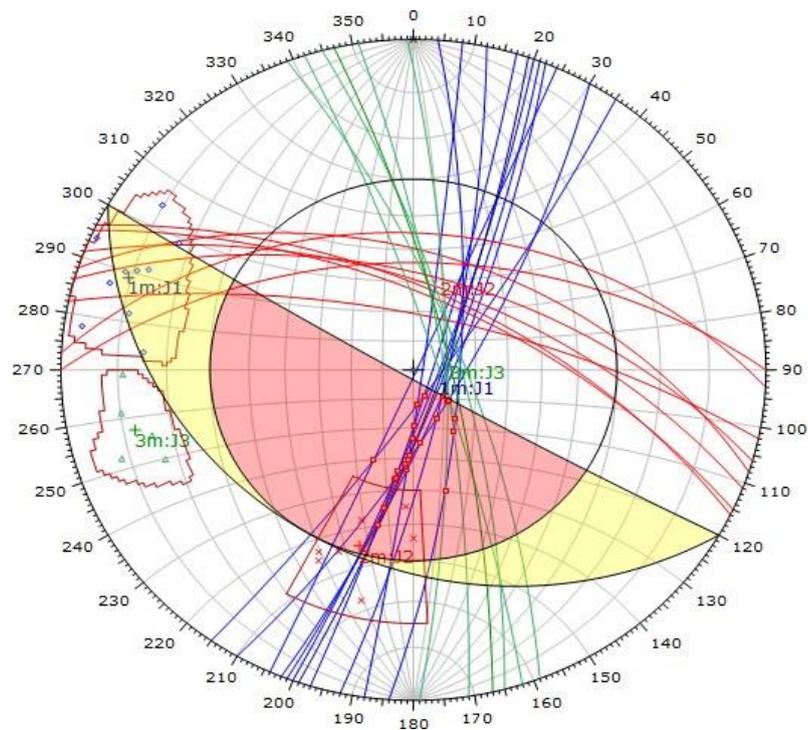
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	22 (22 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

- **Falla en Cuña:** El análisis estereográfico evidencia que las discontinuidades tienen una probabilidad baja y por las características de orientación del macizo rocoso la familia J1 y J3 cumplen las condiciones para producir la falla en cuña.

Figura 29

Análisis estereográfico, falla tipo cuña, utilizando como criterio el cono de fricción y el talud sin límites laterales, en el talud 4.



Fuente: Software Dips.

Figura 28

Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 9.52% de deslizamiento en cuña.

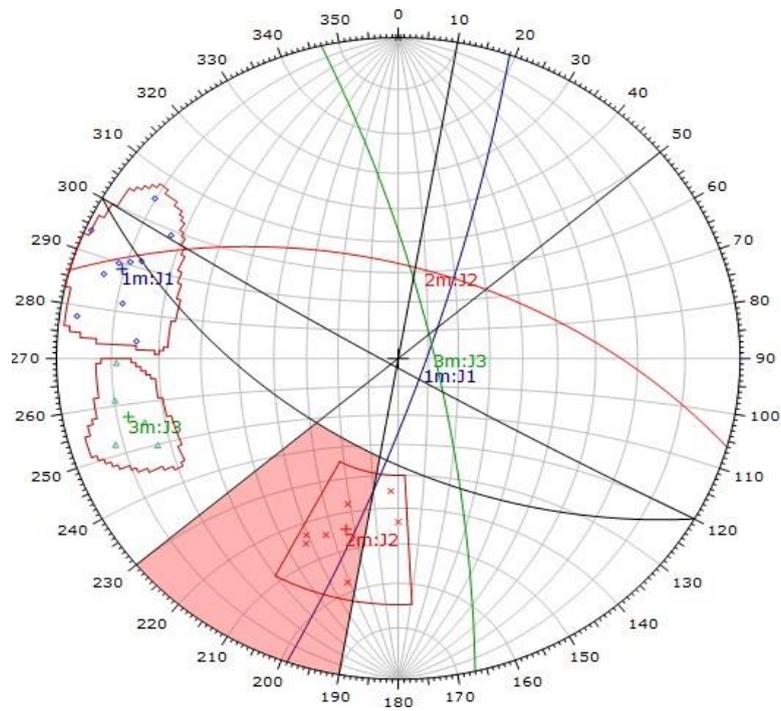
Symbol	EXTRA1	Quantity
◇	J1	10
×	J2	7
△	J3	5
Symbol Feature		
■	Critical Intersection	
Kinematic Analysis		Wedge Sliding
Slope Dip		87
Slope Dip Direction		210
Friction Angle		30°
		Critical
		Total
		%
Wedge Sliding		22
		231
		9.52%
Plot Mode		Pole Vectors
Vector Count		22 (22 Entries)
Intersection Mode		Grid Data Planes
Intersections Count		231
Hemisphere		Lower
Projection		Equal Angle

Fuente: Software Dips.

- Falla en vuelco:** El análisis estereográfico evidencia que la familia J2 cumple con las condiciones para producir la falla en vuelco debido a las características de orientación del macizo rocoso.

Figura 30

Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de ± 20 y la envolvente del talud N°04.



Fuente: Software Dips.

Figura 31

Valores de ángulo de fricción y del talud N°04, con probabilidad de 71.43% de deslizamiento de falla por vuelco.

Symbol	EXTRA1	Quantity		
◇	J1	10		
×	J2	7		
△	J3	5		
Kinematic Analysis		Flexural Toppling		
Slope Dip		87		
Slope Dip Direction		210		
Friction Angle		30°		
Lateral Limits		20°		
		Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)		5	22	22.73%
Flexural Toppling (Set 2)		5	7	71.43%
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		22 (22 Entries)		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

Fuente: Software Dips.

3.1.40. Estación Geomecánica

Tabla 6

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°03- talud N°05.

MAPEO GEOTECNICO																				
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																				
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 03					TALUD N° 05							
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA:			FINAL DE PROGRESIVA:		COORDENADAS DE ESTACIÓN		DATUM WGS84	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			ESTE: 07+808		07+821					
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	772150	9190831	1846	ZONA 17 S	
UBICACIÓN DE PROYECTO																				
DISTRITO : ASUNCIÓN																				
PROVINCIA : CAJAMARCA																				
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																				
DIMENSIONES DEL TALUD																				
												Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction				
												13m	20m	6	84°	96				
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				ROD (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 75-90				VALOR: Separadas				VALOR: 3- 10 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR:	VALOR: Altamente meteorizada				
PUNTAJE: 7				PUNTAJE: 17				PUNTAJE:15				PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 1				
GSI: 49												AGUA		RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	32			
												VALOR: Húmedo			VALOR: Medias	CLASE NÚMERO	IV			
												PUNTAJE: 7		57	PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Malo			
																				

Fuente: Propia.

3.1.41. Estación Geomecánica

Tabla 7

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°04- talud N°06.

MAPEO GEOTÉCNICO																		
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																		
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 04				TALUD N° 06						
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 07+821		FINAL DE PROGRESIVA: 07+830						
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DESCRIPCIÓN		
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE: 772147	NORTE: 9190804	COTA: 1860		DATUM WGS84	
													UBICACIÓN DE PROYECTO			<p>Talud compuesta por interalación de calizas en un 90% y 10 % de lutitas calcareas, ademas de presentar una capa de suelo con pequenos arbustos. Dicho talud está afectado por acción antrópica.</p> 		
1	292	49	22	340	45	70							DISTRITO : ASUNCIÓN					
2	291	47	21	335	47	65							PROVINCIA : CAJAMARCA					
3	286	49	16	341	60	71							DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
4	272	67	2	329	65	59							DIMENSIONES DEL TALUD					
5	278	60	8	333	50	63							Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT		DIP	Dip Direction
6	268	63	358										9m	25m	10		78°	100
7	292	59	22															
8	274	75	4															
9	259	80	349															
10	255	75	345															
11																		
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.				VALOR: 50-75			VALOR: Separadas			VALOR: 1-3 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Moderadamente				
PUNTAJE: 4				PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 15			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3				
GSI: 50				AGUA			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		29						
				VALOR: Húmedo				VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		IV						
				PUNTAJE: 7				54		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo				

Fuente: Propia.

3.1.42. Estación Geomecánica

Tabla 8

Mapa geotécnico de la estación geomecánica N°05- talud N°07

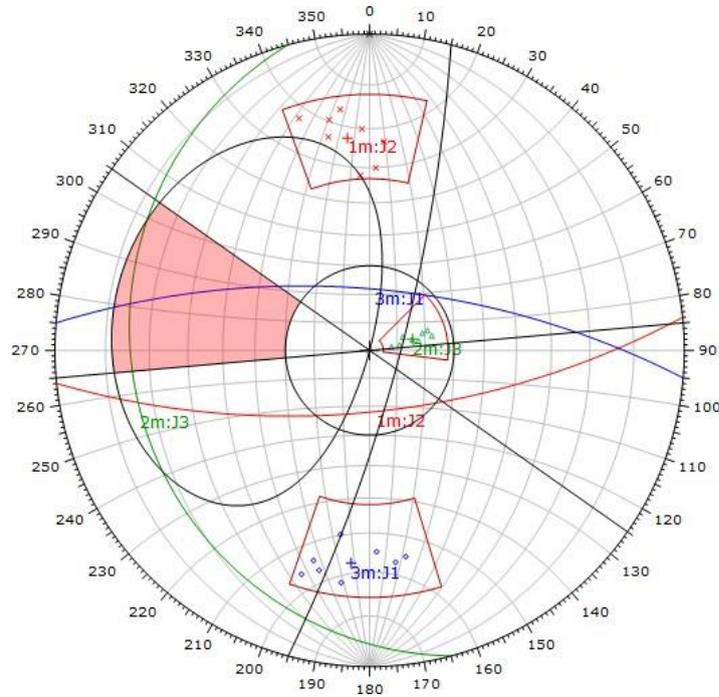
MAPEO GEOTECNICO																															
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																															
ELABORADO POR : CARLO GUEVARA MENDOZA JHANCARLOS VIGO CASANOVA					JEAN OSCAR		FECHA: 25/01/2021			ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 05										TALUD N° 07											
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES															INICIO DE PROGRESIVA: 07+830			FINAL DE PROGRESIVA: 07+856							COORDENADAS DE ESTACIÓN					DESCRIPCIÓN	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			ESTE: 772149			NORTE: 9190774			COTA: 1882			DATUM WGS84									
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ZONA 17 S					<p>Macizo rocoso de calizas pertenecientes a la Formación Chulec, se evidencia falla tipo Cuña. Su erosión es baja, en la parte superior se encuentra cubierta por pequeños arbustos.</p> 													
	UBICACIÓN DE PROYECTO															DISTRITO : ASUNCIÓN															
	PROVINCIA : CAJAMARCA																														
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																														
	DIMENSIONES DEL TALUD															Longitud (m)							Altura del talud (m)		AZIMUT		DIP		Dip Direction		
RESISTENCIA DE LA ROCA					ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA					ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD					CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES																
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (MPa)					RQD (%)					ESPACIADO Promedio Total (mm)					PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION												
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.					VALOR: 50-75					VALOR: Muy Juntas					VALOR: 1-3 m	VALOR: Muy angosta	VALOR: Lisa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Moderadamente												
PUNTAJE: 4					PUNTAJE: 13					PUNTAJE: 5					PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 1	PUNTAJE:4	PUNTAJE: 3												
SMR- CORRECIÓN POR ORIENTACIÓN (ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES)		F1	0.15	CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN EL SMR		AGUA		RMR BÁSICO																							
		F2	1	VALOR	47		VALOR: Húmedo	46																							
		F3	-60	CLASE N°	III		PUNTAJE: 7																								
		F4	10	DESCRIPCIÓN	Normal																										
SMR = RMR BÁSICO + (F1*F2*F3)+F4		47		ROTURAS	Algunas juntas o muchas cuñas		CORRECCIÓN DE DISCON.		GSI: 51																						
				ESTABILIDAD	Parcialmente estable		VALOR: Muy favorable																								
				SOSTENIMIENTO OS	Sistemático		PUNTAJE: 0																								

Fuente: Propia.

- Falla Planar:** El análisis estereográfico muestra que ninguna de las discontinuidades cumple las condiciones para la falla del tipo planar debido a las características de orientación del macizo rocoso.

Figura 33

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud y límites laterales de ± 20 , posible falla planar en el talud N°07.



Fuente: Software Dips.

Figura 32

Valores de ángulo de fricción y del talud N°07, con probabilidad 0% de deslizamiento planar.

Symbol	SET	Quantity
◇	J1	8
×	J2	8
△	J3	8

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	79
Slope Dip Direction	105
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°
	Critical Total %
Planar Sliding (All)	0 24 0.00%

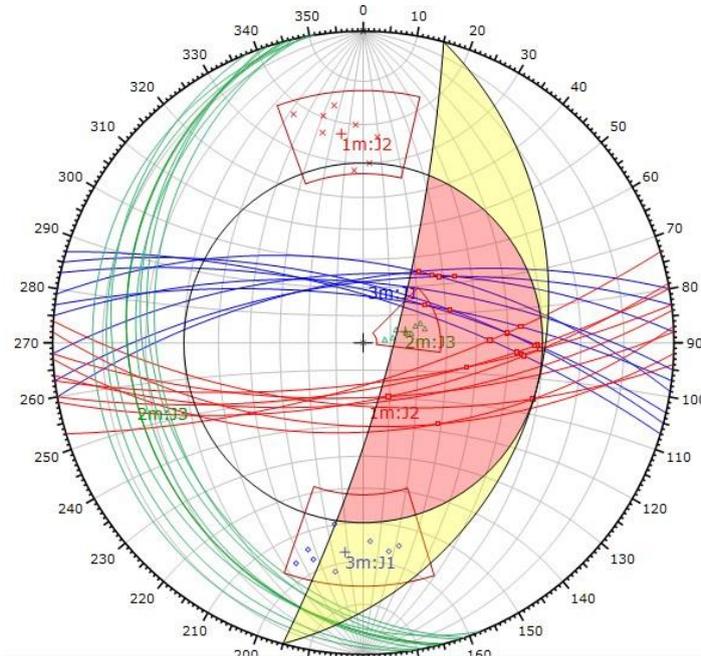
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	24 (24 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

- **Falla en Cuña:** El análisis estereográfico muestra que las discontinuidades del talud N°07 y por las características de orientación del macizo rocoso, muestran una probabilidad baja, además que la familia J1 y J2 cumplen las condiciones para producir la falla en cuña.

Figura 34

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°07 sin límites laterales.



Fuente: Software Dips.

Figura 35

Valores de ángulo de fricción y del talud N°07, con probabilidad de 8.33% de deslizamiento en cuña.

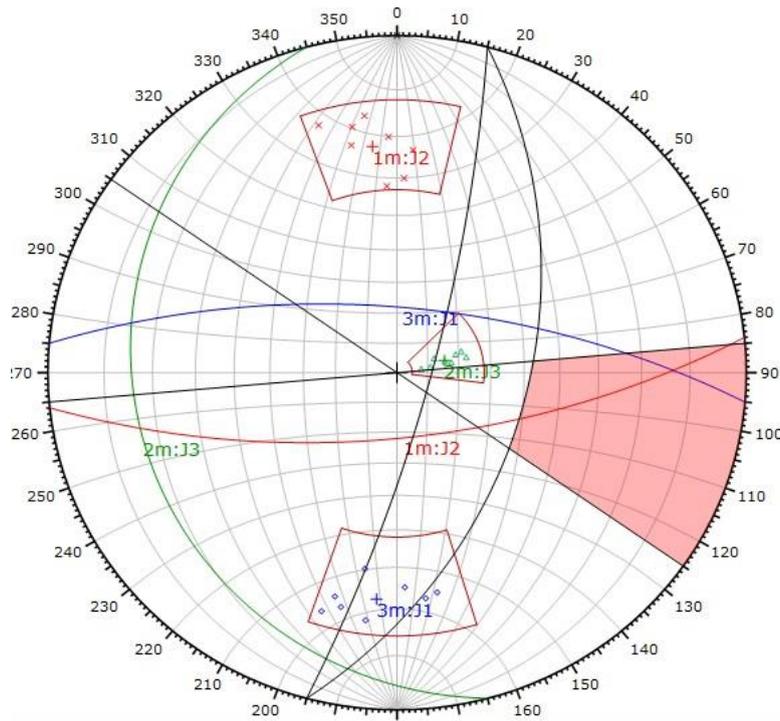
Symbol	SET	Quantity		
◇	J1	8		
×	J2	8		
△	J3	8		
Symbol	Feature			
■	Critical Intersection			
Kinematic Analysis		Wedge Sliding		
Slope Dip		79		
Slope Dip Direction		105		
Friction Angle		30°		
		Critical	Total	%
Wedge Sliding		23	276	8.33%
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		24 (24 Entries)		
Intersection Mode		Grid Data Planes		
Intersections Count		276		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

Fuente: Software Dips.

- Falla en vuelco:** El análisis estereográfico evidencia que ninguna de las familias cumple con las condiciones para producir la falla en vuelco debido a las características de orientación del macizo rocoso.

Figura 37

Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de ± 20 y la envolvente del talud N°07.



Fuente: Software Dips.

Figura 36

Valores de ángulo de fricción y del talud, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento por vuelco en el talud N°07.

Symbol	SET	Quantity
◇	J1	8
×	J2	8
△	J3	8

Kinematic Analysis	Flexural Toppling		
Slope Dip	79		
Slope Dip Direction	105		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	0	24	0.00%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	24 (24 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

3.1.6. Estación Geomecánica N°06

Tabla 9

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°06 - talud N°08.

MAPEO GEOTECNICO																								
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																								
ELABORADO POR : CARLO GUEVARA MENDOZA JHANCARLOS VIGO CASANOVA					JEAN OSCAR		FECHA: 26/01/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 06			TALUD N° 08											
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+856			FINAL DE PROGRESIVA: 08+908											
N° de discontinuidad	F1		F2		F3		F4		COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN										
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE: 772141			NORTE: 9190735	COTA: 1883	ZONA 17S						
	UBICACIÓN DE PROYECTO										DISTRITO : ASUNCIÓN		<p>Macizo rocoso de calizas pertenecientes a la Formación Chulec. Su erosión es baja, en la parte superior se encuentra cubierta por pequeños arbustos.</p>											
	DIMENSIONES DEL TALUD										LONGITUD (m)					ALTURA DEL TALUD (m)		AZIMUT		DIP		DIP DIRECTION		
											52m					30m		350		87		80		
	RESISTENCIA DE LA ROCA			ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES														
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)			ROD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA		APERTURA				RUGOSIDAD		RELLENO		ALTERACION				
	VALOR: 100 - 250 ; R5 - Muy resistente. Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.			VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 1-3 m		VALOR: Angosta				VALOR: Ligeramente rugosa		VALOR: Relleno Duro		VALOR: Ligeramente				
	PUNTAJE: 12			PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 4		PUNTAJE: 4				PUNTAJE: 3		PUNTAJE: 4		PUNTAJE: 5				
	SMR- CORRECCIÓN POR ORIENTACIÓN (ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES)		F1	1	CLASE DE MACIZO ROCOSO SEGÚN EL SMR		AGUA		RMR BÁSICO															
F2			1	VALOR	46	VALOR: Lig. Húmedo		63																
F3			-25	CLASE N°	III	PUNTAJE: 10																		
F4			8	DESCRIPCIÓN	Normal	CORRECCIÓN DE DISCON.																		
SMR = RMR BÁSICO + (F1*F2*F3)+F4			46			ROTURAS		Algunas juntas o muchas cuñas		VALOR: Muy favorable		GSI: 72												
						ESTABILIDAD		Parcialmente estable		PUNTAJE: 0														
						SOSTENIMIENTOS		Sistemático																

Fuente: Propia.

- Falla Planar:** El análisis estereográfico evidencia que en ninguna de las discontinuidades cumplen las condiciones para la falla del tipo planar debido a las características de orientación del macizo rocoso.

Figura 39

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud N°08 y límites laterales de ± 20 , posible falla planar en el talud N°08.

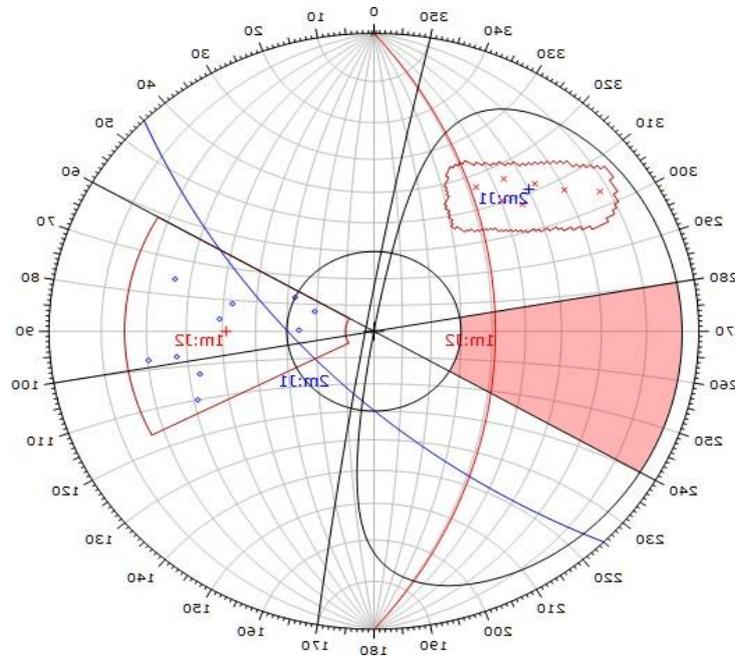


Figura 38

Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento planar.

Symbol	EXTRA1	Quantity
◇	J1	10
×	J2	7

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	87
Slope Dip Direction	80
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°
	Critical Total %
Planar Sliding (All)	0 17 0.00%

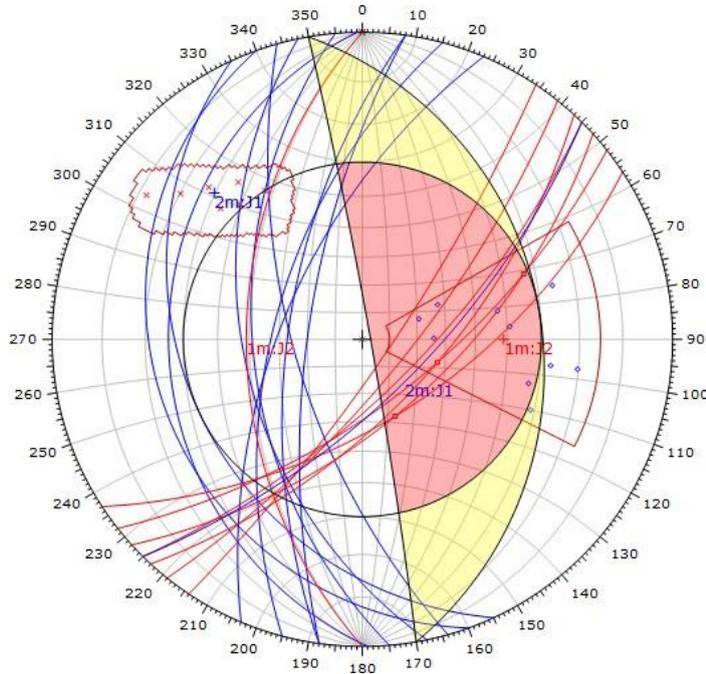
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	17 (17 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

- **Falla en Cuña:** El análisis estereográfico muestra que las discontinuidades del talud N°08 y por las características de orientación del macizo rocoso, muestran una probabilidad baja, además que las familias no cumplen las condiciones para producir la falla en cuña.

Figura 41

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°08, sin límites laterales.



Fuente: Software Dips.

Figura 40

Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 2.21% de deslizamiento en cuña.

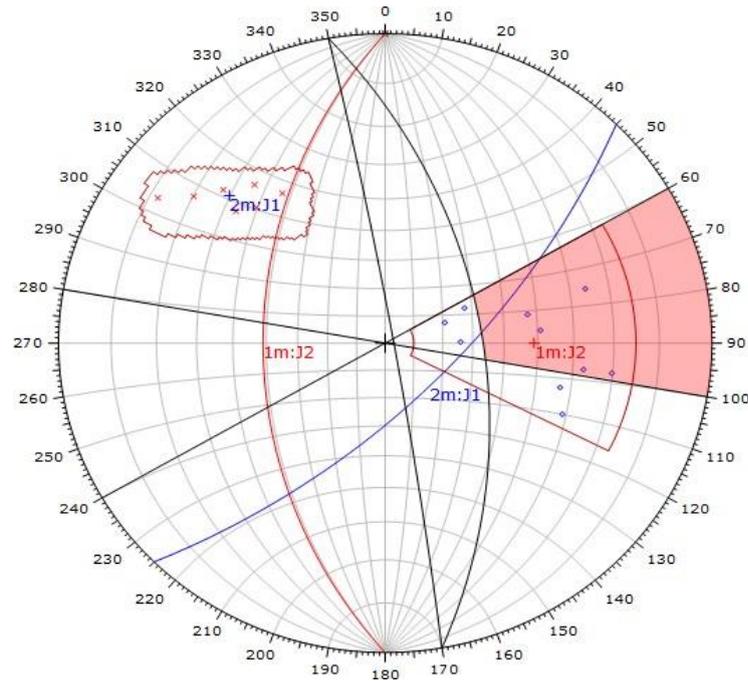
Symbol	EXTRA1	Quantity		
◇	J1	10		
×	J2	7		
Symbol	Feature			
■	Critical Intersection			
Kinematic Analysis		Wedge Sliding		
Slope Dip		87		
Slope Dip Direction		80		
Friction Angle		30°		
		Critical	Total	%
	Wedge Sliding	3	136	2.21%
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		17 (17 Entries)		
Intersection Mode		Grid Data Planes		
Intersections Count		136		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Angle		

Fu

- **Falla en vuelco:** El análisis estereográfico evidencia que la familia J2 cumple las condiciones para producir la falla en vuelco, debido a las características de orientación del macizo rocoso en el talud N°08.

Figura 43

Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de ± 20 y la envolvente del talud N°08.



Fuente: Software Dips.

Figura 42

Valores de ángulo de fricción y del talud N°08, con probabilidad de 50.00% de deslizamiento por vuelco en la familia J2.

Symbol	EXTRA1	Quantity		
◇	J1	10		
×	J2	7		

Kinematic Analysis	Flexural Toppling		
Slope Dip	87		
Slope Dip Direction	80		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	20°		
	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	5	17	29.41%
Flexural Toppling (Set 1)	5	10	50.00%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	17 (17 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

3.1.7. Estación Geomecánica N°07

Tabla 10

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°07- talud N°09.

MAPEO GEOTECNICO																								
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																								
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 07			TALUD N° 09													
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 07+908		FINAL DE PROGRESIVA: 08+005			DESCRIPCIÓN									
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN				DATUM WGS84 ZONA 17 S							
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE: 772108	NORTE: 9190652				COTA: 1884						
UBICACIÓN DE PROYECTO																								
DISTRITO : ASUNCIÓN																								
PROVINCIA : CAJAMARCA																								
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																								
DIMENSIONES DEL TALUD																								
<table border="1"> <tr> <td>Longitud (m)</td> <td>Altura del talud (m)</td> <td>AZIMUT</td> <td>DIP</td> <td>Dip Direction</td> </tr> <tr> <td>97m</td> <td>20m</td> <td>22</td> <td>76°</td> <td>112</td> </tr> </table>															Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction	97m	20m	22	76°	112
Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction																				
97m	20m	22	76°	112																				
<p>Compuesta por estratos de calizas calcáreas y lutitas calcáreas y margas amarillentas de la Formación Chúlec, con potencia entre 10 a 20 cm y su inclinación de 10 a 30 grados. Evidencia vegetación como pencas y tayos, además por acción antrópica aumenta la erosión.</p>																								
RESISTENCIA DE LA ROCA			ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES						SW		NE							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)			ROD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION											
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.			VALOR: 25-50			VALOR: Juntas			VALOR: <1 m	VALOR: Muy abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Altamente meteorizada											
PUNTAJE: 4			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 6	PUNTAJE: 0	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 0	PUNTAJE: 1											
GSI: 32			AGUA			CORRECCIÓN DE DISCON.			RMR BÁSICO AJUSTADO			5												
			VALOR: Flujo			RMR BÁSICO			VALOR: Medias			CLASE NÚMERO			V									
			PUNTAJE: 0			30			PUNTAJE: -25			CALIDAD (DESCRIPCIÓN)			Muy Malo									

Fuente: Propia.

3.1.8. Estación Geomecánica N°08.

Tabla 11

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°08- talud N°11.

MAPEO GEOTECNICO																		
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																		
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 08					TALUD N° 11					
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+024		FINAL DE PROGRESIVA: 08+841						
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:	ZONA 17 S		
UBICACIÓN DE PROYECTO																		
DISTRITO : ASUNCIÓN																		
PROVINCIA : CAJAMARCA																		
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																		
DIMENSIONES DEL TALUD																		
Longitud (m) Altura del talud (m) AZIMUT DIP Dip Direction																		
17m 28m 10 78° 100																		
1	292	49	22	340	45	70												Compuesta por estratos de calizas y lutitas potencia 70% y margas amarillentas en una 30%, pertenecientes a la Formación Chúlec, notándose bien estratificadas con inclinación mayor a 80 grados. La erosión ocasiona desprendimientos de pequeños bloques de roca.
2	291	47	21	335	47	65												
3	286	49	16	341	60	71												
4	272	67	2	329	65	59												
5	278	60	8															
6	268	63	358															
7	292	59	22															
8	274	77	4															
9	259	80	349															
10	255	75	345															
11																		
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.				VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 10-20 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Altamente meteorizada				
PUNTAJE: 4				PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 1				
GSI: 30				AGUA			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		14						
				VALOR: Húmedo				VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		V						
				PUNTAJE: 7			39		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Muy Malo					

Fuente: Propia.

3.1.9. Estación Geomecánica N°09

Tabla 12

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°09 - talud N°12.

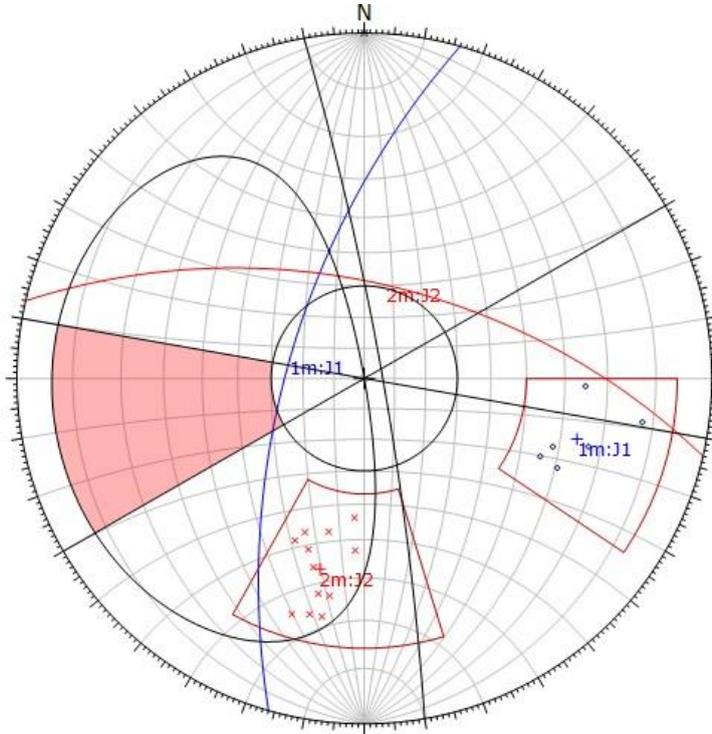
MAPEO GEOTECNICO																		
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																		
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 09					TALUD N° 12					
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+041		FINAL DE PROGRESIVA: 08+056						
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN	
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:			ZONA 17 S
1	294	57	24	5	46	95	114	44	204				772103	9190595	1889		Compuesta por estratificación de calizas y lutitas grisáceas, pertenecientes a la Formación Chulec. Evidencia escorrentía de agua la cual aumenta la erosión del talud además de generar desprendimientos pequeños de bloques de roca.	
2	279	74	9	23	53								UBICACIÓN DE PROYECTO					
3	271	75	1										DISTRITO : ASUNCIÓN					
4	284	84	14										PROVINCIA : CAJAMARCA					
5													DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
6													DIMENSIONES DEL TALUD					
7													Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP		Dip Direction
8													15m	21m	30	81°		120
9																		
10																		
11																		
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (MPa)				ROD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 100 - 250 : R5 - Muy resistente . Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 75-90			VALOR: Separadas			VALOR: 10-20 m	VALOR: Muy angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Moderadamente				
PUNTAJE: 12				PUNTAJE: 17			PUNTAJE: 15			PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 3				
GSI: 70				AGUA			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		40						
				VALOR: Húmedo				VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		IV						
				PUNTAJE: 7			65		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo					

Fuente: Propia.

- Falla Planar:** El análisis estereográfico evidencia que en ninguna de las discontinuidades cumplen las condiciones para la falla del tipo planar debido a las características de orientación del macizo rocoso en el talud N°13.

Figura 45

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción, la envolvente del talud N°08 y límites laterales de ± 20 , posible falla planar en el talud N°13.



Fuente: Software Dips.

Figura 44

Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 0.00% de deslizamiento planar.

Symbol	SET	Quantity
◇	J1	6
×	J2	12

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	84
Slope Dip Direction	80
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°
	Critical Total %
Planar Sliding (All)	0 18 0.00%

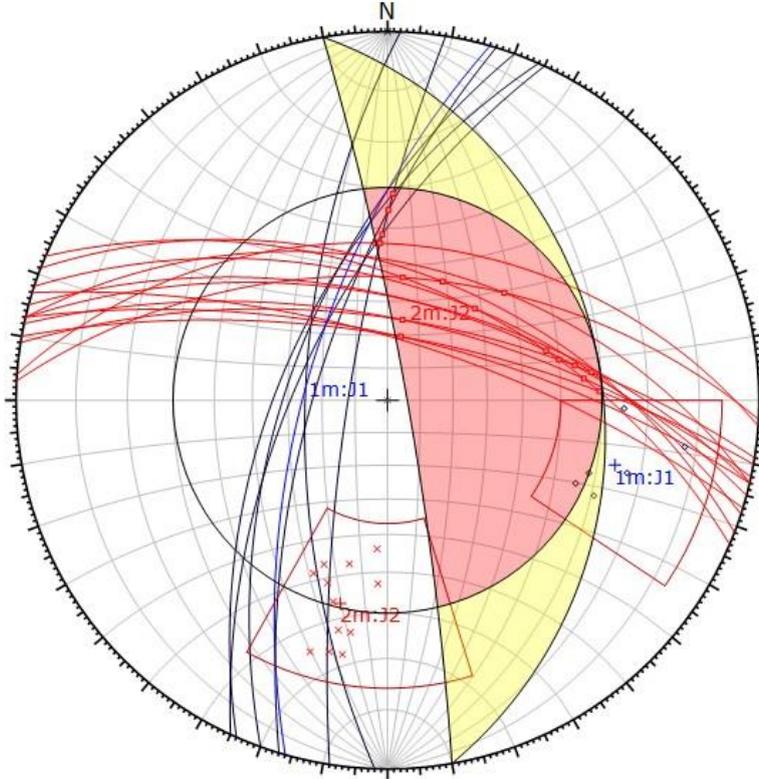
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

- Falla en Cuña:** El análisis estereográfico muestra que las discontinuidades del talud N°13 y por las características de orientación del macizo rocoso, muestran una probabilidad baja, además que la familia J1 y J2 cumplen las condiciones para producir la falla en cuña.

Figura 47

Análisis estereográfico utilizando como criterio el cono de fricción y el talud N°13, sin límites laterales.



Fuente: Software Dips.

Figura 46

Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 11.11% deslizamiento en cuña.

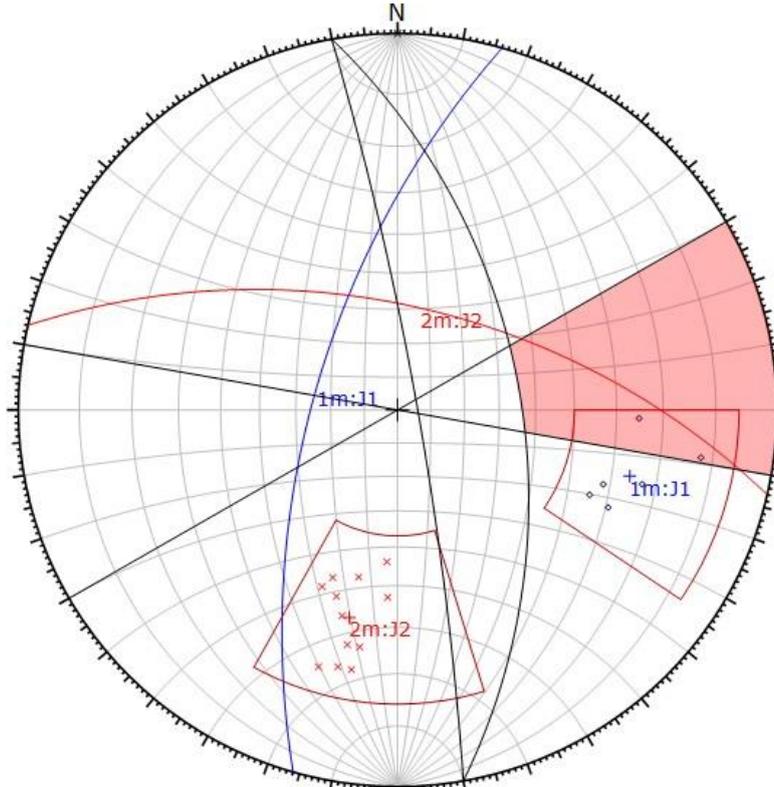
Symbol	SET	Quantity	
◇	J1	6	
×	J2	12	
Symbol	Feature		
■	Critical Intersection		
Kinematic Analysis		Wedge Sliding	
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	80		
Friction Angle	30°		
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	17	153	11.11%
Plot Mode	Pole Vectors		
Vector Count	18 (18 Entries)		
Intersection Mode	Grid Data Planes		
Intersections Count	153		
Hemisphere	Lower		
Projection	Equal Angle		

Fuente: Software Dips.

- Falla en vuelco:** El análisis estereográfico evidencia que la familia J1 cumple las condiciones para producir la falla en vuelco debido a las características de orientación del macizo rocoso del talud N°13.

Figura 48

Análisis estereográfico utilizando como criterio límites laterales de ± 20 y la envolvente del talud N°13.



Fuente: Software Dips.

Figura 49

Valores de ángulo de fricción y del talud N°13, con probabilidad de 33.33% deslizamiento por vuelco.

Symbol	SET	Quantity
◇	J1	6
×	J2	12

Kinematic Analysis	Flexural Toppling
Slope Dip	84
Slope Dip Direction	80
Friction Angle	30°
Lateral Limits	20°

	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	2	18	11.11%
Flexural Toppling (Set 1)	2	6	33.33%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Fuente: Software Dips.

3.1.10. Estación Geomecánica N°11

Tabla 13

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°11- talud N°14.

MAPEO GEOTECNICO																			
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																			
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 11				TALUD N° 14							
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES															INICIO DE PROGRESIVA: 08+100		FINAL DE PROGRESIVA: 08+124		
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN	
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:	ZONA 17 S			
													UBICACIÓN DE PROYECTO						
	1	289	65	19	227	26	317	178	41	268	14	40	104	DISTRITO : ASUNCIÓN					
	2	277	67	7	205	38	295	160	62	250	214	46	304	PROVINCIA : CAJAMARCA					
	3	265	71	355	14	51	104	165	50	255	199	35	289	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
	4	302	74	32	234	33	324							DIMENSIONES DEL TALUD					
	5	263	58	353										Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP		Dip Direction
	6	279	81	9										24m	28m	20	61°		110
	7																		
	8																		
9																			
10																			
11																			
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION			
VALOR: 100 - 250 ; R5 - Muy resistente. Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 50-75				VALOR: Separadas				VALOR: 1-3 m	VALOR: Muy angosta	VALOR: Rugoso	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Ligeramente			
PUNTAJE: 12				PUNTAJE: 13				PUNTAJE: 15				PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 5			
GSI:64							AGUA		RMR BÁSICO		CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		13				
							VALOR: Lig. Húmedo				VALOR: Desfavorable		CLASE NÚMERO		V				
							PUNTAJE: 10		73		PUNTAJE: -50		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Muy Malo				

Fuente: Propia.

3.1.11. Estación Geomecánica N°12

Tabla 14

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°12 - talud N°16.

MAPEO GEOTECNICO																					
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																					
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA				FECHA: 24/02/2021		ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 12				TALUD N° 16											
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA: 08+180		FINAL DE PROGRESIVA: 08+210		COORDENADAS DE ESTACIÓN		DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			ESTE:	NORTE:	COTA:						
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	772078	9190440	1908	UBICACIÓN DE PROYECTO					
DISTRITO : ASUNCIÓN																					
PROVINCIA : CAJAMARCA																					
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																					
DIMENSIONES DEL TALUD																					
Longitud (m) Altura del talud (m) AZIMUT DIP Dip Direction																					
40m 28m 38 89° 128																					
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)				RQD (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA		APERTURA		RUGOSIDAD		RELLENO		ALTERACION	
VALOR: 25-5 ; R2 - Débil. Puede cortarse con di fiuitad con una navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente la roca con la punta del m atillo.				VALOR: 25-50				VALOR: Juntas				VALOR: 3- 10 m		VALOR: Abierta		VALOR: Ligeramente rugosa		VALOR: Relleno Duro		VALOR: Altamente meteorizada	
PUNTAJE: 2				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 2		PUNTAJE: 1		PUNTAJE: 3		PUNTAJE: 2		PUNTAJE: 1	
GSI: 39				AGUA				RMR BÁSICO		CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		9							
				VALOR: Húmedo				34		VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		V							
				PUNTAJE: 7				34		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Muy Malo							

Se observa bancos de calizas grisáceas en un 30% y margas amarillentas 70% pertenecientes a la Formación Chúlec. Por acción antrópica la erosión del talud va en aumento. Presencia de vegetación como tayos y pencas además de una falla normal, con vetilleo de calcita.



Fuente: Propia.

3.1.12. Estación Geomecánica N°13

Tabla 15

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°13 - talud N°17.

MAPEO GEOTECNICO																																																																																																																																																																																																																														
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																																																																																																																																																																																																																														
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 13			TALUD N° 17																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="12">ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES</th> <th colspan="2">INICIO DE PROGRESIVA:</th> <th colspan="1">FINAL DE PROGRESIVA:</th> <th colspan="2">COORDENADAS DE ESTACIÓN</th> <th colspan="1">DATUM WGS84</th> <th colspan="1" rowspan="2">DESCRIPCIÓN</th> </tr> <tr> <th colspan="1" rowspan="2">N° de discontinuidad</th> <th colspan="3">F1</th> <th colspan="3">F2</th> <th colspan="3">F3</th> <th colspan="3">F4</th> <th colspan="1">08+220</th> <th colspan="1">08+241</th> <th colspan="1">ESTE:</th> <th colspan="1">NORTE:</th> <th colspan="1">COTA:</th> <th colspan="1">ZONA 17 S</th> </tr> <tr> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>DIP DIRECT</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>DIP DIRECT</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>DIP DIRECT</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>DIP DIRECT</th> <th colspan="2">UBICACIÓN DE PROYECTO</th> <th colspan="5" rowspan="11"> Se observa estratificación con potencia que varía entre 10 a 30 cm de calizas calcáreas, lutitas y margas amarillentas, pertenecientes a la Formación Chulec, con inclinación mayor a 75°. </th> </tr> <tr> <td colspan="15">DISTRITO : ASUNCIÓN</td> </tr> <tr> <td colspan="15">PROVINCIA : CAJAMARCA</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DEPARTAMENTO : CAJAMARCA</td> </tr> <tr> <td colspan="15">DIMENSIONES DEL TALUD</td> </tr> <tr> <td colspan="15"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Longitud (m)</th> <th>Altura del talud (m)</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>Dip Direction</th> </tr> <tr> <td>21m</td> <td>25m</td> <td>11</td> <td>89°</td> <td>101</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="15"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RESISTENCIA DE LA ROCA</th> <th>ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA</th> <th>ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD</th> <th colspan="5">CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES</th> </tr> <tr> <td>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)</td> <td>RQD (%)</td> <td>ESPACIADO Promedio Total (mm)</td> <td>PERSISTENCIA</td> <td>APERTURA</td> <td>RUGOSIDAD</td> <td>RELLENO</td> <td>ALTERACION</td> </tr> <tr> <td>VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.</td> <td>VALOR: 25-50</td> <td>VALOR: juntas Moderno</td> <td>VALOR: 3- 10 m</td> <td>VALOR: Abierta</td> <td>VALOR: Ligeramente rugosa</td> <td>VALOR: Relleno Duro</td> <td>VALOR: Altamente meteorizada</td> </tr> <tr> <td>PUNTAJE: 4</td> <td>PUNTAJE: 8</td> <td>PUNTAJE: 10</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> <td>PUNTAJE: 3</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <h1>GSI: 45</h1> </td> <td colspan="1">AGUA</td> <td colspan="1">CORRECCIÓN DE DISCON.</td> <td colspan="1">RMR BÁSICO AJUSTADO</td> <td colspan="2">13</td> </tr> <tr> <td colspan="1">VALOR: Húmedo</td> <td colspan="1">VALOR: Medias</td> <td colspan="1">CLASE NÚMERO</td> <td colspan="2">V</td> </tr> <tr> <td colspan="1">PUNTAJE: 7</td> <td colspan="1">38</td> <td colspan="1">PUNTAJE: -25</td> <td colspan="1">CALIDAD (DESCRIPCIÓN)</td> <td colspan="2">Muy Malo</td> </tr> </table>															ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA:		FINAL DE PROGRESIVA:	COORDENADAS DE ESTACIÓN		DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN	N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			08+220	08+241	ESTE:	NORTE:	COTA:	ZONA 17 S	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	UBICACIÓN DE PROYECTO		Se observa estratificación con potencia que varía entre 10 a 30 cm de calizas calcáreas, lutitas y margas amarillentas, pertenecientes a la Formación Chulec, con inclinación mayor a 75°.					DISTRITO : ASUNCIÓN															PROVINCIA : CAJAMARCA															DEPARTAMENTO : CAJAMARCA															DIMENSIONES DEL TALUD															<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Longitud (m)</th> <th>Altura del talud (m)</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>Dip Direction</th> </tr> <tr> <td>21m</td> <td>25m</td> <td>11</td> <td>89°</td> <td>101</td> </tr> </table>															Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction	21m	25m	11	89°	101	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RESISTENCIA DE LA ROCA</th> <th>ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA</th> <th>ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD</th> <th colspan="5">CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES</th> </tr> <tr> <td>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)</td> <td>RQD (%)</td> <td>ESPACIADO Promedio Total (mm)</td> <td>PERSISTENCIA</td> <td>APERTURA</td> <td>RUGOSIDAD</td> <td>RELLENO</td> <td>ALTERACION</td> </tr> <tr> <td>VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.</td> <td>VALOR: 25-50</td> <td>VALOR: juntas Moderno</td> <td>VALOR: 3- 10 m</td> <td>VALOR: Abierta</td> <td>VALOR: Ligeramente rugosa</td> <td>VALOR: Relleno Duro</td> <td>VALOR: Altamente meteorizada</td> </tr> <tr> <td>PUNTAJE: 4</td> <td>PUNTAJE: 8</td> <td>PUNTAJE: 10</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> <td>PUNTAJE: 3</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> </tr> </table>															RESISTENCIA DE LA ROCA	ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA	ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD	CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES					RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)	RQD (%)	ESPACIADO Promedio Total (mm)	PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION	VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.	VALOR: 25-50	VALOR: juntas Moderno	VALOR: 3- 10 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Altamente meteorizada	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 8	PUNTAJE: 10	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1	<h1>GSI: 45</h1>			AGUA	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	13		VALOR: Húmedo	VALOR: Medias	CLASE NÚMERO	V		PUNTAJE: 7	38	PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Muy Malo										
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES												INICIO DE PROGRESIVA:		FINAL DE PROGRESIVA:	COORDENADAS DE ESTACIÓN		DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN																																																																																																																																																																																																												
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			08+220	08+241	ESTE:	NORTE:	COTA:		ZONA 17 S																																																																																																																																																																																																											
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	UBICACIÓN DE PROYECTO		Se observa estratificación con potencia que varía entre 10 a 30 cm de calizas calcáreas, lutitas y margas amarillentas, pertenecientes a la Formación Chulec, con inclinación mayor a 75°.																																																																																																																																																																																																															
DISTRITO : ASUNCIÓN																																																																																																																																																																																																																														
PROVINCIA : CAJAMARCA																																																																																																																																																																																																																														
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																																																																																																																																																																																																																														
DIMENSIONES DEL TALUD																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Longitud (m)</th> <th>Altura del talud (m)</th> <th>AZIMUT</th> <th>DIP</th> <th>Dip Direction</th> </tr> <tr> <td>21m</td> <td>25m</td> <td>11</td> <td>89°</td> <td>101</td> </tr> </table>																				Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction	21m	25m	11	89°	101																																																																																																																																																																																																	
Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction																																																																																																																																																																																																																										
21m	25m	11	89°	101																																																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>RESISTENCIA DE LA ROCA</th> <th>ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA</th> <th>ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD</th> <th colspan="5">CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES</th> </tr> <tr> <td>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)</td> <td>RQD (%)</td> <td>ESPACIADO Promedio Total (mm)</td> <td>PERSISTENCIA</td> <td>APERTURA</td> <td>RUGOSIDAD</td> <td>RELLENO</td> <td>ALTERACION</td> </tr> <tr> <td>VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.</td> <td>VALOR: 25-50</td> <td>VALOR: juntas Moderno</td> <td>VALOR: 3- 10 m</td> <td>VALOR: Abierta</td> <td>VALOR: Ligeramente rugosa</td> <td>VALOR: Relleno Duro</td> <td>VALOR: Altamente meteorizada</td> </tr> <tr> <td>PUNTAJE: 4</td> <td>PUNTAJE: 8</td> <td>PUNTAJE: 10</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> <td>PUNTAJE: 3</td> <td>PUNTAJE: 2</td> <td>PUNTAJE: 1</td> </tr> </table>																				RESISTENCIA DE LA ROCA	ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA	ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD	CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES					RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)	RQD (%)	ESPACIADO Promedio Total (mm)	PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION	VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.	VALOR: 25-50	VALOR: juntas Moderno	VALOR: 3- 10 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Altamente meteorizada	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 8	PUNTAJE: 10	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1																																																																																																																																																																											
RESISTENCIA DE LA ROCA	ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA	ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD	CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES																																																																																																																																																																																																																											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAJIAL (MPa)	RQD (%)	ESPACIADO Promedio Total (mm)	PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION																																																																																																																																																																																																																							
VALOR: 50 - 25; R3 - Media. No se puede contar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.	VALOR: 25-50	VALOR: juntas Moderno	VALOR: 3- 10 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Altamente meteorizada																																																																																																																																																																																																																							
PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 8	PUNTAJE: 10	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1																																																																																																																																																																																																																							
<h1>GSI: 45</h1>			AGUA	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	13																																																																																																																																																																																																																								
			VALOR: Húmedo	VALOR: Medias	CLASE NÚMERO	V																																																																																																																																																																																																																								
			PUNTAJE: 7	38	PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Muy Malo																																																																																																																																																																																																																							
1	274	82	4	92	89	182	18	36	108	212	43	302																																																																																																																																																																																																																		
2	266	88	356	114	46	204	24	27	114	208	51	298																																																																																																																																																																																																																		
3	277	81	7	106	94	196				217	48	307																																																																																																																																																																																																																		
4	275	90	5	120	86	210																																																																																																																																																																																																																								
5	289	88	19	135	78	225																																																																																																																																																																																																																								
6	254	87	344																																																																																																																																																																																																																											
7	272	89	2																																																																																																																																																																																																																											
8	263	88	353																																																																																																																																																																																																																											
9																																																																																																																																																																																																																														
10																																																																																																																																																																																																																														
11																																																																																																																																																																																																																														

Fuente: Propia.

3.1.13. Estación Geomecánica N°14

Tabla 16

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°14- talud N°19.

MAPEO GEOTECNICO																										
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																										
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 14			TALUD N° 19															
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES											INICIO DE PROGRESIVA: 08+350		FINAL DE PROGRESIVA: 08+405		DESCRIPCIÓN											
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84 ZONA 17 S										
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:											
UBICACIÓN DE PROYECTO																										
DISTRITO : ASUNCIÓN																										
PROVINCIA : CAJAMARCA																										
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																										
DIMENSIONES DEL TALUD																										
		Longitud (m)		Altura del talud (m)		AZIMUT		DIP		Dip Direction																
		55m		15m		15		72°		105																
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES														
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA			APERTURA			RUGOSIDAD			RELLENO			ALTERACION		
VALOR: 25-5; R2 - Débil. Puede cortarse con dificultad con una navaja; se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente la roca con la punta del martillo.				VALOR: 25-50				VALOR: Muy Juntas				VALOR: 3- 10 m			VALOR: Abierta			VALOR: Ligeramente rugosa			VALOR: Relleno Duro			VALOR: Altamente meteorizada		
PUNTAJE: 2				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 5				PUNTAJE: 2			PUNTAJE: 1			PUNTAJE: 3			PUNTAJE: 2			PUNTAJE: 1		
GSI: 24				AGUA				CORRECCIÓN DE DISCON.				RMR BÁSICO AJUSTADO			6											
				VALOR: Húmedo				RMR BÁSICO				VALOR: Medias			CLASE NÚMERO			V								
				PUNTAJE: 7				31				PUNTAJE: -25			CALIDAD (DESCRIPCIÓN)			Muy Malo								
<p>Compuesta por estratos de calizas grisáceas de la Formación Chulec y lutitas amarillo-anaranjado con evidente acción de limotización de la Formación Inca, zona de contacto entre las dos formaciones además de estar altamente erosionadas por acción antrópica.</p> 																										

Fuente: Propia.

3.1.14. Estación Geomecánica N°15

Tabla 17

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°15 - talud N°20.

MAPEO GEOTÉCNICO																	
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																	
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 24/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 15				TALUD N° 20					
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES																	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN				
	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:	DATUM WGS84	
													772078	9190245	1928	ZONA 17 S	
UBICACIÓN DE PROYECTO																	
DISTRITO : ASUNCIÓN																	
PROVINCIA : CAJAMARCA																	
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																	
DIMENSIONES DEL TALUD																	
													Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction
													23m	41m	310	78°	40
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION			
VALOR: 100 - 250 - R5 - Muy resistente. Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 75-90			VALOR: Separadas			VALOR: 1-3 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Ligeramente			
PUNTAJE: 12				PUNTAJE: 17			PUNTAJE:15			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 5			
GSI: 69							AGUA		RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	49					
							VALOR: Lig. H húmedo			VALOR: Medias	CLASE NÚMERO	III					
							PUNTAJE: 10		74	PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Medio					
DESCRIPCIÓN																	
Compuesta por estratos de cuarcita de 25cm a 40 cm de la Formación Farrat con inclinación entre 70° a 85°, con presencia de vetillas de cuarzo. Talud altamente erosionado ocasionando el desprendimiento de bloques de roca.																	
																	

Fuente: Propia.

3.1.15. Estación Geomecánica N°16

Tabla 18

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°16- talud N°21.

MAPEO GEOTECNICO																
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021			ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 16			TALUD N° 21					
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES											INICIO DE PROGRESIVA: 08+428		FINAL DE PROGRESIVA: 08+463		DESCRIPCIÓN	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84
	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	ESTE:	NORTE:		
											UBICACIÓN DE PROYECTO			ZONA 17 S		
											DISTRITO : ASUNCIÓN					
											PROVINCIA : CAJAMARCA			Compuesta por estratos de cuarcita de la Formación Farrat con inclinación entre 72° a 84°, y una potencia entre 20 a 40 cm, con ventilas de cuarzo. Levemente erosionado.		
											DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
											DIMENSIONES DEL TALUD					
											Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP		Dip Direction
											35m	18m	233	64°		323
RESISTENCIA DE LA ROCA			ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)			RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION			
VALOR: 100 - 250 ; R5 - Muy resistente. Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.			VALOR: 75-90			VALOR:			VALOR: 3- 10 m	VALOR: Muy angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Moderadamente			
PUNTAJE: 12			PUNTAJE: 17			PUNTAJE: 20			PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3			
GSI: 78									AGUA	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO		73			
									VALOR: Lig. Húmedo			RMR BÁSICO	VALOR: Muy favorable	CLASE NÚMERO		II
									PUNTAJE: 10			73	PUNTAJE: 0	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Bueno
																

Fuente: Propia.

3.1.16. Estación Geomecánica N°17

Tabla 19

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°17- talud N°22.

MAPEO GEOTECNICO																				
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																				
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA				FECHA: 25/02/2021		ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°: 17			TALUD N° 22											
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES													INICIO DE PROGRESIVA: 08+463		FINAL DE PROGRESIVA: 08+520					
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN		
	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	ESTE: 772113	NORTE: 9190300	COTA: 1933	ZONA 17 S				
UBICACIÓN DE PROYECTO													DISTRITO : ASUNCIÓN							
PROVINCIA : CAJAMARCA													DEPARTAMENTO : CAJAMARCA							
DIMENSIONES DEL TALUD													Longitud (m)		Altura del talud (m)	AZIMUT		DIP	Dip Direction	
													57m		22m	195		85°	285	
RESISTENCIA DE LA ROCA			ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)			RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION							
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.			VALOR: 25-50			VALOR: Juntas			VALOR: 10-20 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Altamente meteorizada							
PUNTAJE: 4			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 1							
GSI: 38						AGUA			CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO		34								
						VALOR: Húmedo			RMR BÁSICO	VALOR: Muy favorable		CLASE NÚMERO		IV						
						PUNTAJE: 7			34	PUNTAJE: 0		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo						

Fuente: Propia.

3.1.17. Estación Geomecánica N°18

Tabla 20

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°18- talud N°23.

MAPEO GEOTECNICO																			
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																			
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 18			TALUD N° 23								
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES					INICIO DE PROGRESIVA: 08+520			FINAL DE PROGRESIVA: 08+558											
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DESCRIPCIÓN			
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:		DATUM WGS84		
													772141	9190326	1937		ZONA 17 S		
	UBICACIÓN DE PROYECTO																		
	DISTRITO : ASUNCIÓN																		
	PROVINCIA : CAJAMARCA																		
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																		
	DIMENSIONES DEL TALUD																		
														Longitud (m)	Altura del talud (m)		AZIMUT	DIP	Dip Direction
														38m	57m		233	80°	323
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLEVO	ALTERACION					
VALOR: 100 - 250. R5 - Muy resistente. Se necesita muchos golpes con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 50-75			VALOR: juntas Modern			VALOR: 3- 10 m	VALOR: Abierta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Blando	VALOR: Moderadamente					
PUNTAJE: 12				PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 10			PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 1	PUNTAJE: 3					
GSI: 47				AGUA			CORRECCIÓN DE DISCON.			RMR BÁSICO AJUSTADO		30							
				VALOR: Lig. H úmedo			RMR BÁSICO			VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		IV					
				PUNTAJE: 10			55			PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo					

Fuente: Propia.

3.1.18. Estación Geomecánica N°19

Tabla 21

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°19 - talud N°24.

MAPEO GEOTÉCNICO																		
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																		
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 19			TALUD N° 24							
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA:					FINAL DE PROGRESIVA:			
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN	
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:			ZONA 17 S
1	293	70	23	167	18	257	184	15	274				772152	9190358	1940		<p>Compuesta por estratos de calizas grisáceas en un 60% y margas amarillentas en un 40%, con una inclinación mayor a 80° parte de la Formación Chúlec, levemente alteradas.</p> 	
2	295	77	25	198	22	288	166	17	256				UBICACIÓN DE PROYECTO					
3	301	74	31	193	28	283	189	29	279				DISTRITO : ASUNCIÓN					
4	290	67	20	177	32	267							PROVINCIA : CAJAMARCA					
5	294	86	24										DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
6	277	78	7										DIMENSIONES DEL TALUD					
7													Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP		Dip Direction
8													37m	33m	203	75°		293
9																		
10																		
11																		
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES					NE		SW	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 1-3 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Moderadamente				
PUNTAJE: 7				PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3				
GSI: 44							AGUA			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	28					
							VALOR: Húmedo				VALOR: Medias	CLASE NÚMERO	IV					
							PUNTAJE: 7			53	PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Malo					

Fuente: Propia.

3.1.19. Estación Geomecánica N°20

Tabla 22

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°20 - talud N°26.

MAPEO GEOTÉCNICO																	
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																	
ELABORADO POR: - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 20			TALUD N° 26						
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA:					FINAL DE PROGRESIVA:		
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:		
1	111	73	201	121	59	211	211	54	301								<p>Compuesta por estratos de calizas calcáreas con mínima presencia de lutitas, presentando una inclinación entre 60° a 75° con evidencia de vetillas de calcita en partes alterada parte de la Formación Chúlec. Muestra bloques de rocas que han caído, por el fracturamiento a causa de la erosión del talud.</p> 
2	95	84	185	129	68	219	219	29	309								
3	99	81	189	114	70	204	170	38	260								
4	104	86	194	110	83												
5	124	68															
6	96	74															
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
RESISTENCIA DE LA ROCA					ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)					RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLEVO	ALTERACION		
VALOR: 50 - 25 ; R3 - Media. No se puede cortar con navaja; las muestras no se pueden romper con un golpe firme con el martillo.					VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 1-3 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Ligeramente		
PUNTAJE: 4					PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 5		
GSI: 46					AGUA			RMR BÁSICO		CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO		25				
					VALOR: Húmedo			RMR BÁSICO		VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		IV			
					PUNTAJE: 7			50		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo			

Fuente: Propia.

3.1.20. Estación Geomecánica N°21

Tabla 23

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°21 - talud N°28.

MAPEO GEOTÉCNICO																								
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																								
ELABORADO POR : - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA						FECHA: 25/02/2021		ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 21				TALUD N° 28												
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+757										FINAL DE PROGRESIVA: 08+820				
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84			DESCRIPCIÓN					
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:	ZONA 17 S								
																UBICACIÓN DE PROYECTO								
	DISTRITO : ASUNCIÓN																							
	PROVINCIA : CAJAMARCA																							
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																							
	DIMENSIONES DEL TALUD																							
														Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction						
														63m	52m	150	86°	240						
	RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA				ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD				CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa)				ROQ (%)				ESPACIADO Promedio Total (mm)				PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION								
VALOR : 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 25-50				VALOR: Juntas				VALOR: <1 m	VALOR: Angosta	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Moderadamente								
PUNTAJE: 7				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 8				PUNTAJE: 6	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 3								
GSI: 58										AGUA		RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO	53									
										VALOR: Lig. H úmedo			VALOR: Muy favorable	CLASE NÚMERO	III									
										PUNTAJE: 10		53	PUNTAJE: 0	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)	Medio									



Fuente: Propia.

3.1.21. Estación Geomecánica N°22

Tabla 24

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°22 - talud N°29.

MAPEO GEOTECNICO																	
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																	
ELABORADO POR: - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHAN CARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021			ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 22				TALUD N° 29					
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+820						FINAL DE PROGRESIVA: 08+870	
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84	DESCRIPCIÓN
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:		
1	304	58	34	198	24	288							772260	9190582	1963		<p>Compuesto estratos por calizas grisáceas, lutitas y margas amarillentas con inclinación mayor a 60°, parte de la Formación Chulec, levemente meteorizadas.</p> 
2	320	65	50	191	25	281											
3	309	75	39	212	45	302											
4	305	80	35														
5	290	78	20														
6	324	61	54														
7	296	57	26														
8																	
9																	
10																	
11													50m	48m	202	60°	
RESISTENCIA DE LA ROCA			ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)			RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION				
VALOR: 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.			VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 1-3 m	VALOR: Angosta	VALOR: Rugoso	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Moderadamente				
PUNTAJE: 7			PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 5	PUNTAJE: 2	PUNTAJE: 3				
GSI: 44						AGUA A			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.	RMR BÁSICO AJUSTADO		28				
						VALOR: Húmedo				53	VALOR: Medias	CLASE NÚMERO		IV			
						PUNTAJE: 7			-25		PUNTAJE: -25	CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo			

Fuente: Propia.

3.1.22. Estación Geomecánica N°23

Tabla 25

Mapeo geotécnico de la estación geomecánica N°23 - talud N°30.

MAPEO GEOTÉCNICO																			
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																			
ELABORADO POR: - JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA - OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA: 25/02/2021		ESTACIÓN GEOMECÁNICA N°: 23					TALUD N° 30							
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA: 08+870							FINAL DE PROGRESIVA: 08+970		
N° de discontinuidad	F1				F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN
	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP/DIRECT	ESTE:	NORTE:	COTA:	ZONA 17 S			
	1	105	65	195	306	51	36	189	33	279				772325	9190692	1967			
	2	90	48	180	314	48	44	215	24	305				UBICACIÓN DE PROYECTO					
	3	81	41	171	299	44	29	221	37	311				DISTRITO : ASUNCIÓN					
	4	76	42	166										PROVINCIA : CAJAMARCA					
	5	99	47	189										DEPARTAMENTO : CAJAMARCA					
	6													DIMENSIONES DEL TALUD					
	7													Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction	
	8													100m	54m	215	75°	305	
	9																		
10																			
11																			
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				RQD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLEVO	ALTERACION					
VALOR: 50 - 100 ; R4 - Resistente. Se necesita más de un golpe con el martillo geológico para romper la muestra.				VALOR: 50-75			VALOR: Juntas			VALOR: 1-3 m	VALOR:	VALOR: Ligeramente rugosa	VALOR: Relleno Duro	VALOR: Altamente meteorizada					
PUNTAJE: 7				PUNTAJE: 13			PUNTAJE: 8			PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 6	PUNTAJE: 3	PUNTAJE: 4	PUNTAJE: 1					
GSI: 47							AGUA			CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO		28					
							VALOR: Húmedo			RMR BÁSICO		VALOR: Medias		CLASE NÚMERO		IV			
							PUNTAJE: 7			53		PUNTAJE: -25		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)		Malo			

Fuente: Propia.

3.2.1. Estación Suelo N°01

Suelo aluvial compuesto en su mayor parte por bloques de areniscas subangulosos a subredondeados de la Formación Farrat de coloración amarillenta con leve oxidación superficial, soportadas en una matriz limo-arenosa pertenecientes a las margas de la Formación Chulec de coloración grisácea. Talud comprendido entre el km 07+580 al km 07+639.

Figura 50

Estación suelo N°01 – Talud N°01.



Fuente: Propia.

3.2.2. Estación Suelo N°02

Suelo aluvial compuesto en su mayor parte por bloques de areniscas subangulosos a subredondeados de la Formación Farrat de coloración amarillenta con leve oxidación superficial, soportadas en una matriz limo-arenosa pertenecientes a las margas de la Formación Chulec de coloración grisácea. Talud comprendido entre el km 07+639 al km 07+764.

Tabla 26

Dimensiones del talud N°01.

TALUD N° 1 - EST. SUELOS N°01	
ALTURA	36 m
LONGITUD	39 m
DIP	60
DIP DIRECTION	8

Tabla 27

Dimensiones del talud N°02.

TALUD N° 2 - EST. SUELOS N°02	
ALTURA	26 m
LONGITUD	125 m
DIP	74
DIP DIRECTION	123

Figura 51

Estación suelo N°02 - Talud N°02.



Fuente: Propia.

3.2.3. Estación suelo N° 03

Suelo compuesto por gravas con una geometría sub-angulosa provenientes de las calizas de la Formación Chulec, con una matriz arcilla-arenosa, presenta una coloración crea-amarillenta. Talud ubicado entre la progresiva del km 08+005 al km 08+024. Se evidencia escorrentías de agua, originadas por acción antrópica, aumentando la erosión del talud.

Tabla 28

Dimensiones del talud N°03.

TALUD N° 10 - EST. SUELOS	
N°03	
ALTURA	26 m
LONGITUD	19 m
DIP	42
DIP DIRECTION	100

Figura 52

Estación suelo N°03 – talud N°10.



Fuente: Propia.

3.2.4. Estación Suelo N° 04

Depósito coluvial de color crema, compuesto por material homogéneo provenientes de las margas de la Formación Chulec, presenta algunos bloques angulosos de calizas, ubicado entre las progresivas del km 08+124 al km 08+180, de Dip 58 y Dip Direction 84. Se evidencia que por acción antrópica la erosión del talud 15 está aumentando. Se presencia vegetación como pencas, tayos, que ayudan a disminuir la erosión.

Tabla 29

Dimensiones del talud N°15.

TALUD N° 15 - EST. SUELOS N°04	
ALTURA	19 m
LONGITUD	56 m
DIP	58
DIP DIRECTION	84



Figura 53: Estación suelo N°04 – talud N°15.

3.2.5. Estación suelo N° 05

Suelo coluvial compuesto por bloques de areniscas subangulares provenientes de la Formación Farrat y calizas angulares provenientes de la Formación Chulec, en un matriz limo arenosa de coloración grisácea. Talud ubicado entre el km 08+241 al km 08+350. Por acción antrópica la escorrentía del agua erosiona con mayor rapidez el talud.

Tabla 30

Dimensiones del talud N°18.

TALUD N° 18 - EST. SUELOS N°05	
ALTURA	38 m
LONGITUD	109 m
DIP	47
DIP DIRECTION	99

Figura 54

Estación suelo N°04 – talud N°15.



Fuente: Propia.

3.2.6. Estación suelo N°06

Suelo coluvial compuesta por gravas angulosas a sub angulosas provenientes de la Formación Chulec, con una matriz de margas arcillo-arenosas de color crema-amarillento, además se observa una oxidación a nivel superficial por infiltración del agua. Talud ubicado entre las progresivas del km 08+595 al km 08+669, en este punto hay evidencia de un deslizamiento rotacional y la acción antrópica aumenta la erosión del talud.

Tabla 31

Dimensiones del talud N°25.

TALUD N° 25 - EST. SUELOS N°06	
ALTURA	40 m
LONGITUD	74 m
DIP	72
DIP DIRECTION	286

Figura 55

Estación suelo N°06 – talud N°25.



Fuente: Propia.

3.2.7. Estación suelo N° 07

Material coluvial compuesto mayormente por lutitas gris-azuladas de la Formación Chulec las cuales presentan una leve oxidación, además de mostrar gravas subangulosas provenientes de las calizas de la Formación Chulec. En la parte superior del talud (2 m ejemplo) se observa gravas subredondeadas de las calizas de la Formación Chulec en una matriz de margas arcillo-limosas de coloración crema-amarillento. Talud ubicado entre la progresiva del km 08+733 al km 08+757.

Tabla 32

Dimensiones del talud N°27.

TALUD N° 27 - EST. SUELOS N°07	
ALTURA	41m
LONGITUD	24m
DIP	66
DIP DIRECTION	224

Figura 56

Estación suelo N°07 – talud N°27.



Fuente: Propia.

3.3. RESUMEN DE TALUDES EN SUELO

Tabla 33

Resumen de taludes en suelo.

RESUMEN DE TALUDES EN SUELO										
N° TALUD	ESTACIÓN N°	PROGRESIVA		ESTE	NORTE	COTA	ALTURA	LONGITUD	DIP	DIP DIRECTION
		INICIO	FINAL							
1	1	07+580	07+639	772034	9190996	1825	36m	39m	60	8
2	2	07+639	07+786	772083	9190974	1829	26m	125m	74	123
10	3	08+005	08+824	772095	9190634	1885	26m	19m	42	100
15	4	08+124	08+180	772102	9190477	1906	19m	56m	58	84
18	5	08+241	08+350	772047	9190317	1916	38m	109m	47	99
25	6	08+595	08+669	772185	9190425	1946	40m	74m	72	286
27	7	08+733	08+757	772247	9190477	1950	41m	24m	66	224

Fuente: Propia.

3.4. RESUMEN GEOMECÁNICO DE TALUDES EN ROCA

Tabla 34

Resumen geomecánico de la zona de investigación.

RESUMEN GEOMECÁNICO DE TALUDES EN ROCA									
Nº TALUD	EST. GEOMECÁNICA	PRORESIVA		ESTE	NORTE	COTA	RMR AJUSTADO	GSI	SMR
		INICIO	FINAL						
3	EST - 1	07+764	07+786	772146	9190878	1830	17	47	NA
4	EST - 2	07+786	07+808	772154	9190856	1835	28	48	38
5	EST - 3	07+808	07+821	772150	9190831	1846	32	49	NA
6	EST - 4	07+821	07+830	772147	9190804	1860	29	50	NA
7	EST - 5	07+830	07+856	772149	9190774	1882	46	51	47
8	EST - 6	07+856	07+908	772141	9190735	1883	63	72	46
9	EST - 7	07+908	08+005	772108	9190652	1884	5	32	NA
11	EST - 8	08+024	08+041	772105	9190603	1888	14	30	NA
12	EST - 9	08+041	08+856	772103	9190595	1889	40	70	NA
13	EST - 10	08+856	08+100	772106	9190550	1901	38	57	46
14	EST - 11	08+100	08+124	772091	9190530	1902	13	64	NA
16	EST - 12	08+180	08+220	772078	9190440	1908	9	39	NA
17	EST - 13	08+220	08+241	772071	9190422	1912	13	45	NA
19	EST - 14	08+252	08+405	772043	9190266	1922	6	24	NA
20	EST - 15	08+405	08+428	772078	9190245	1928	49	69	NA
21	EST - 16	08+428	08+463	772087	9190249	1929	73	78	NA
22	EST - 17	08+463	08+520	772113	9190300	1933	34	38	NA
23	EST - 18	08+520	08+558	772141	9190326	1937	30	47	NA
24	EST - 19	08+558	08+595	772152	9190358	1940	28	44	NA
26	EST - 20	08+669	08+733	772243	9190461	1953	25	46	NA
28	EST - 21	08+757	08+820	772239	9190532	1960	53	58	NA
29	EST - 22	08+820	08+870	772260	9190582	1963	28	44	NA
30	EST - 23	08+870	08+970	772325	9190692	1967	28	47	NA

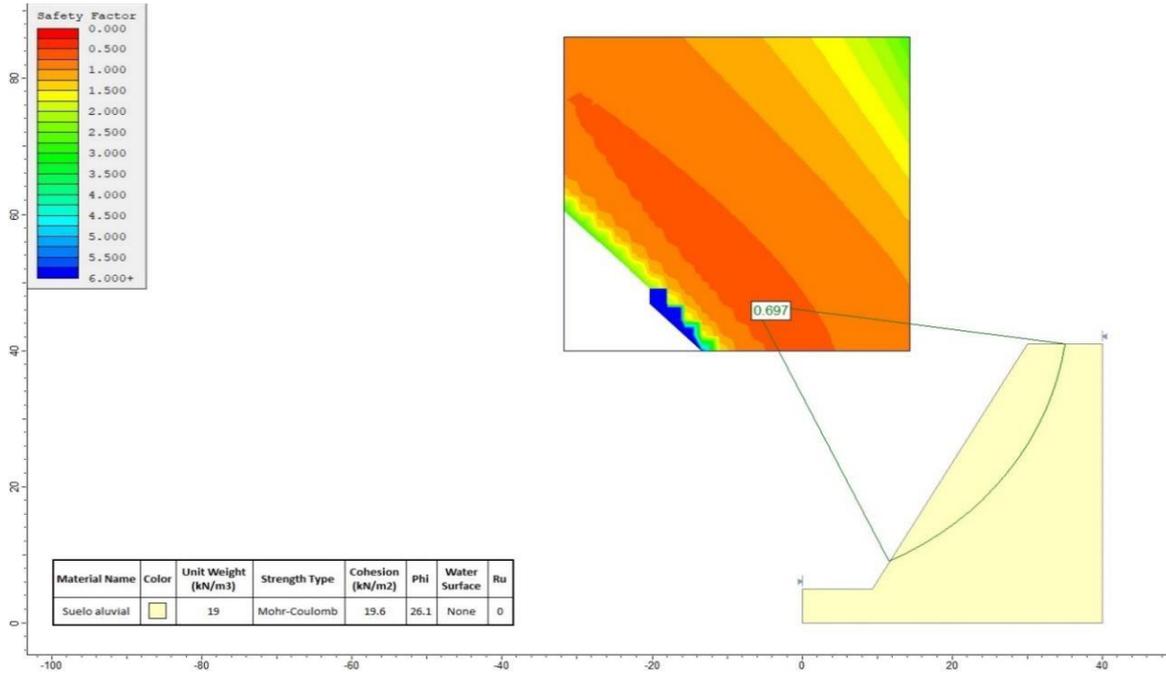
Fuente: Propia, NA: NO APLICA.

3.5. ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES ACTUALES EN CONDICIONES ESTÁTICAS

3.5.1. Talud N° 01 – talud suelo N°01: El análisis de talud N°01 muestra un factor de seguridad de 0.0697, haciéndola inestable (Figura 57).

Figura 57

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°01 en condición estática.

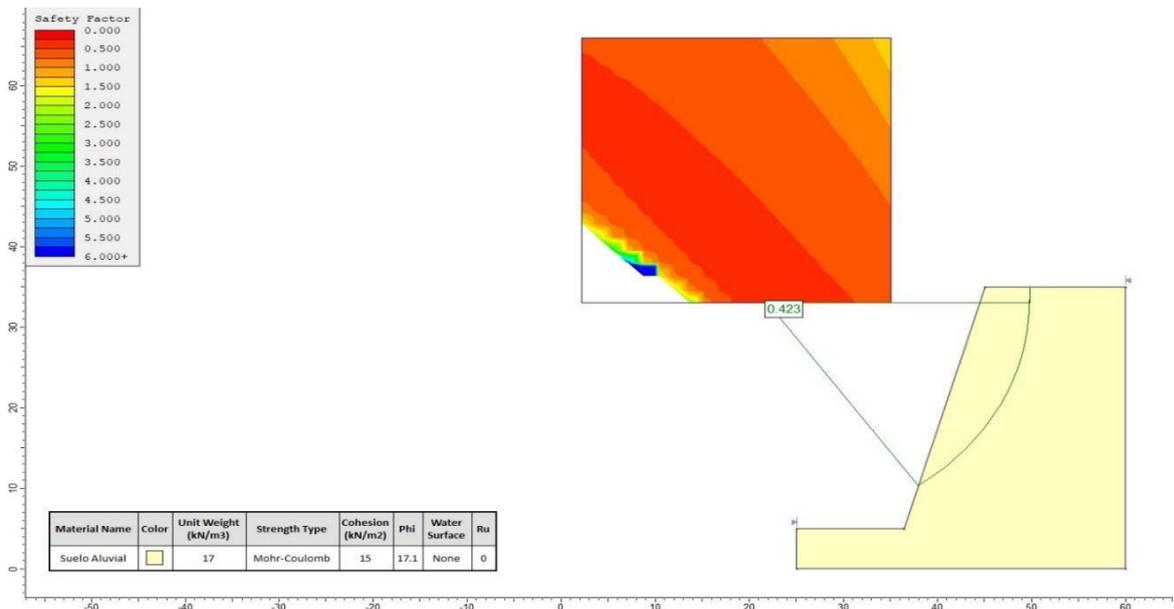


Fuente: Software Slide V6.

3.5.2. Talud N°02 – talud suelo N°02: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.423, haciéndola inestable (Figura 58).

Figura 58

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°02 en condición estática.

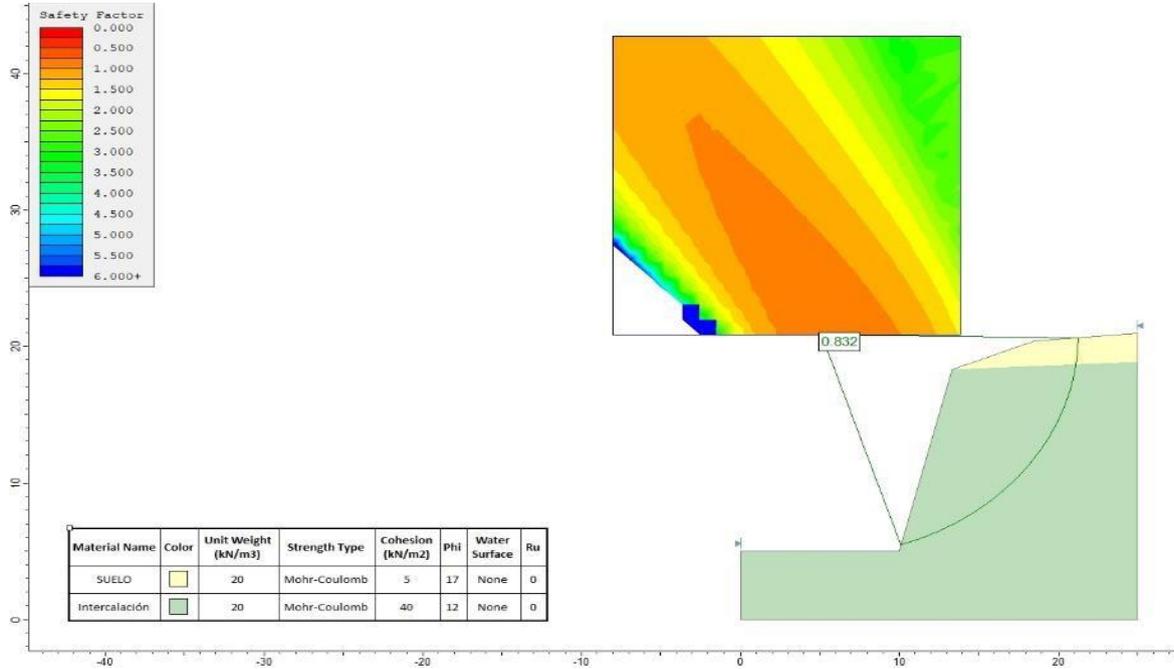


Fuente: Software Slide V6.

3.5.3. Talud N°03 – estación geomecánica N°01: El análisis de talud N°03 muestra un factor de seguridad de 0.832, haciéndola inestable (Figura 59).

Figura 59

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°03, en condición estática.

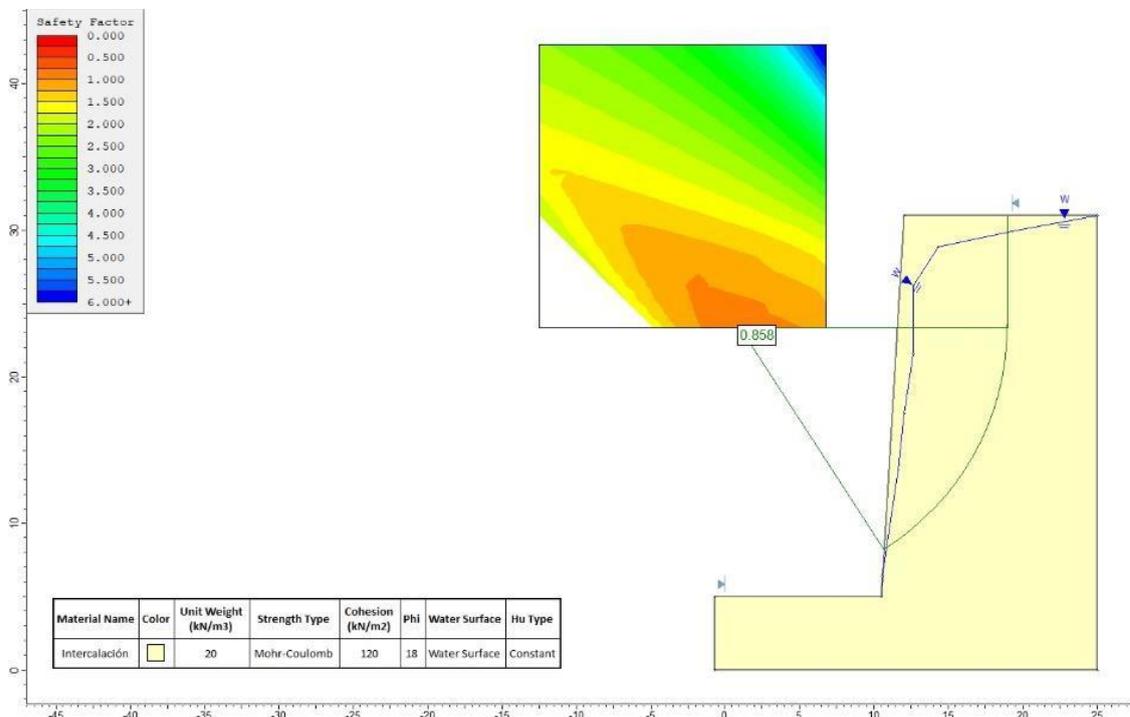


Fuente: Software Slide V6.

3.5.4. Talud N°04 – estación geomecánica N°02: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.852, haciéndola inestable (Figura 60).

Figura 60

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°04, en condición estática.

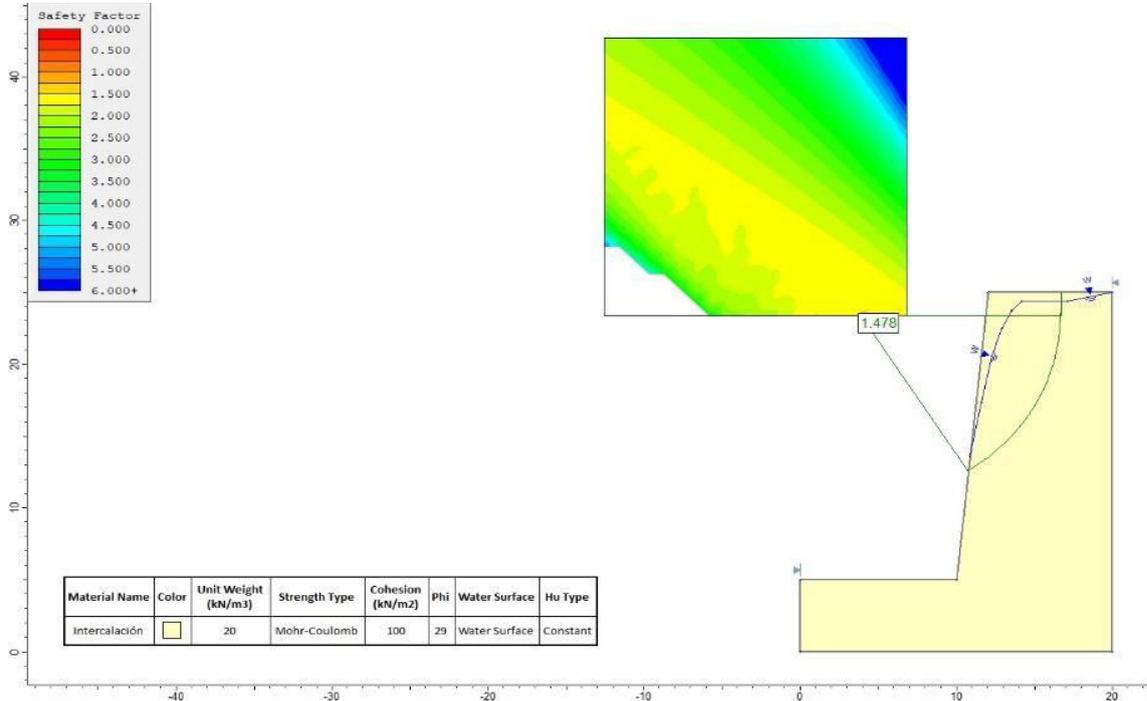


Fuente: Software Slide V6.

3.5.5. Talud N°05 – estación geomecánica N°03: El análisis de talud N°05 muestra un factor de seguridad de 1.478, haciéndola estable (Figura 61).

Figura 61

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°05, en condición estática.

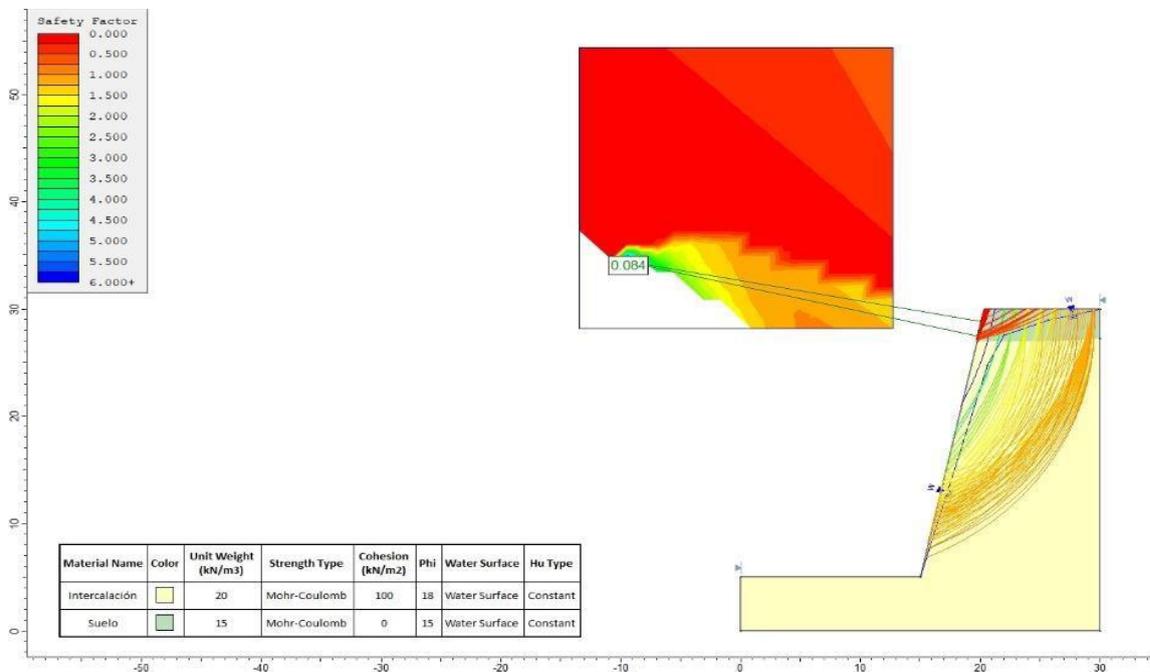


Fuente: Software Slide V6.

3.5.6. Talud N°06 – estación geomecánica N°04: El análisis de talud N°06 muestra un factor de seguridad de 0.084, haciéndola inestable (Figura 62).

Figura 62

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°06, en condición estática.

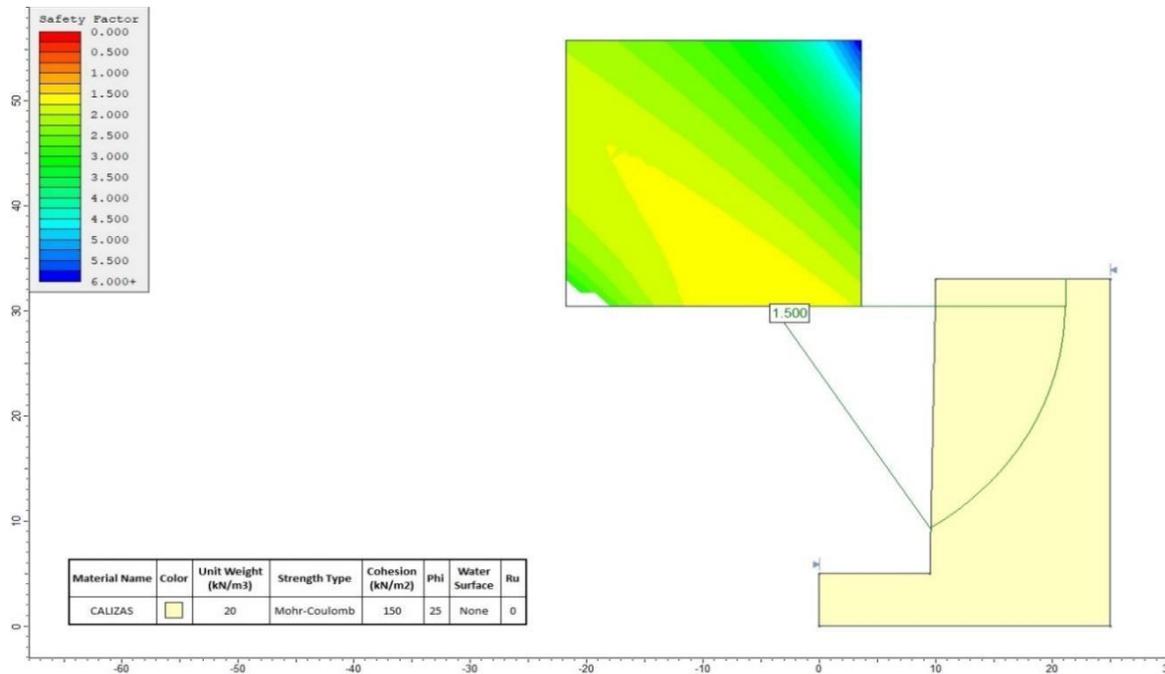


Fuente: Software Slide V6.

3.5.7. Talud N°07 – estación geomecánica N°05: El análisis de talud N°07 muestra un factor de seguridad de 1.5 haciéndola estable (Figura 58).

Figura 63

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°07, en condición estática.

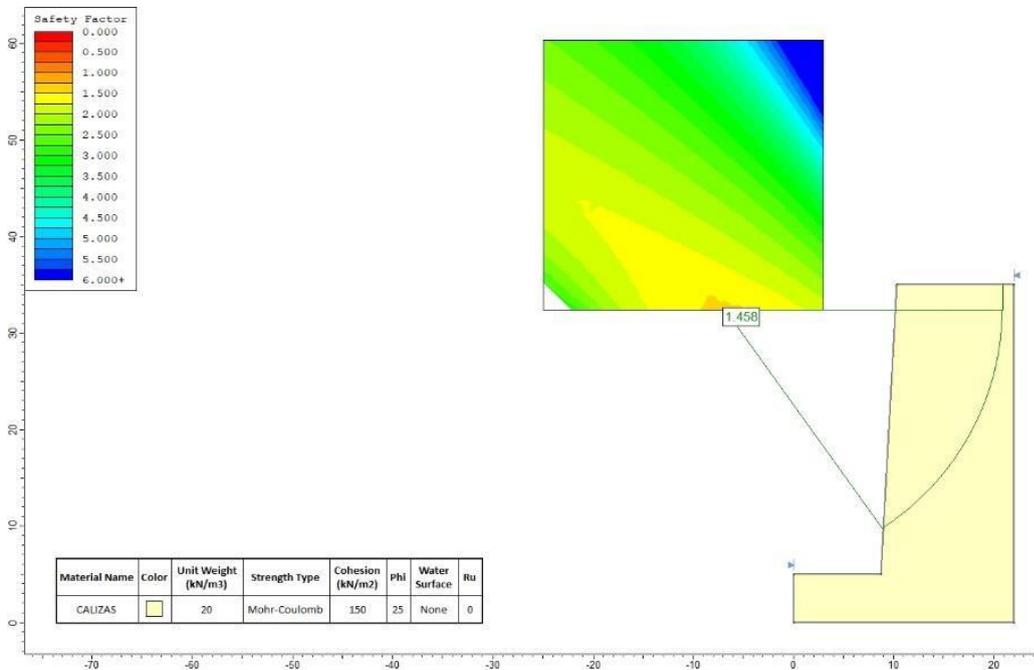


Fuente: Software Slide V6.

3.5.8. Talud N°08 – estación geomecánica N°06: El análisis de talud N°08 muestra un factor de seguridad de 1.458 haciéndola estable (Figura 64).

Figura 64

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°08, en condición estática.

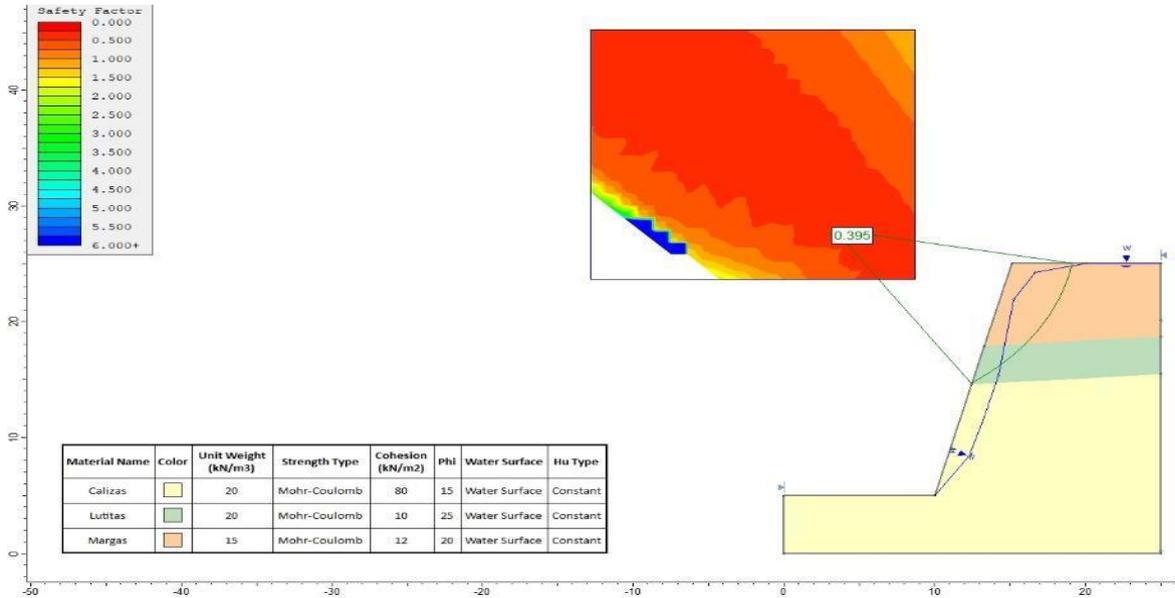


Fuente: Software Slide V6.

3.5.9. Talud N°09 – estación geomecánica N°07: El análisis de talud N°09 muestra un factor de seguridad de 0.395, haciéndola inestable (Figura 65).

Figura 65

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°09, en condición estática.

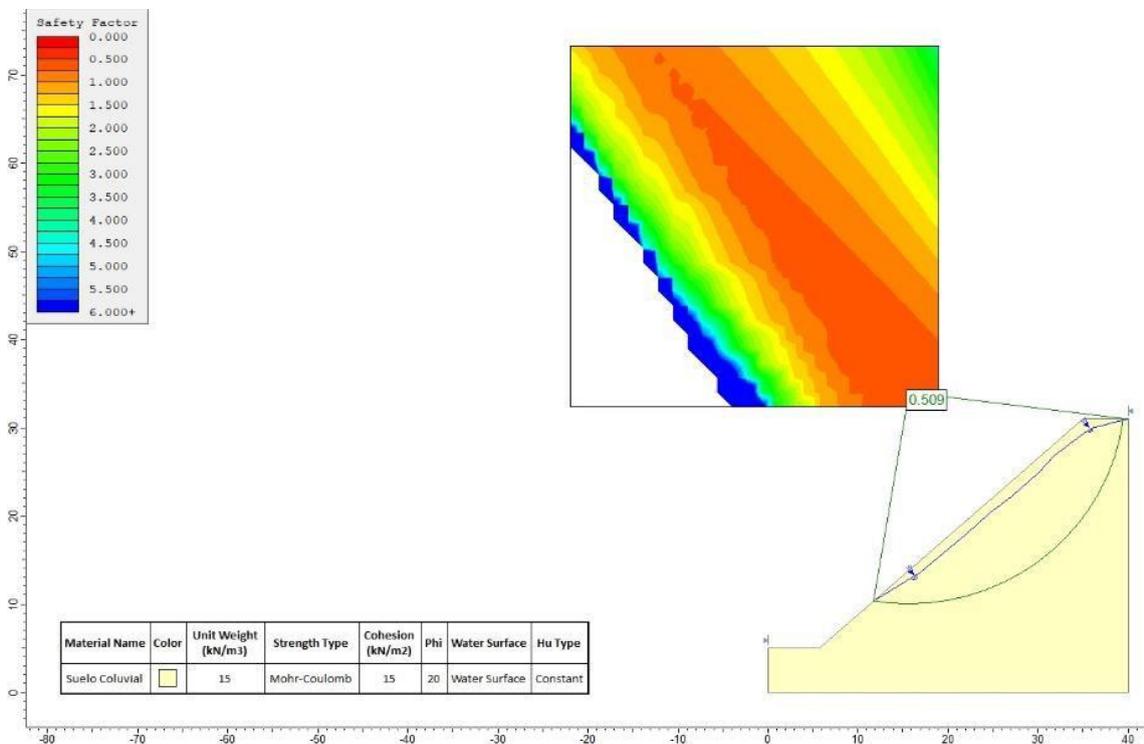


Fuente: Software Slide V6.

3.5.10. Talud N°10 – estación suelo N°03: El análisis de talud N°10 muestra un factor de seguridad de 0.509, haciéndola inestable (Figura 66).

Figura 66

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°10, en condición estática.

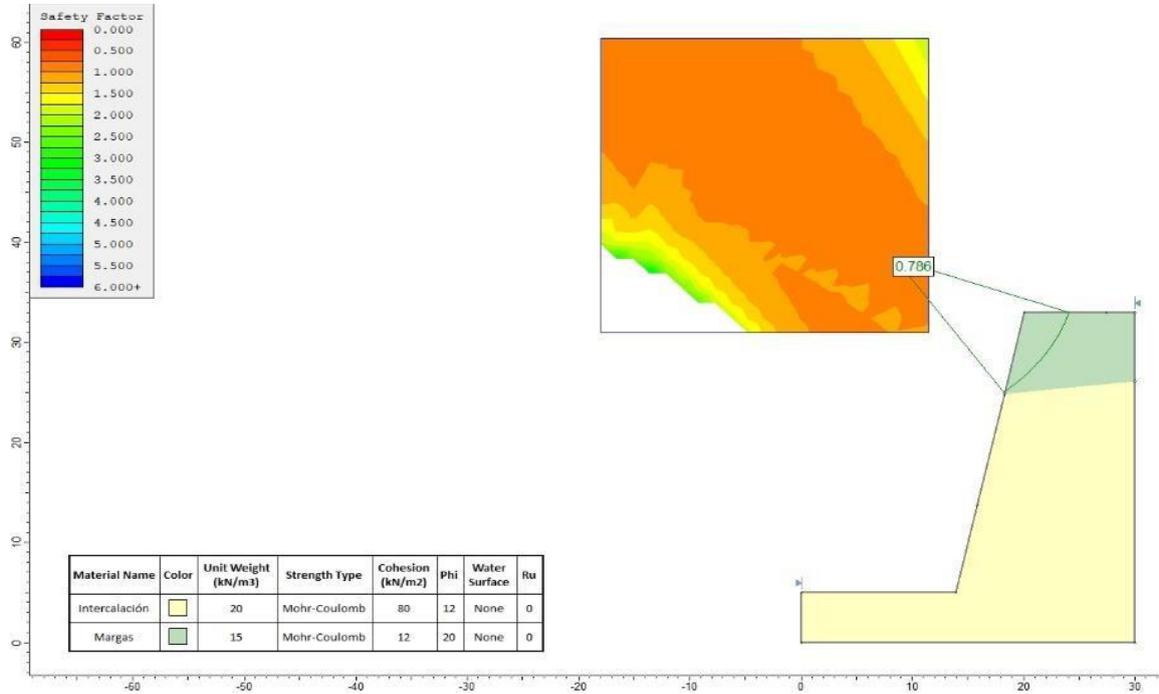


Fuente: Software Slide V6.

3.5.11. Talud N°11 – estación geomecánica N°08: El análisis de talud N°11 muestra un factor de seguridad de 0.786, haciéndola inestable (Figura 67).

Figura 67

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°11, en condición estática.

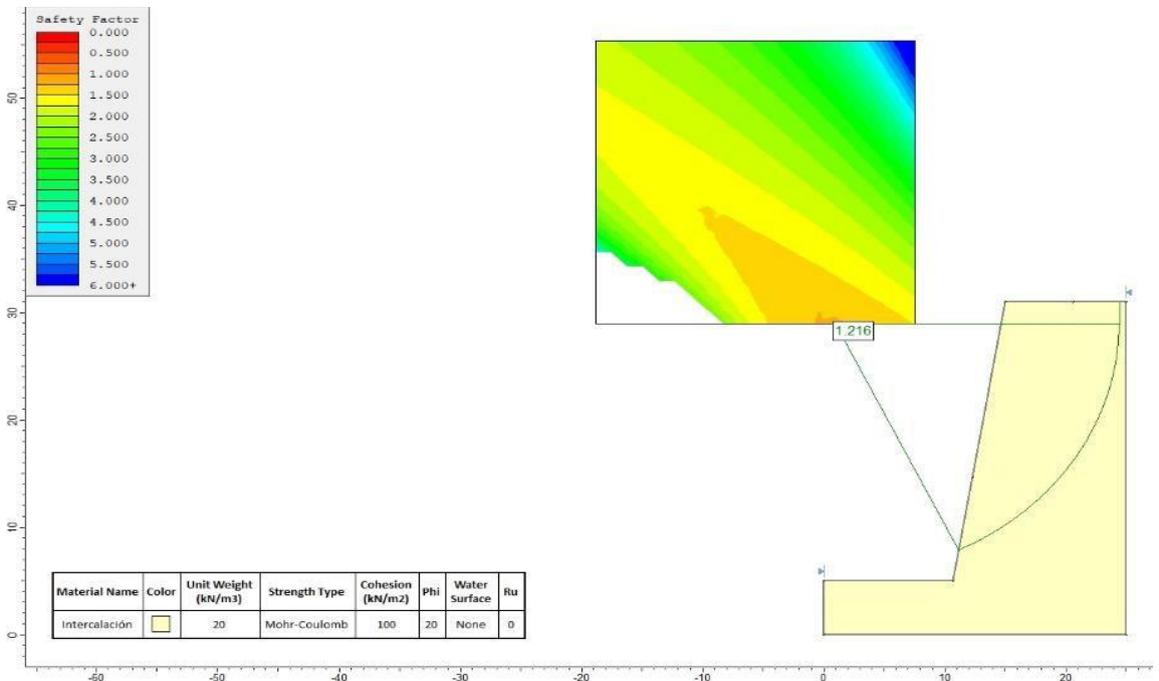


Fuente: Software Slide V6.

3.5.12. Talud N°12 – estación geomecánica N°09: El análisis de talud N°12 muestra un factor de seguridad de 1.216 haciéndola estable (Figura 68).

Figura 68

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°12, en condición estática.

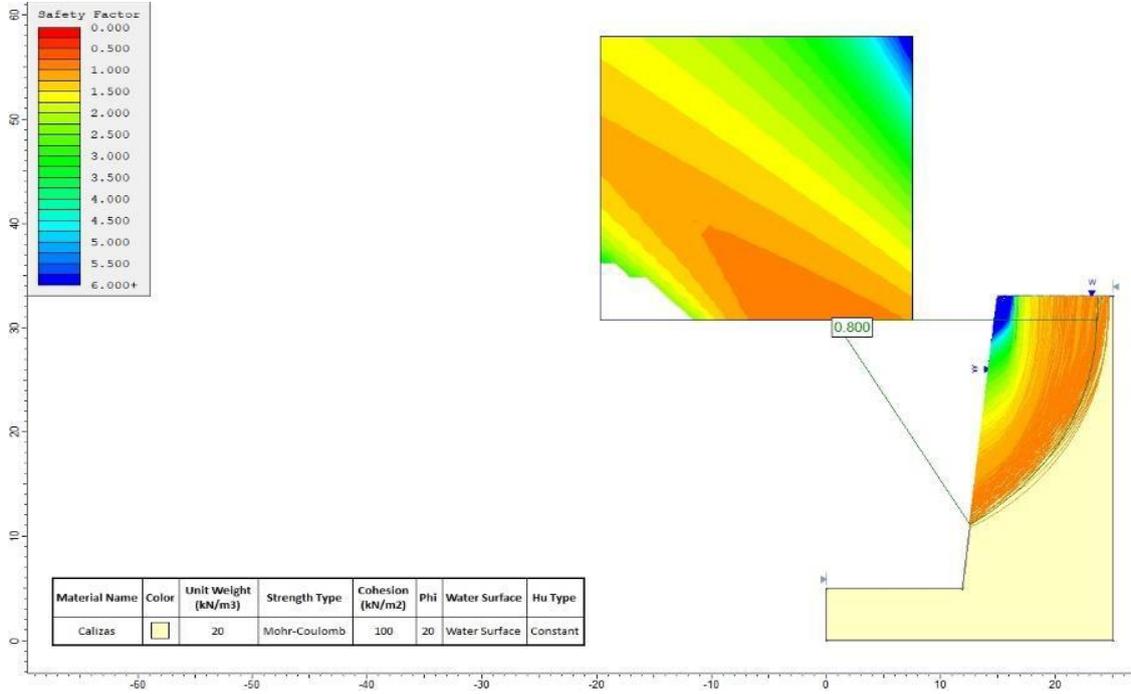


Fuente: Software Slide V6.

3.5.13. Talud N°13 – estación geomecánica N°10: El análisis de talud N°13 muestra un factor de seguridad de 0.800 haciéndola inestable (Figura 69).

Figura 69

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°13, en condición estática.

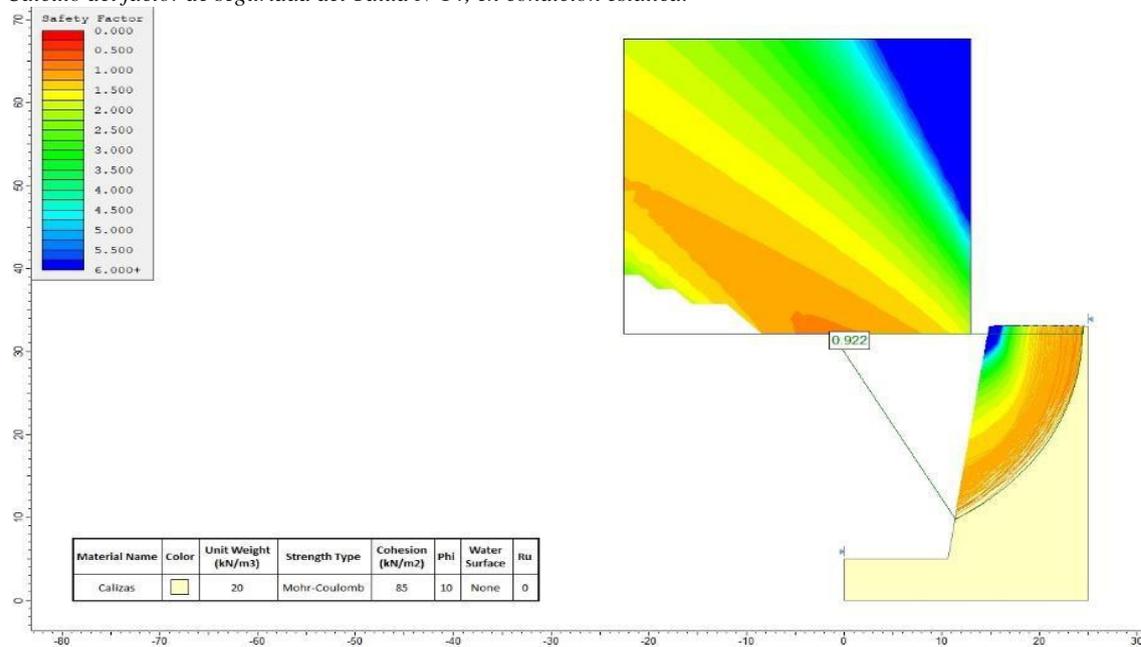


Fuente: Software Slide V6.

3.5.14. Talud N°14 – estación geomecánica N°11: El análisis de talud N°14 muestra un factor de seguridad de 0.922 haciéndola inestable (Figura 70).

Figura 70

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°14, en condición estática.

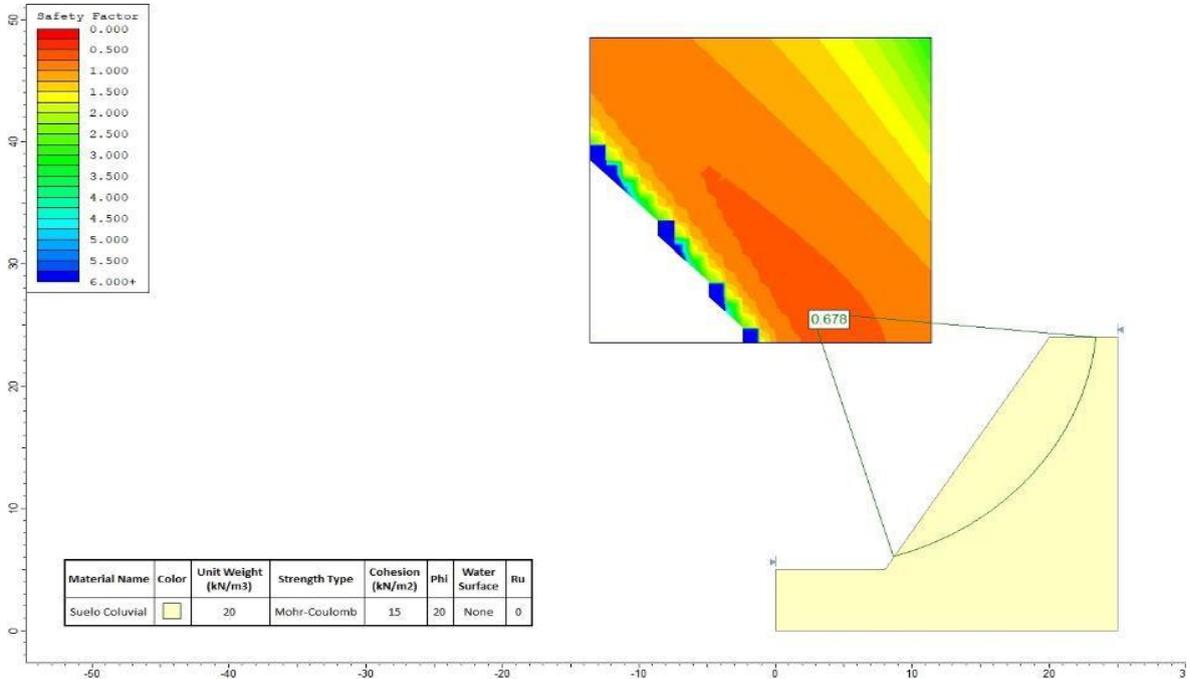


Fuente: Software Slide V6.

3.5.15. Talud N°15 – estación suelo N°04: El análisis de talud N°15 muestra un factor de seguridad de 0.678 haciéndola inestable (Figura 71).

Figura 71

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°15, en condición estática.

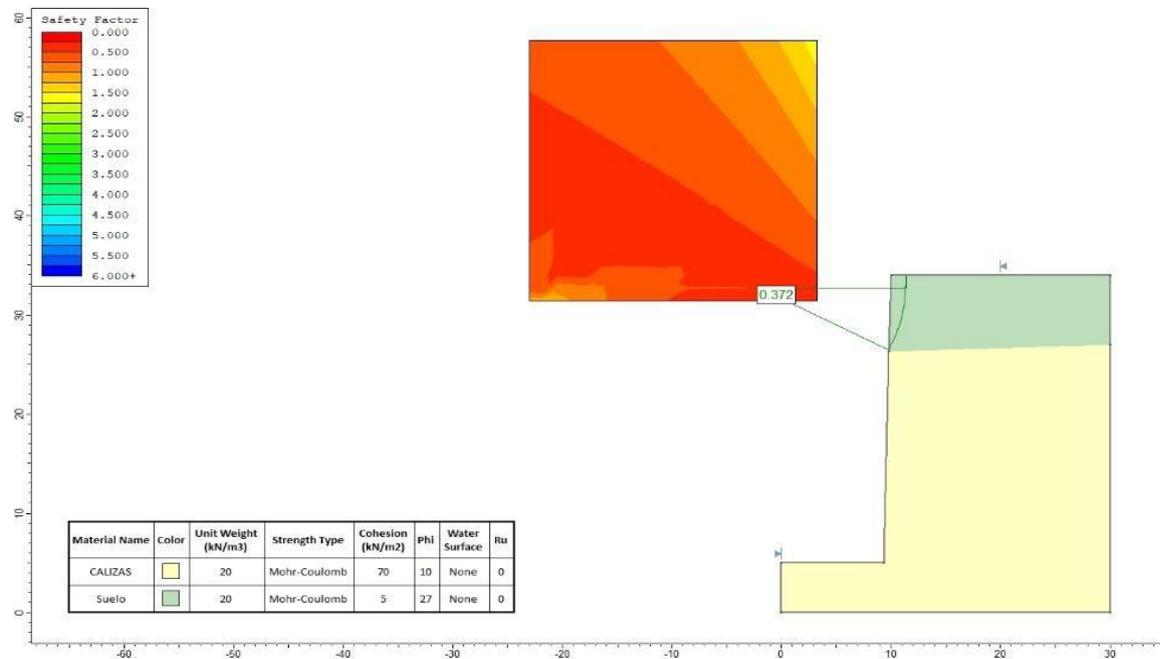


Fuente: Software Slide V6.

3.5.16. Talud N°16 – estación geomecánica N°12: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.372 haciéndola inestable (Figura 72).

Figura 72

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°16, en condición estática.

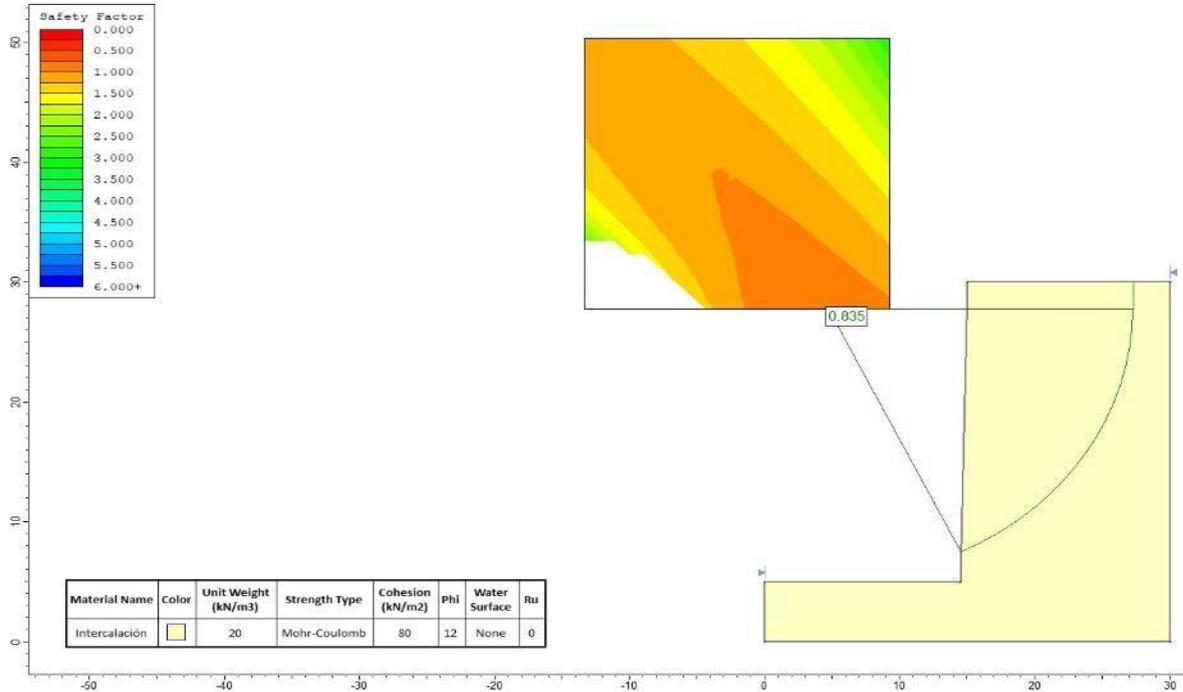


Fuente: Software Slide V6.

3.5.17. Talud N°17 – estación geomecánica N°13: El análisis de talud N°17 muestra un factor de seguridad de 0.835 haciéndola inestable (Figura 73).

Figura 73

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°17, en condición estática.

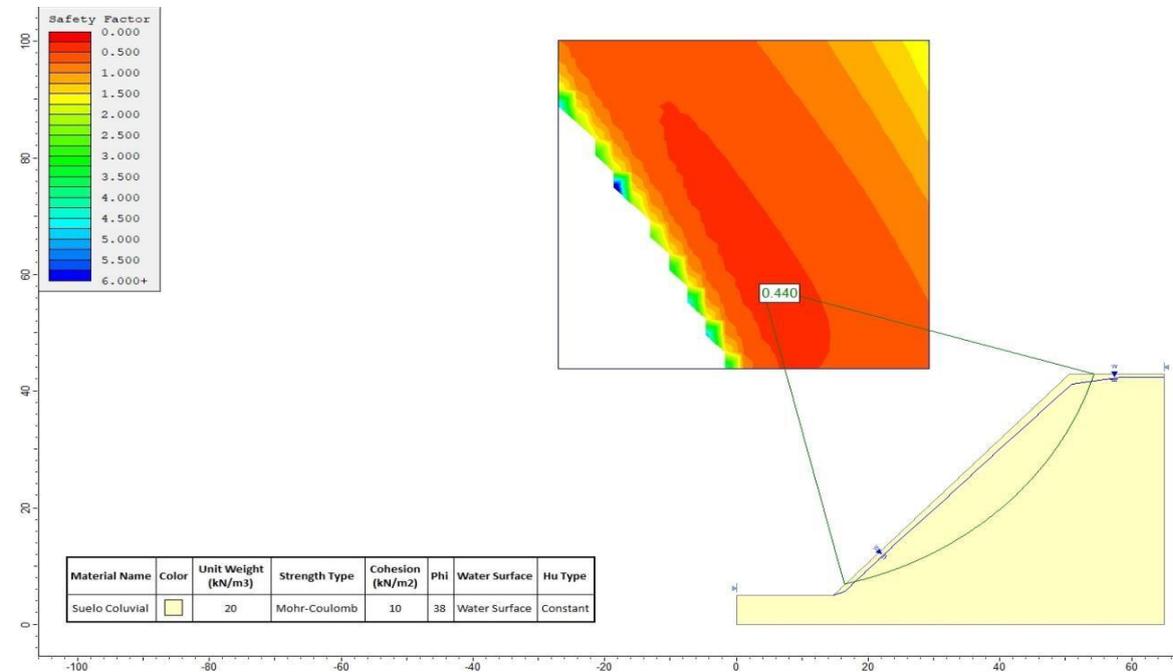


Fuente: Software Slide V6.

3.5.18. Talud N°18 – estación geomecánica N°14: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.440 haciéndola inestable (Figura 74).

Figura 74

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°18, en condición estática.

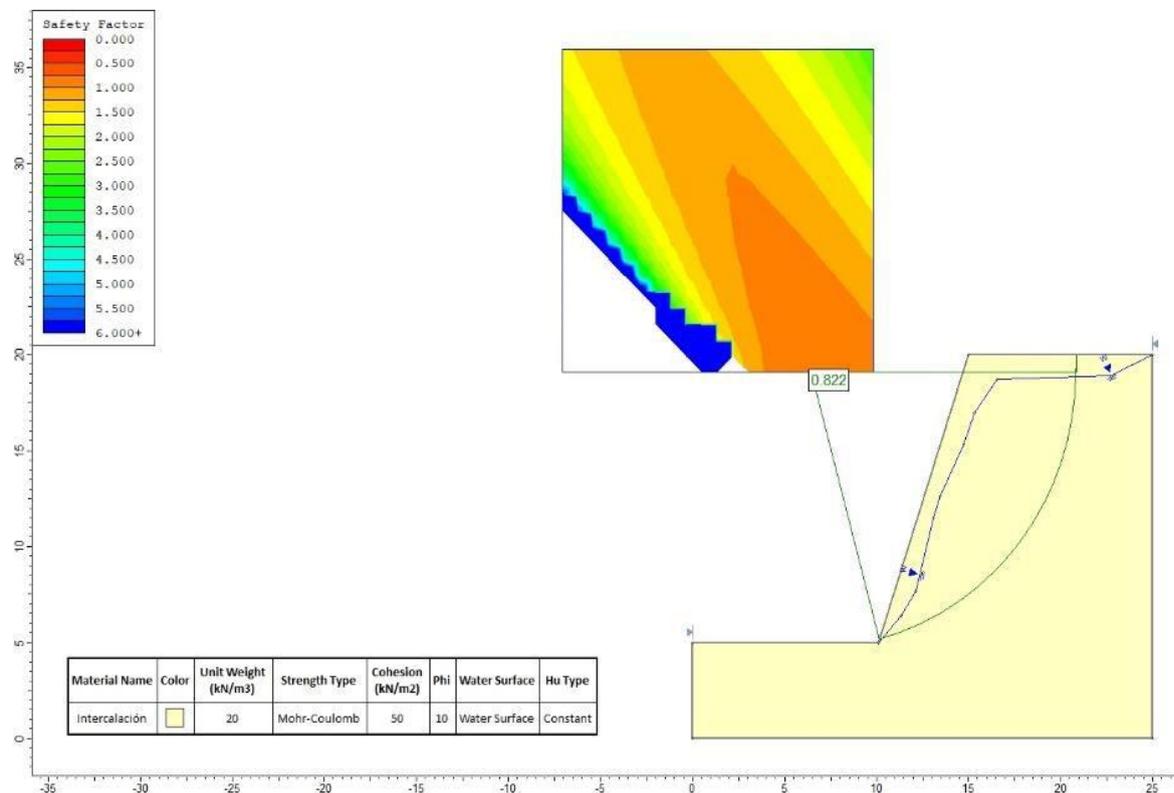


Fuente: Software Slide V6.

3.5.19. Talud N°19 – estación suelo N°05: El análisis de talud N°19 muestra un factor de seguridad de 0.822 haciéndola inestable (Figura 75).

Figura 75

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°19, en condición estática.

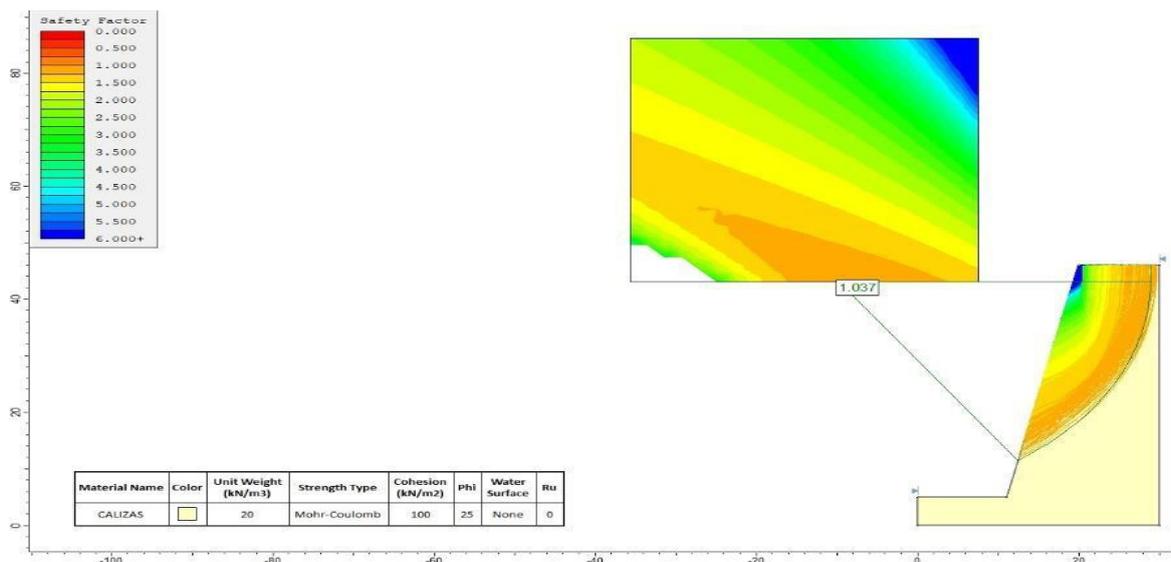


Fuente: Software Slide V6.

3.5.20. Talud N°20 – estación geomecánica N°15: El análisis de talud N°20 muestra un factor de seguridad de 1.037 haciéndola estable (Figura 76).

Figura 76

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°20, en condición estática.

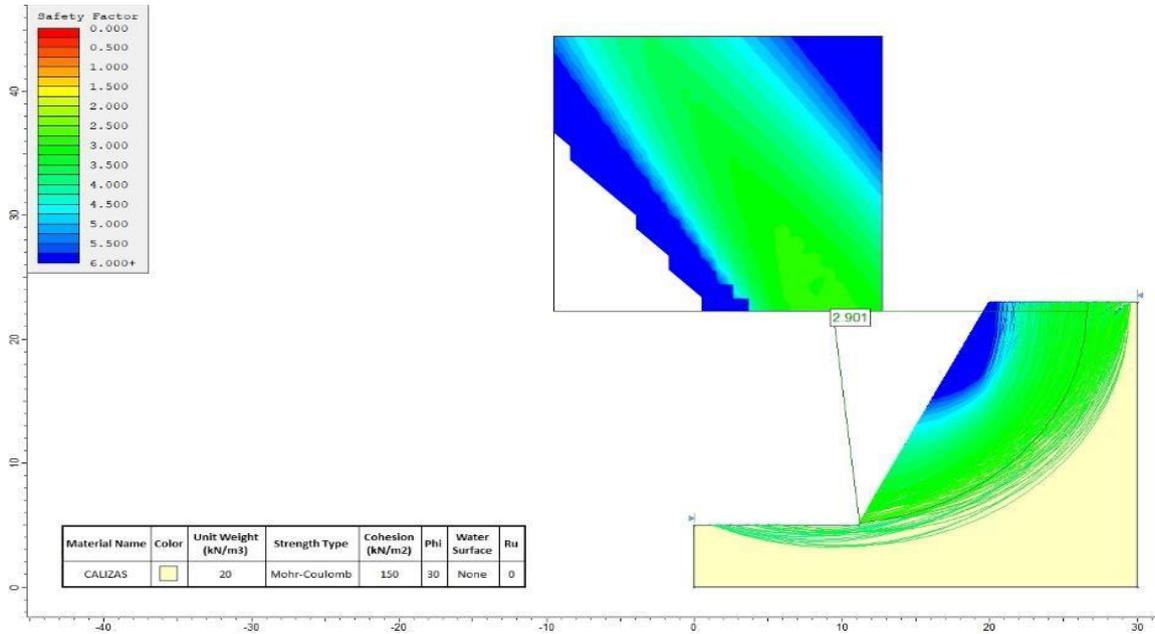


Fuente: Software Slide V6.

3.5.21. Talud N°21 – estación geomecánica N°16: El análisis de talud N°17 muestra un factor de seguridad de 2.901 haciéndola estable (Figura 77).

Figura 77

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°21, en condición estática.

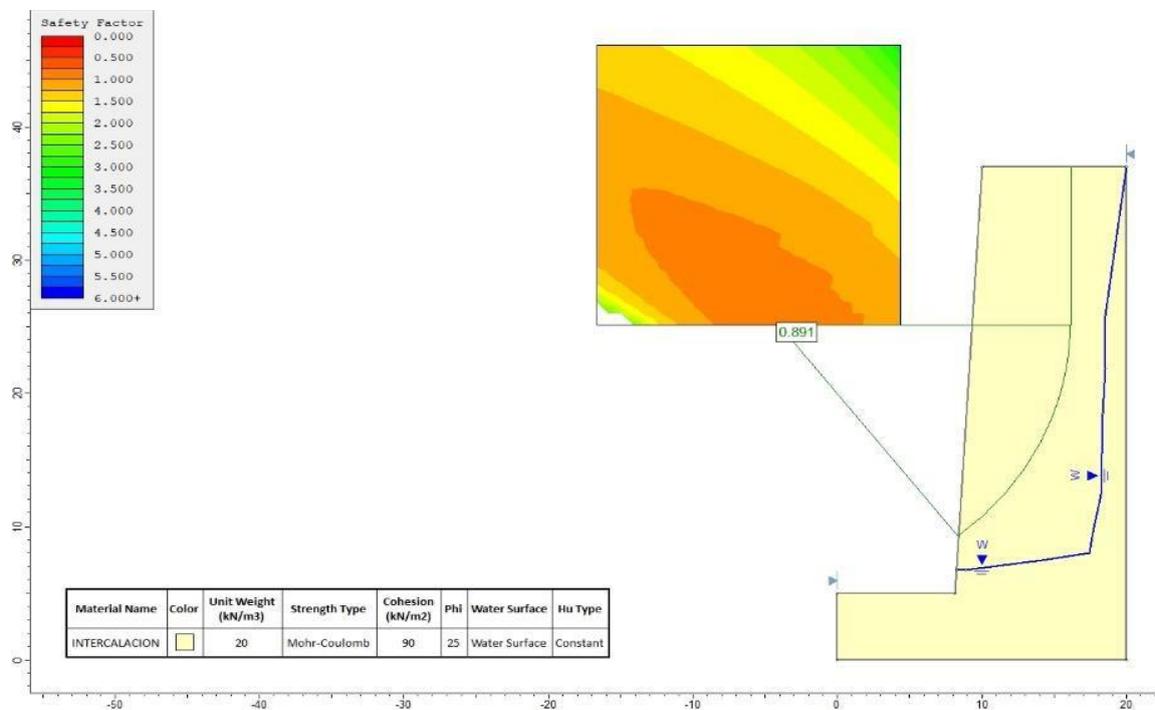


Fuente: Software Slide V6.

3.5.22. Talud N°22 – estación geomecánica N°17: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.891 haciéndola inestable (Figura 78).

Figura 78

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°22, en condición estática.

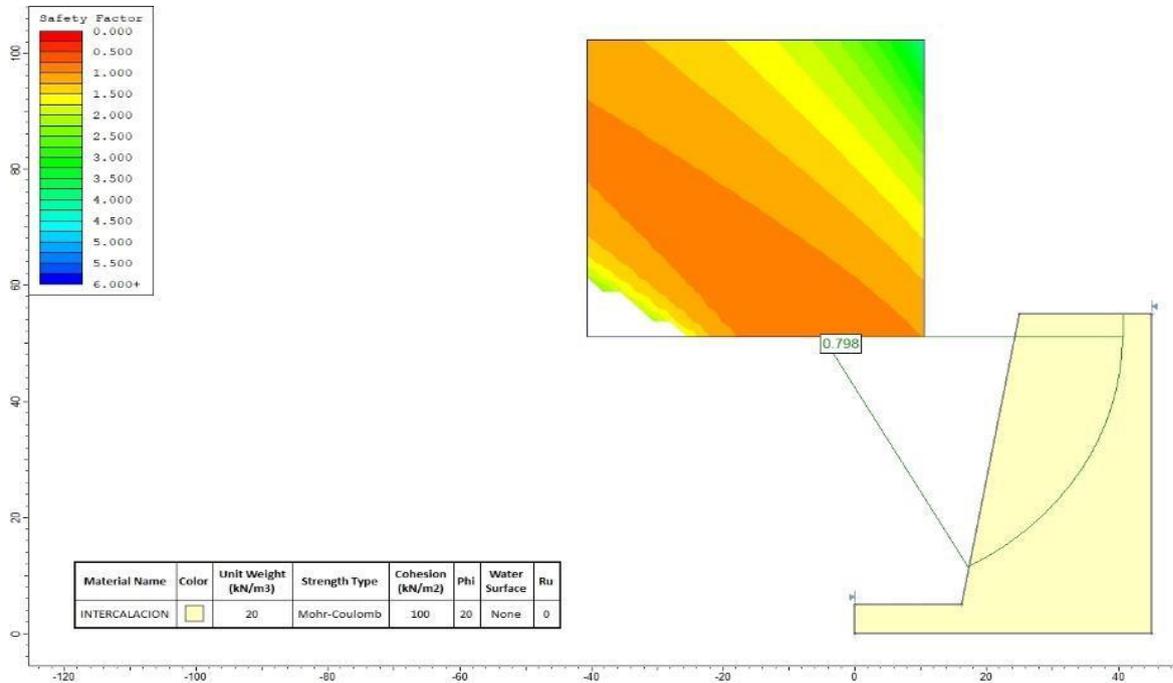


Fuente: Software Slide V6.

3.5.23. Talud N°23 – estación geomecánica N°18: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.798 haciéndola inestable (Figura 79).

Figura 79

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°23, en condición estática.

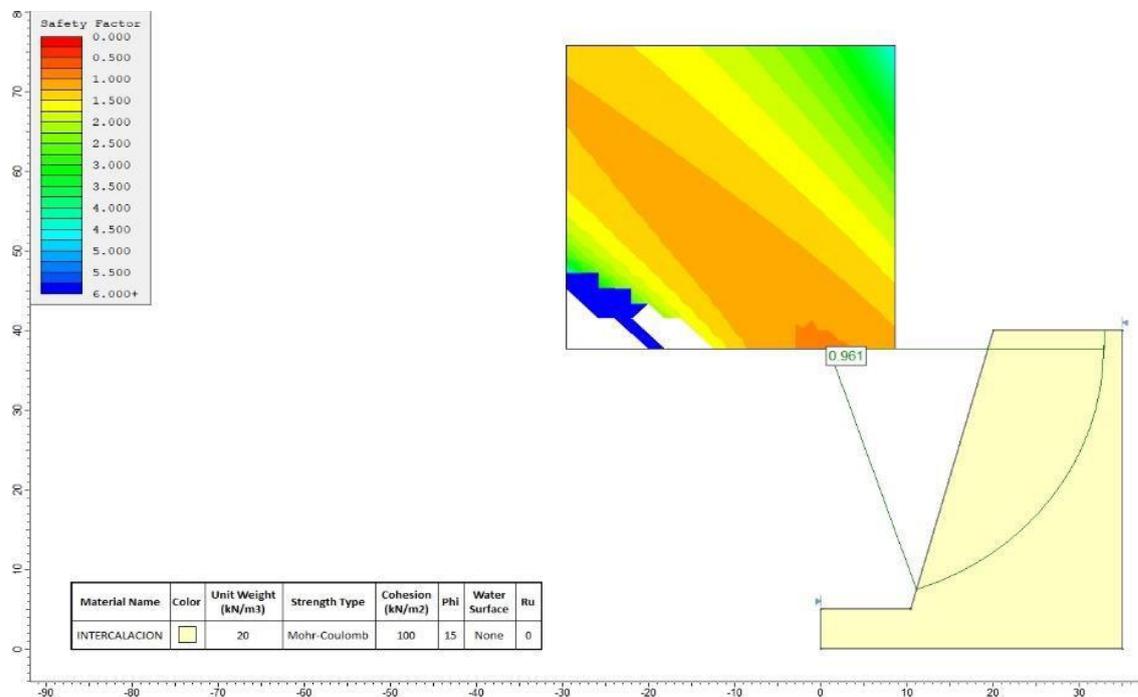


Fuente: Software Slide V6.

3.5.24. Talud N°24 – estación geomecánica N°19: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.961 haciéndola inestable (Figura 80).

Figura 80

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°24, en condición estática.

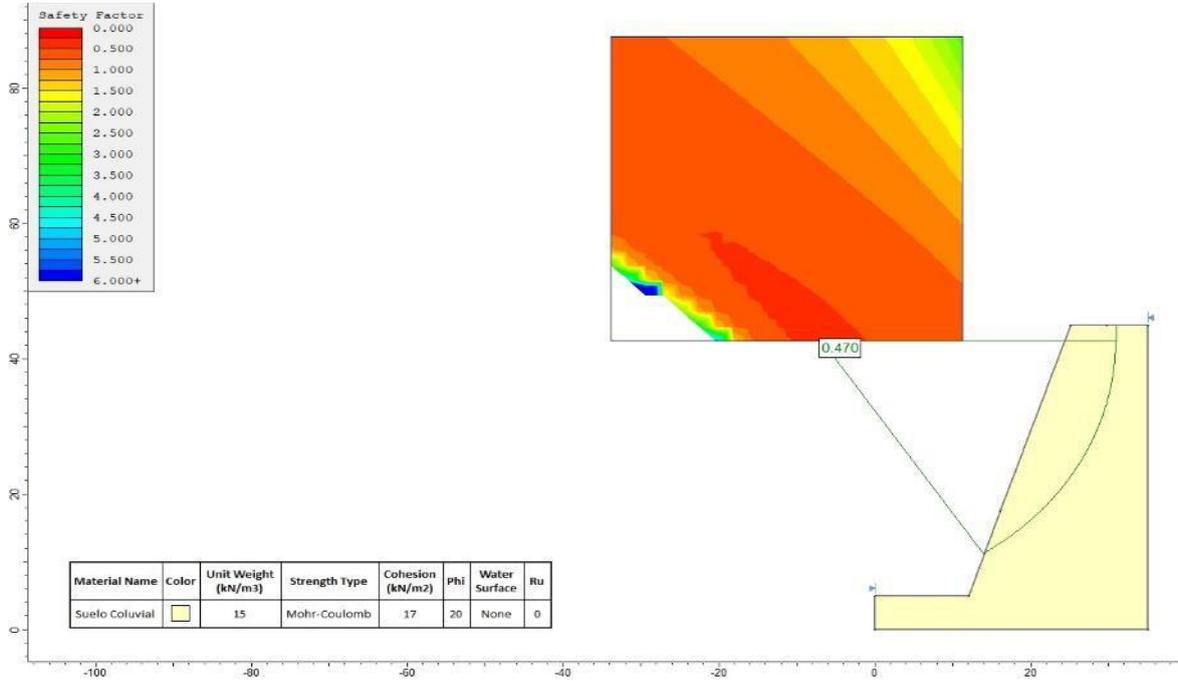


Fuente: Software Slide V6.

3.5.25. Talud N°25 – estación suelo N°06: El análisis de talud N°25 muestra un factor de seguridad de 0.470 haciéndola inestable (Figura 81).

Figura 81

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°25, en condición estática.

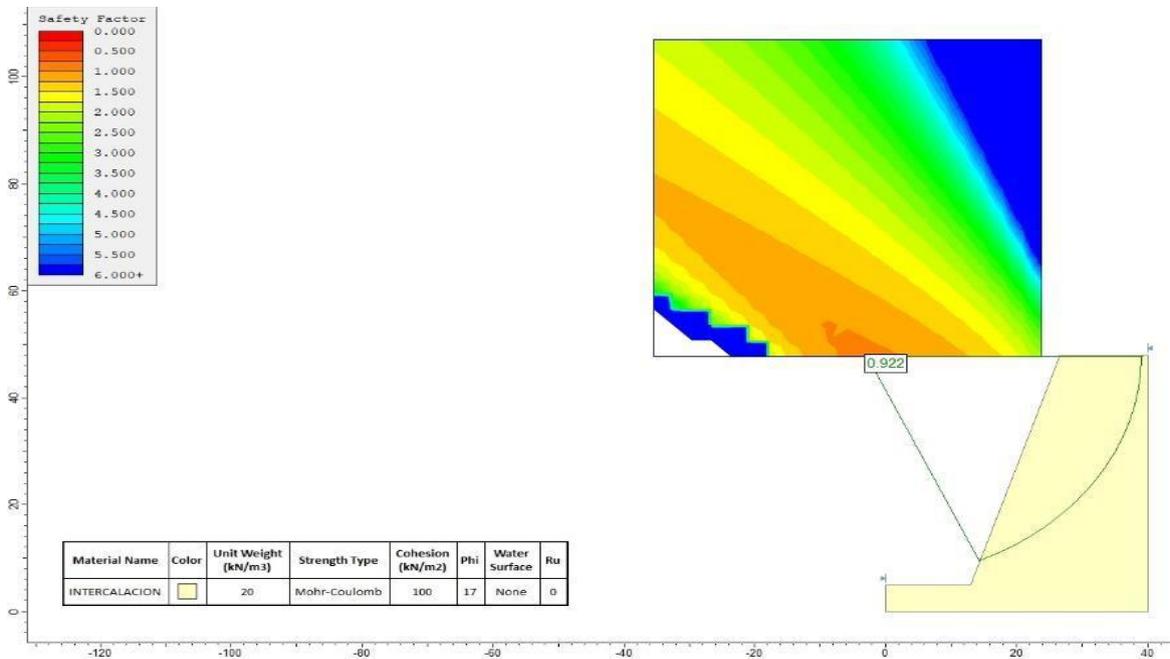


Fuente: Software Slide V6.

3.5.26. Talud N°26 – estación geomecánica N°20: El análisis de talud N°26 muestra un factor de seguridad de 0.922 haciéndola inestable (Figura 82).

Figura 82

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°26, en condición estática.



Fuente: Software Slide V6.

3.5.27. Talud N°27 – estación suelo N°07: El análisis de talud N°27 muestra un factor de seguridad de 0.520 haciéndola inestable (Figura 83).

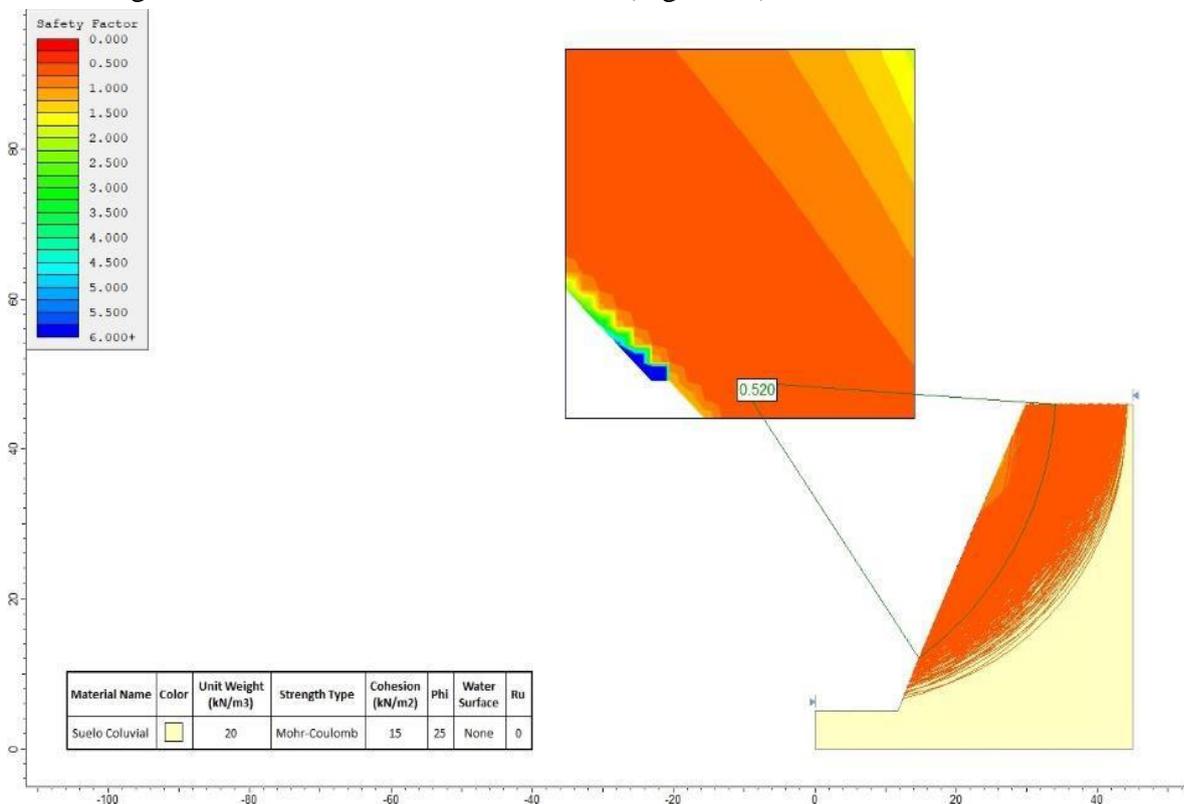
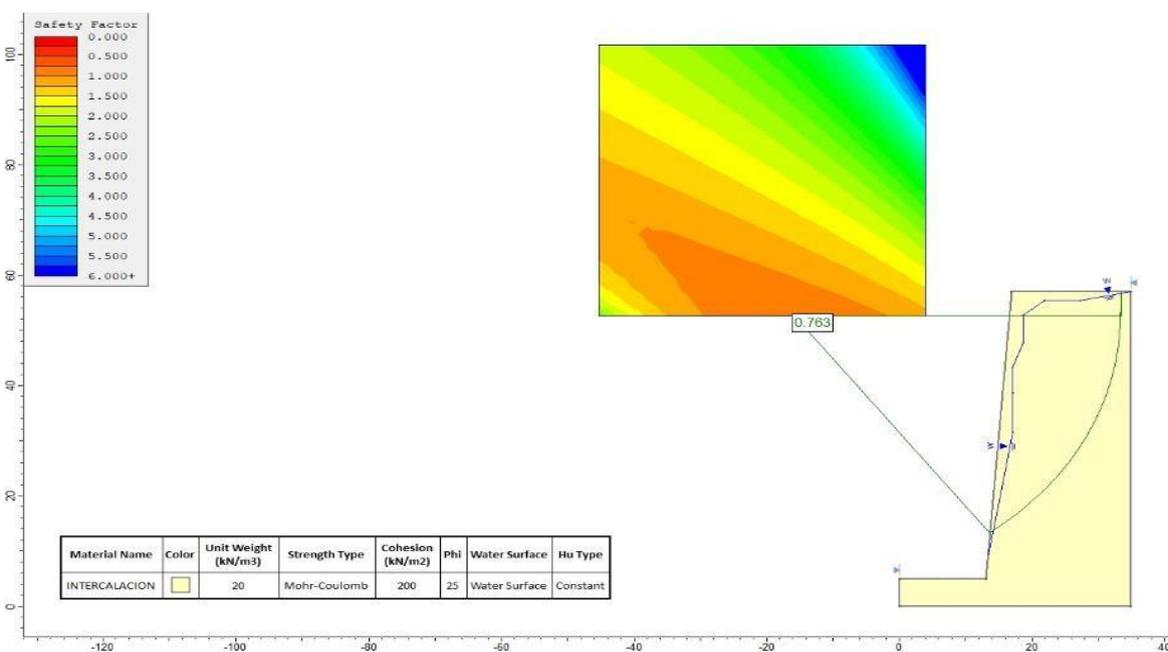


Figura 83: Cálculo del factor de seguridad del Talud N°27, en condición estática.

3.5.28. Talud N°28 – estación geomecánica N°21: El análisis de talud N°28 muestra un factor de seguridad de 0.763 haciéndola inestable (Figura 84).

Figura 84

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°28, en condición estática.

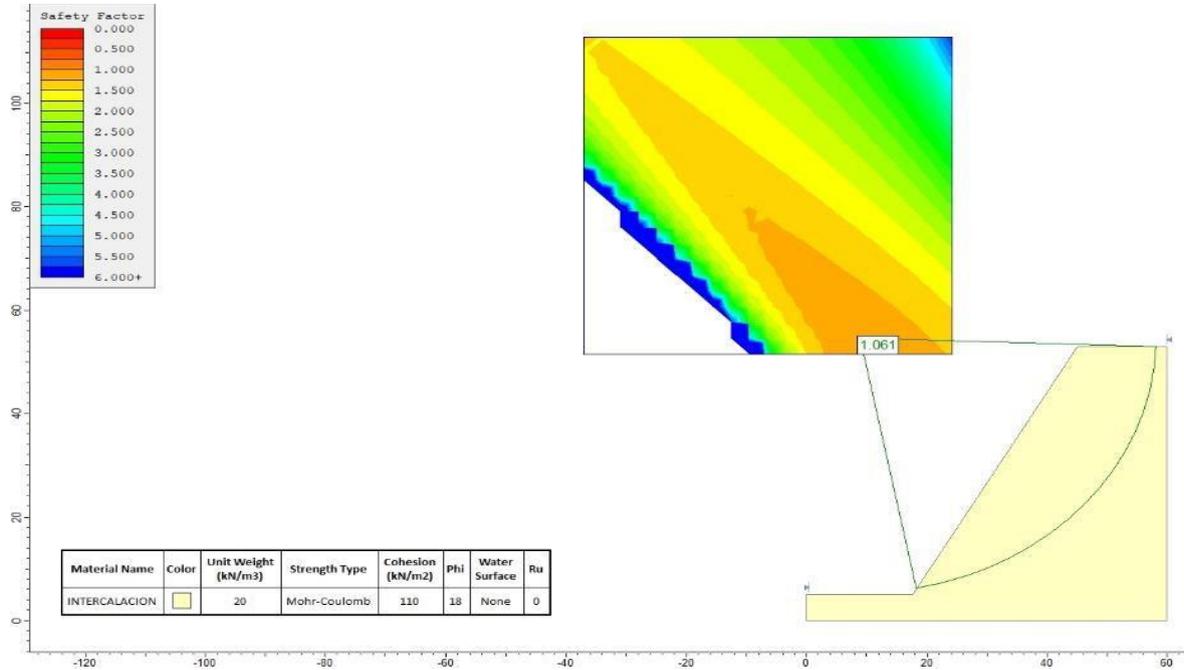


Fuente: Software Slide V6.

3.5.29. Talud N°29 – estación geomecánica N°22: El análisis de talud N°29 muestra un factor de seguridad de 1.061 haciéndola estable (Figura 85).

Figura 85

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°29, en condición estática.

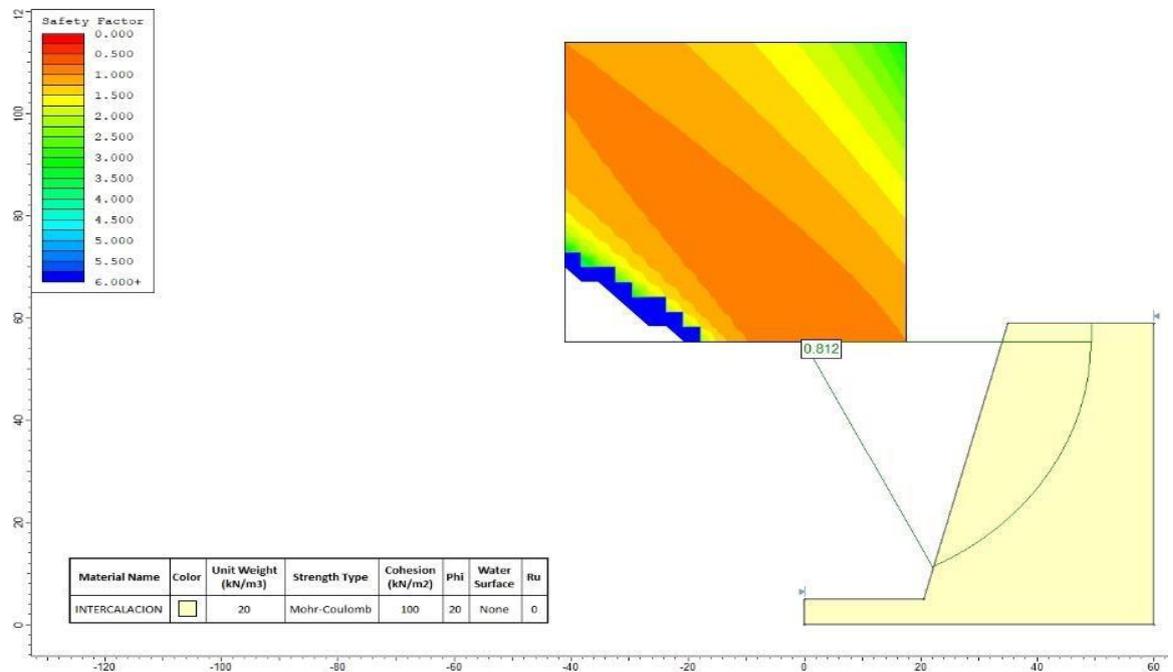


Fuente: Software Slide V6.

3.5.30. Talud N°30 – estación geomecánica N°23: El análisis de talud N°30 muestra un factor de seguridad de 0.812 haciéndola inestable (Figura 86).

Figura 86

Cálculo del factor de seguridad del Talud N°30, en condición estática.



Fuente: Software Slide V6.

• **RESUMEN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE TALUDES ACTUALES EN CONDICIONES ESTÁTICAS**

Tabla 35

Resumen del factor de seguridad de taludes actuales en condiciones estáticas.

TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes actuales	Tipo de Material	TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes actuales	Tipo de Material
1	0.697	SUELO	16	0.372	ROCA
2	0.423	SUELO	17	0.835	ROCA
3	0.832	ROCA	18	0.44	SUELO
4	0.858	ROCA	19	0.822	ROCA
5	1.478	ROCA	20	1.037	ROCA
6	0.084	ROCA	21	2.901	ROCA
7	1.5	ROCA	22	0.891	ROCA
8	1.458	ROCA	23	0.798	ROCA
9	0.395	ROCA	24	0.961	ROCA
10	0.509	SUELO	25	0.47	SUELO
11	0.786	ROCA	26	0.922	ROCA
12	1.216	ROCA	27	0.52	SUELO
13	0.8	ROCA	28	0.763	ROCA
14	0.922	ROCA	29	1.061	ROCA
15	0.678	SUELO	30	0.812	ROCA

LEYENDA

INESTABLE <1

ESTABLE >1

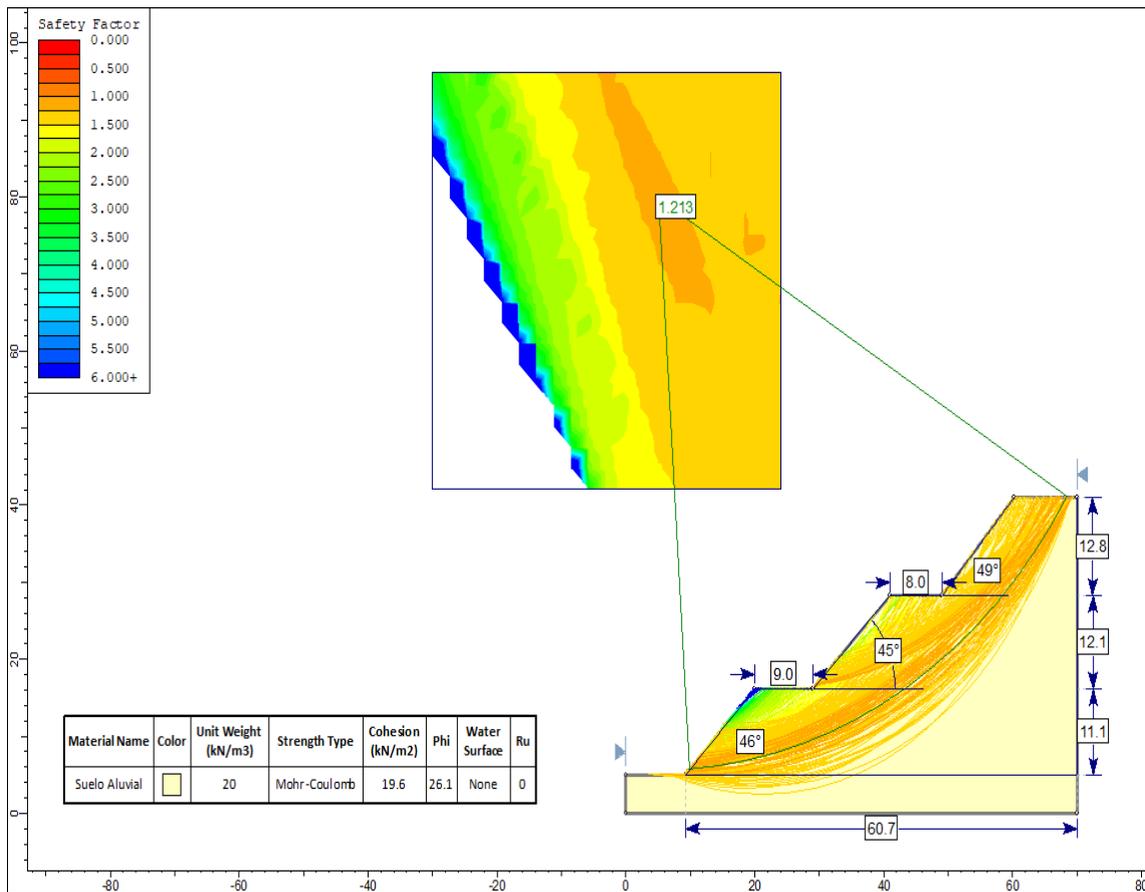
Fuente: Propia.

3.6. ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICADO EL CONTROL DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS.

3.6.1. Talud N°01 – estación suelo N°01: Para estabilizar el talud N°01 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 9 m y la otra de 8 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 46° con una altura de 11.1 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 45° con respecto a la berma, posee una altura de 12.1 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 49° con una altura de 12.8 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.213 indicando que el talud N°1 es estable en condición estático como se evidencia en la figura 87.

Figura 87

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°1 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.

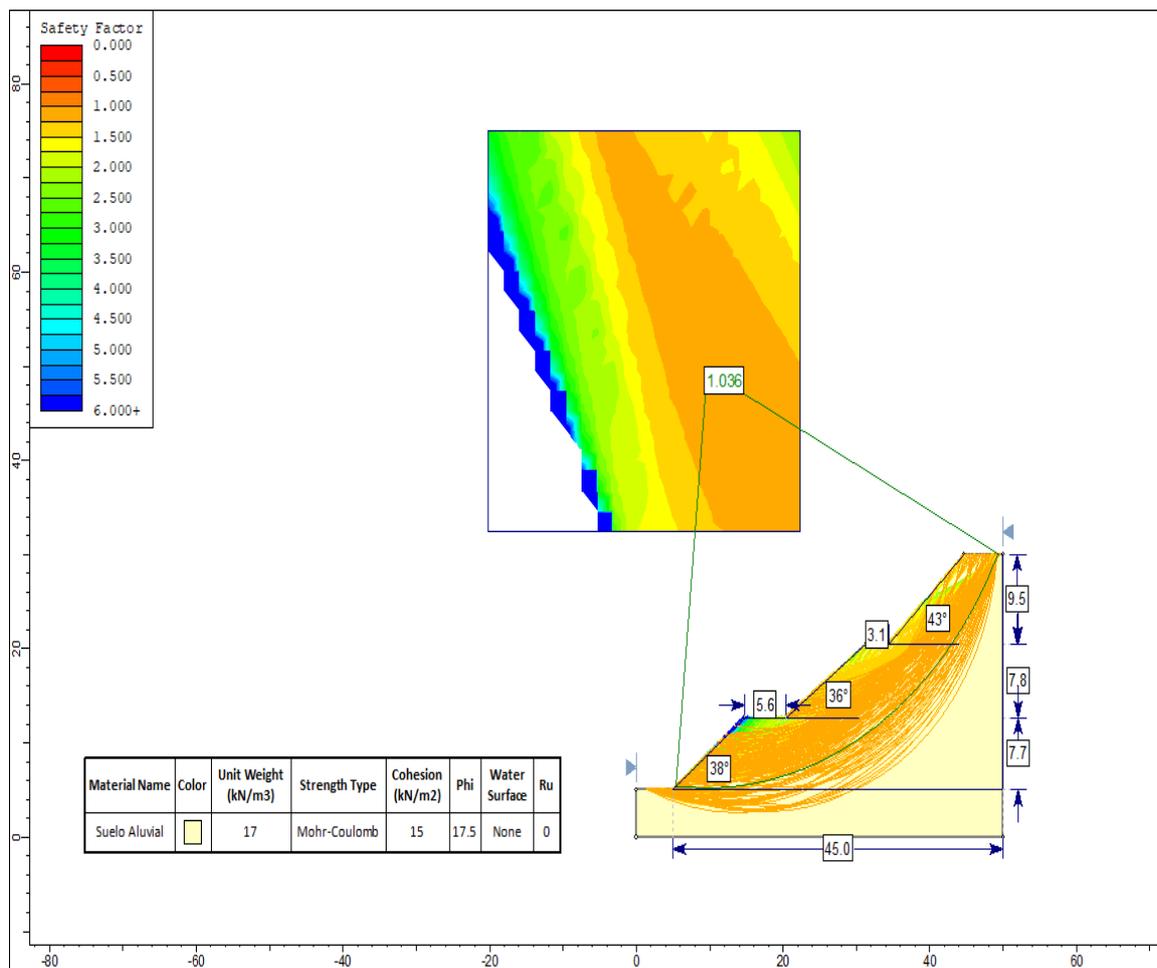


Fuente: Software Slide V6.

3.6.2. Talud N°02 – estación suelo N°02: Para estabilizar el talud N°02 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 5.6 m y la otra de 3.1 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 38° con una altura de 7.7 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 36° con respecto a la berma, posee una altura de 7.8 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 43° con una altura de 9.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.036 indicando que el talud N°2 es estable en condición estático como se evidencia en la figura 88.

Figura 88

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°2 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.

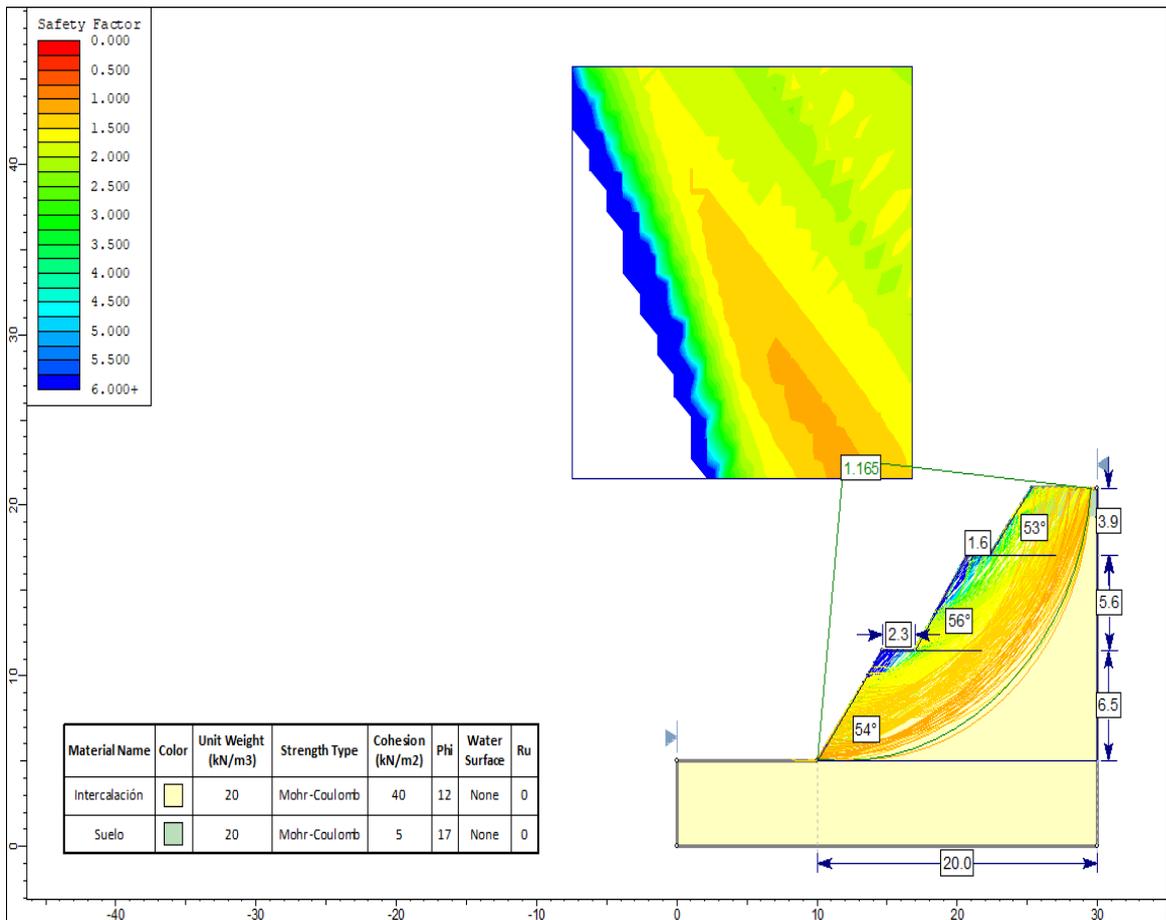


Fuente: Software Slide V6.

3.6.3. Talud N°03 – estación geomecánica N°01: Para estabilizar el talud N°03 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.3 m y la otra de 1.6 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 54° con una altura de 6.5 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 56° con respecto a la berma, posee una altura de 5.6 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 53° con una altura de 3.9 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.165 indicando que el talud N°3 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 89.

Figura 89

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°3 aplicado el control de estabilidad. en condición estática.

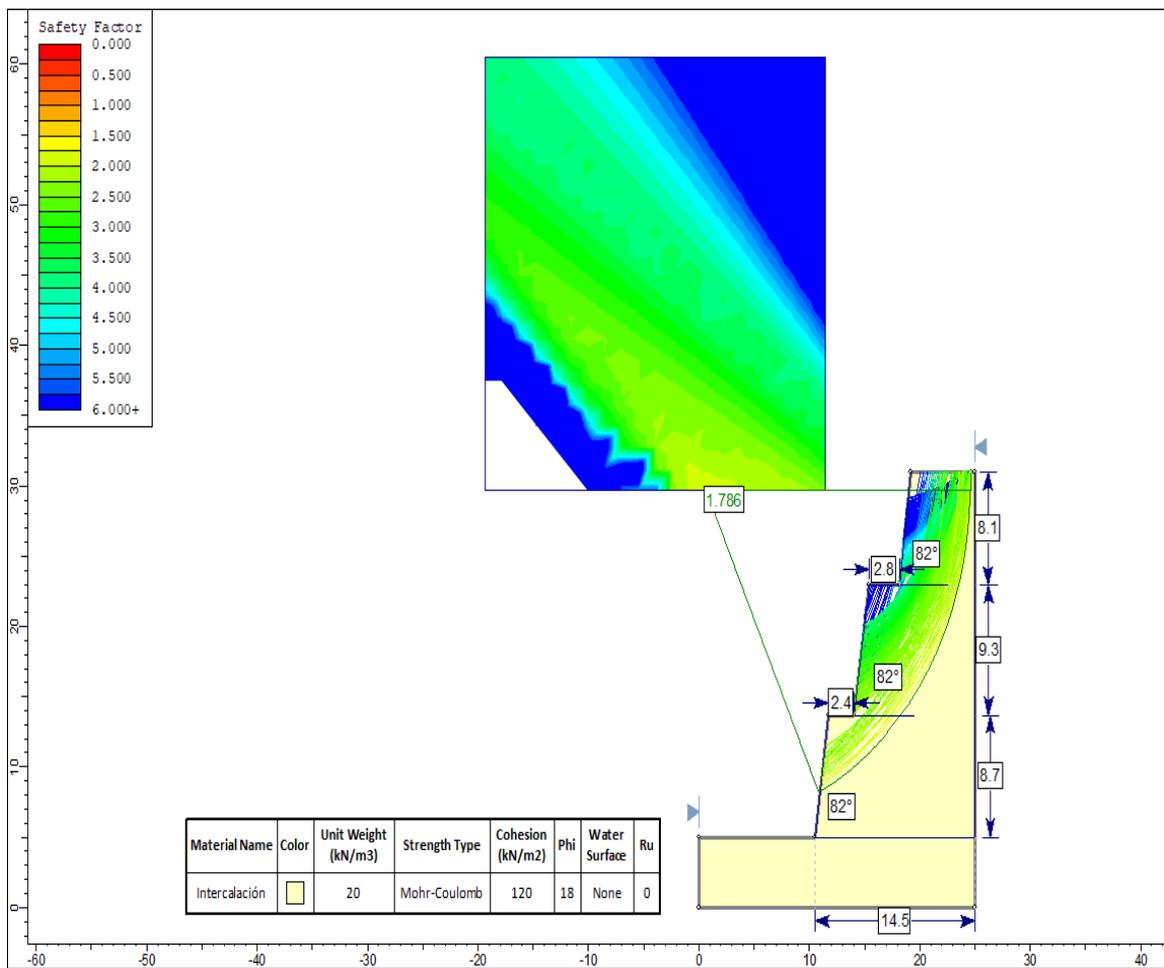


Fuente: Software Slide V6.

3.6.4. Talud N°04 – estación geomecánica N°02: Para estabilizar el talud N°04 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.4 m y la otra de 2.8 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 82° con una altura de 8.7 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 82° con respecto a la berma, posee una altura de 9.3 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 82° con una altura de 8.1 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.786 indicando que el talud N°4 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 90.

Figura 90

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°4 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

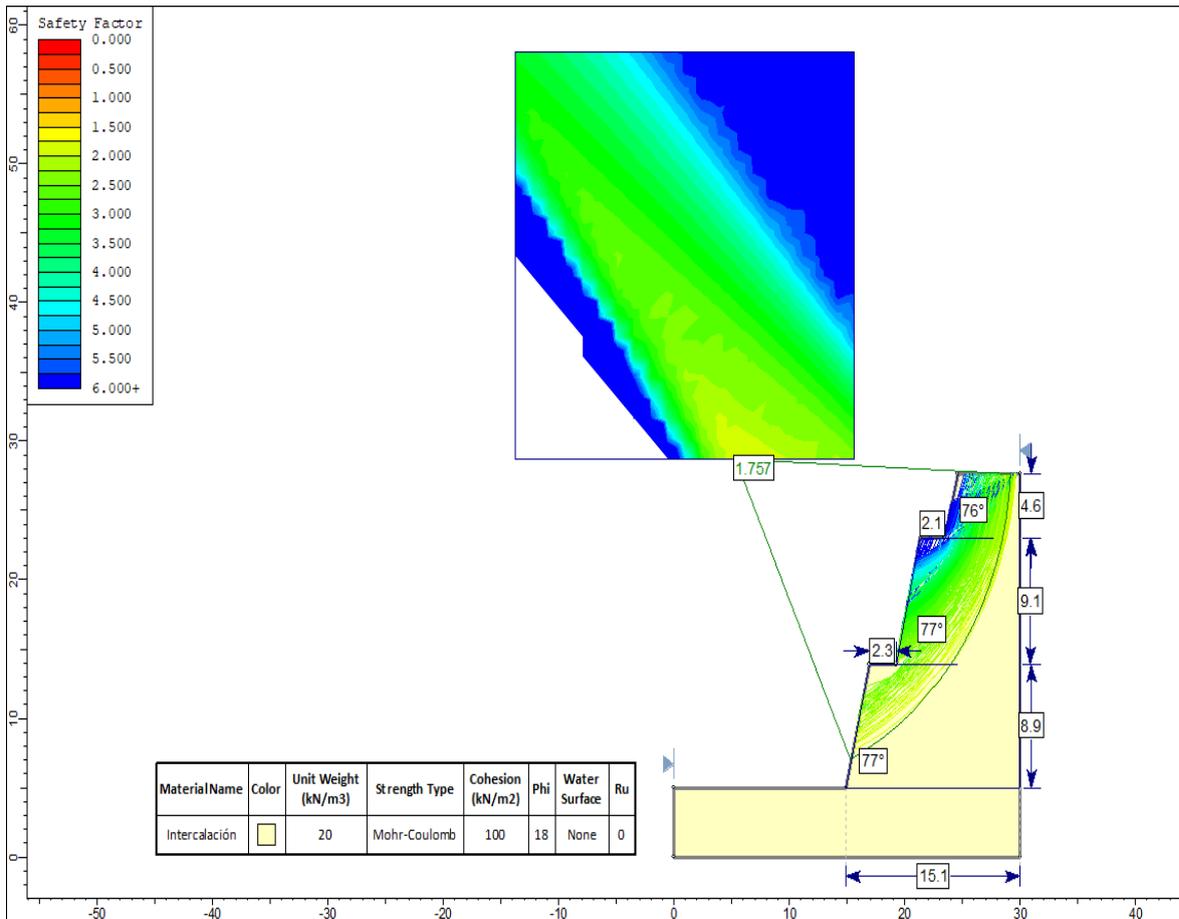


Fuente: Software Slide V6.

3.6.5. Talud N°06 – estación geomecánica N°03: Para estabilizar el talud N°06 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.3 m y la otra de 2.1 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 77° con una altura de 8.9 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 77° con respecto a la berma, posee una altura de 9.1 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 76° con una altura de 4.6 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.757 indicando que el talud N°6 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 91.

Figura 91

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

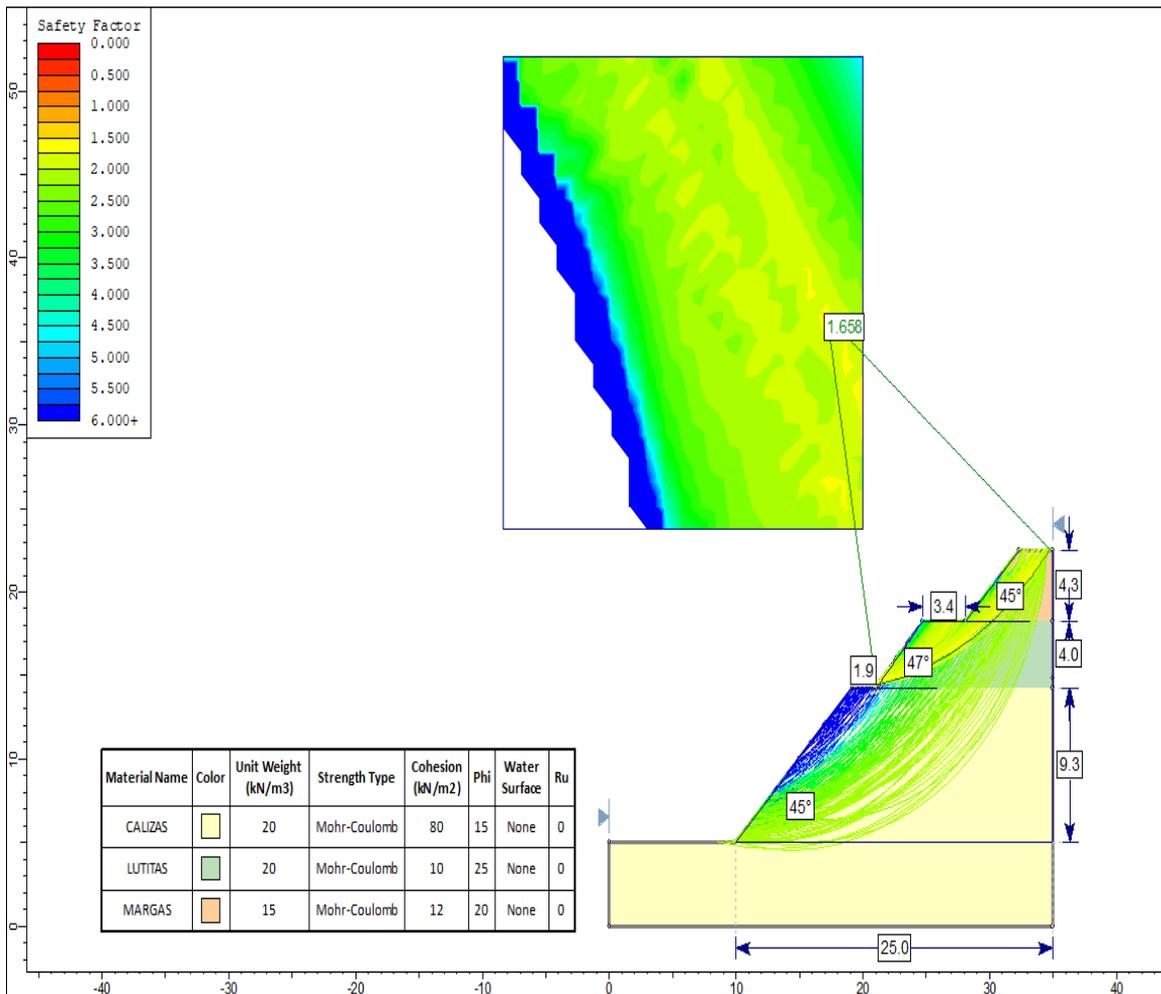


Fuente: Software Slide V6.

3.6.6. Talud N°09 – estación geomecánica N°07: Para estabilizar el talud N°09 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 1.9 m y la otra de 3.4 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 45° con una altura de 9.3 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 47° con respecto a la berma, posee una altura de 4.0 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 45° con una altura de 4.3 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.658 indicando que el talud N°9 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 92.

Figura 92

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

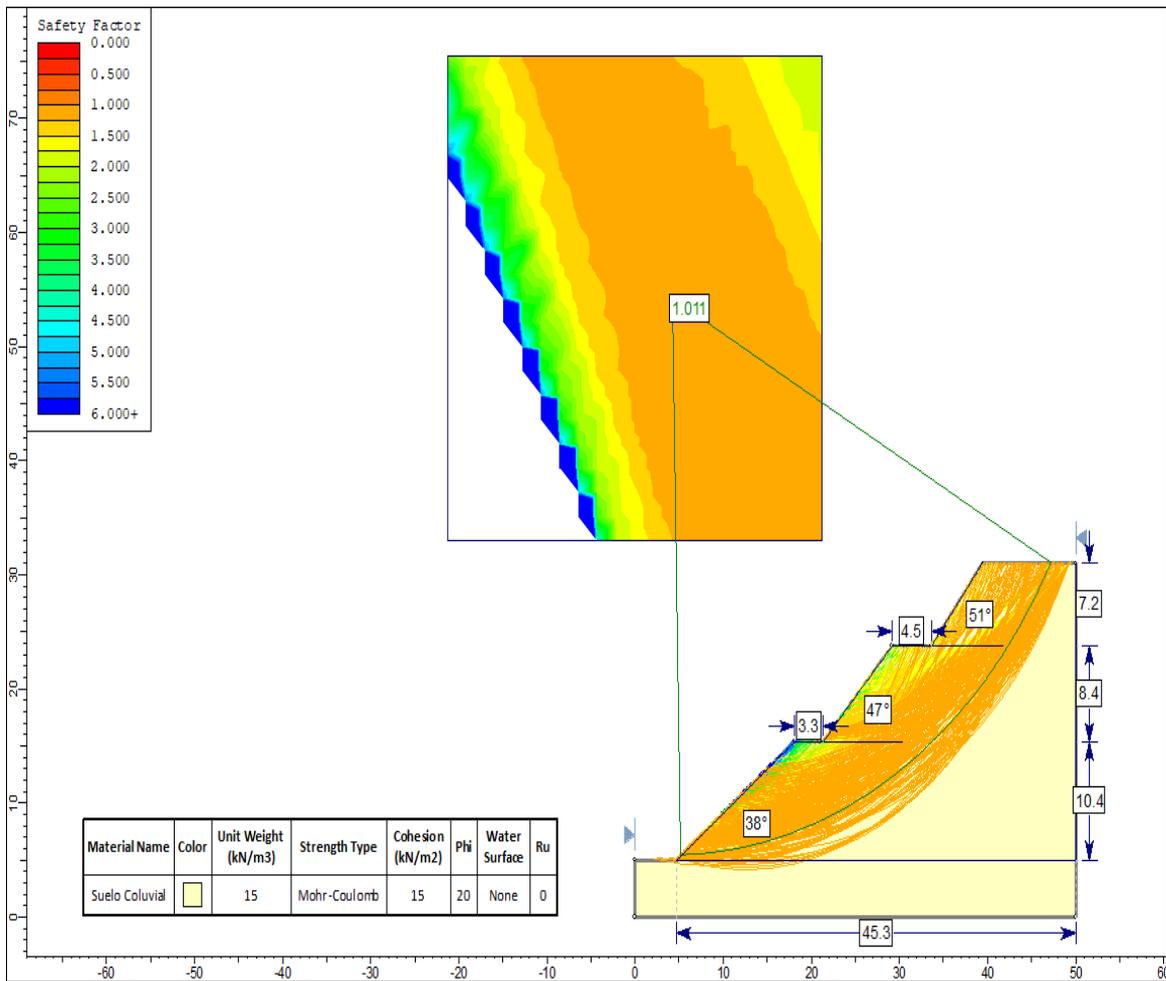


Fuente: Software Slide V6.

3.6.7. Talud N°10 – estación suelo N°03: Para estabilizar el talud N°10 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.3 m y la otra de 4.5 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 38° con una altura de 10.4 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 47° con respecto a la berma, posee una altura de 8.4 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 51° con una altura de 7.2 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.011 indicando que el talud N°10 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 93.

Figura 93

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

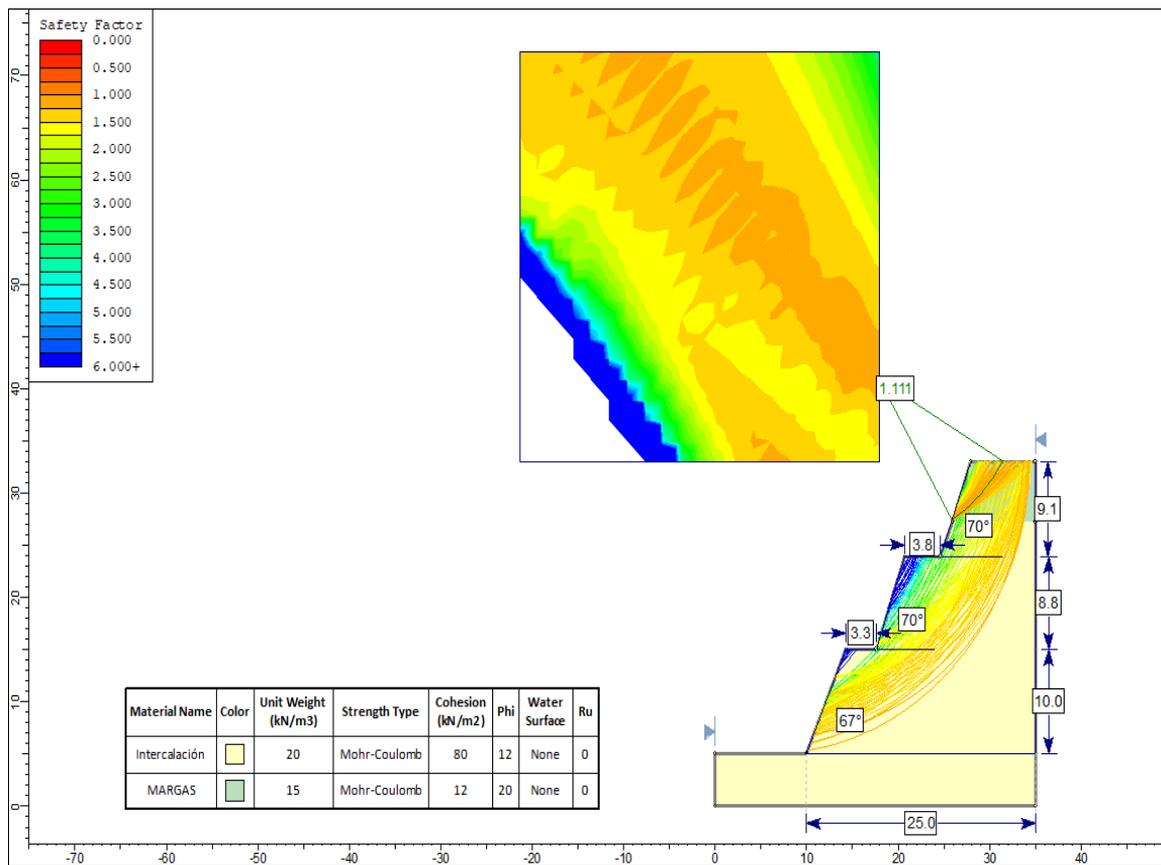


Fuente: Software Slide V6.

3.6.8. Talud N°11 – estación geomecánica N°11: Para estabilizar el talud N°11 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.3 m y la otra de 3.8 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 67° con una altura de 10.0 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 70° con respecto a la berma, posee una altura de 8.8 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 70° con una altura de 9.1 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.111 indicando que el talud N°11 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 94.

Figura 94

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°11 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

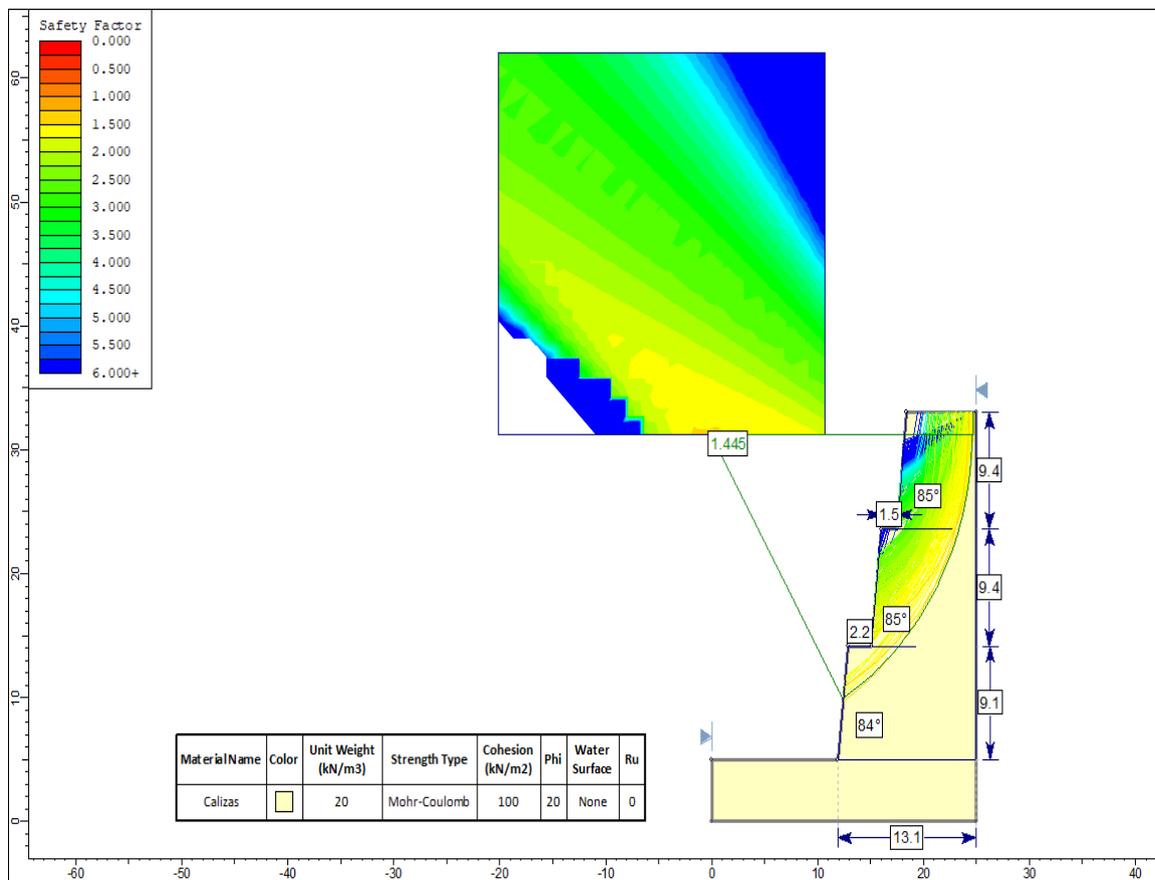


Fuente: Software Slide V6.

3.6.9. Talud N°13 – estación geomecánica N°10: Para Para estabilizar el talud N°13 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.2 m y la otra de 1.5 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 84° con una altura de 9.1 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 85° con respecto a la berma, posee una altura de 9.4 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 85° con una altura de 9.4 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.445 indicando que el talud N°13 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 95.

Figura 95

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 aplicado el control de estabilidad en condición estática.

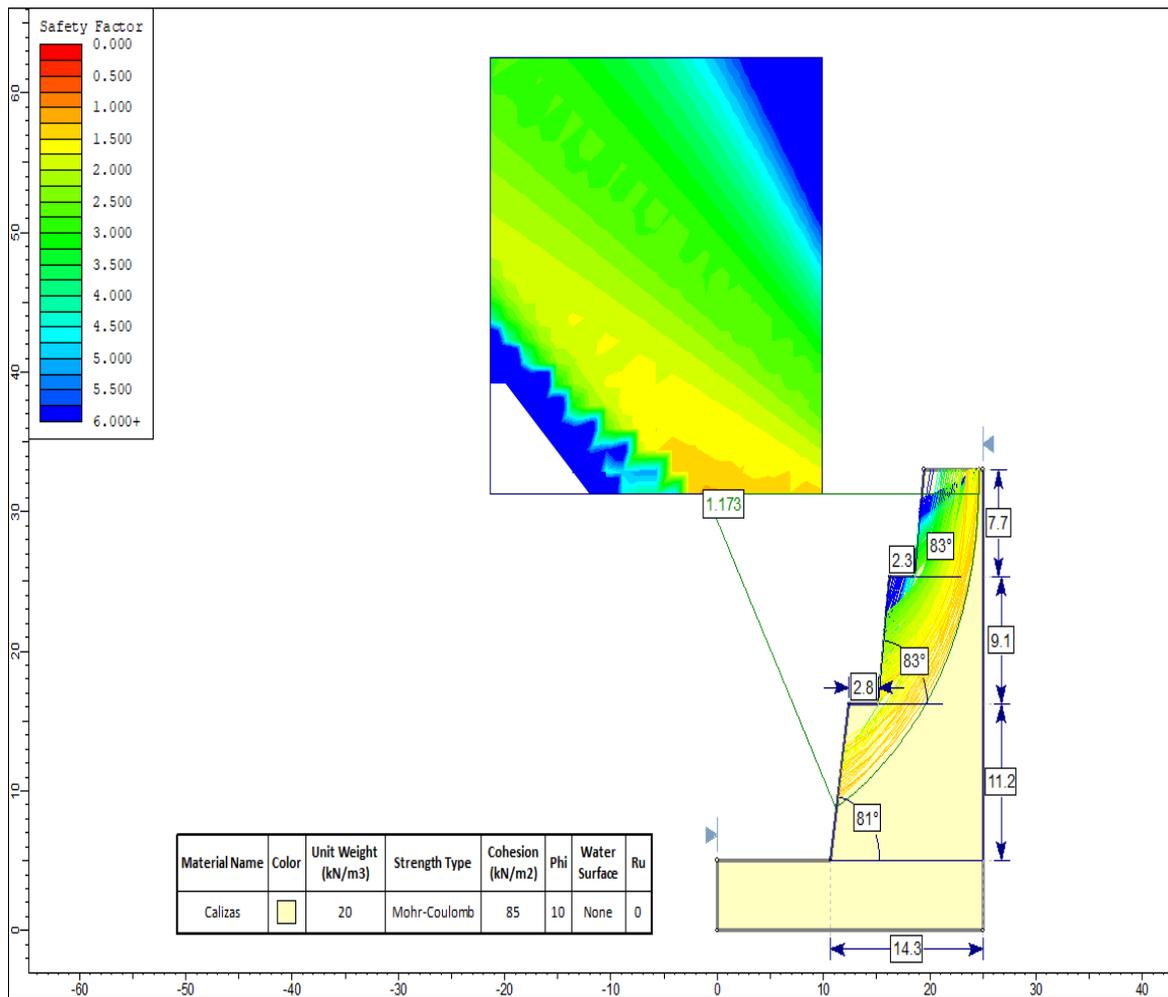


Fuente: Software Slide V6.

3.6.10. Talud N°14 – estación geomecánica N°11: Para estabilizar el talud N°14 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.8 m y la otra de 2.3 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 81° con una altura de 11.2 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 83° con respecto a la berma, posee una altura de 9.1 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 83° con una altura de 7.7 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.173 indicando que el talud N°14 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 96.

Figura 96

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

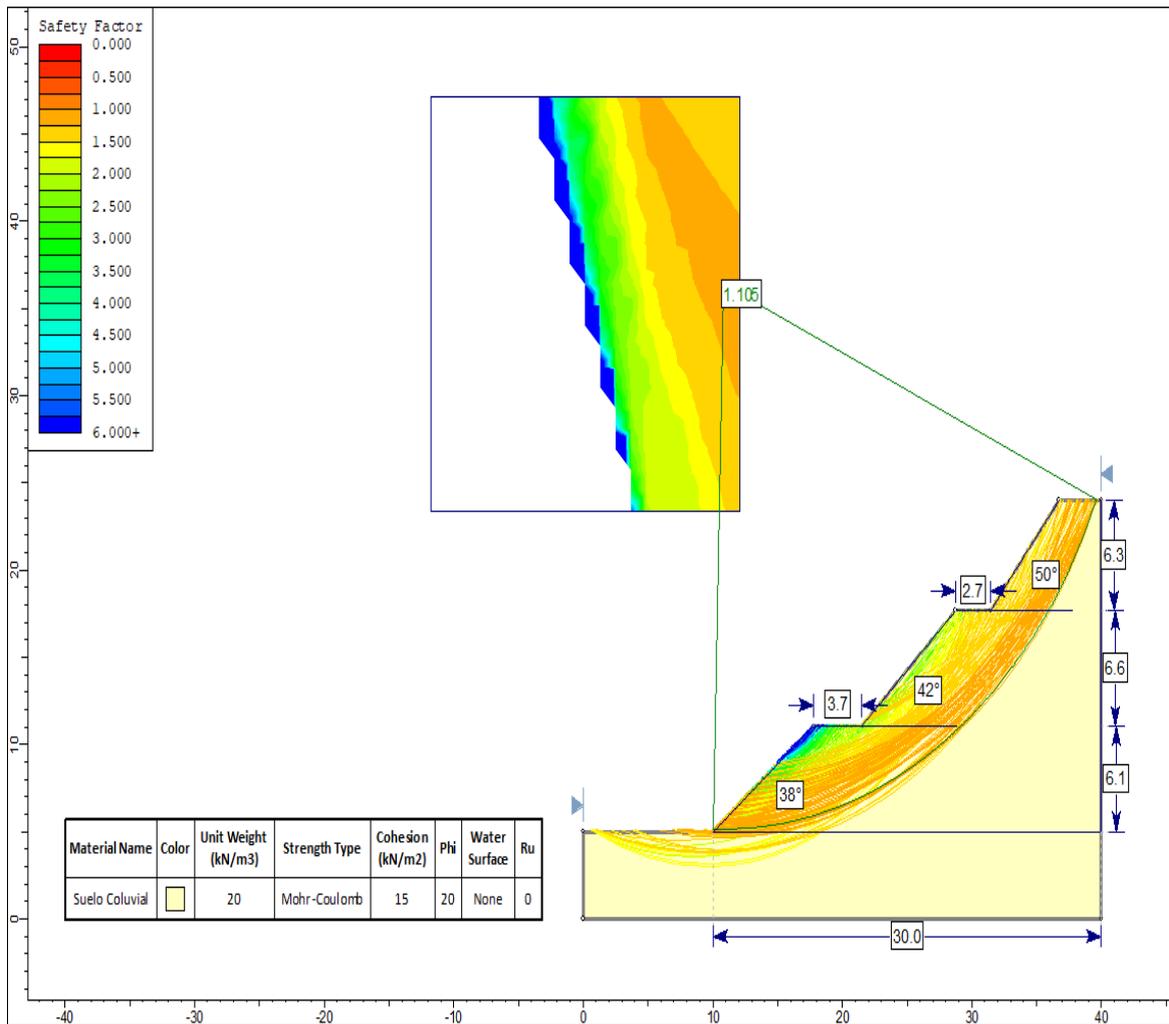


Fuente: Software Slide V6.

3.6.11. Talud N°15 – estación suelo N°04: Para estabilizar el talud N°15 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.7 m y la otra de 2.7 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 38° con una altura de 6.1 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 42° con respecto a la berma, posee una altura de 6.6 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 50° con una altura de 6.3 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.105 indicando que el talud N°15 es estable en condición estático como se evidencia en la figura 97.

Figura 97

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

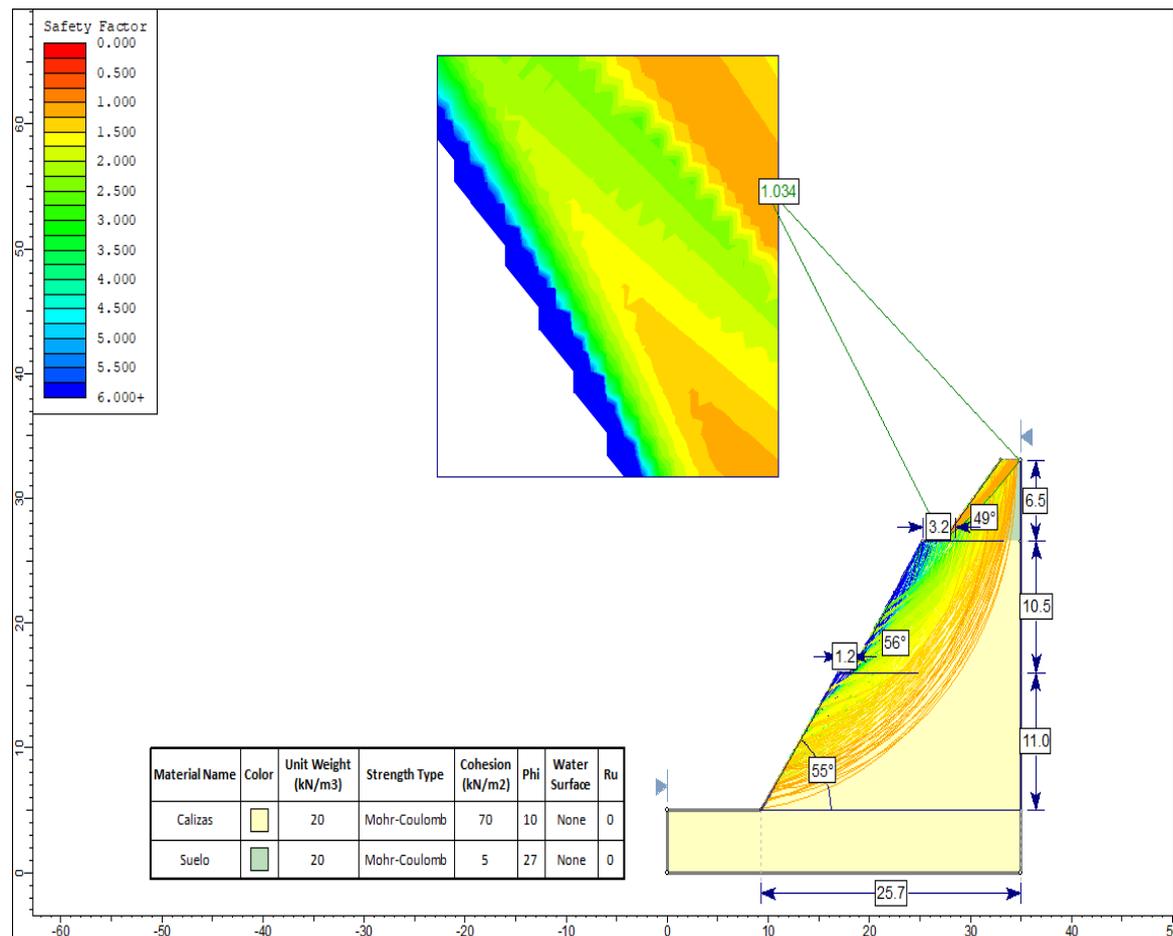


Fuente: Software Slide V6.

3.6.12. Talud N°16 – estación geomecánico N°12: Para estabilizar el talud N°16 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 1.2 m y la otra de 3.2 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 55° con una altura de 11.0 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 56° con respecto a la berma, posee una altura de 10.5 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 49° con una altura de 6.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.034 indicando que el talud N°16 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 98.

Figura 98

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

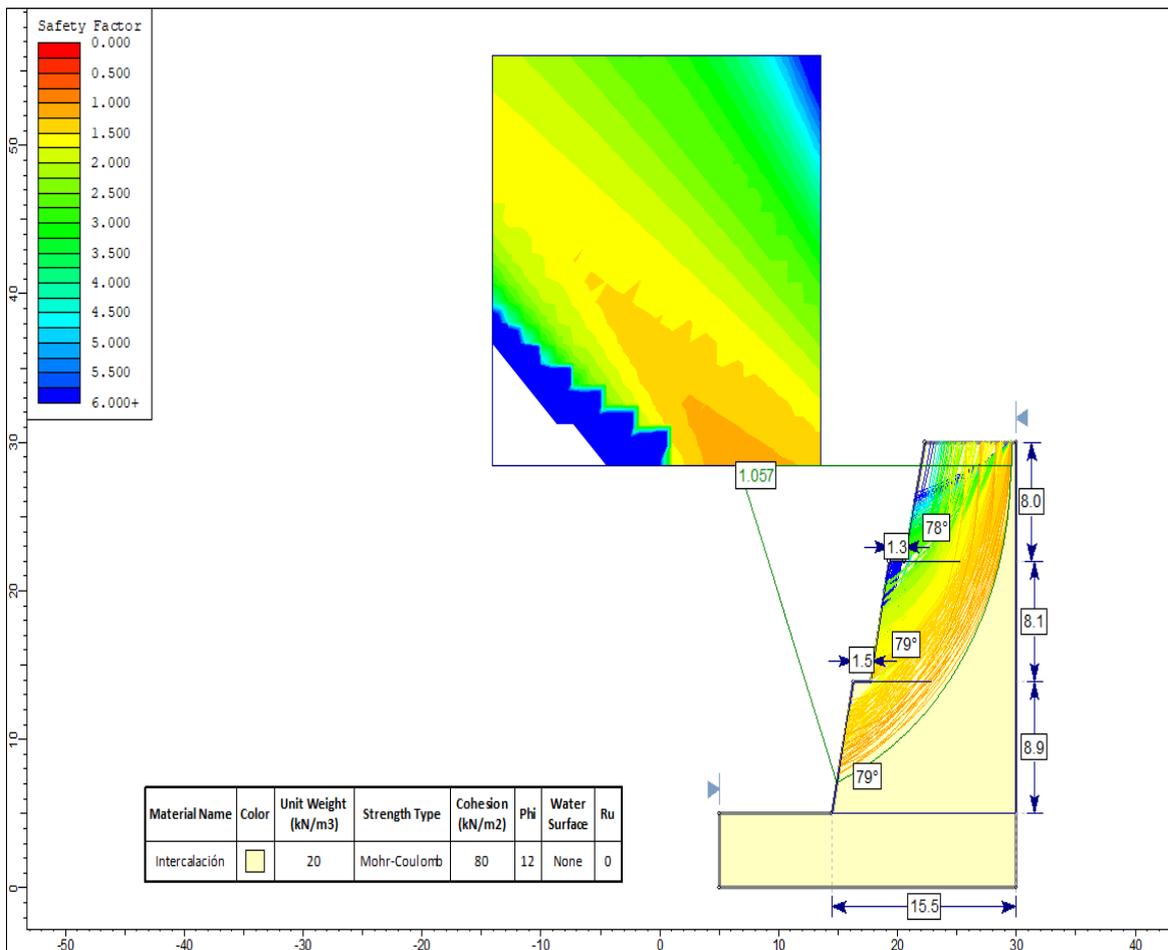


Fuente: Software Slide V6.

3.6.13. Talud N°17 – estación geomecánica N°13: Para estabilizar el talud N°17 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 1.5 m y la otra de 1.3 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 79° con una altura de 8.9 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 79° con respecto a la berma, posee una altura de 8.1 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 78° con una altura de 8.0 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.057 indicando que el talud N°6 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 99.

Figura 99

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

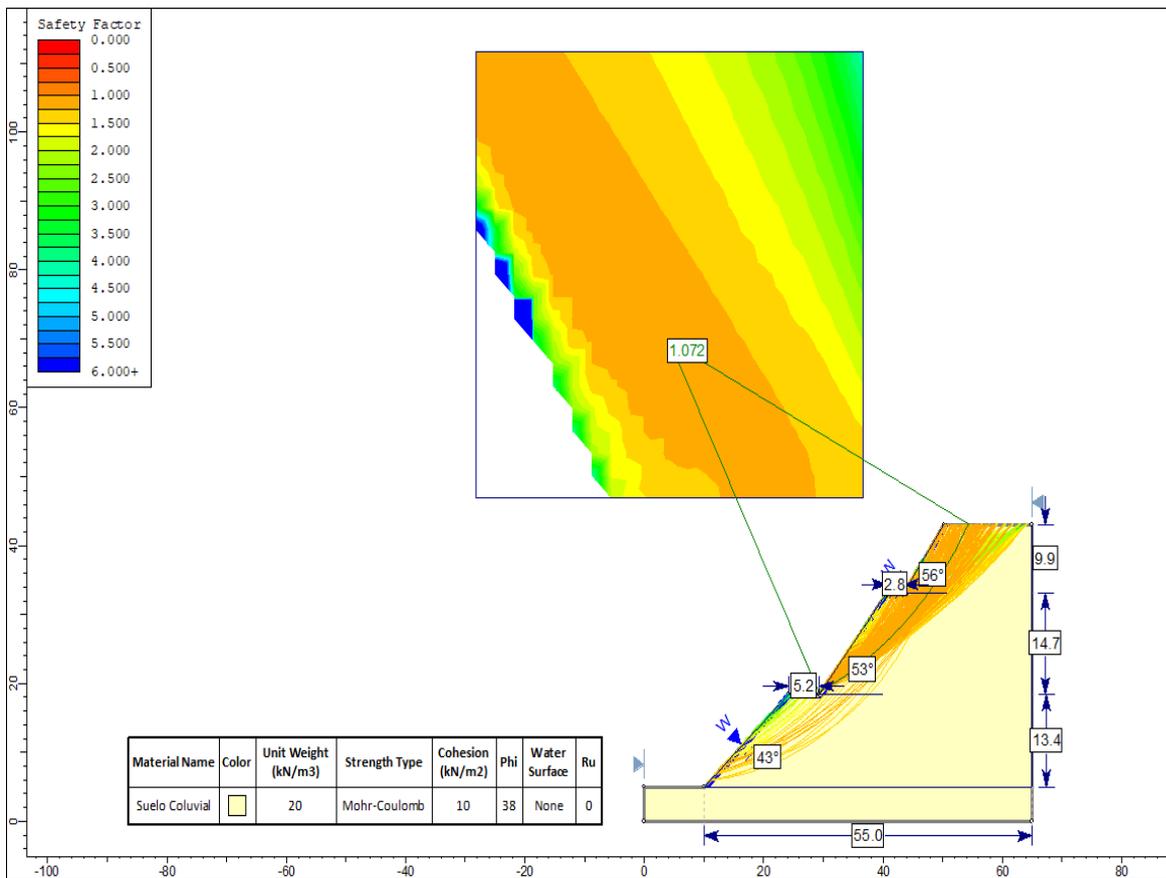


Fuente: Software Slide V6.

3.6.14. Talud N°18 – estación suelo N°05: Para estabilizar el talud N°18 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 5.2 m y la otra de 2.8 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 43° con una altura de 13.4 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 53° con respecto a la berma, posee una altura de 14.7 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 56° con una altura de 9.9 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.072 indicando que el talud N°18 es estable en condición estático como se evidencia en la figura 100.

Figura 100

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

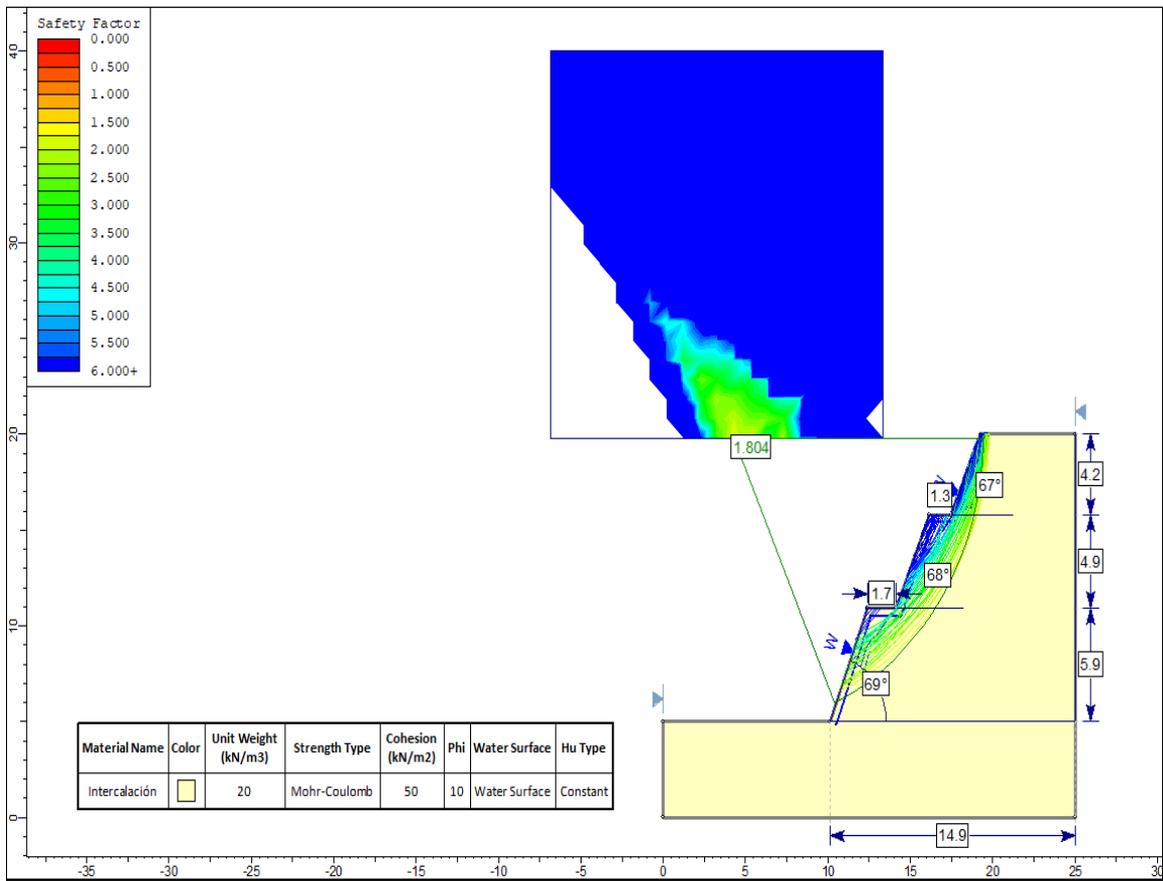


Fuente: Software Slide V6.

3.6.15. Talud N°19 – estación geomecánica N°14: Para estabilizar el talud N°19 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 1.7 m y la otra de 1.3 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 69° con una altura de 5.9 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 68° con respecto a la berma, posee una altura de 4.9 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 67° con una altura de 4.2 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.804 indicando que el talud N°19 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 101.

Figura 101

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

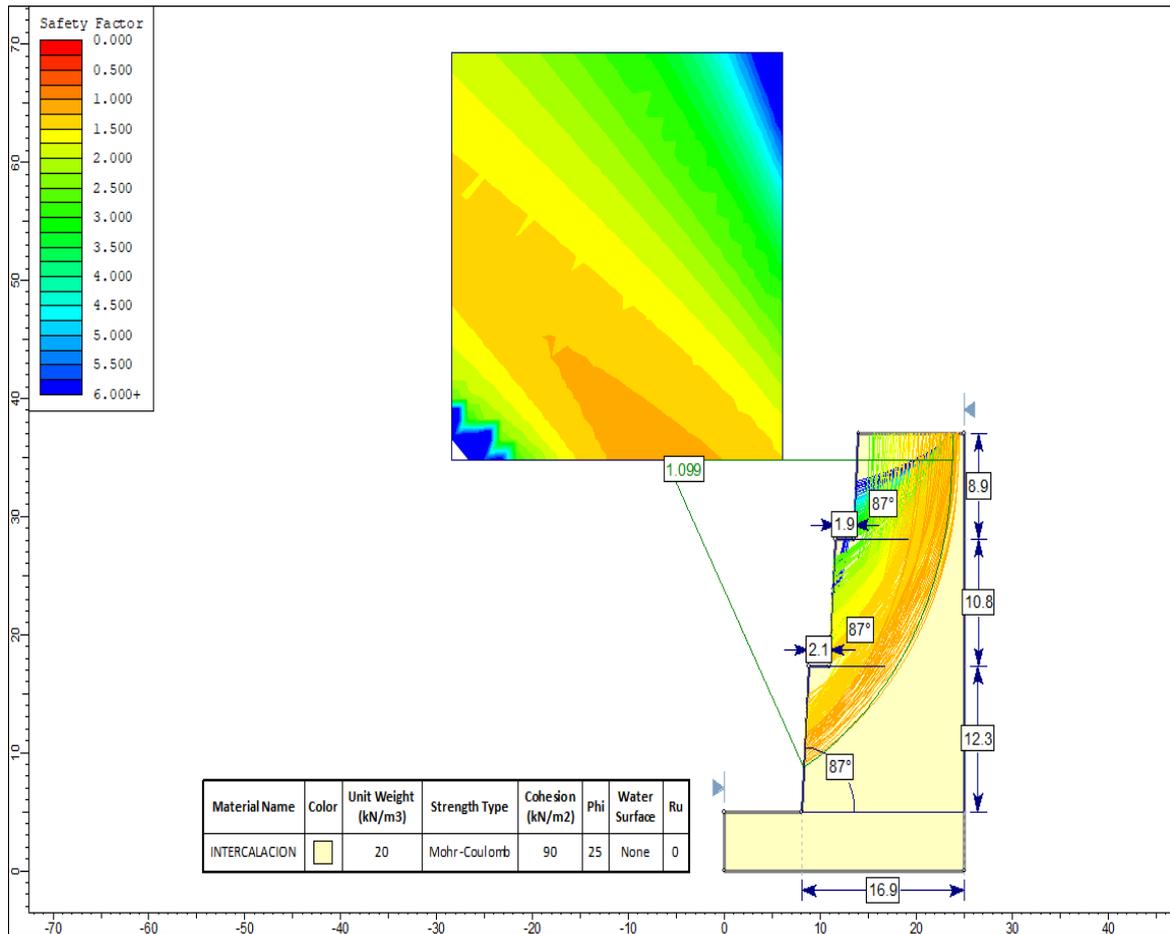


Fuente: Software Slide V6.

3.6.16. Talud N°22 – estación geomecánica N°17: Para estabilizar el talud N°022 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.1 m y la otra de 1.9 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 87° con una altura de 12.3 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 87° con respecto a la berma, posee una altura de 10.8 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 87° con una altura de 8.9 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.099 indicando que el talud N°22 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 102.

Figura 102

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

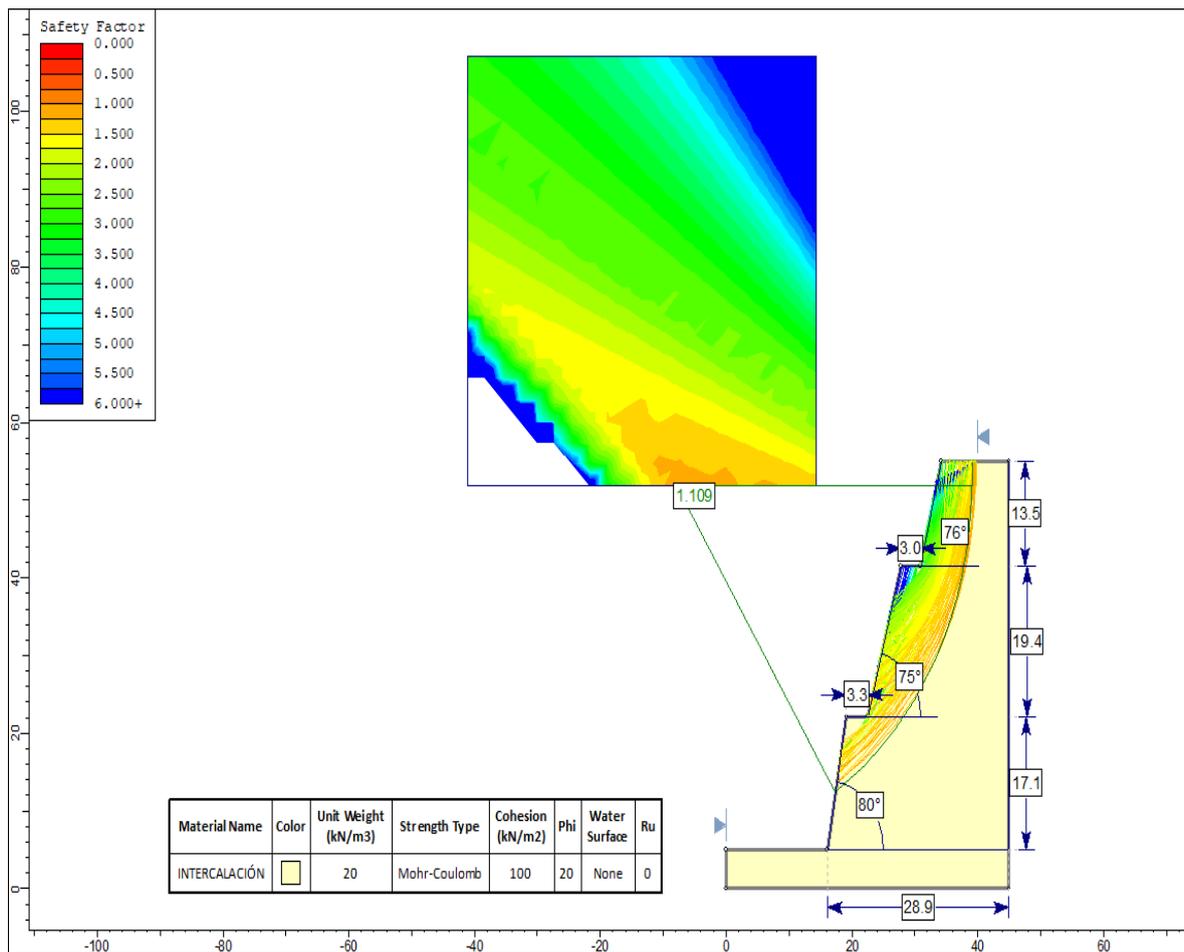


Fuente: Software Slide V6.

3.6.17. Talud N°23 – estación geomecánica N°18: Para estabilizar el talud N°23 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.3 m y la otra de 3.0 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 80° con una altura de 17.1 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 75° con respecto a la berma, posee una altura de 19.4 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 76° con una altura de 13.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.109 indicando que el talud N°23 es estable en condición pseudoestático como se evidencia en la figura 103.

Figura 103

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

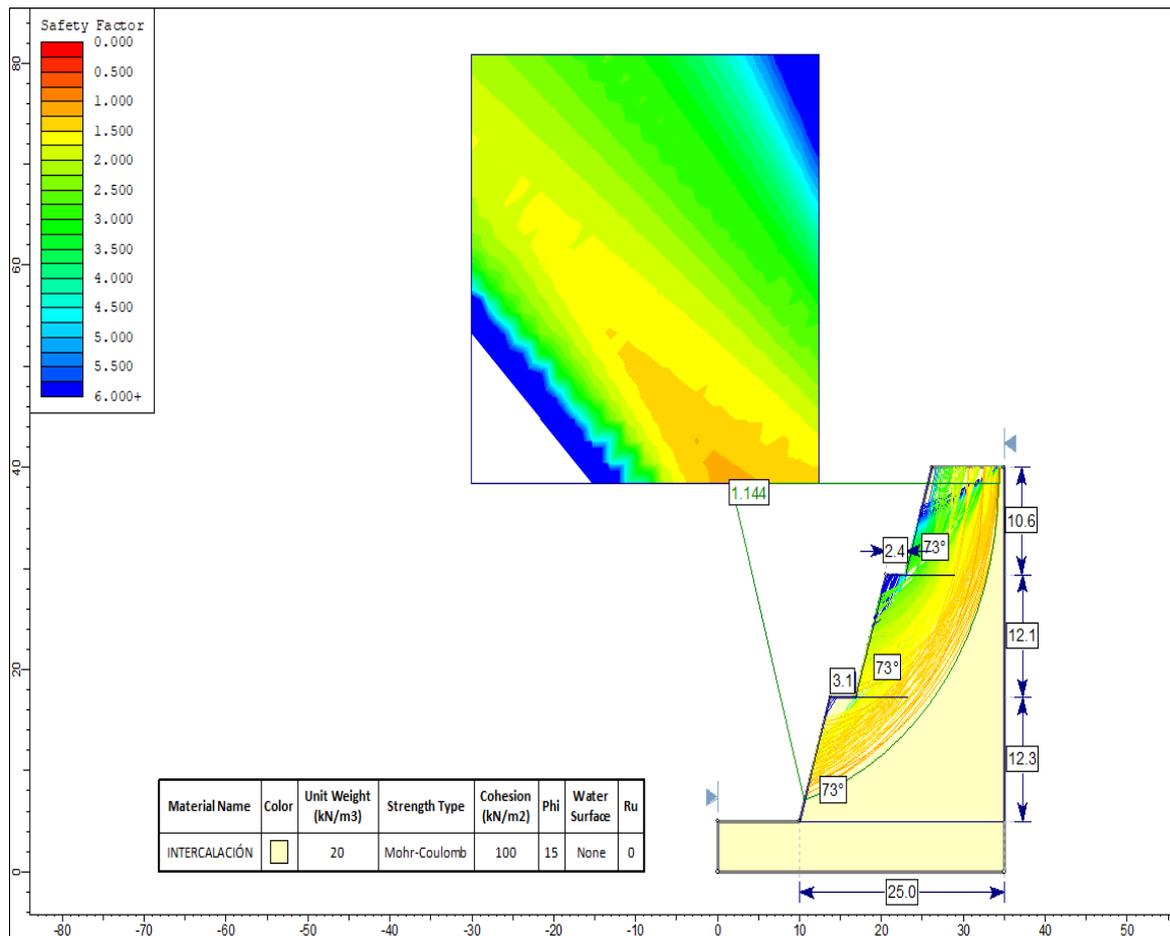


Fuente: Software Slide V6.

3.6.18. Talud N°24 – estación geomecánica N°19: Para estabilizar el talud N°24 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.1 m y la otra de 2.4 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 73° con una altura de 12.3 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 73° con respecto a la berma, posee una altura de 12.1 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 73° con una altura de 10.6 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.144 indicando que el talud N°24 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 104.

Figura 104

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

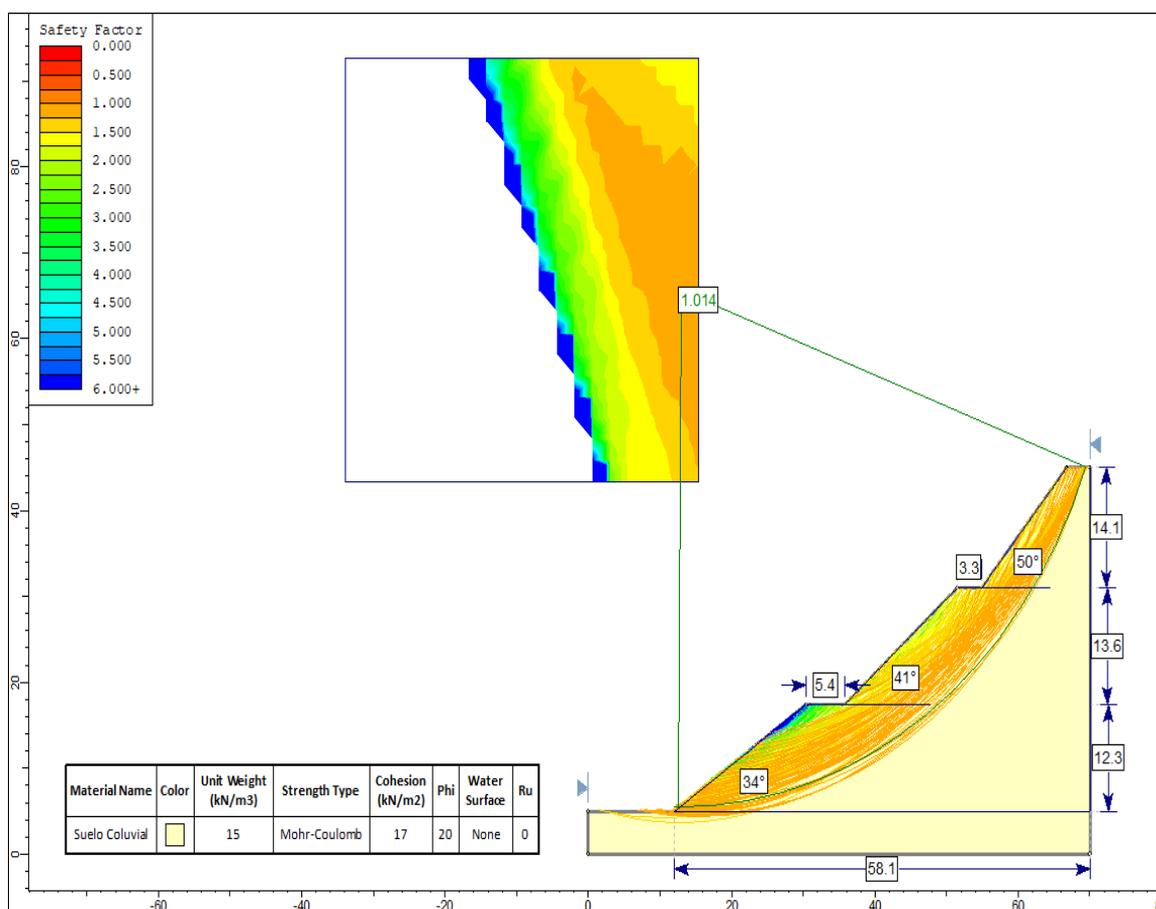


Fuente: Software Slide V6.

3.6.19. Talud N°25 – estación suelo N°06: Para estabilizar el talud N°25 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 5.4 m y la otra de 3.3 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 34° con una altura de 12.3 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 41° con respecto a la berma, posee una altura de 13.6 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 50° con una altura de 14.1 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.014 indicando que el talud N°25 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 105.

Figura 105

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

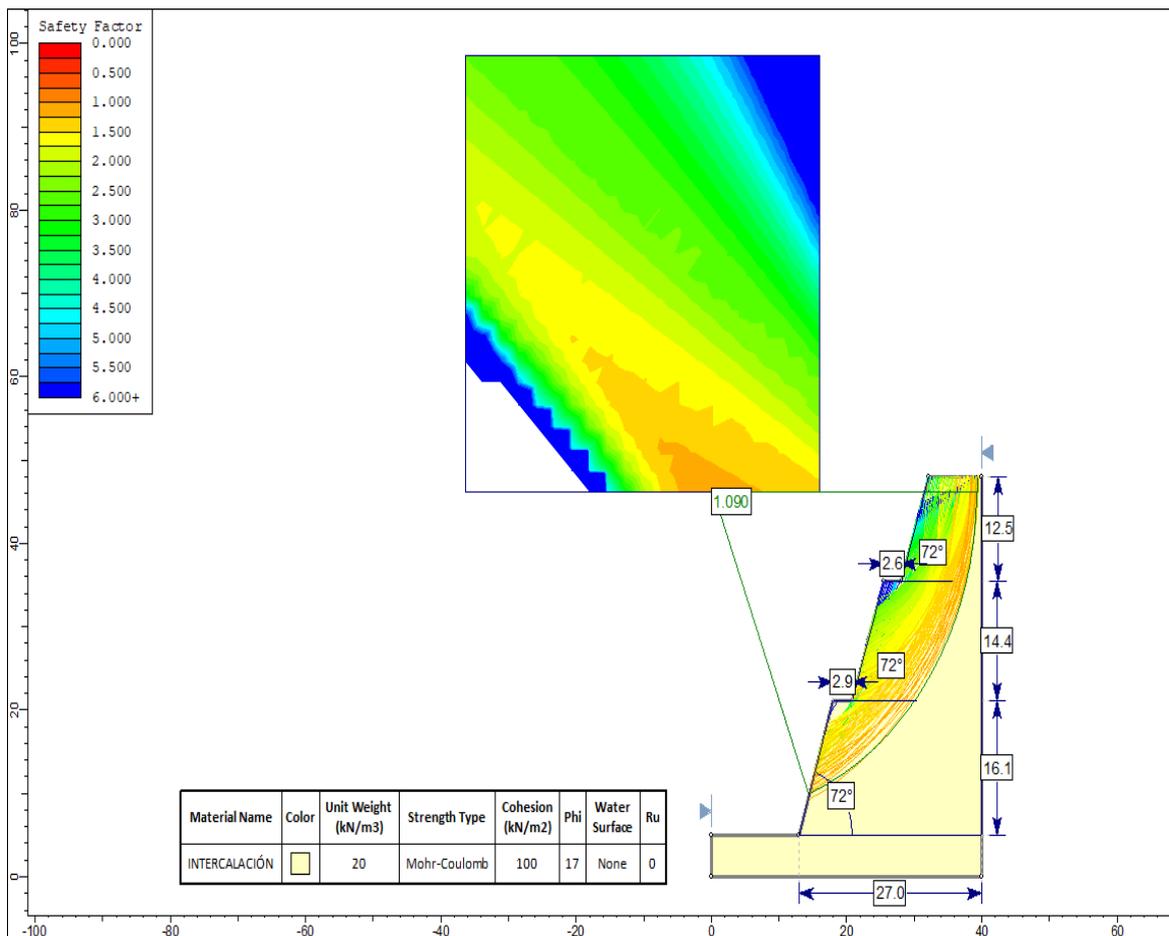


Fuente: Software Slide V6.

3.6.20. Talud N°26 – estación geomecánica N°20: Para estabilizar el talud N°26 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 2.9 m y la otra de 2.6 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 72° con una altura de 16.1 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 72° con respecto a la berma, posee una altura de 14.4 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 72° con una altura de 12.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.090 indicando que el talud N°26 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 106.

Figura 106

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°26 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

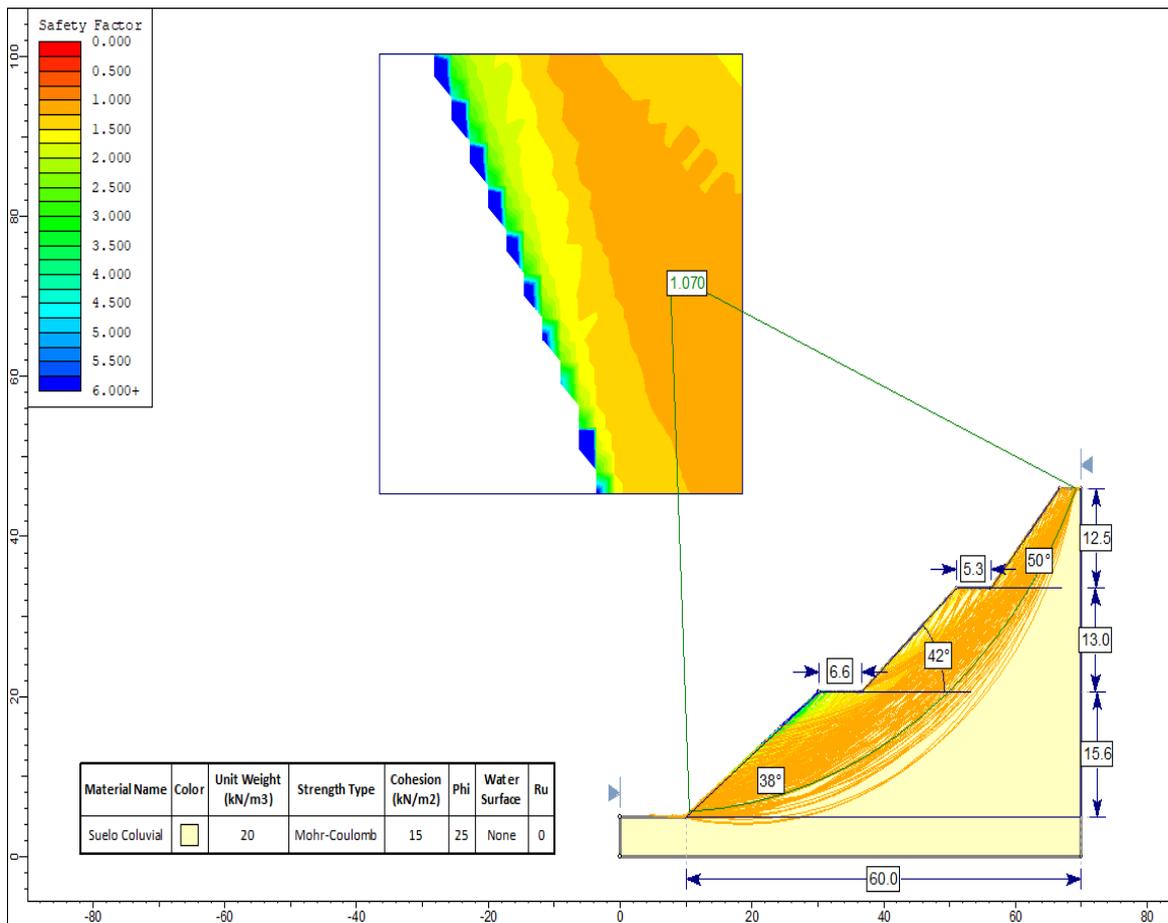


Fuente: Software Slide V6.

3.6.21. Talud N°27 – estación suelo N°07: Para estabilizar el talud N°27 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 6.6 m y la otra de 5.3 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 38° con una altura de 15.6 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 42° con respecto a la berma, posee una altura de 13.0 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 50° con una altura de 12.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.070 indicando que el talud N°27 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 107.

Figura 107

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°27 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

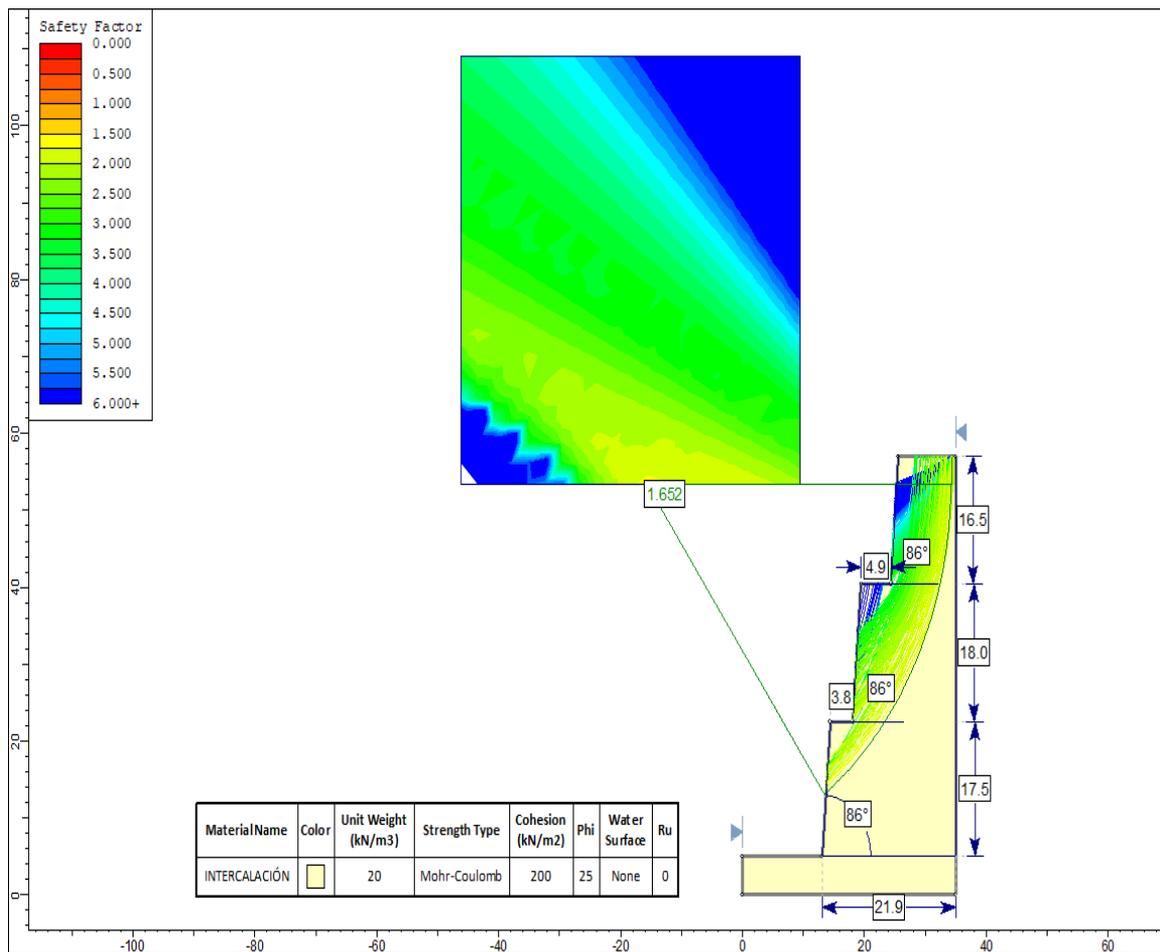


Fuente: Software Slide V6.

3.6.22. Talud N°28 – estación geomecánica N°21: Para estabilizar el talud N°28 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.8 m y la otra de 4.9 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 86° con una altura de 17.5 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 86° con respecto a la berma, posee una altura de 18.0 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 86° con una altura de 16.5 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.652 indicando que el talud N°28 es estable en condición estática como se evidencia en la figura 108.

Figura 108

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 aplicado el control de estabilidad, en condición estática.

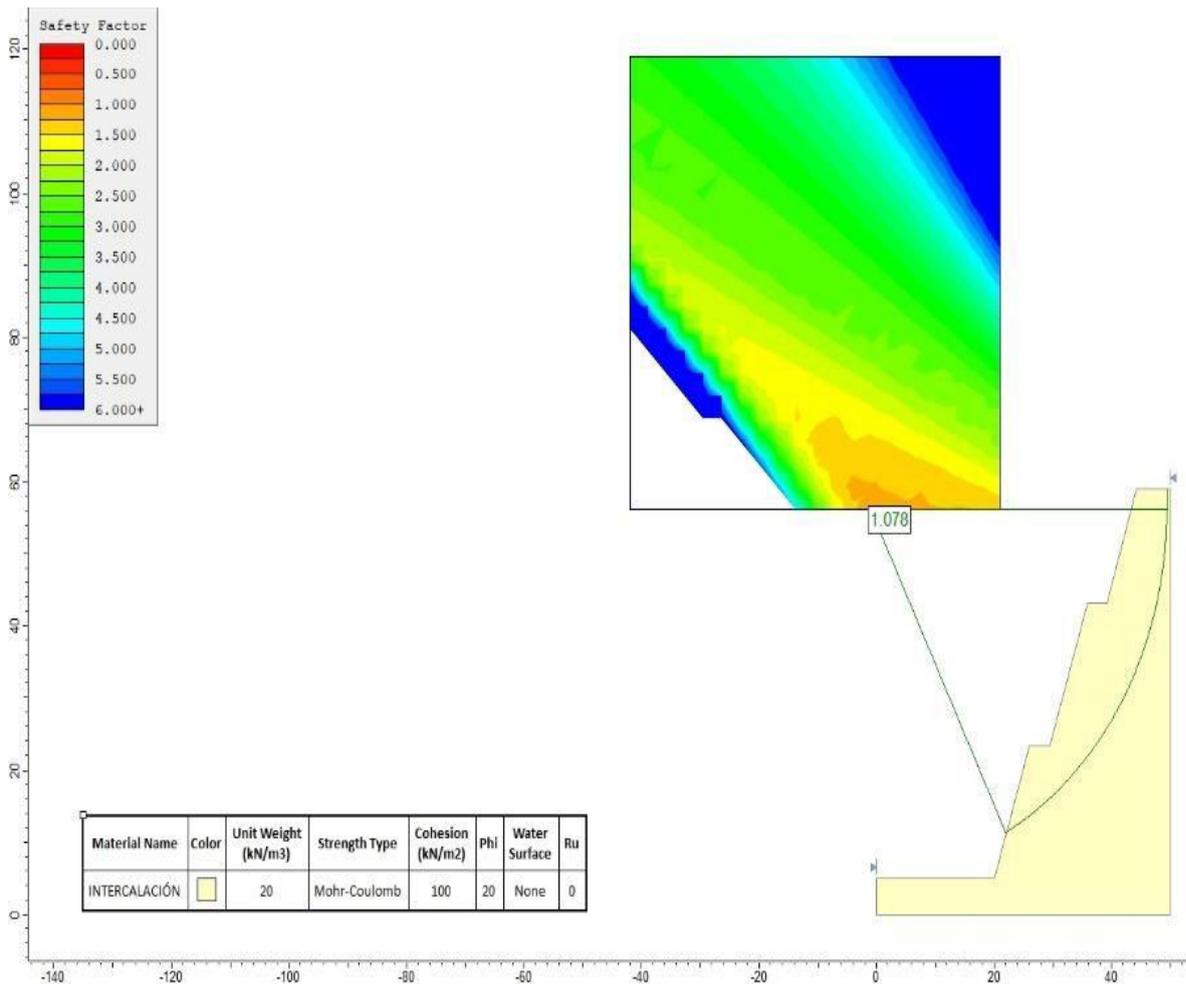


Fuente: Software Slide V6.

3.6.23. Talud N°30 – estación geomecánica N°23: Para estabilizar el talud N°30 se aplica el método de terraceo, realizando dos bermas, una de 3.4 m y la otra de 3.2 m de ancho, presentando tres caras, la primera cara con respecto a la base tiene una inclinación de 72° con una altura de 18.4 metros, la segunda cara tiene una inclinación de 72° con respecto a la berma, posee una altura de 19.8 metros. Finalmente, la tercera cara con respecto a la berma tiene una inclinación de 72° con una altura de 15.8 metros. dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.078 indicando que el talud N°30 es estable en condición estático como se evidencia en la figura 109.

Figura 109

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°30 aplicado el control de estabilidad.



Fuente: Software Slide V6.

- **RESUMEN DE ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICADO EL CONTROL DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS.**

Tabla 36

Resumen del factor de seguridad aplicado el control de estabilidad en condiciones estáticas.

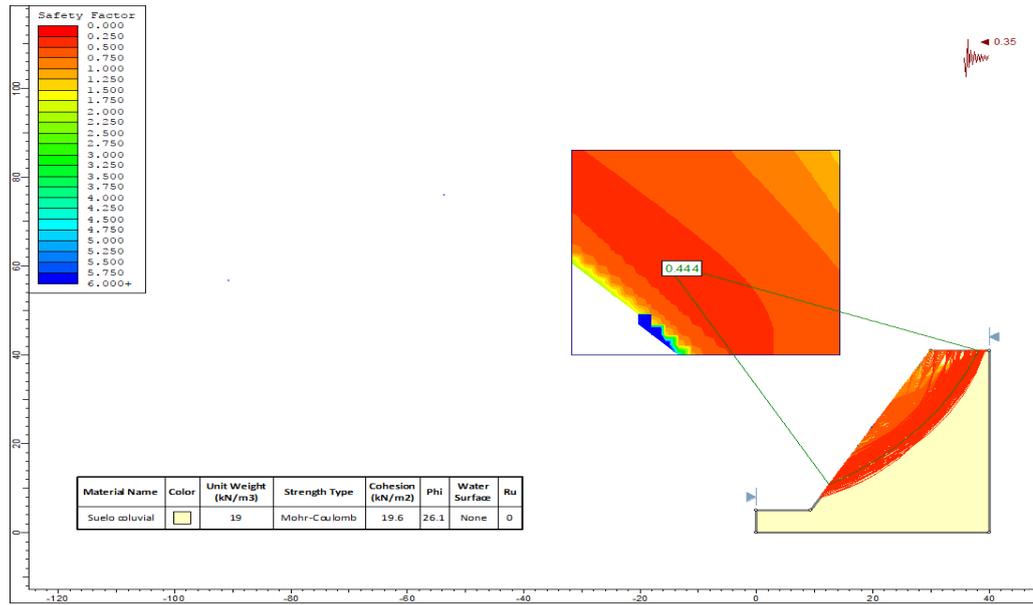
TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes estables	Tipo de Material	TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes estables	Tipo de Material
1	1.213	SUELO	16	1.034	ROCA
2	1.036	SUELO	17	1.057	ROCA
3	1.165	ROCA	18	1.072	SUELO
4	1.786	ROCA	19	1.804	ROCA
5	1.478	ROCA	20	1.037	ROCA
6	1.786	ROCA	21	2.901	ROCA
7	1.5	ROCA	22	1.099	ROCA
8	1.458	ROCA	23	1.109	ROCA
9	1.658	ROCA	24	1.144	ROCA
10	1.011	SUELO	25	1.014	SUELO
11	1.111	ROCA	26	1.09	ROCA
12	1.216	ROCA	27	1.07	SUELO
13	1.445	ROCA	28	1.652	ROCA
14	1.173	ROCA	29	1.061	ROCA
15	1.105	SUELO	30	1.652	ROCA

3.7. ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE LOS TALUDES ACTUALES EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS

3.7.1. Talud N°01 – estación suelo N°01: El análisis de talud N°01 muestra un factor de seguridad de 0.444 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola inestable (Figura 110).

Figura 110

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°01 en condición pseudoestáticas.

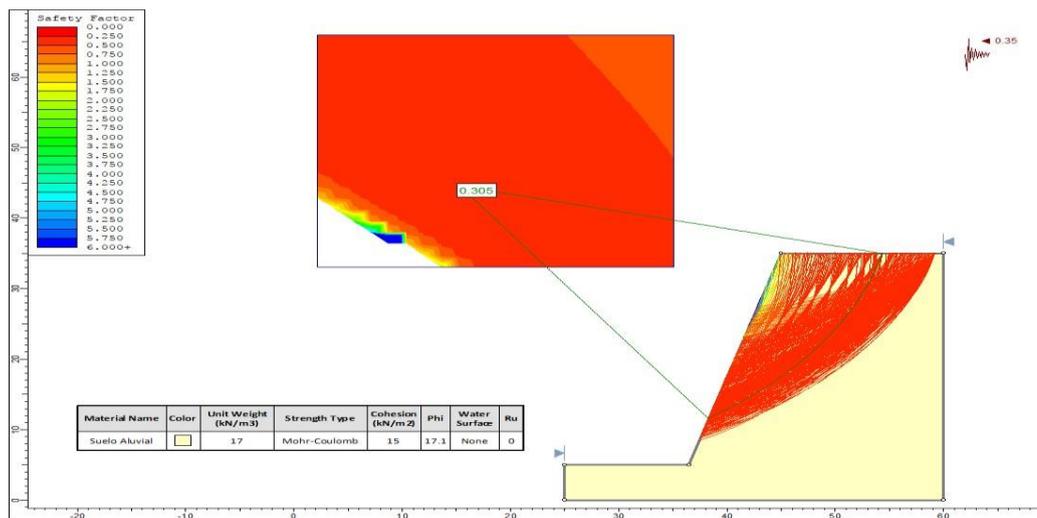


Fuente: Software Slide V6.

3.7.2. Talud N°02 – estación suelo N°02: El análisis de talud N°02 muestra un factor de seguridad de 0.305 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola inestable (Figura 111).

Figura 111

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°02 en condición pseudoestáticas.

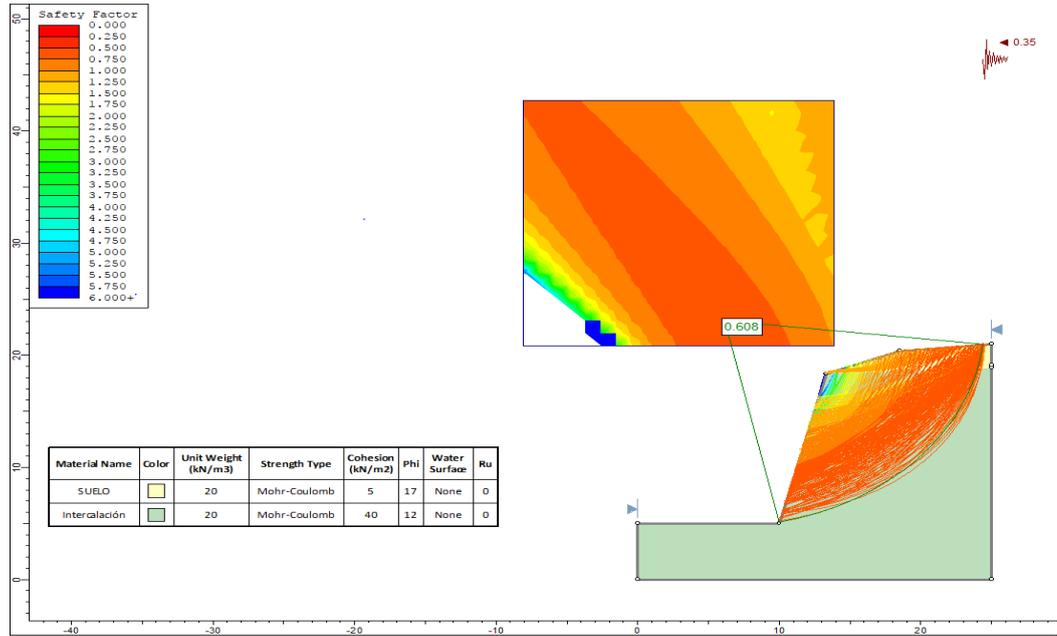


Fuente: Software Slide V6.

3.7.3. Talud N°03 – estación geomecánica N°01: El análisis de talud N°03 muestra un factor de seguridad de 0.608 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola inestable (Figura 112).

Figura 112

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°03 en condición pseudoestática.

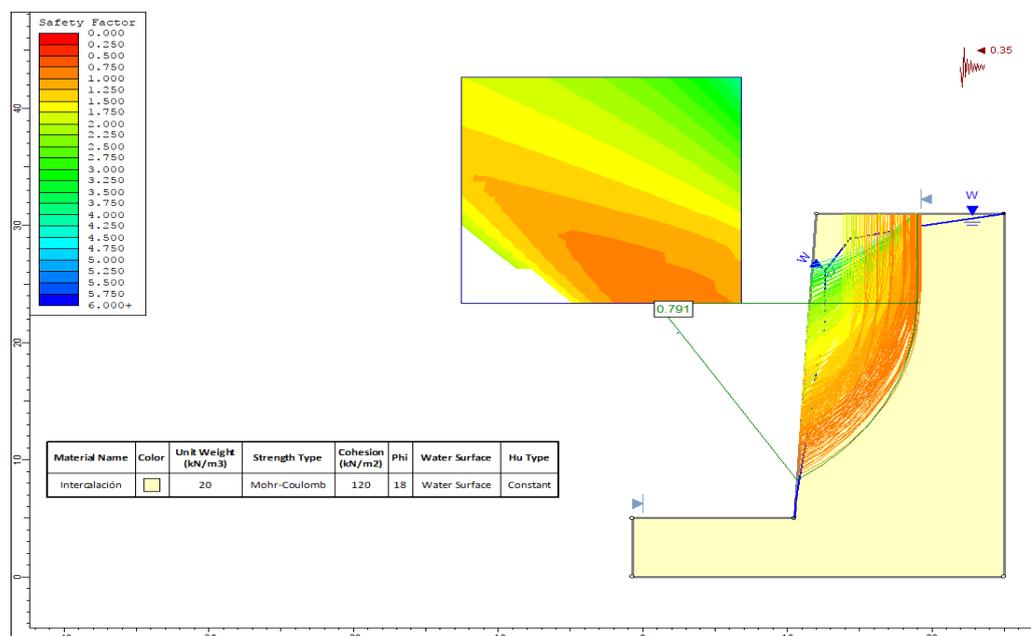


Fuente: Software Slide V6.

3.7.4. Talud N°04 – estación geomecánica N°02: El análisis de talud N°04 muestra un factor de seguridad de 0.791 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola inestable (Figura 113).

Figura 113

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°04 en condición pseudoestáticas.

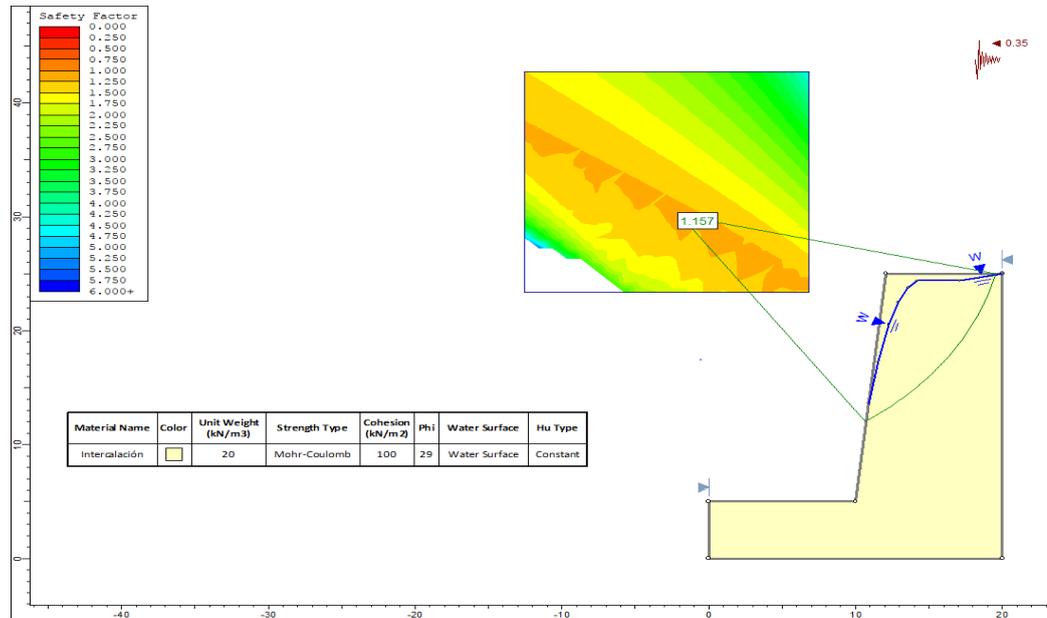


Fuente: Software Slide V6.

3.7.5. Talud N°05 – estación geomecánica N°03: El análisis de talud N°05 muestra un factor de seguridad de 1.157 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola estable (Figura 114).

Figura 114

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°05 en condición pseudoestáticas.

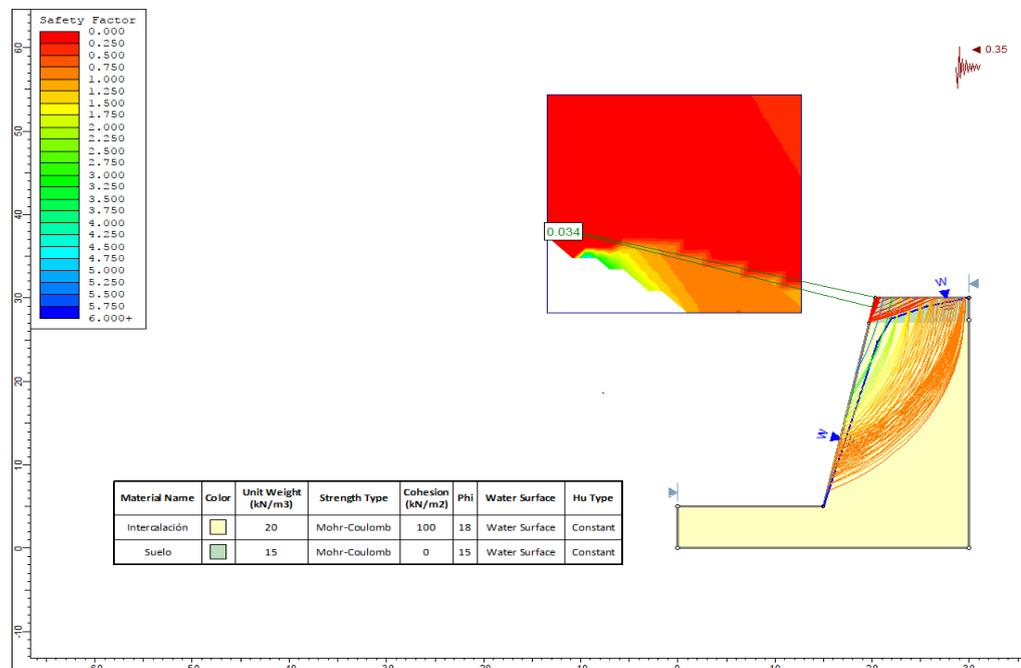


Fuente: Software Slide V6.

3.7.6. Talud N°06 – estación geomecánica N°04: El análisis de talud N°06 muestra un factor de seguridad de 0.034 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, haciéndola inestable (Figura 115).

Figura 115

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 en condición pseudoestáticas.

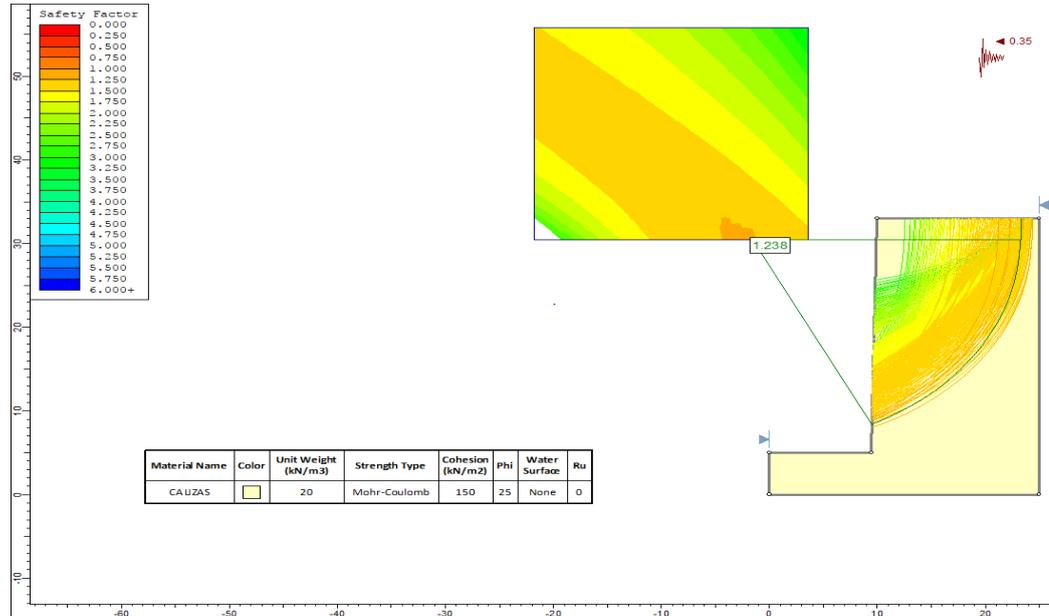


Fuente: Software Slide V6.

3.7.7. Talud N°07 – estación geomecánica N°05: El análisis de talud N°07 muestra un factor de seguridad de 1.238 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo estable (Figura 116).

Figura 116

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°07 condición pseudoestáticas.

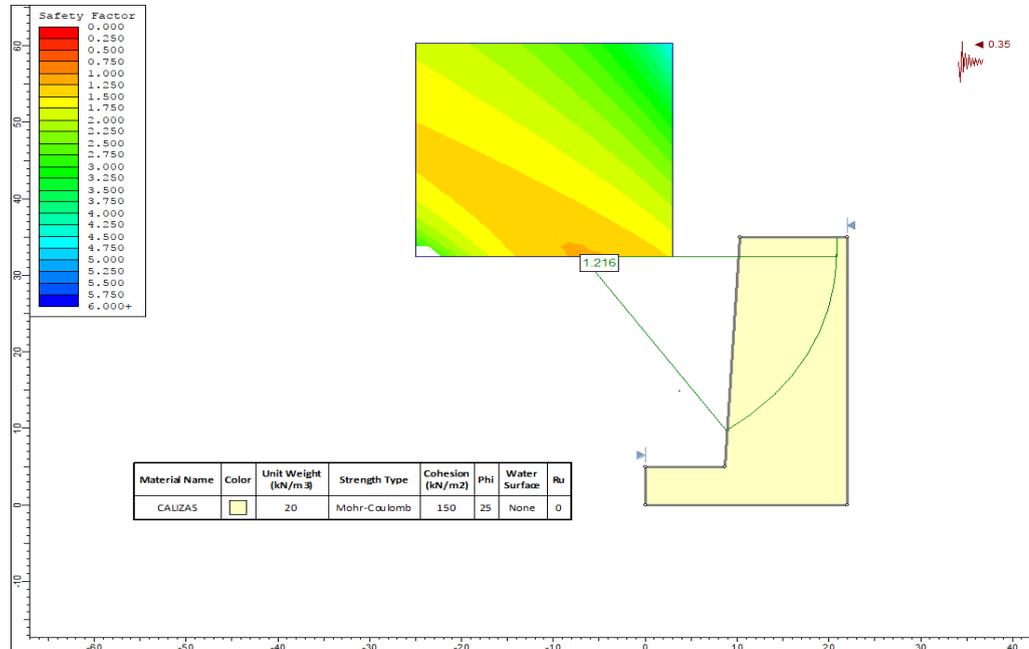


Fuente: Software Slide V6.

3.7.8. Talud N°08 – estación geomecánica N°06: El análisis de talud N°08 muestra un factor de seguridad de 1.216 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo estable (Figura 117).

Figura 117

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°08 en condición pseudoestáticas.

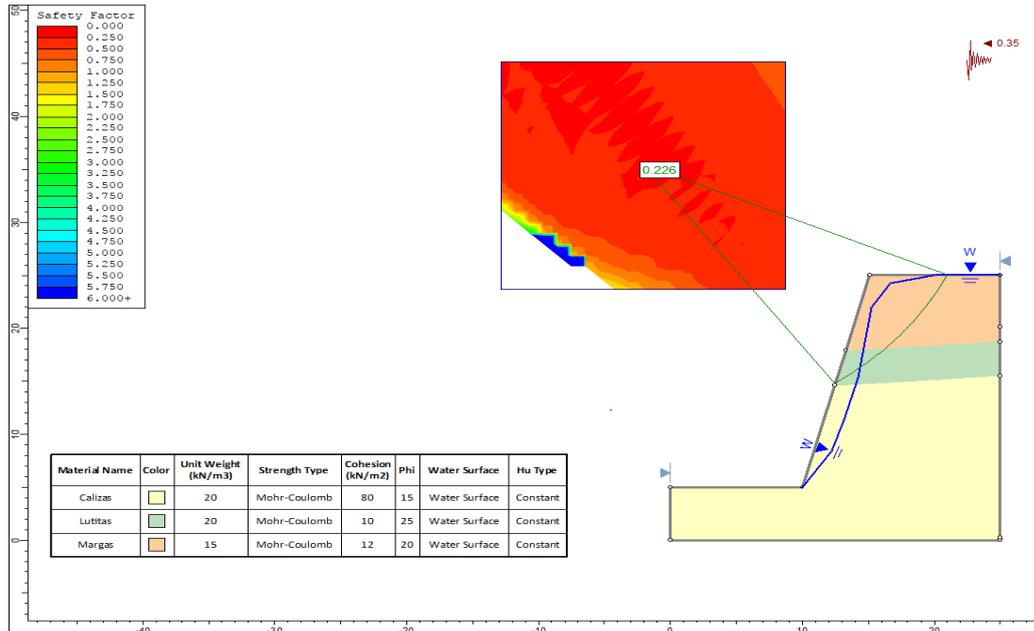


Fuente: Software Slide V6.

3.7.9. Talud N°09 – estación geomecánica N°07: El análisis de talud N°09 muestra un factor de seguridad de 0.226 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 118).

Figura 118

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 en condición pseudoestáticas.

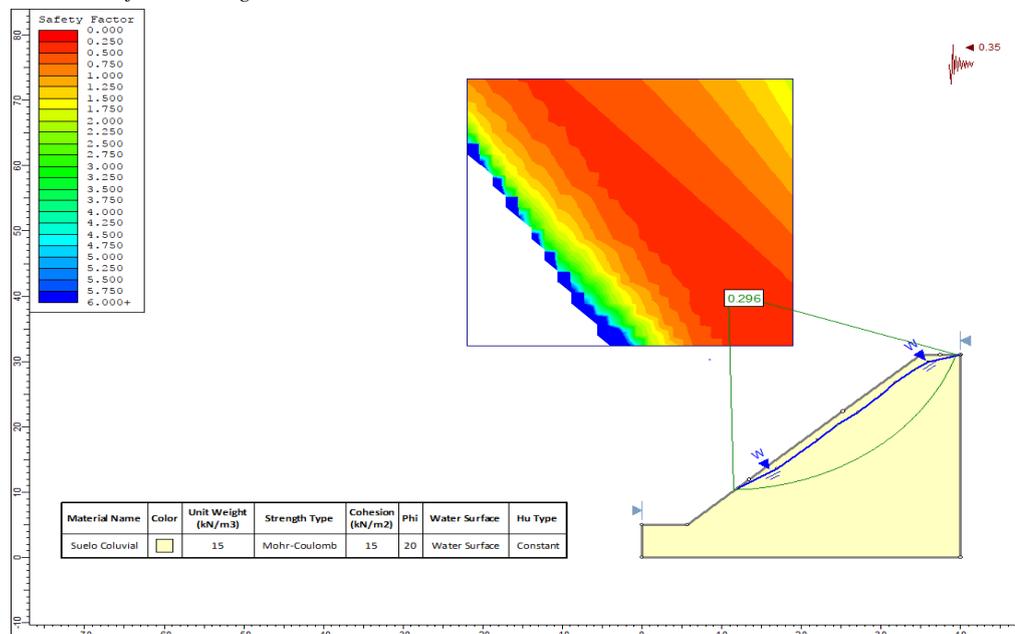


Fuente: Software Slide V6.

3.7.10. Talud N°10 – estación suelo N°03: El análisis de talud N°10 muestra un factor de seguridad de 0.296 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 119).

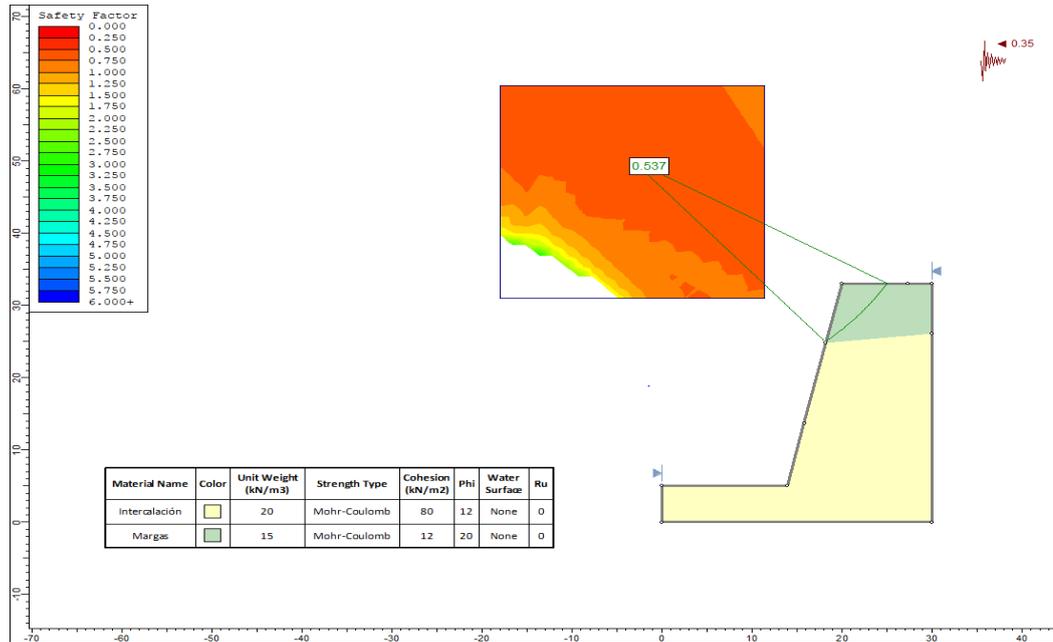
Figura 119

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 en condición pseudoestáticas.



Fuente: Software Slide V6.

3.7.11. Talud N°11 – estación geomecánica N°08: El análisis de talud N°11 muestra un factor de seguridad de 0.537 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 120).

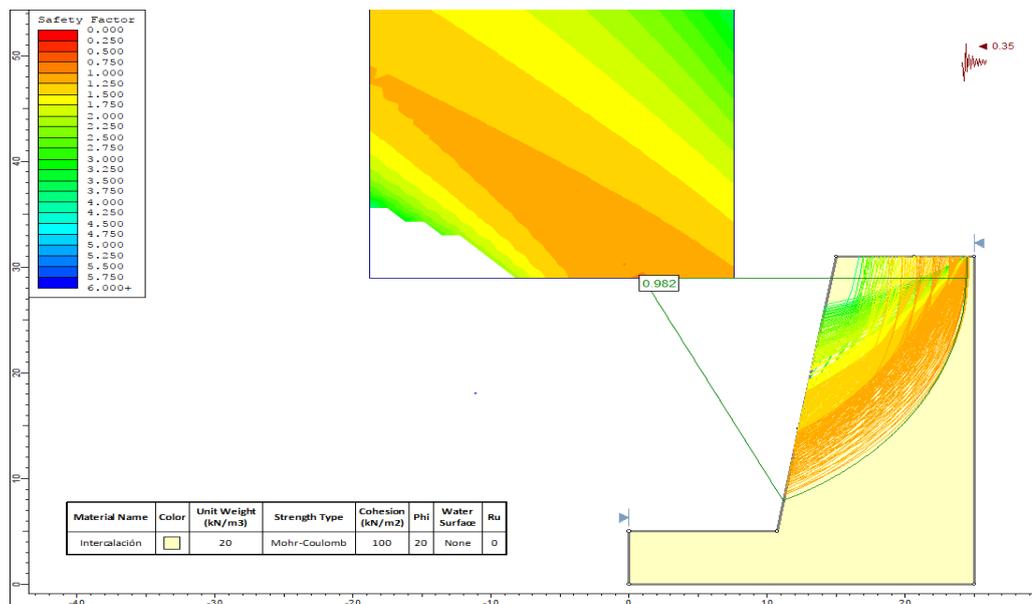


Fuente: Software Slide V6.

3.7.12. Talud N°12 – estación geomecánica N°09: El análisis de talud N°12 muestra un factor de seguridad de 0.982 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 121).

Figura 121

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°12 en condición pseudoestáticas.

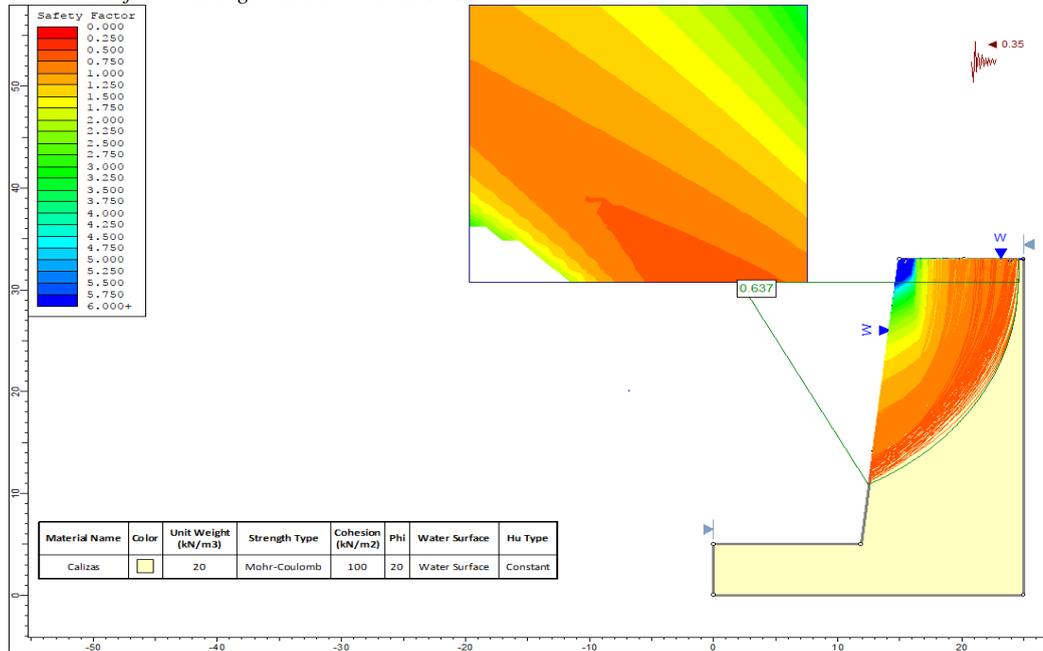


Fuente: Software Slide V6.

3.7.13. Talud N°13 – estación geomecánica N°10: El análisis de talud N°13 muestra un factor de seguridad de 0.637 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 122).

Figura 122

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 en condición pseudoestáticas.

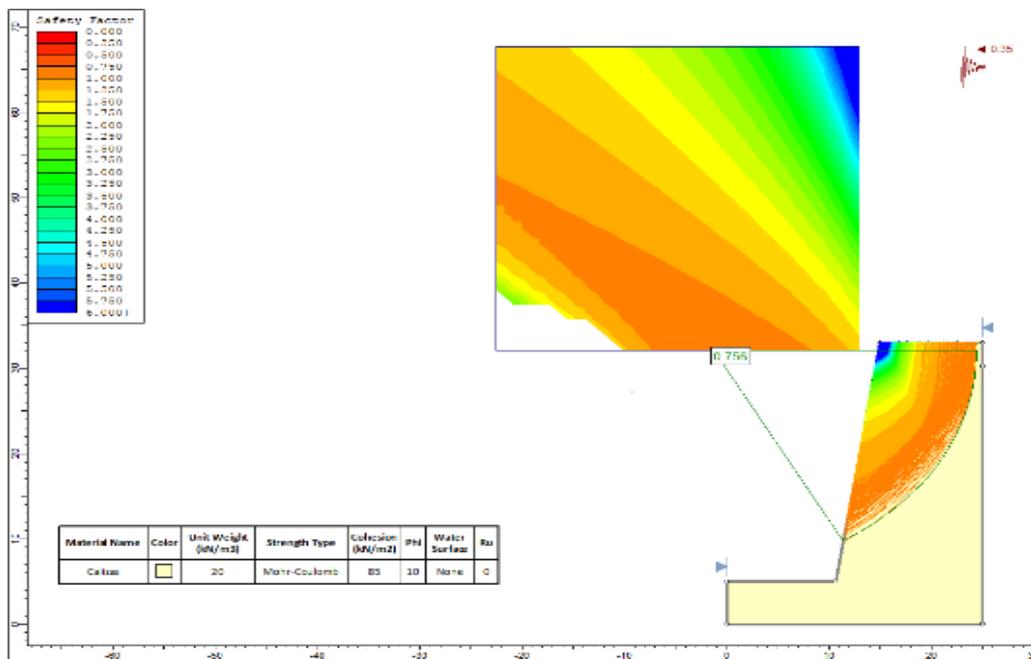


Fuente: Software Slide V6.

3.7.14. Talud N°14 – estación geomecánica N°11: El análisis de talud N°14 muestra un factor de seguridad de 0.756 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 123).

Figura 123

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 en condición pseudoestáticas.

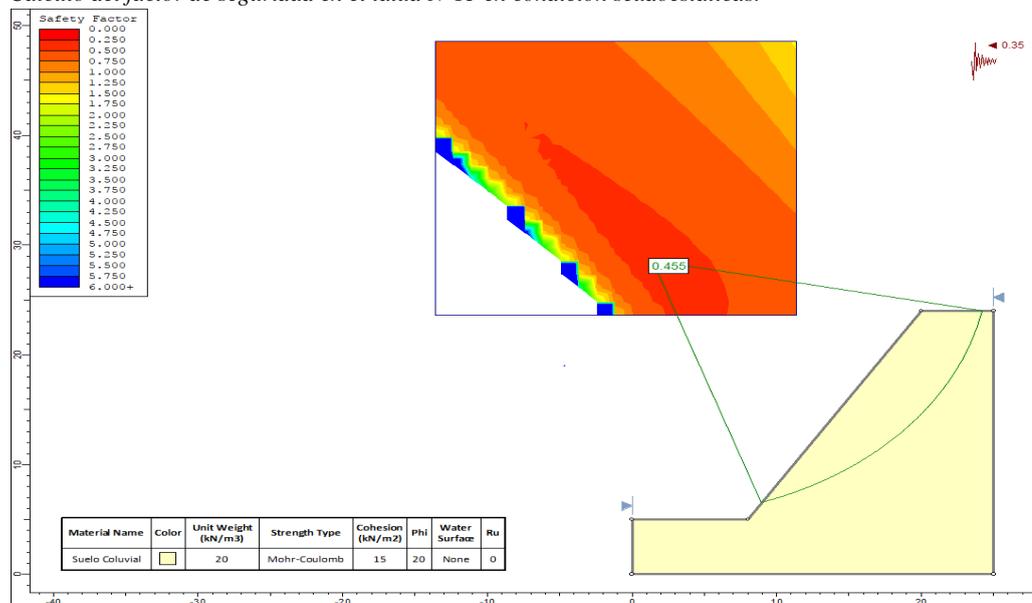


Fuente: Software Slide V6.

3.7.15. Talud N°15 – estación suelo N°04: El análisis de talud N°15 muestra un factor de seguridad de 0.455 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 124).

Figura 124

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 en condición pseudoestáticas.

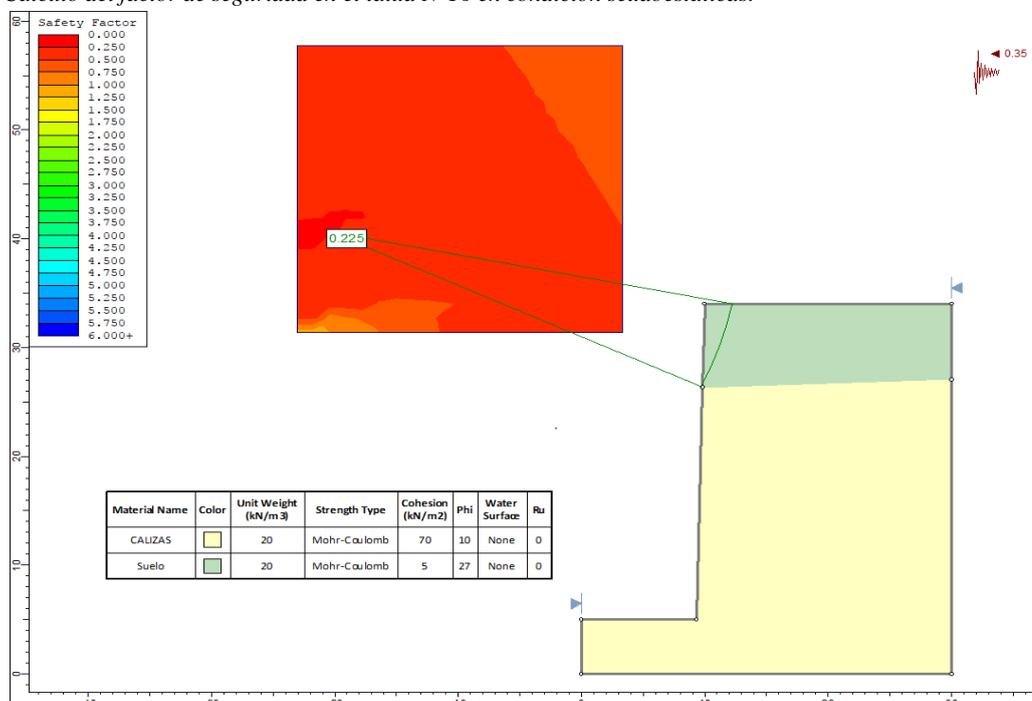


Fuente: Software Slide V6.

3.7.16. Talud N°16 – estación geomecánica N°12: El análisis de talud N°16 muestra un factor de seguridad de 0.225 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 125).

Figura 125

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 en condición pseudoestáticas.

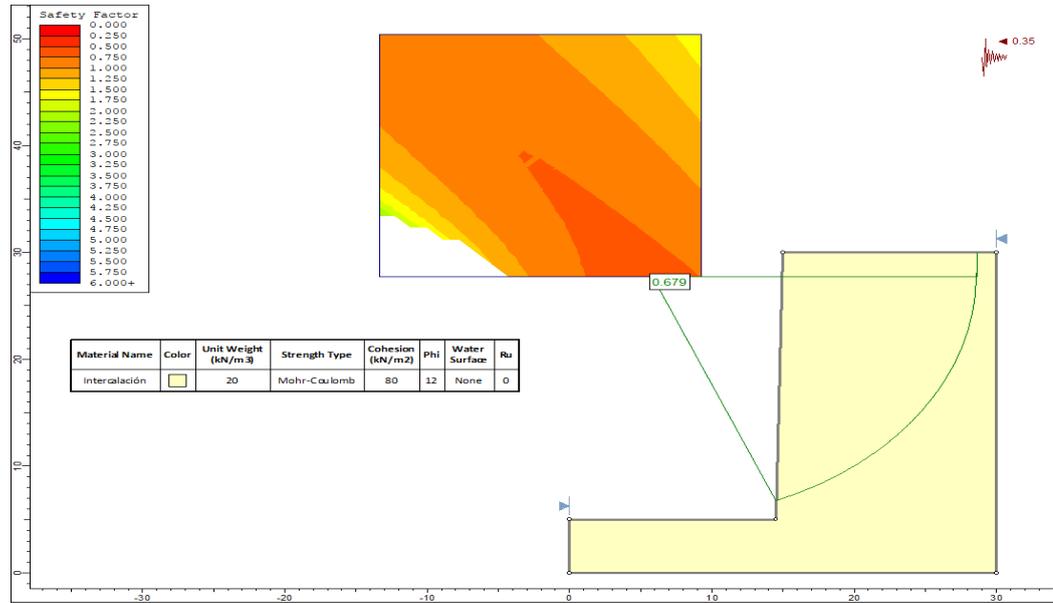


Fuente: Software Slide V6.

3.7.17. Talud N°17 – estación geomecánica N°13: El análisis de talud N°17 muestra un factor de seguridad de 0.679 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 126).

Figura 126

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 en condición pseudoestáticas.

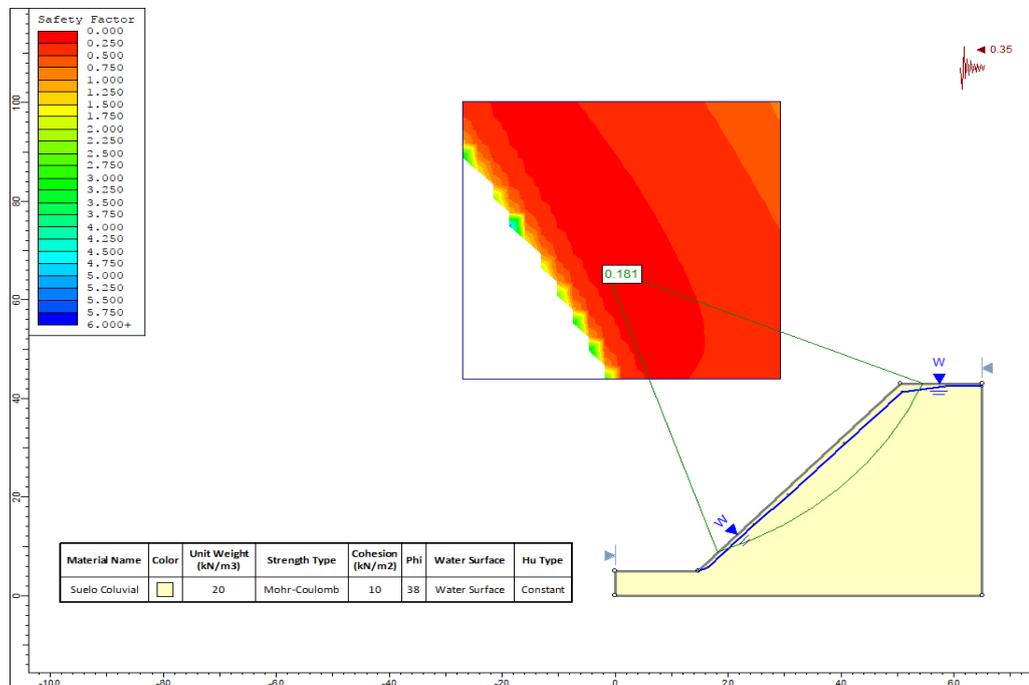


Fuente: Software Slide V6.

3.7.18. Talud N°18 – estación suelo N°05: El análisis de talud N°18 muestra un factor de seguridad de 0.181 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 127).

Figura 127

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 en condición pseudoestáticas.

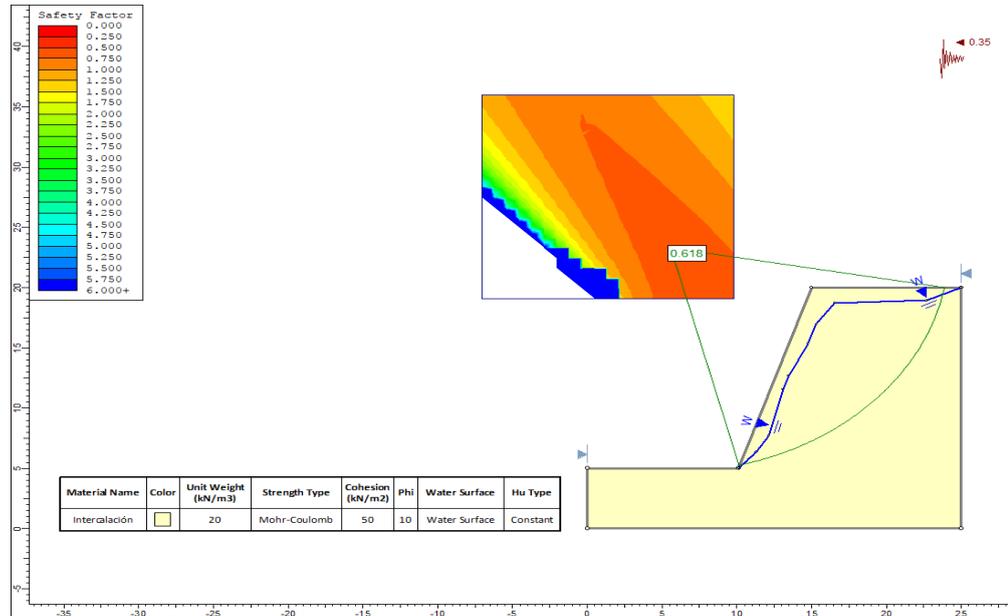


Fuente: Software Slide V6.

3.7.19. Talud N°19 – estación geomecánica N°14: El análisis de talud N°19 muestra un factor de seguridad de 0.618 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 128).

Figura 128

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 en condición pseudoestáticas.

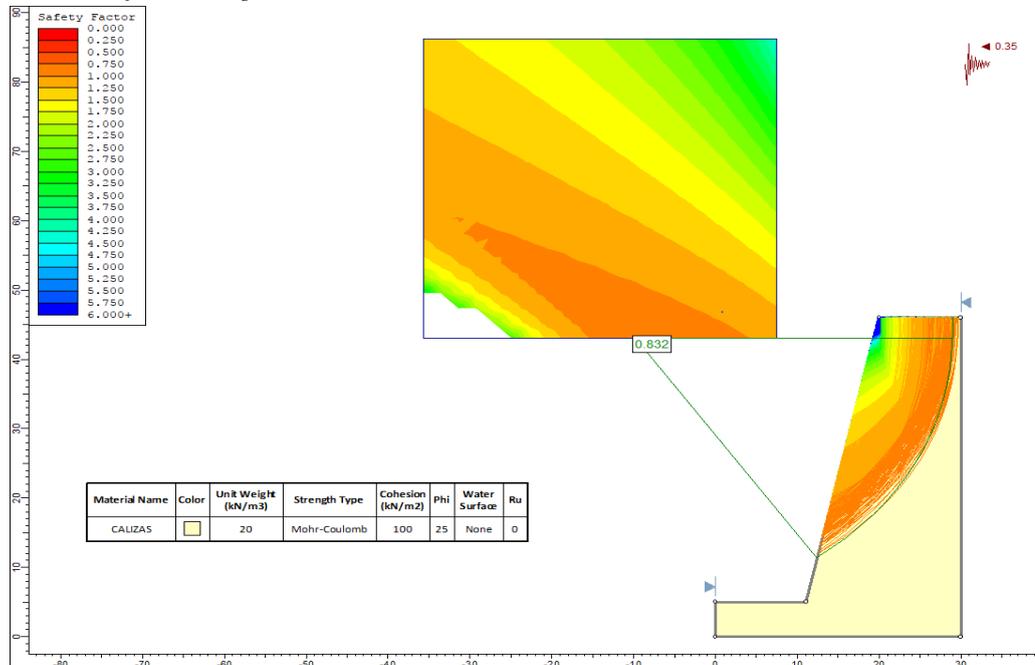


Fuente: Software Slide V6.

3.7.20. Talud N°20 – estación geomecánica N°15: El análisis de talud N°20 muestra un factor de seguridad de 0.832 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 129).

Figura 129

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°20 en condición pseudoestáticas.

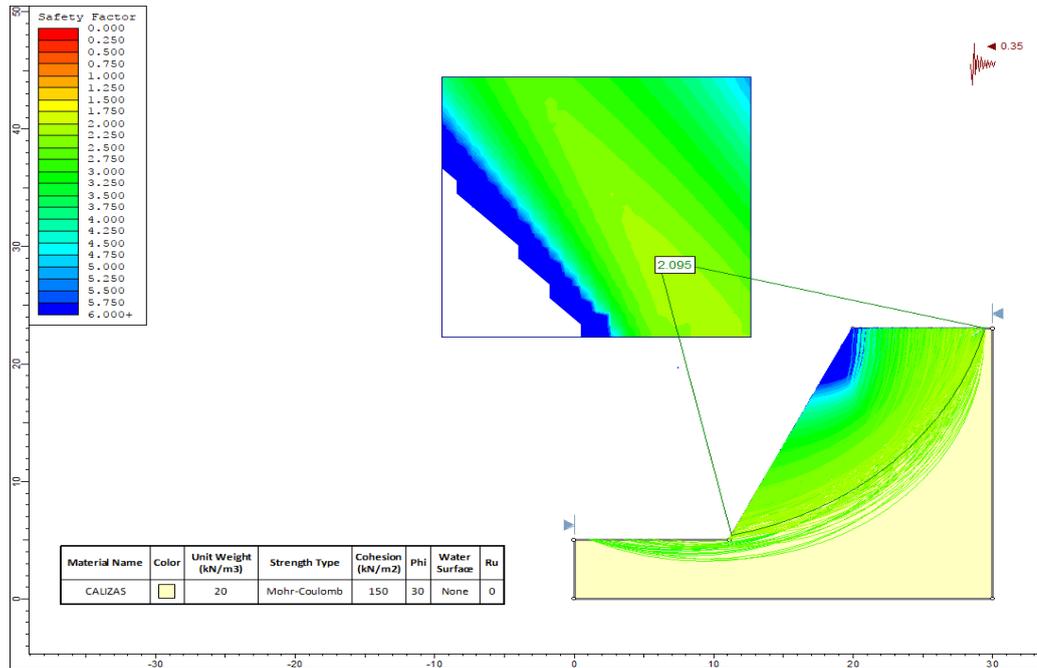


Fuente: Software Slide V6.

3.7.21. Talud N°21 – estación geomecánica N°16: El análisis de talud N°21 muestra un factor de seguridad de 2.095 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo estable (Figura 130).

Figura 130

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°21 en condición pseudoestáticas

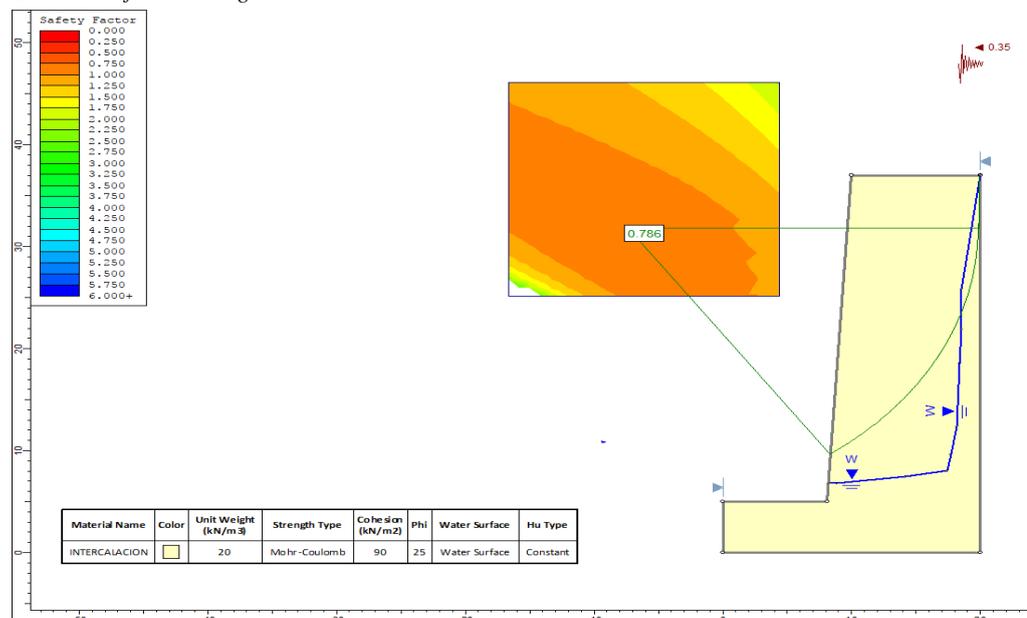


Fuente: Software Slide V6.

3.7.22. Talud N°22 – estación geomecánica N°17: El análisis de talud N°22 muestra un factor de seguridad de 0.786 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 131).

Figura 131

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 en condición pseudoestáticas

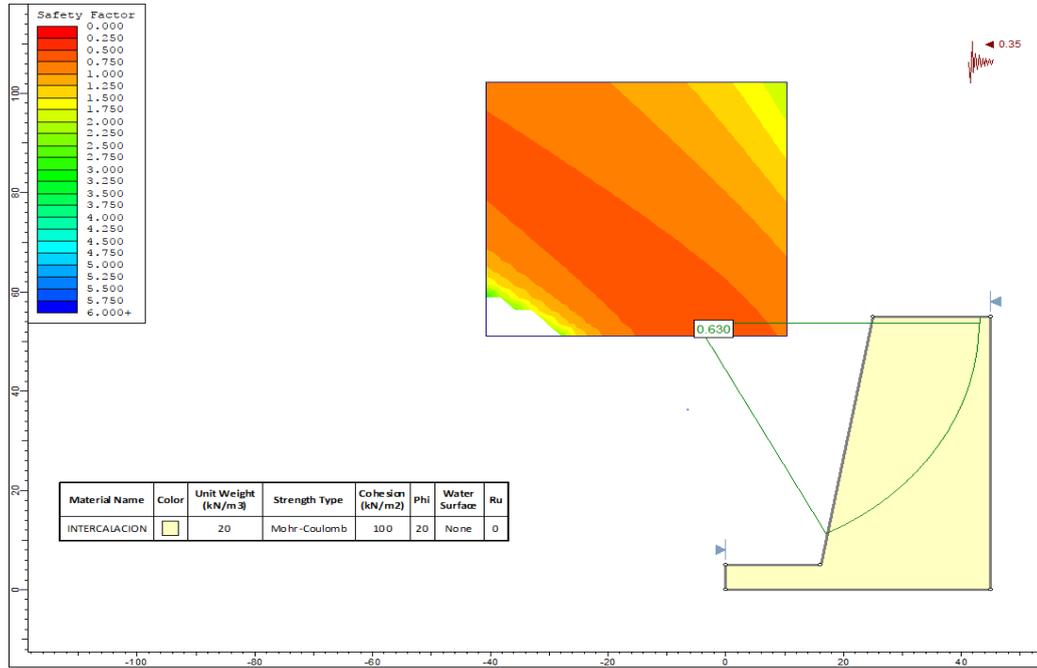


Fuente: Software Slide V6.

3.7.23. Talud N°23 – estación geomecánica N°18: El análisis de talud N°23 muestra un factor de seguridad de 0.630 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 132).

Figura 132

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 en condición pseudoestáticas.

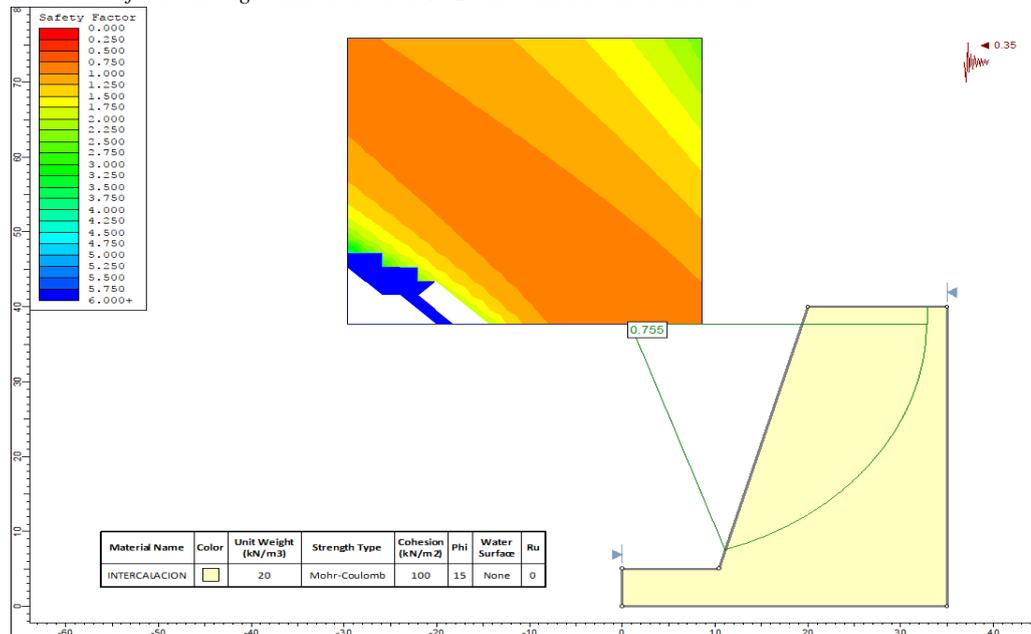


Fuente: Software Slide V6.

3.7.24. Talud N°24 – estación geomecánica N°19: El análisis de talud N°24 muestra un factor de seguridad de 0.755 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 133).

Figura 133

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 en condición pseudoestáticas.

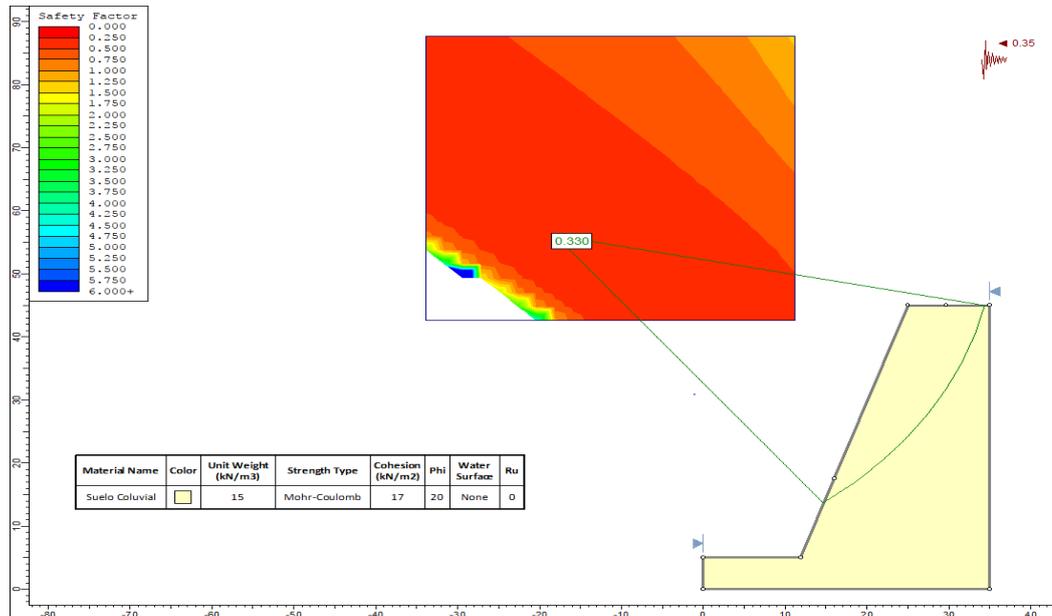


Fuente: Software Slide V6.

3.7.25. Talud N°25 – estación suelo N°06: El análisis de talud N°25 muestra un factor de seguridad de 0.330 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 134).

Figura 134

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 en condición pseudoestáticas.

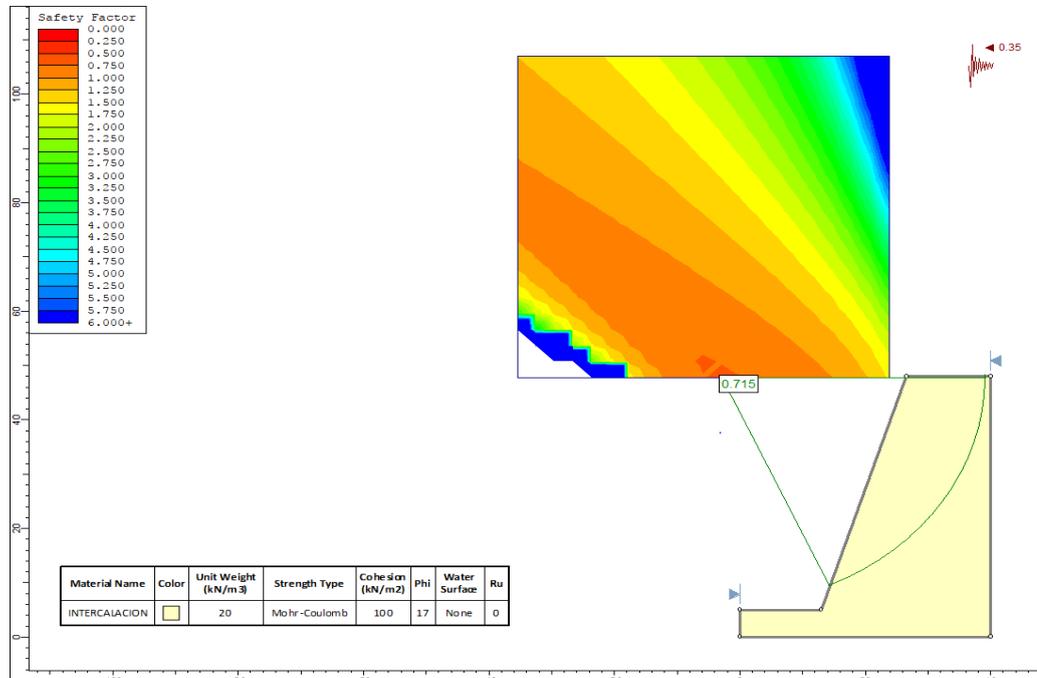


Fuente: Software Slide V6.

3.7.26. Talud N°26 – estación geomecánica N°20: El análisis de talud N°26 muestra un factor de seguridad de 0.715 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 135).

Figura 135

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°26 en condición pseudoestáticas.

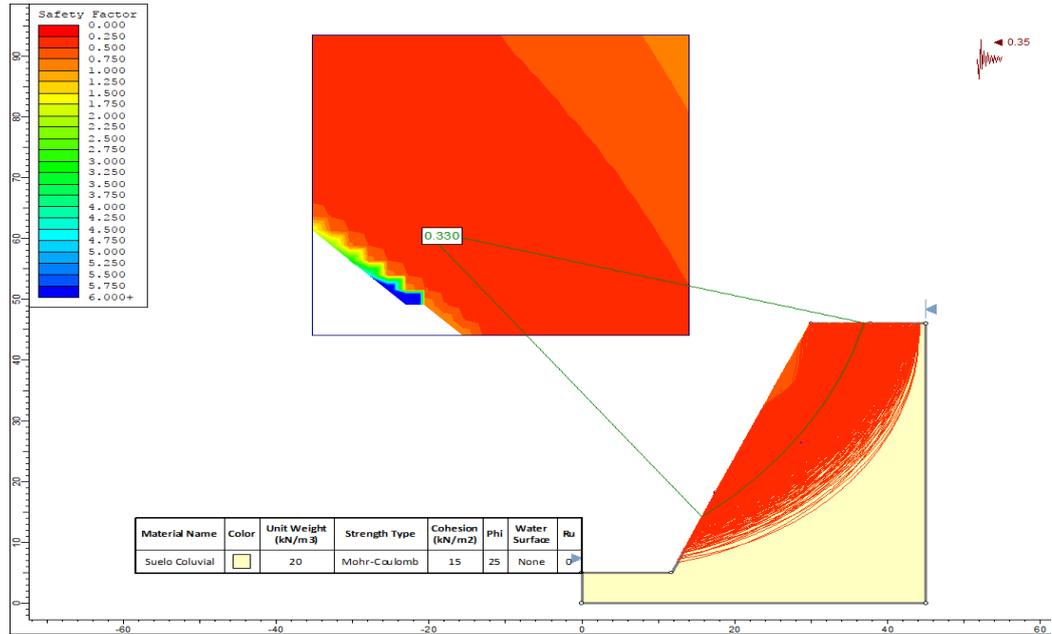


Fuente: Software Slide V6.

3.7.27. Talud N°27 – estación suelo N°07: El análisis de talud N°27 muestra un factor de seguridad de 0.330 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 136).

Figura 136

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°27 en condición pseudoestáticas.

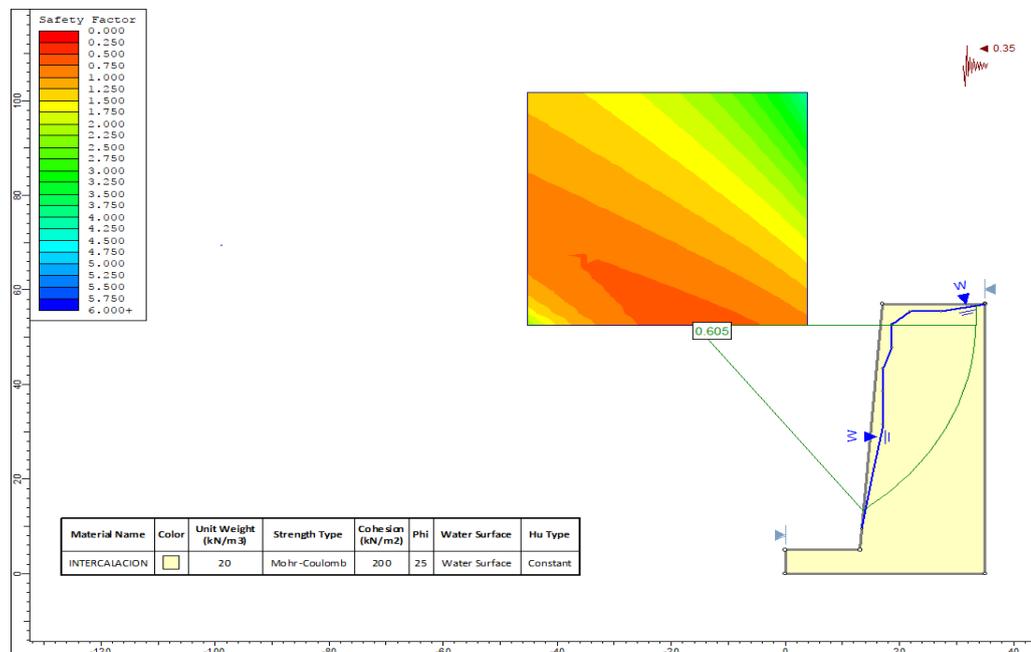


Fuente: Software Slide V6.

3.7.28. Talud N°28 – estación geomecánica N°21: El análisis de talud N°28 muestra un factor de seguridad de 0.605 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 137).

Figura 137

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 en condición pseudoestáticas.

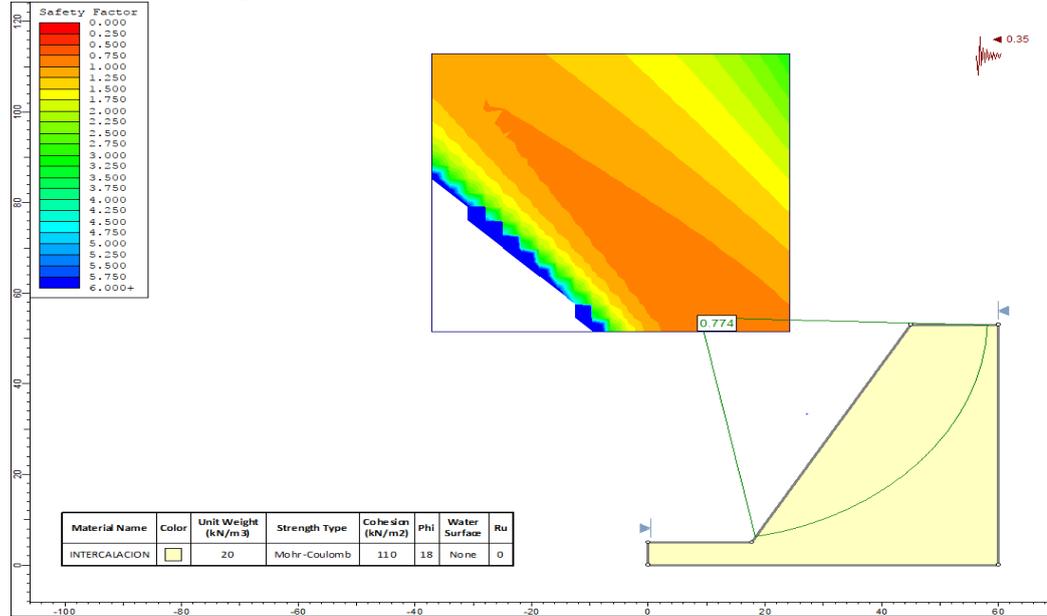


Fuente: Software Slide V6.

3.7.29. Talud N°29 – estación geomecánica N°22: El análisis de talud N°29 muestra un factor de seguridad de 0.774 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 138).

Figura 138

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°29 en condición pseudoestáticas.

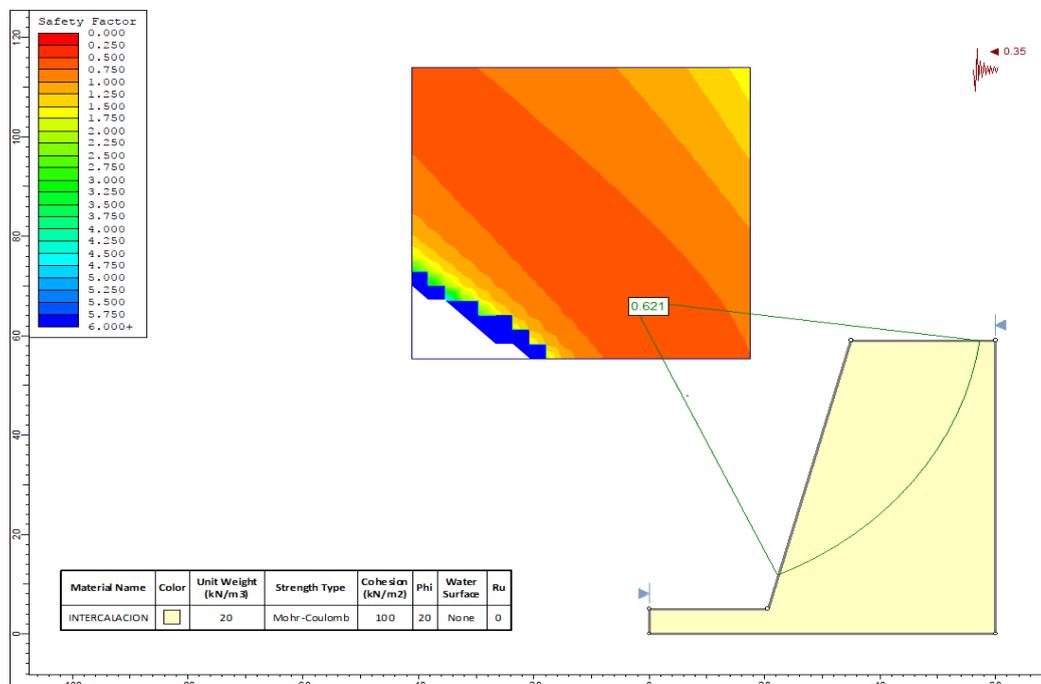


Fuente: Software Slide V6.

3.7.30. Talud N°30 – estación geomecánica N°23: El análisis de talud N°30 muestra un factor de seguridad de 0.621 en condiciones pseudoestáticas con valor 0.35 de factor sísmico, siendo inestable (Figura 139).

Figura 139

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°29 en condición pseudoestáticas.



Fuente: Software Slide V6.

• **RESUMEN DEL FACTOR DE SEGURIDAD DE TALUDES ACTUALES EN
CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS**

Tabla 37

Resumen del factor de seguridad de taludes actuales en condiciones pseudoestáticas.

TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes actuales	Tipo de Material
1	0.444	SUELO
2	0.305	SUELO
3	0.608	ROCA
4	0.791	ROCA
5	1.157	ROCA
6	0.034	ROCA
7	1.238	ROCA
8	1.216	ROCA
9	0.226	ROCA
10	0.296	SUELO
11	0.537	ROCA
12	0.982	ROCA
13	0.637	ROCA
14	0.756	ROCA
15	0.455	SUELO

TALUD N°	Factor de seguridad de los taludes actuales	Tipo de Material
16	0.225	ROCA
17	0.679	ROCA
18	0.181	SUELO
19	0.618	ROCA
20	0.832	ROCA
21	2.095	ROCA
22	0.786	ROCA
23	0.63	ROCA
24	0.755	ROCA
25	0.33	SUELO
26	0.715	ROCA
27	0.33	SUELO
28	0.605	ROCA
29	0.774	ROCA
30	0.621	ROCA

LEYENDA
INESTABLE <1
ESTABLE >1

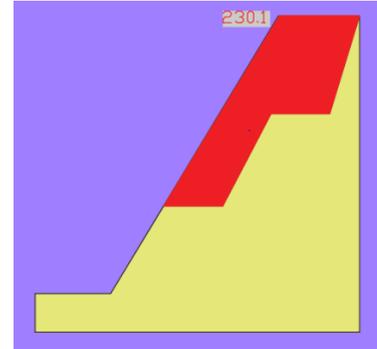
Fuente: Propia.

3.8. ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD APLICADO EL CONTROL DE ESTABILIDAD EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS.

3.8.1. Talud N°01 – estación suelo N°01: Para la *Figura 140*

estabilización del talud N°01 se aplica el método terraceo, para lo cual primero se tiene que hacer un corte de material de 230.1 m², tal y como se muestra en la figura 140, para luego construir 2 bermas de 7.30 metros de ancho, teniendo tres caras del talud, la primera cara con ángulo de inclinación de 60° con una altura de 11.336 metros instalándose 7 anclajes de longitud 11 metros cada uno, separados cada 2 metros, la segunda cara con ángulo de inclinación

Corte de material en el talud N°01, material a cortar color rojo.

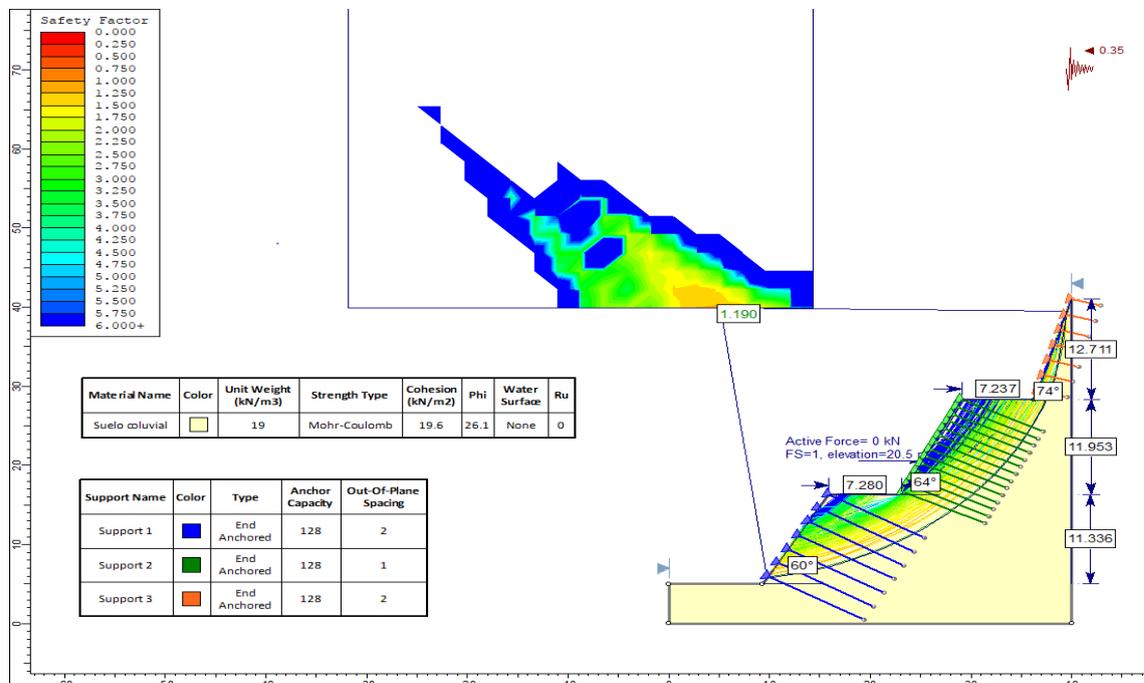


Fuente: Software Autocad 2019

de 64°, respecto a la primera berma, con altura de 11.946 metros instalándose 14 anclajes de longitud 9 metros cada uno, separados cada 1 metro, la tercera cara con inclinación de 74°, respecto a la segunda berma, con altura de 12.718 instalándose 7 anclajes de longitud 3 metros cada uno, separados cada 2 metros, los 3 soportes a instalarse tienen una capacidad de soporte de 128 kN (13 toneladas); dicho modelo indica un factor de seguridad de 1.190 mostrando que el talud N°01 es estable en condición pseudoestática, así se evidencia en la Figura 140.

Figura 141

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°01 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

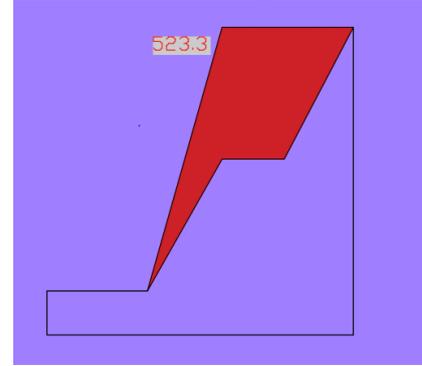


Fuente: Software Slide V6.

3.8.2. Talud N°02 – estación suelo N°02: Para *Figura 143*

estabilizar el talud N°02 se aplica el método de terraceo, primero se debe realizar el corte de material de 523.3 m² como se muestra en la figura 142, realizando una berma de 7 metros de ancho, presentando dos caras, la primera con respecto a la base tiene una inclinación de 60° con una altura de 15 metros, instalándose 17 anclajes de 12 metros de longitud cada uno, separados cada 1 metro, la segunda cara tiene

Corte de material en el talud N°02, material a cortar color rojo.

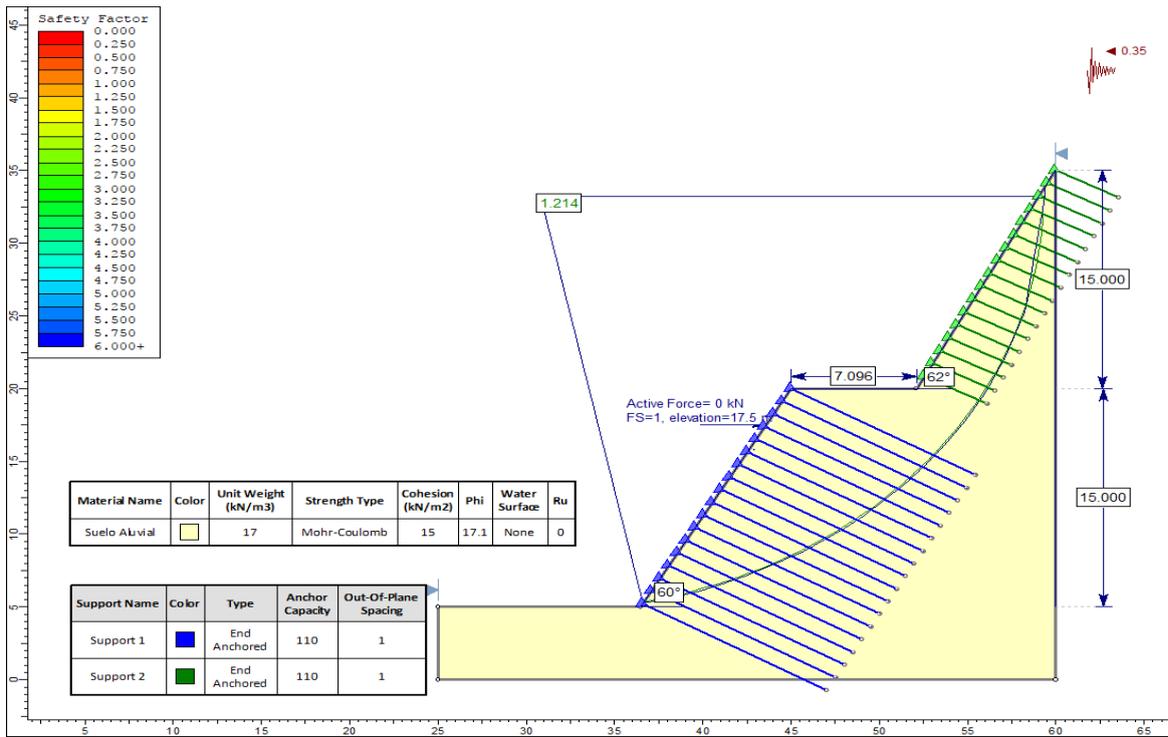


Fuente: Software Autocad 2019.

una inclinación de 62° con respecto a la berma, posee una altura de 15 metros, instalándose 17 anclajes de 4 metros de longitud cada uno, separados cada 1 metro, todos los anclajes a colocarse en el talud tienen una capacidad de 110 kN (11.20 toneladas); dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.214 indicando que el talud N°02 es estable en condición pseudoestática como se evidencia en la figura 143.

Figura 142

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°02 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

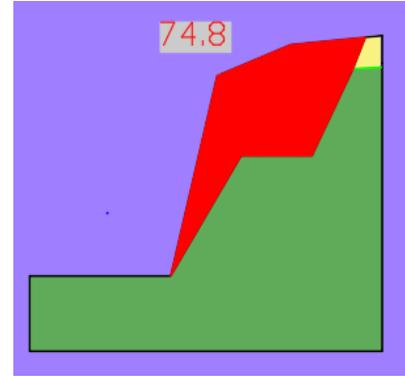


Fuente: Software Slide V6.

3.8.3. Talud N°03 – estación geomecánica N°01: Figura 145

Para estabilizar el talud N°03, se aplica el método de terraceo, realizando el corte de 74.8 m² de material como se muestra en la figura 144, construyendo una berma de 5 metros de ancho, dicho talud tiene 2 caras, la primera cara posee una inclinación de 58° con altura de 8 metros y la segunda cara tiene una inclinación de 64° con una altura de 8 metros, instalándose 4 anclajes de 2 metros de longitud cada uno separados cada

Corte de material en el talud N°03, material a cortar color rojo.

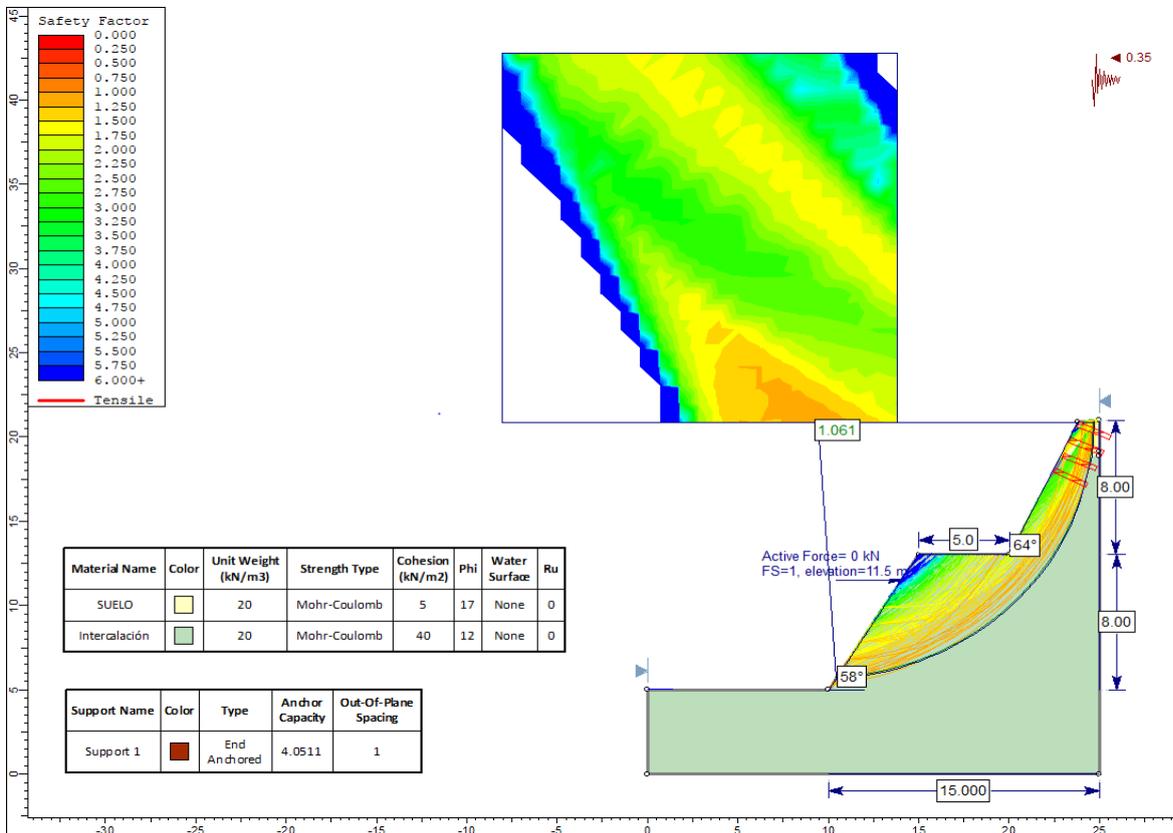


Fuente: Autocad 2019.

1 metro con capacidad de soporte de 4 kN (0.5 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.061 indicando que es estable en condición pseudoestática como se evidencia en la figura 145.

Figura 144

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°03 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

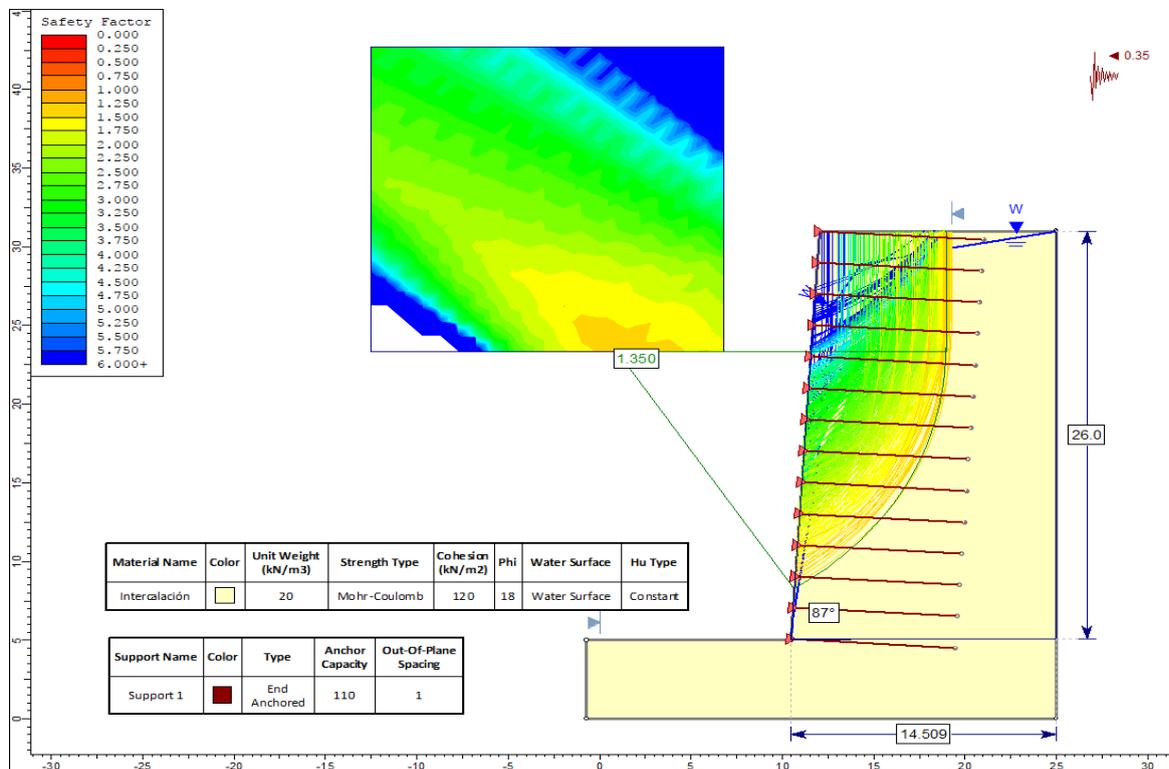


Fuente: Software Slide V6.

3.8.4. Talud N°04 – estación geomecánica N°02: Para estabilizar el talud N°04, se aplica el método de soportes instalándose 14 anclajes de longitud 9 metros cada uno separados cada 2 metro con capacidad de soporte de 110 kN (11.20 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad 1.350 indicando que es estable en condición seudoestática, además no se modifica le geometría del talud, esto se representa en la figura 146. La presencia de agua se recomienda, realizar canales en la parte superior, ya que es originada por acción antrópica.

Figura 146

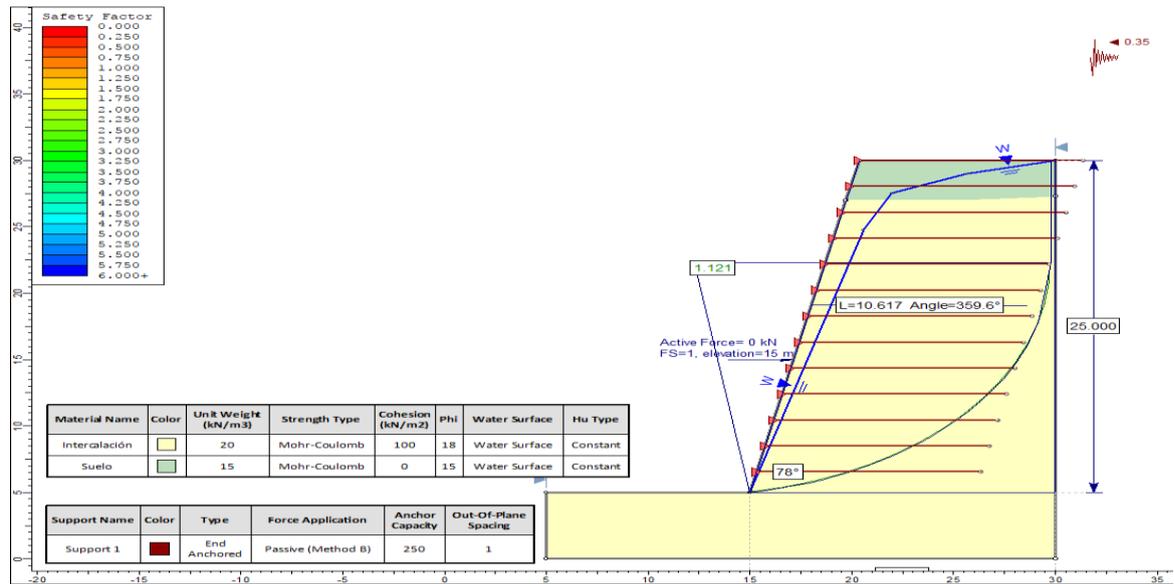
Cálculo del factor de seguridad en el talud N°04 aplicado el control de estabilidad, en condición seudoestática.



Fuente: Software Slide V6.

3.8.5. Talud N°06 – estación geomecánica N°04: Para estabilizar el talud N°06, se aplica el método de soportes instalándose 13 anclajes de longitud 11 metros cada uno estando separados cada 2 metros con capacidad de soporte de 250 kN (25.5 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.121 indicando que es estable en condición seudoestática, además no se modifica la geometría del talud así se evidencia en la figura 147.

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°06 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

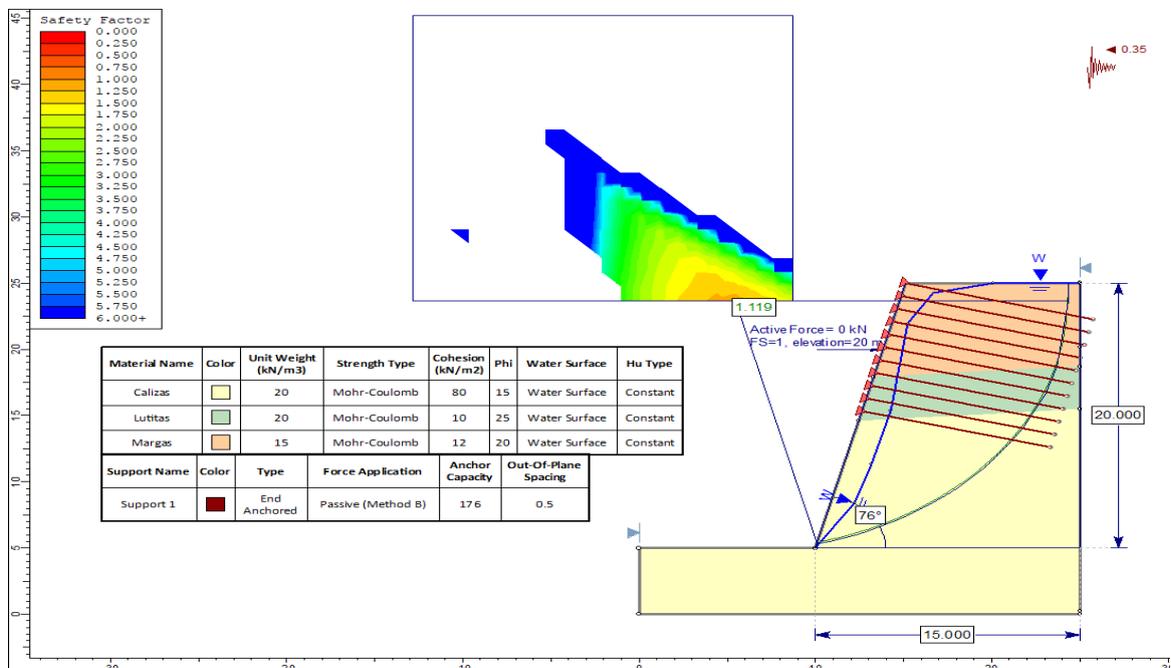


Fuente: Software Slide V6.

3.8.6 Talud N°09 – estación geomecánica N°07: Para estabilizar el talud N°09, se aplica el método de soportes instalándose 11 anclajes de 11 metros de longitud, separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 176 Kn (18 toneladas) cada uno, dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.119 indicando que es estable en condición pseudoestática, además de no modificarse la geometría del talud, así se evidencia en la figura 148.

Figura 147

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°09 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.



Fuente: Software Slide V6.

3.8.6. Talud N°10 – estación suelo N°03: Para *Figura 150*

estabilizar el talud N°10, se aplica un relleno de material de 52.3 m² y hacer un recorte de 1 m² en la base de la cara superior del talud tal como se representa en la figura 150, siguiente realizar 2 bermas de 5 metros de ancho, teniendo tres caras, la primera cara tiene una inclinación de 60° con una altura de 10 metros, la segunda cara con inclinación de 53° y altura de 10 metros instalándose 13 anclajes de longitud 6 metros cada uno separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas), la tercera cara con inclinación 53° y altura 6 metros instalándose 7 anclajes de longitud 6 metros cada uno separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas), además de hacer un sub drenaje en el talud, dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.132 en condición pseudoestática mostrándose en la figura 149.

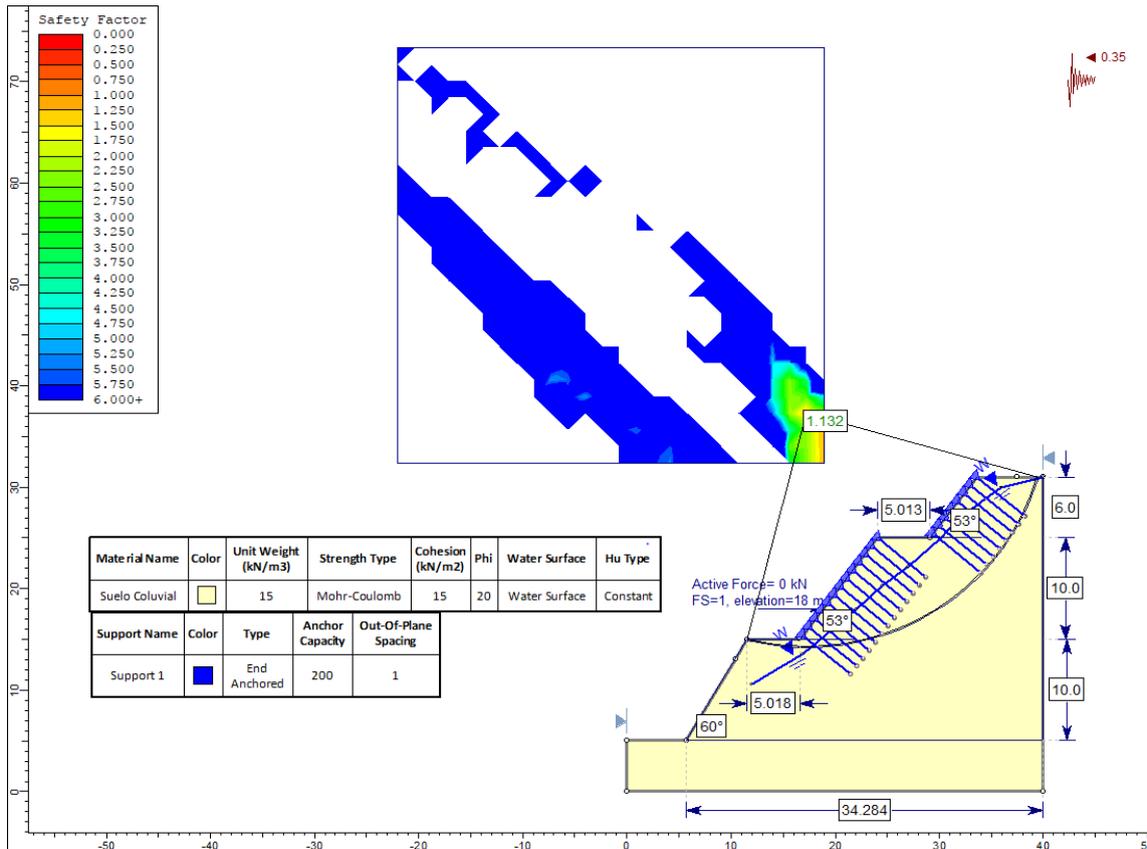
Corte de material en el talud N°10, material a cortar color rojo y material de relleno color verde.



Fuente: Autocad 2019.

Figura 149

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°10 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática..

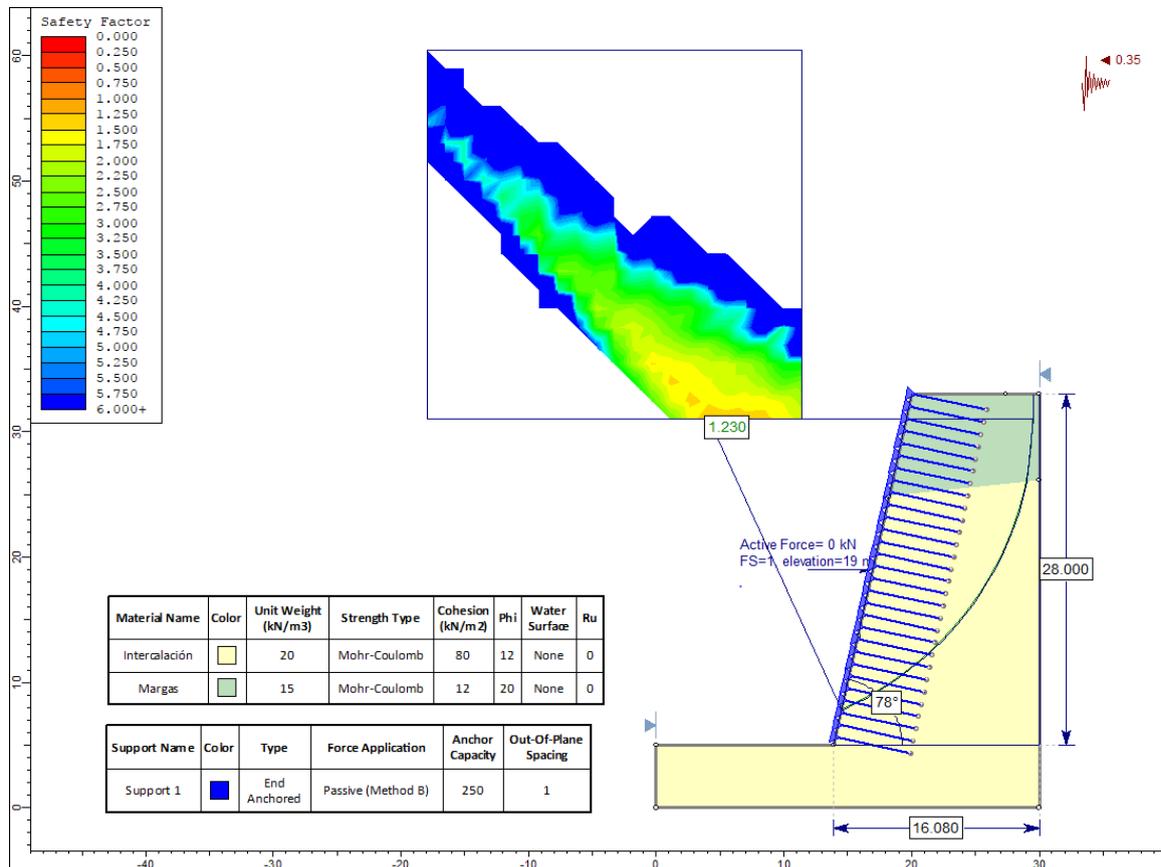


Fuente: Software Slide V6.

3.8.7. Talud N°11 – estación geomecánica N°08: Para estabilizar el talud N°11 se necesita colocar 29 anclajes de 6 metros separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 250 kN (25.5 toneladas) cada uno, dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.230 indicando que es estable en condición pseudoestática, así mismo no se realiza modificación alguna en la geometría del talud, así se evidencia en la figura 151.

Figura 151

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°11 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

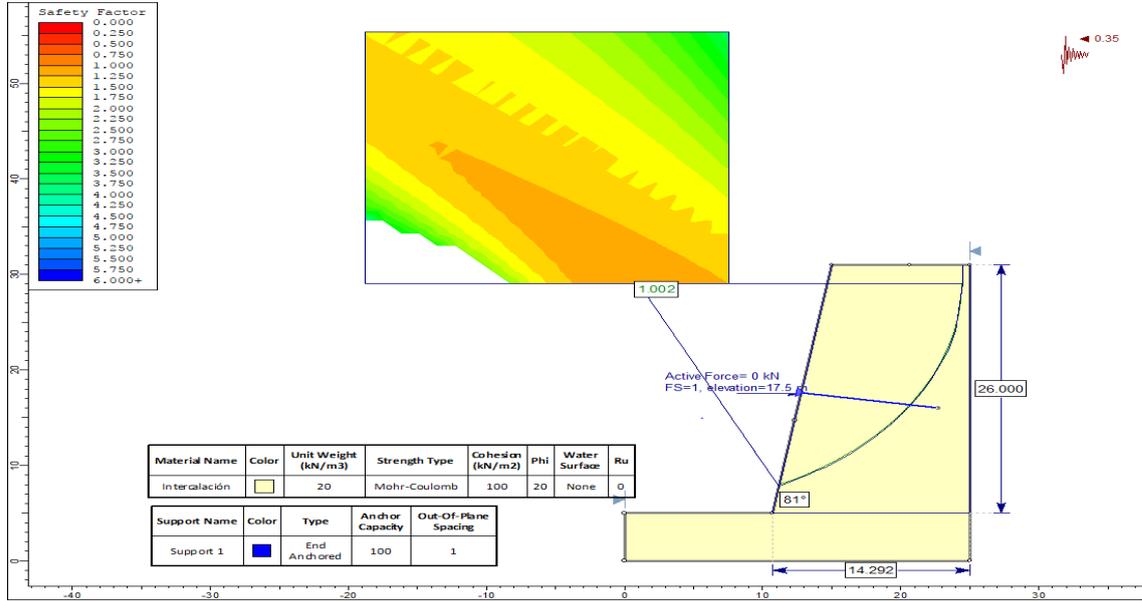


Fuente: Software Slide V6.

3.8.8. Talud N°12 – estación geomecánica N°09: Para estabilizar el talud N°12 se necesita colocar un anclaje con longitud 10 metros al centro del talud, con capacidad de soporte de 100 kN (10.2 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.002 haciéndola estable en condición pseudoestática, así mismo no se realiza ninguna modificación en la geometría del talud, así se evidencia en la figura 152.

Figura 153

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°12 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

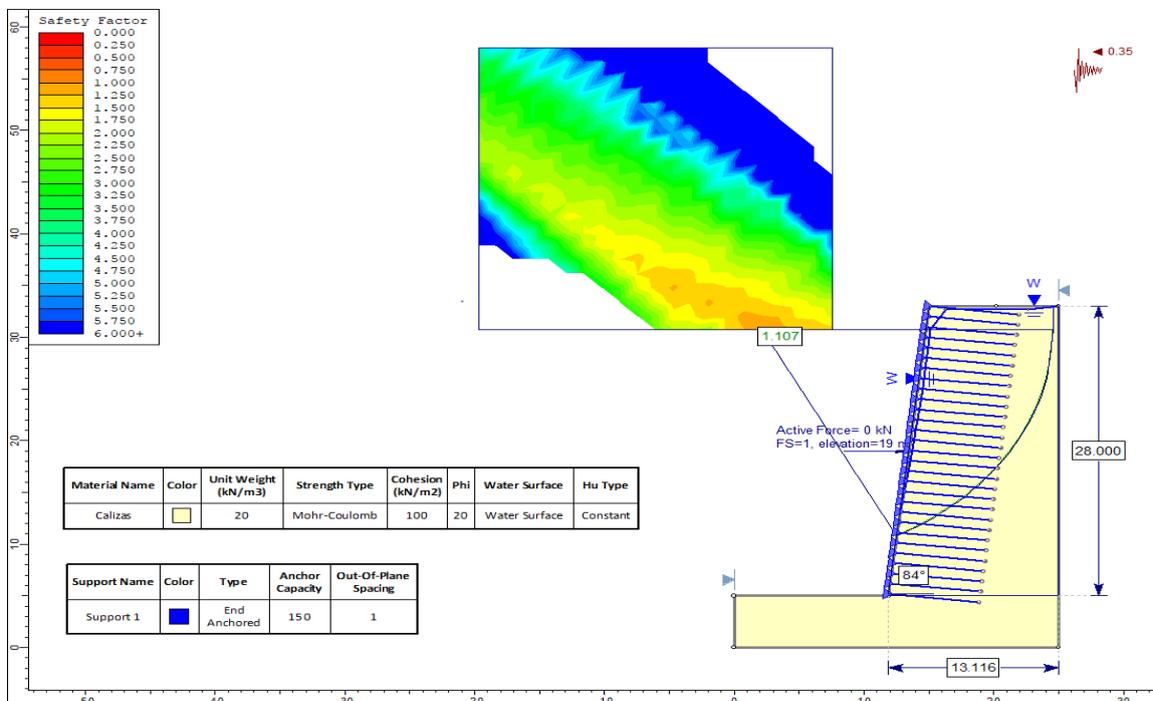


Fuente: Software Slide V6.

3.8.9. Talud N°13 – estación geomecánica N°10: Para estabilizar el talud N°13 se necesita colocar 29 anclajes con longitud 7 metros separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 150 kN (15.3 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.107 haciéndola estable en condición pseudoestática, así mismo no se realiza ninguna modificación en la geometría del talud, así se evidencia en la figura 153.

Figura 152

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°13 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

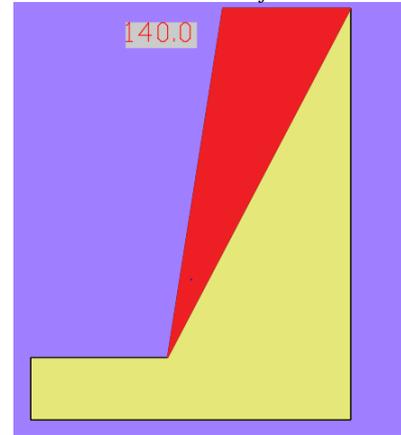


Fuente: Software Slide V6.

3.8.10. Talud N°14 – estación geomecánica N°11: Para *Figura 154*

estabilizar el talud N°14 se aplica el método de terraceo, primero se debe realizar el corte de material de 140.00 m² como se muestra en la figura 154, quedando una sola cara del talud con una inclinación de 63°, instalándose 16 anclajes de 5 metros de longitud separados 2 metros cada uno, con una capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas), dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.337 haciéndola estable en condición seudoestática, así se evidencia en la figura 155.

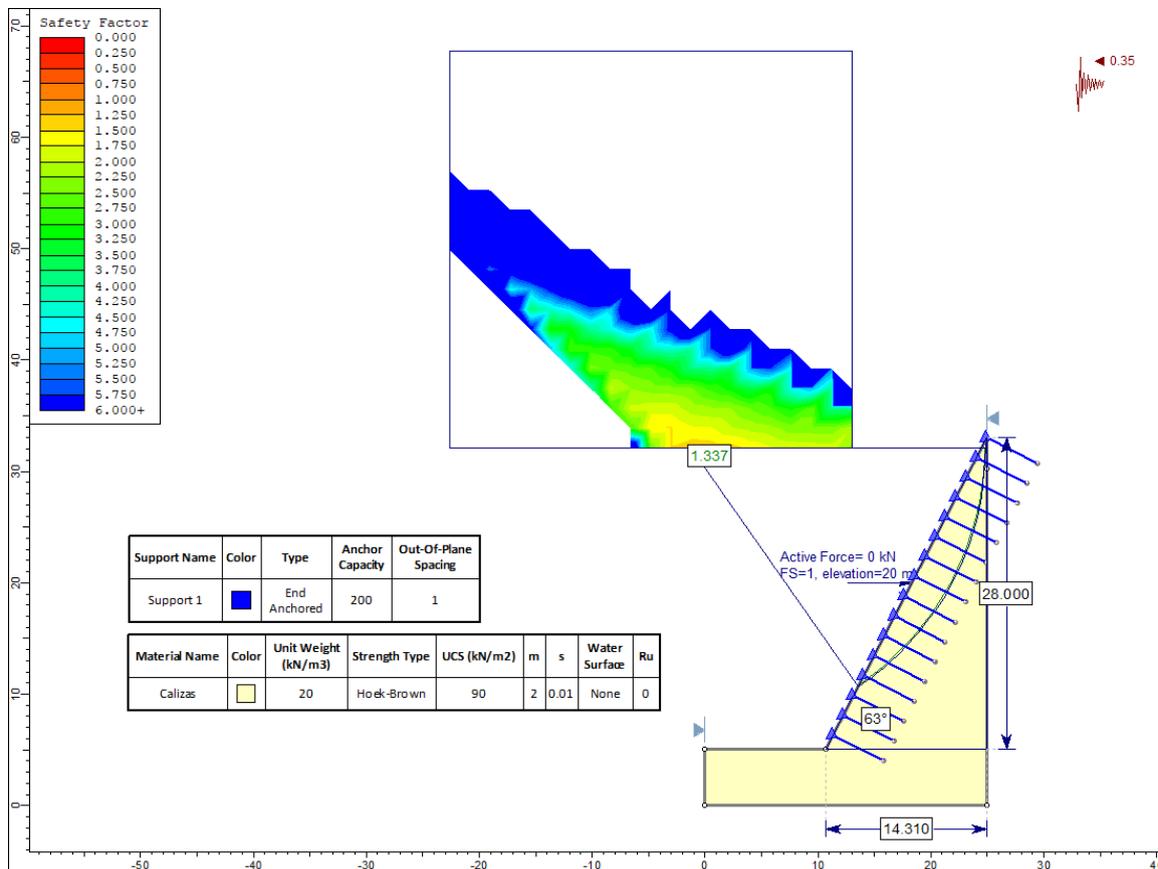
Corte de material en el talud N°14, material a cortar color rojo.



Fuente: Software Autocad 2019.

Figura 155

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°14 aplicado el control de estabilidad, en condición seudoestática.

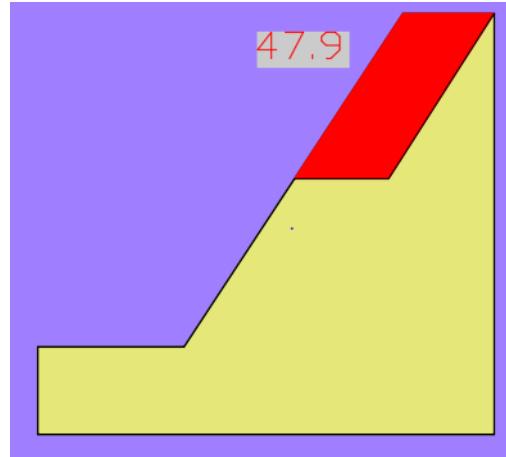


Fuente: Software Slide V6.

3.8.11. Talud N°15 – estación suelo N°04: Para *Figura 156*

estabilizar el talud N°15 se aplica el método de terraceo, primero se debe realizar el corte de material de 47.9 m² como se muestra en la figura 157, realizando una berma de 5.1 metros, teniendo dos caras, ambas con inclinación 58°, altura de 9.6 metros y 9.4 metros, en cada berma cara instalar 6 anclajes de 5 metros de longitud separados cada 2 metros cada uno los cuales poseen una capacidad de 150 kN (15.3 toneladas);

Corte de material en el talud N°15, material a cortar color rojo.

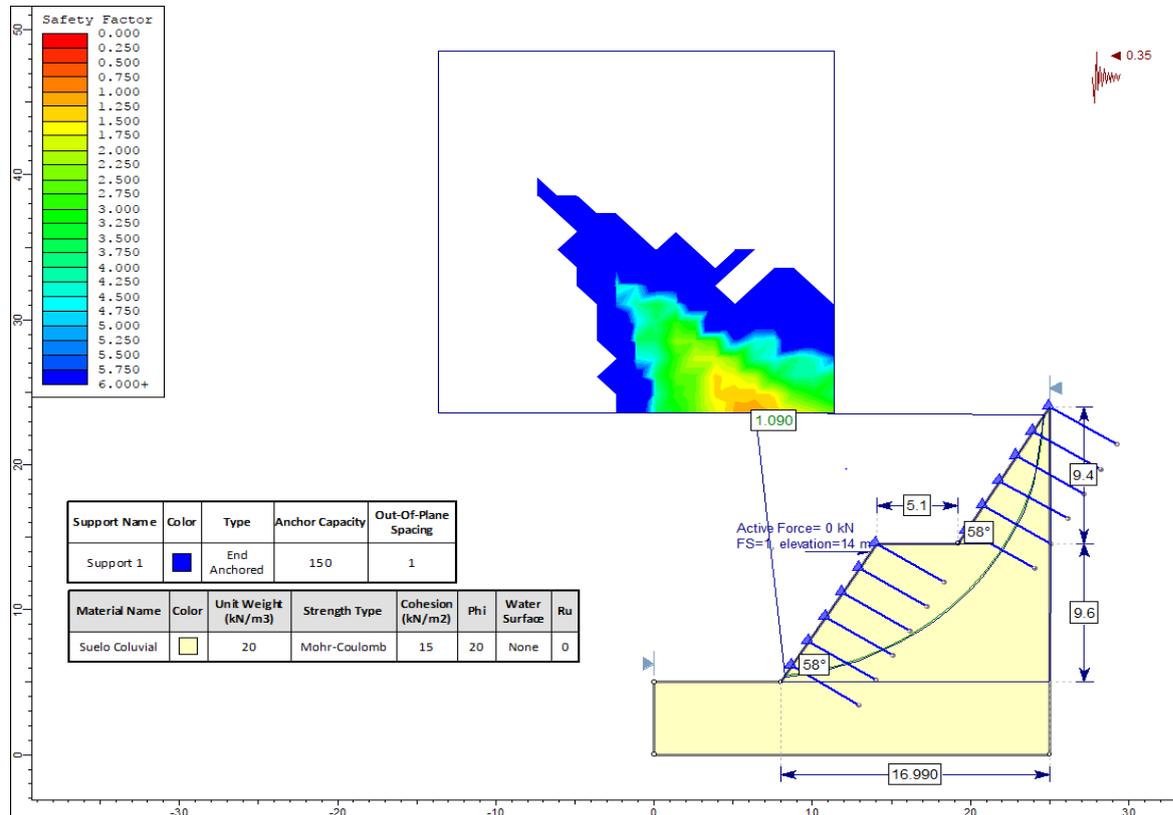


Fuente: Software Autocad 2019.

dicho modelo presenta un factor de seguridad 1.090 indicando que el talud N°15 es estable en condición pseudoestática como como se presenta en la figura 156.

Figura 157

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°15 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

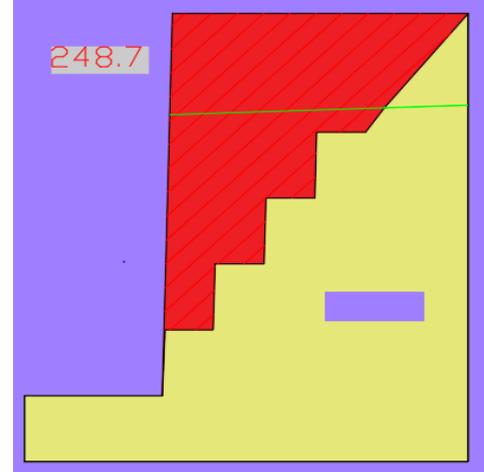


Fuente: Software Slide V6.

3.8.12. Talud N°16 – estación geomecánica *Figura 158*

N°12: Para estabilizar el talud N°16 se aplica el método de terraceo, realizando el corte de 284.7 m² de material como se muestra en la figura 158 construyendo 4 bermas, cada una con inclinación de 88°, 3 metros de ancho, 5 metros de altura e instalándose en cada berma 4 anclajes con inclinación 20°, respecto a la berma, de 6 metros de longitud separados cada 1 metro, con capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas), finalmente luego de las 4

Corte de material en el talud N°16, material a cortar color rojo.

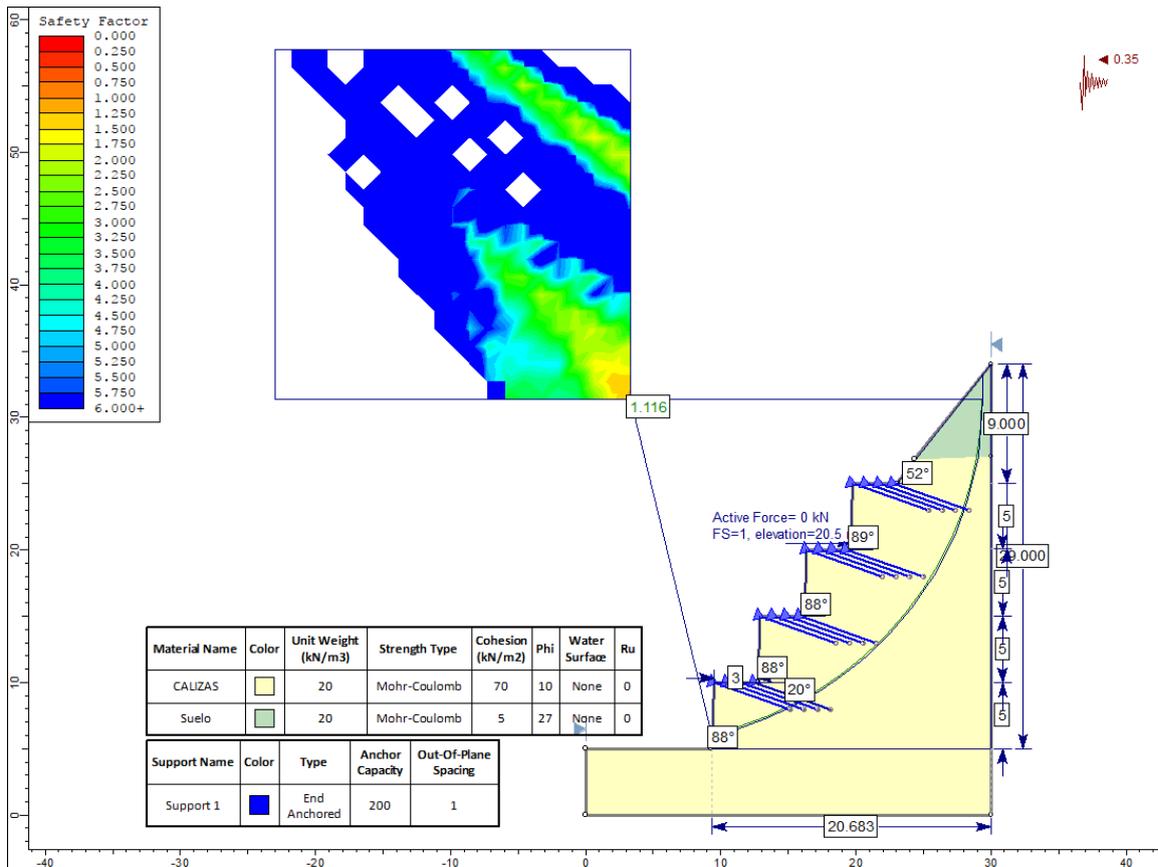


Fuente: Software Autocad.

bermas realizar una cara con inclinación 52° y altura de 9 metros; dicho modelo indica un factor de seguridad de 1.116 siendo estable en condición pseudoestática como se presenta en la figura 159.

Figura 159

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°16 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.

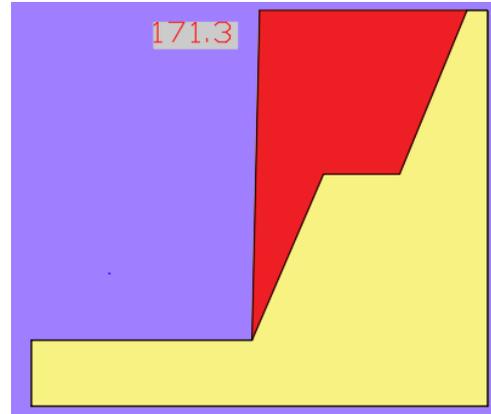


Fuente: Software Slide V6.

3.8.13. Talud N°17 – estación geomecánica *Figura 160*

N°13: Para estabilizar el talud N°17, se necesita realizar el corte de 171.3 m² de material como se muestra en la figura 161, construyendo una berma de 5 metros de ancho, teniendo dos caras en la estación con ángulo de 70°, una con altura de 13 metros y otra con 12 metros, dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.319 indicando que el talud N°17 es estable en condiciones pseudoestáticas como se presenta en la figura 160.

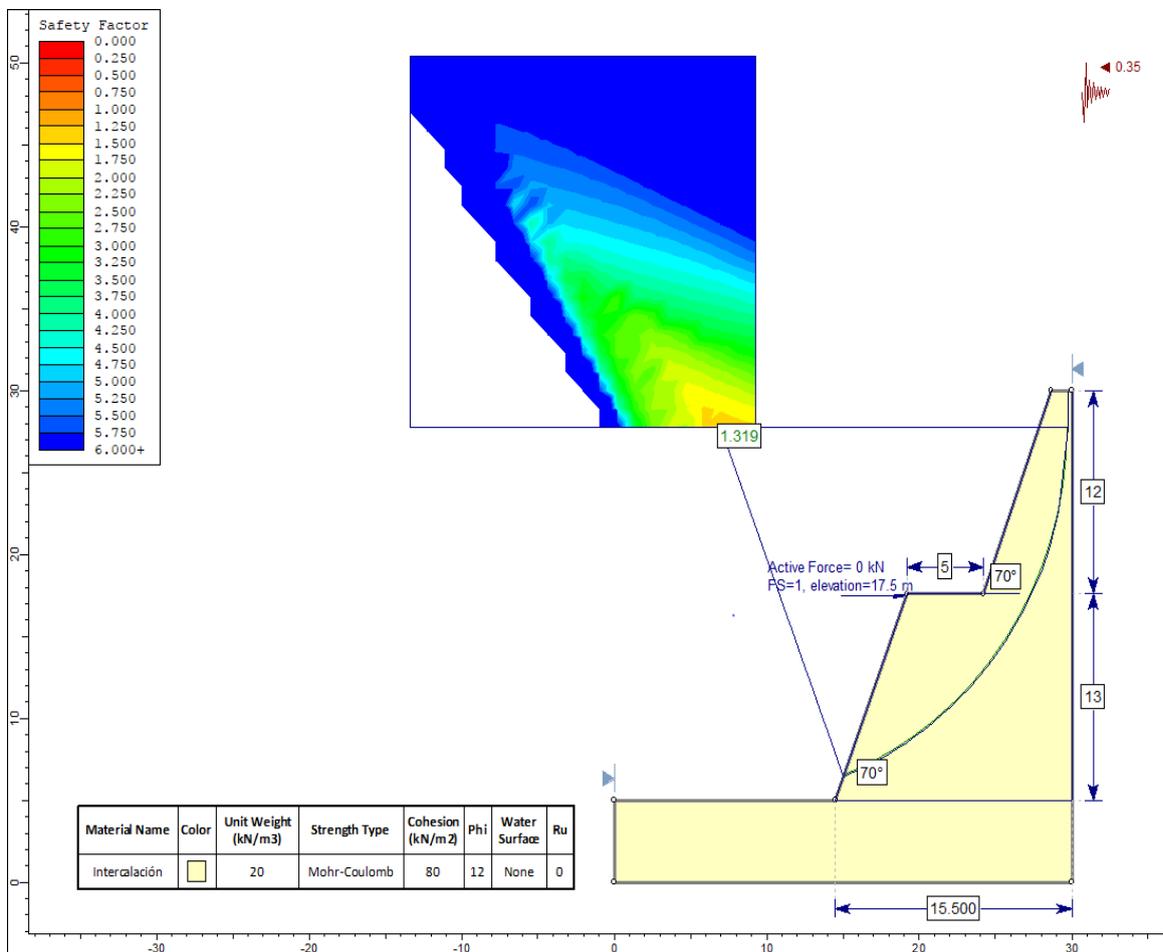
Corte de material en el talud N°17, material a cortar color rojo.



Fuente: Software Autocad.

Figura 161

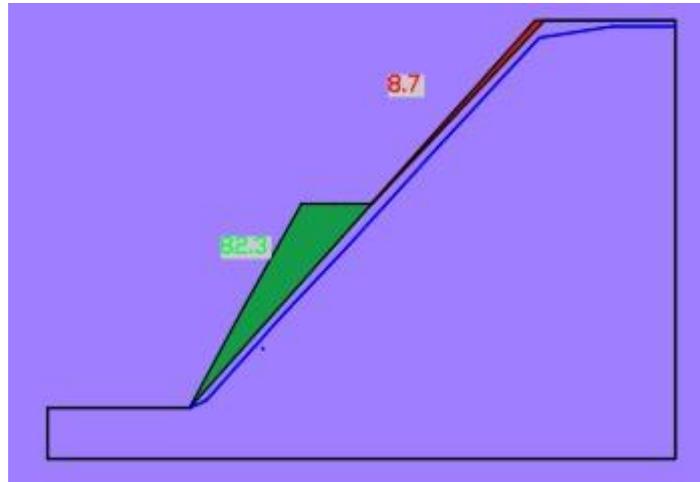
Cálculo del factor de seguridad en el talud N°17 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.



Fuente: Software Slide V6.

3.8.14. Talud N°18 – estación *Figura 162*

suelo N°05: Para estabilizar el talud N°18, ese necesario realizar una banqueta, esta tiene que ser hecha con relleno de 82.3 m² como en la figura 163, con una inclinación de 60° y altura de 20 metros, además de en dos partes de la cara una distribución de carga de 200 kN/m² así como se muestra en la figura 162 y en la cara restante se tiene que hacer un corte de 8.7 m² como en la figura 163, teniendo una inclinación de 45° con altura de 18 metros y agregar una distribución de carga de 150 kN/m² mostrándose en la figura 162, lográndose obtener un factor de seguridad de 1.199 indicando que el talud N°18 es estable en condiciones pseudoestática.

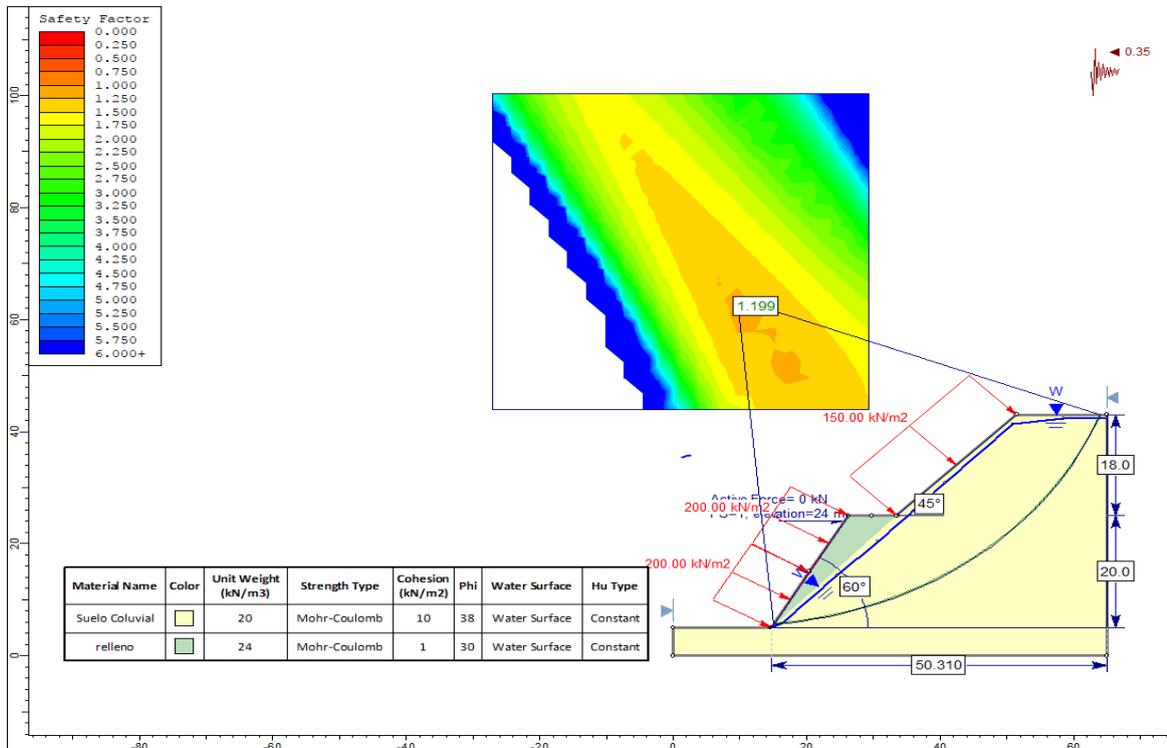


Fuente: Software Autocad.

200 kN/m² así como se muestra en la figura 162 y en la cara restante se tiene que hacer un corte de 8.7 m² como en la figura 163, teniendo una inclinación de 45° con altura de 18 metros y agregar una distribución de carga de 150 kN/m² mostrándose en la figura 162, lográndose obtener un factor de seguridad de 1.199 indicando que el talud N°18 es estable en condiciones pseudoestática.

Figura 163

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°18 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.



Fuente: Software Slide V6.

3.8.15. Talud N°19 – estación geomecánica *Figura 165*

N°14: Para estabilizar el talud N°19 se necesita hacer tres bancos con un total de relleno de 12.2 m² tal como se muestra en la figura 164, cada banco con un ángulo de 90 grados, altura de 5 metros y tener una distribución de fuerzas de 100 Kn/m², además de realizar un subdrenaje, lográndose obtener un factor de seguridad de 1.193 indicando que es estable en condición pseudoestática, así se muestra en la figura 165.

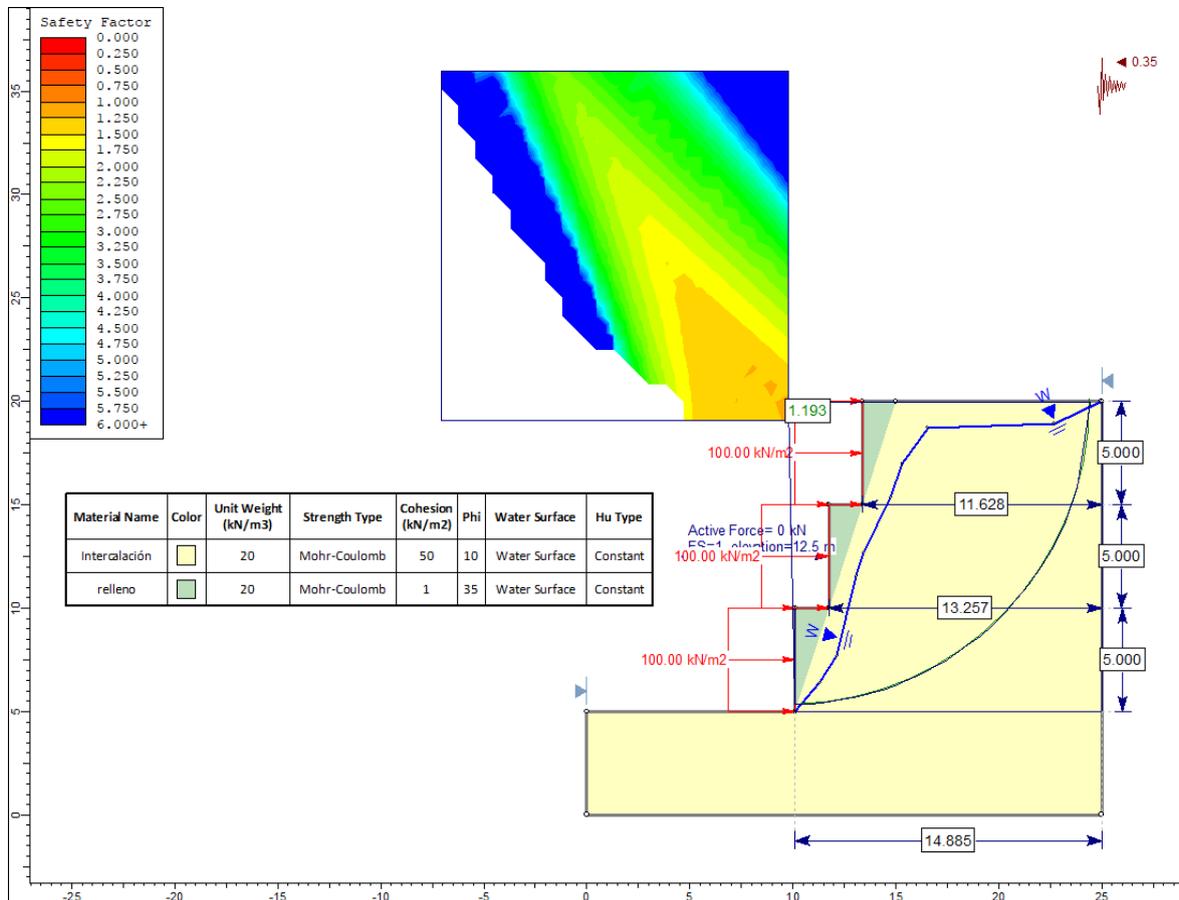
Corte de material en el talud N°19, material a rellenar de color verde.



Fuente: Software Autocad.

Figura 164

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°19 aplicado el control de estabilidad, en condición pseudoestática.



Fuente: Software Slide V6.

3.8.16. Talud N°20 – estación geomecánica

Figura 166

N°15: Para estabilizar el talud N°20, se realiza el método de terraceo, realizando el corte de 129.8 m² como se presenta en la figura 166, construyendo una berma de 6.2 metros, teniendo dos caras de talud de 78°, así mismo una cara con altura de 20 metros y la otra de 21 metros, lográndose obtener un factor de seguridad de 1.222 indicando que es estable en condiciones seudoestáticas, así se muestra en la figura 167.

Corte de material en el talud N°19, material a cortar color rojo.

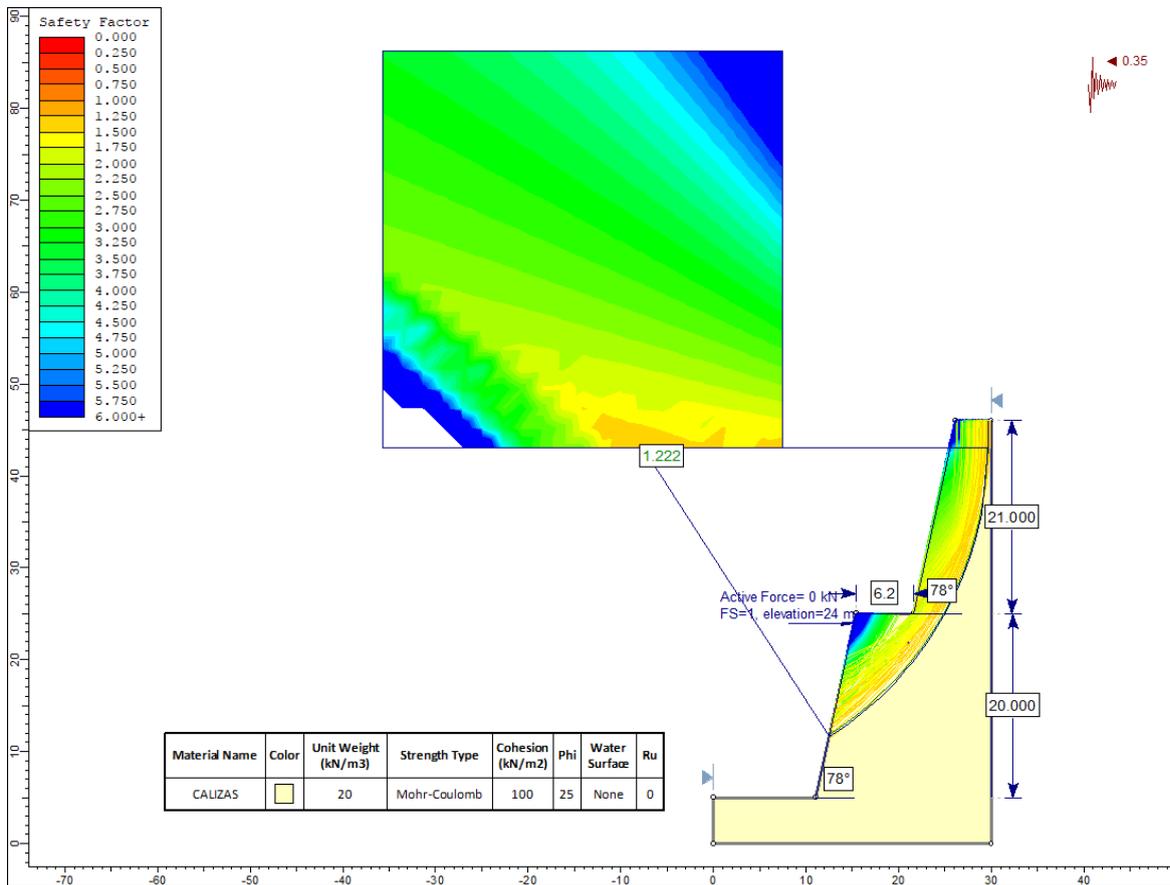
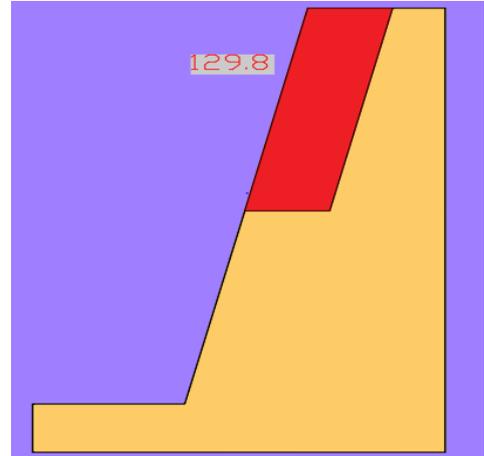
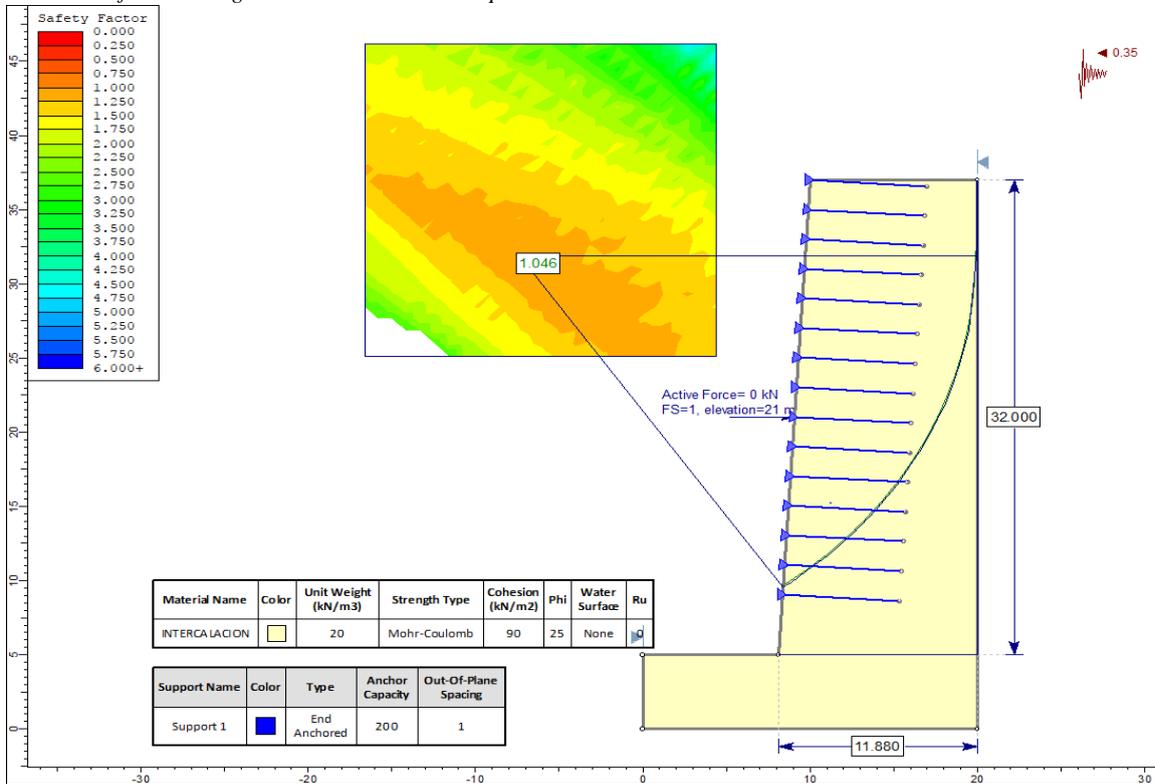


Figura 167: Cálculo del factor de seguridad en el talud N°20 aplicado el control de estabilidad, en condición seudoestática.

3.8.17. Talud N°22 – estación geomecánica N°17: Para estabilizar el talud N°21 se necesita colocar 15 anclajes de longitud de 7 metros separados cada 2 metros con capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas), además de canalizar la escorrentía de agua que viene de la parte superior y no tener ninguna modificación en la geometría del talud; dicho modelo presenta un factor de seguridad de 1.107 indicando estabilidad en condición pseudoestática, así se muestra en la figura 168.

Figura 168

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°22 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.

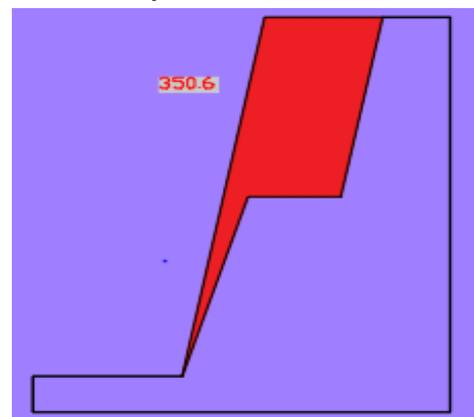


Fuente: Software Slide V6.

3.8.18. Talud N°23 – estación geomecánica N°18: Para estabilizar el talud N°23, es necesario hacer un corte de material de 350.6 m2, así como se muestra en la figura 169, logrando realizar una berma de 10 metros que posee dos anclajes con ángulo 40° respecto a la berma, generando dos caras en el talud, la primera cara con respecto a la base tiene un ángulo de 74° con altura de 25

Figura 169:

Corte de material en el talud N°23, material a cortar color rojo.

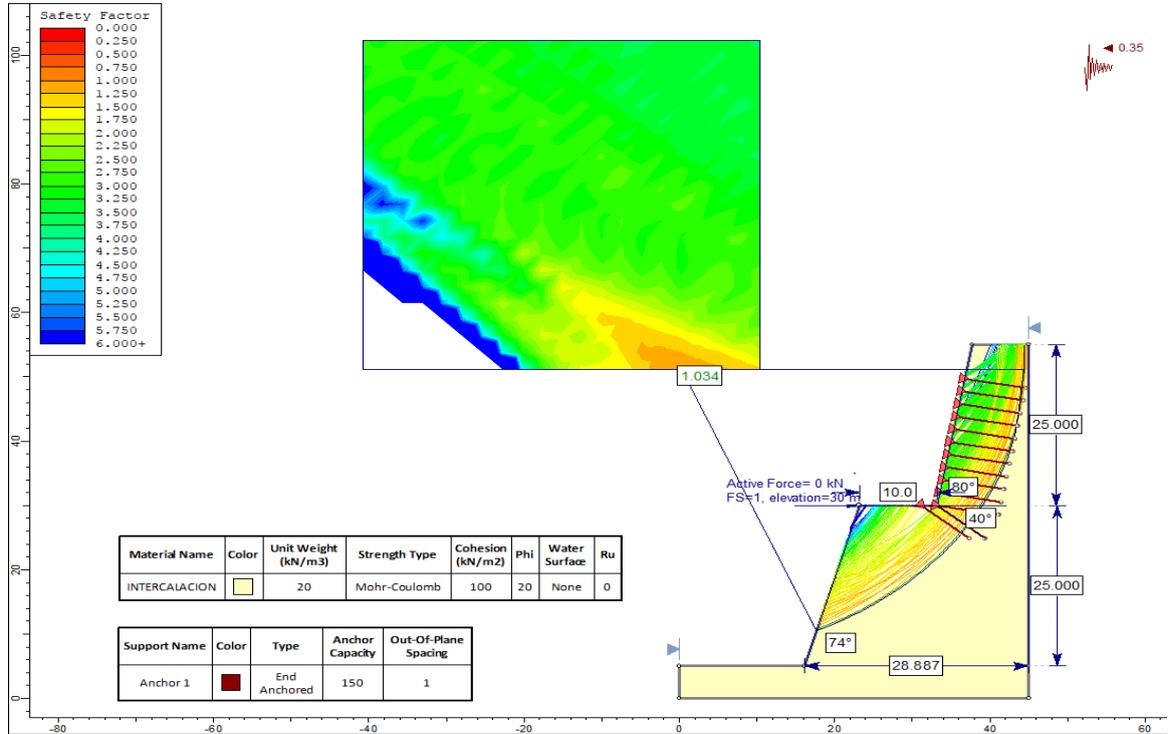


Fuente: Software Autocad 2019.

metros y la segunda cara un ángulo de 80 grados con altura de 25 metros instalándose 11 anclajes perpendiculares a esta cara, los 13 anclajes en total poseen 8 metros de longitud colocados cada 2 metros con capacidad de soporte de 150 kN (15.3 toneladas), presentando un factor de seguridad de 1.034 del talud N°23 indicando que es estable en condición pseudoestática, así se muestra en la figura 170.

Figura 170

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°23 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.

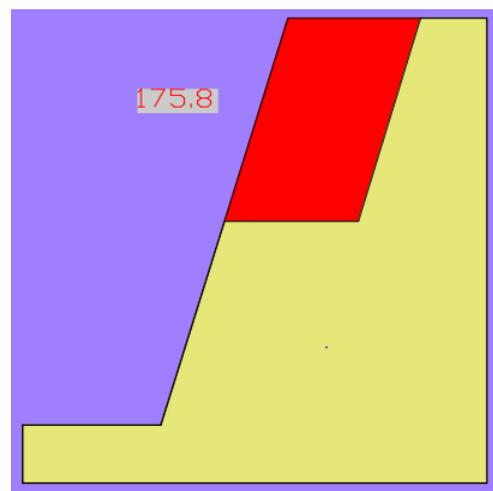


Fuente: Software Slide V6.

3.8.19. Talud N°24 – estación geomecánica Figura 171

N°19: Para estabilizar el talud N°24 es necesario hacer un corte de material de 175.8 m², así como se muestra en la figura, 171 construyendo una berma 10.1 metros, generando dos caras del talud, ambas con ángulo de 75° y altura de 17.5 metros, presentando un factor de seguridad de 1.053 del talud N°24

Corte de material en el talud N°24, material a cortar color rojo.

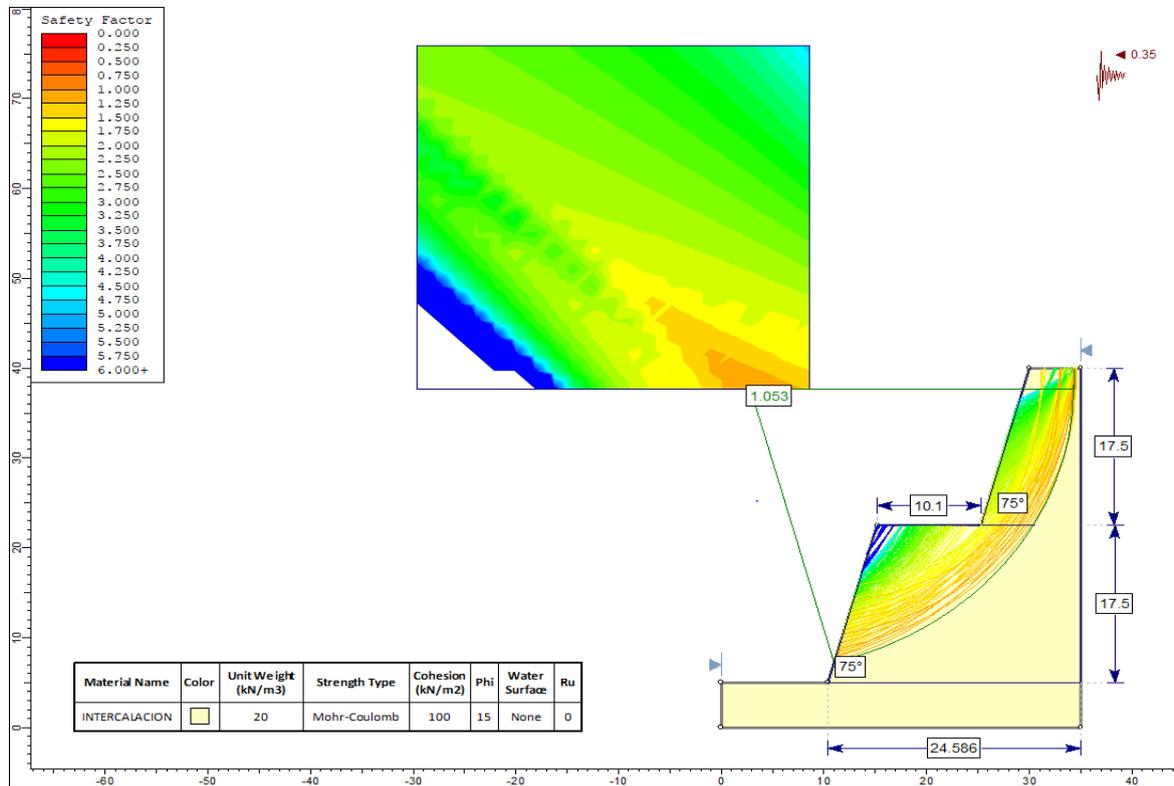


Fuente: Software Autocad.

indicando que estable en condición pseudoestática, así se muestra en la figura 172.

Figura 172

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°24 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.

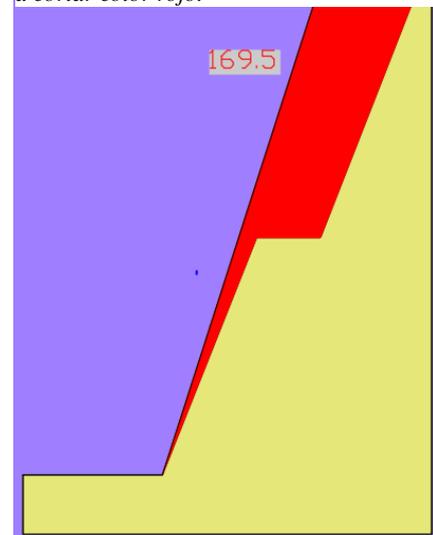


Fuente: Software Slide V6.

3.8.20. Talud N°25 – estación suelo N°06: Para *Figura 173*

estabilizar el talud N°25, se realiza el método de terraceo, realizando el corte de 169.5 m2 como se presenta en la figura 173, construyendo una berma de 5.5 metros de ancho instalándose 3 anclajes de longitud 7 metros separados cada 2 metros con capacidad de soporte de 100 kN (10.2 toneladas) a una inclinación de 40° respecto a la berma cada uno, además de presentar dos caras teniendo como inclinación 68° y altura 20 metros. La primera cara con respecto a la base se instalará 6 anclajes y en la segunda cara 11 anclajes,

Corte de material en el talud N°25, material a cortar color rojo.



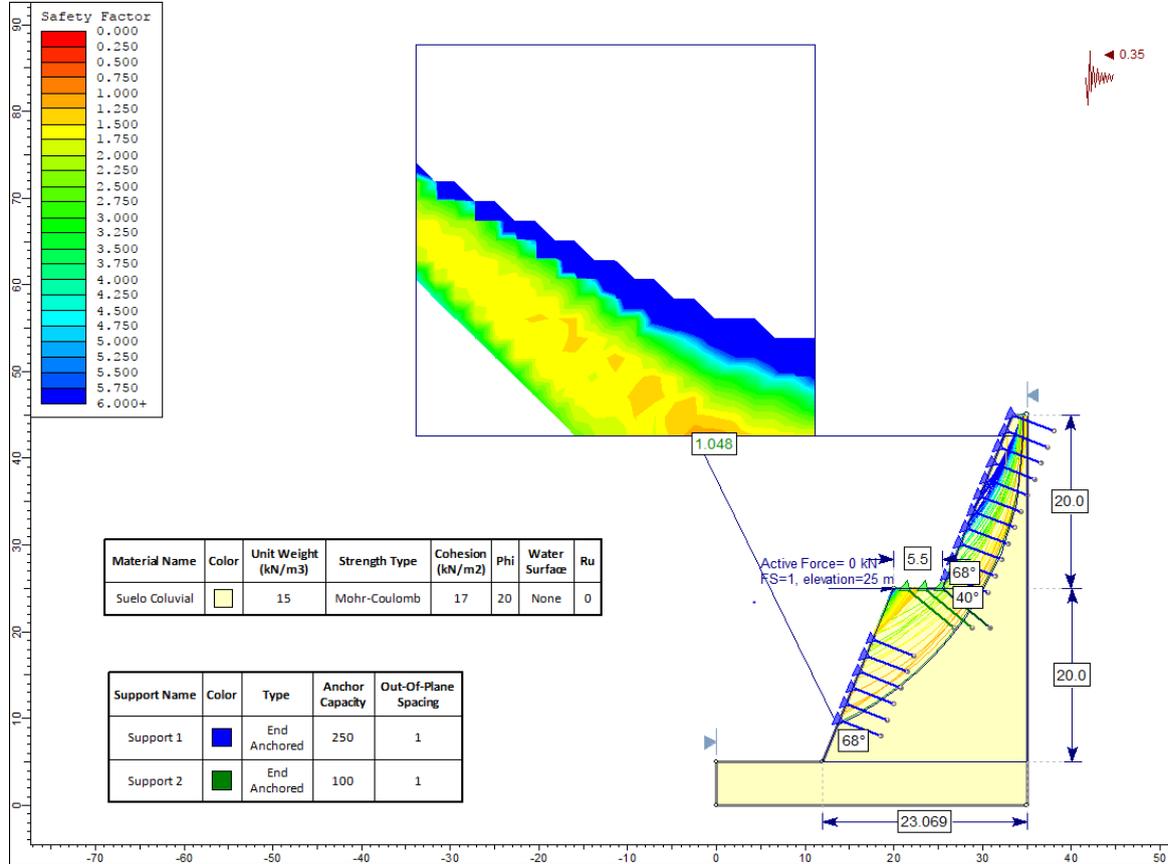
Fuente: Software Autocad.

estas perpendiculares a las caras, estos 17 anclajes tienen una longitud de 5 metros separados cada 2 metros con capacidad de soporte de 250 kN (25.5 toneladas), estas

características definen un factor de seguridad de 1.048 indicando estabilidad del talud N°25 en condiciones seudoestática, tal como lo muestra la figura 175.

Figura 174

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°25 aplicado el control de estabilidad en condición seudoestática

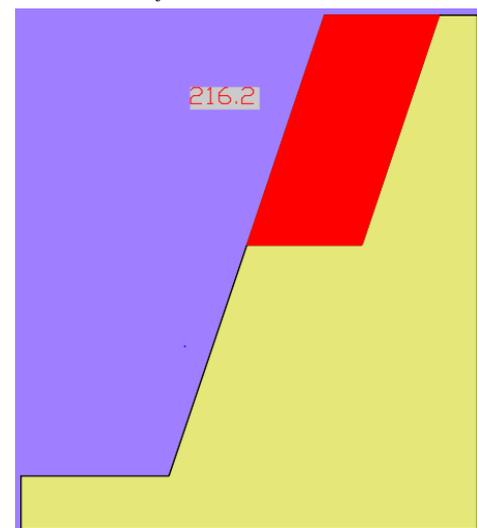


Fuente: Software Slide V6.

3.8.21. Talud N°26 – estación geomecánica N°20: Figura 175

Para estabilizar el talud N°26 es necesario hacer un corte de material de 216.2 m², así como se muestra en la figura 174, construyendo una berma 10.1 metros de ancho, generando dos caras del talud, ambas con ángulo de 72° y altura de 21.5 metros, presentando un factor de seguridad de 1.136 del talud N°26 indicando que estable en condición seudoestática, así lo muestra en la figura 177.

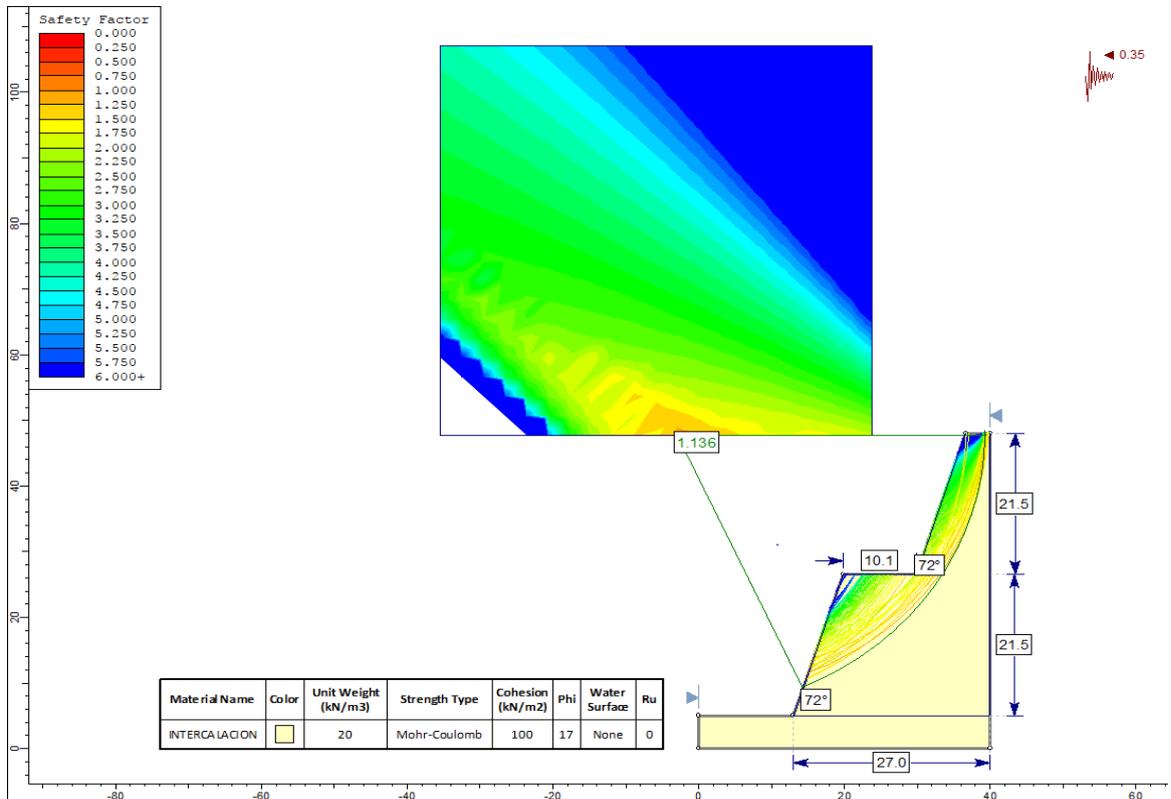
Corte de material en el talud N°25, material a cortar color rojo.



Fuente: Software Autocad 2019.

Figura 177

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°152 aplicado el control de estabilidad en condición



Fuente: Software Slide V6.

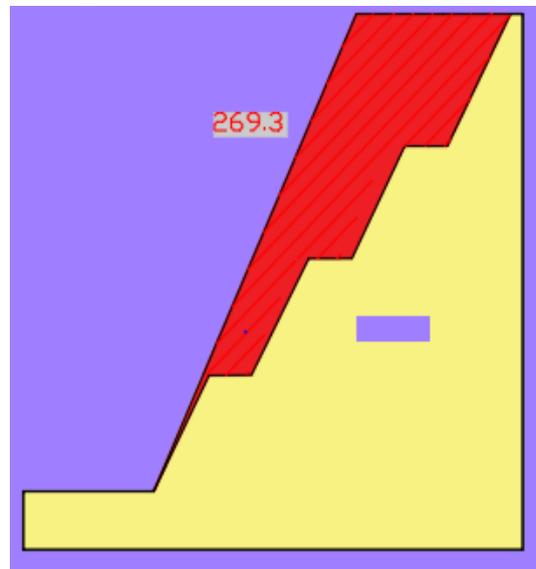
3.8.22. Talud N°27 – estación suelo N°07: Para estabilizar el talud N°27, es necesario

realizar un corte de material de 269.3 m² como se muestra en la figura 176

construyendo 3 bermas de 4 metros de ancho, originando 4 caras con inclinación de 63°, la primera y la segunda cara con una altura de 10 metros y una distribución de fuerzas de 150 Kn/m², la tercera cara con una altura de 9.7 metros aplicándose una distribución de fuerza de 100 kN/m² para finalmente la cuarta cara presente una altura de 11.3 metros aplicándose 50 Kn/m², lográndose obtener un factor de seguridad de 1.183 indicando

Figura 176

Corte de material en el talud N°27, material a cortar color rojo.

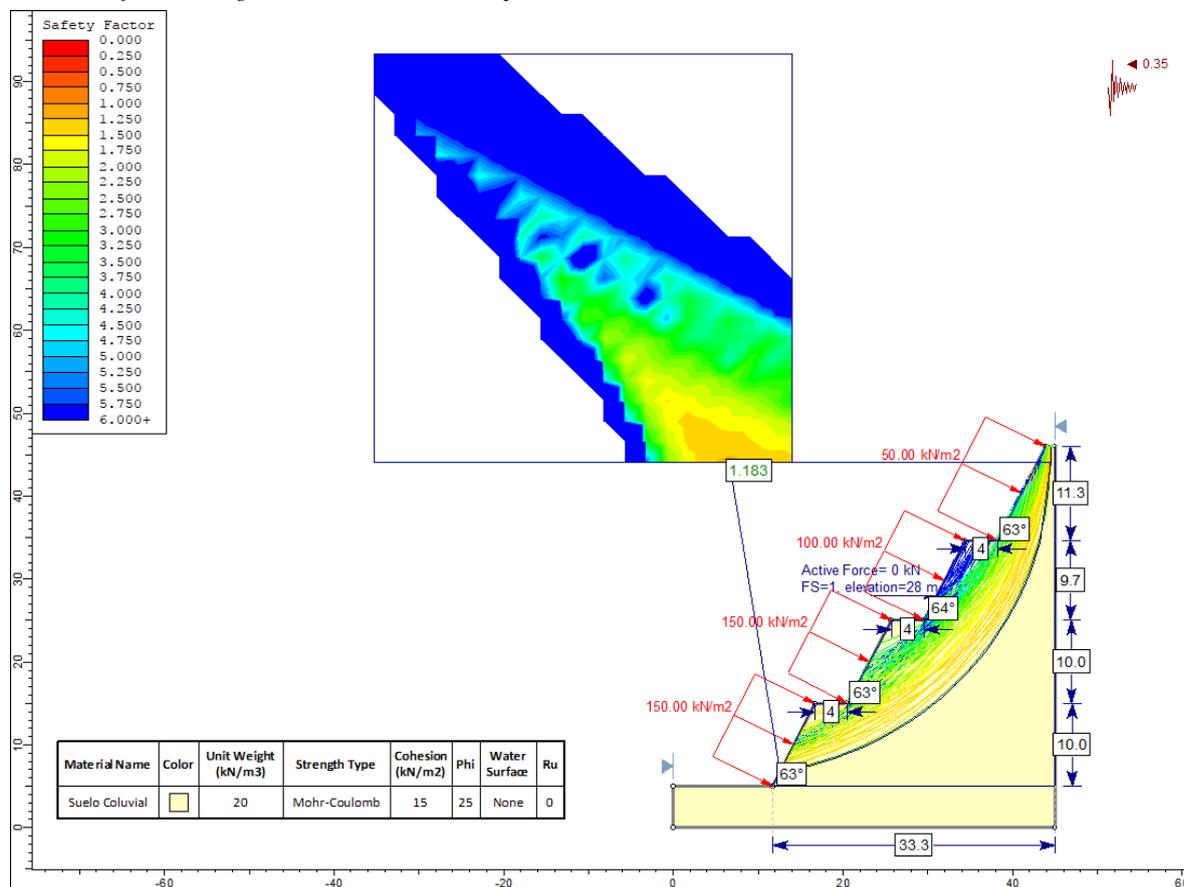


Fuente: Software Autocad.

que el talud N°27 es estable en condiciones pseudoestática, así como se muestra en la figura 179. gnelter@gmail.com

Figura 179

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°153 aplicado el control de estabilidad en condición

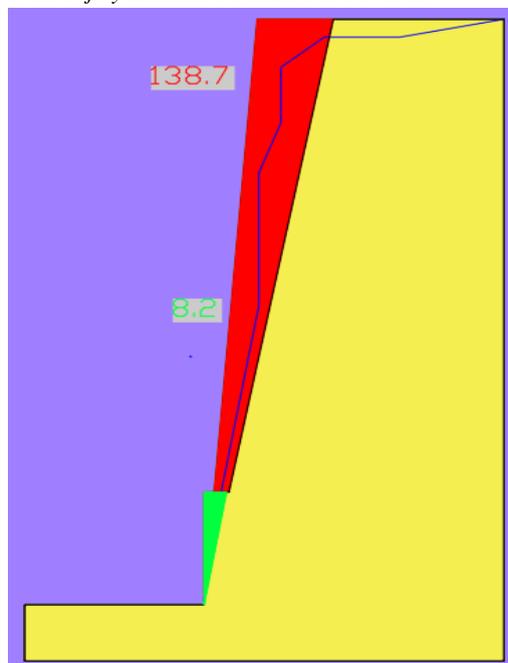


Fuente: Software Slide V6.

3.8.23. Talud N°28 – estación geomecánica *Figura 178*

N°21: Para estabilizar el talud N°28, es necesario realizar un corte de material de 138.7 m² y un relleno de material de 8.2 m² como se muestra en la figura 178, construyendo una berma superior de 12.5 metros de ancho y una cara en el talud con inclinación de 81°, con altura de 52 metros instalándose 43 anclajes de 10 metros de longitud separados cada 1 metro con capacidad de soporte de 200 kN (20.4 toneladas) perpendiculares a las caras, además en el material relleno actúa una distribución de fuerzas de 150.00 Kn/m², lograndose obtener un

Corte de material en el talud N°28, material a cortar color rojo y material a rellenar color verde.

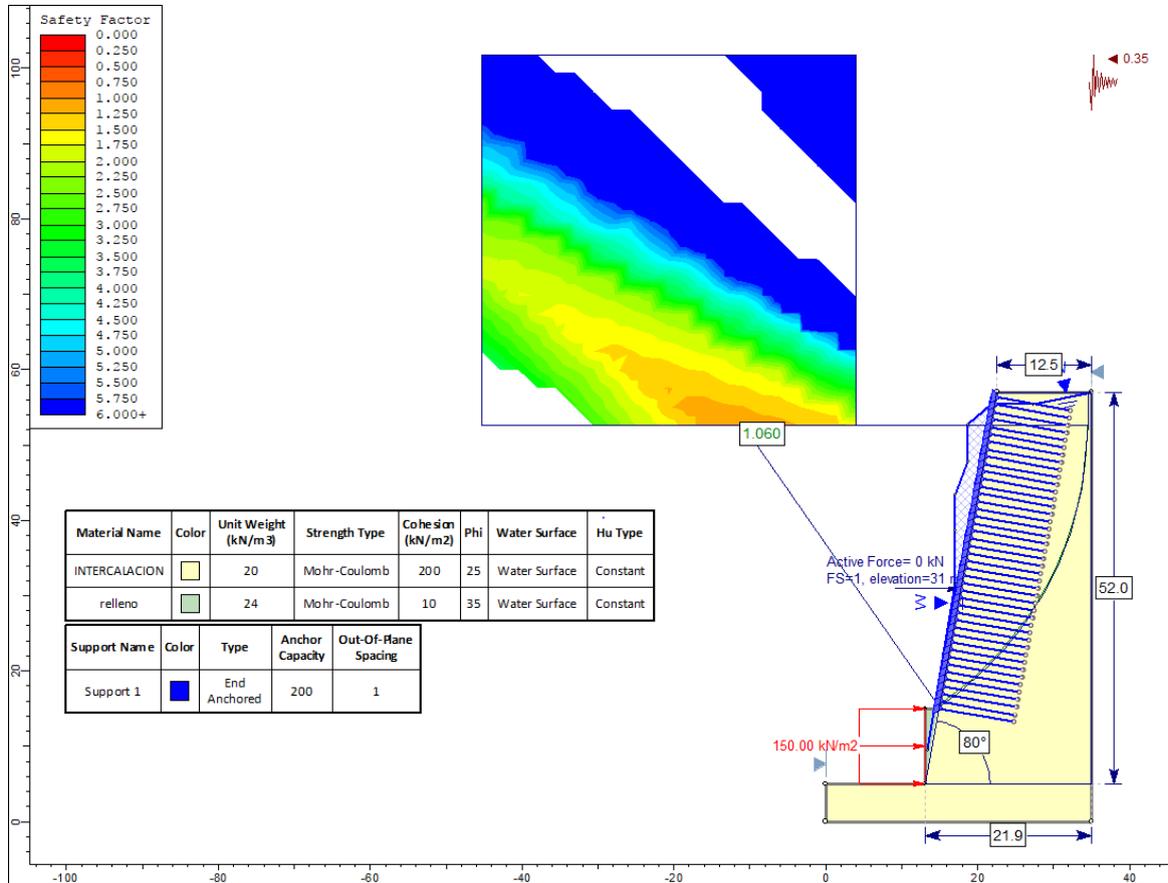


Fuente: Software Autocad 2019.

factor de seguridad de 1.060 indicando que el talud N°28 es estable en condiciones pseudoestáticas, así como se muestra en la figura 180.

Figura 180

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°28 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática.

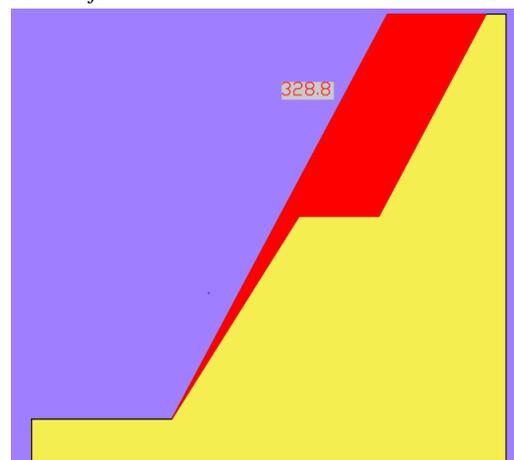


Fuente: Software Slide V6.

Talud N°29 – estación geomecánica Figura 181

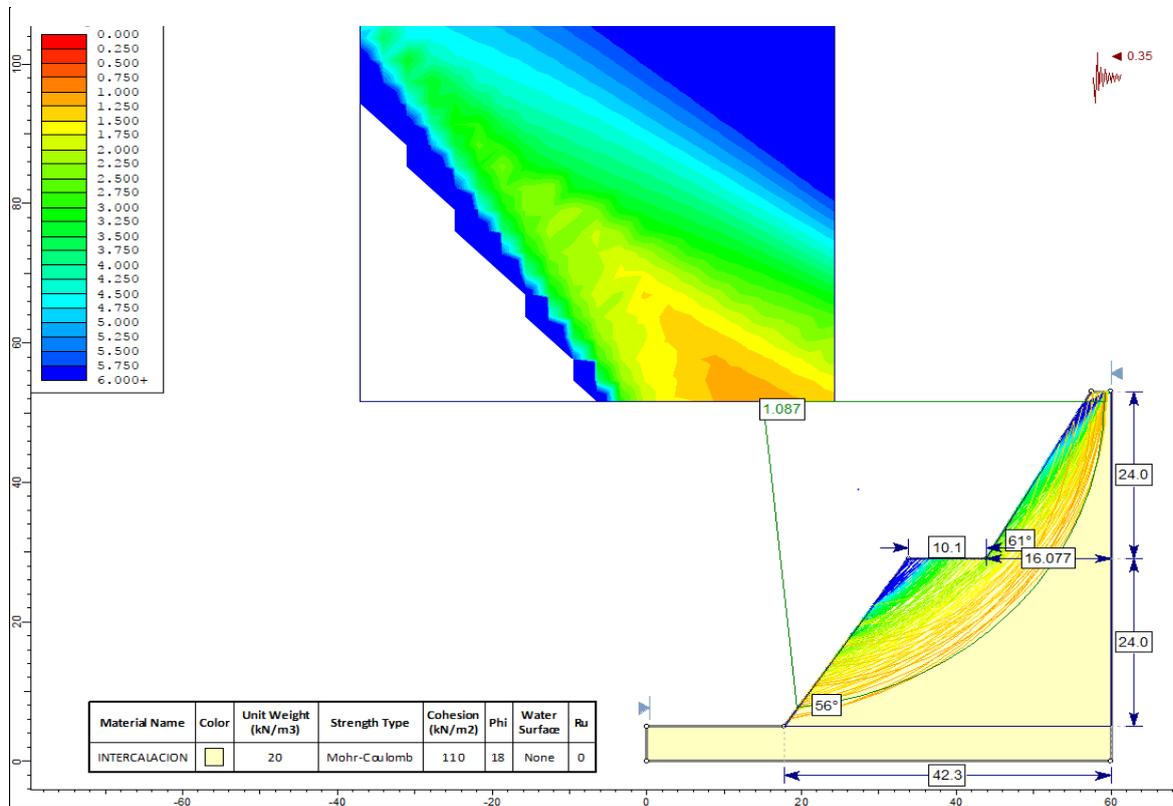
N°22: Para estabilizar el talud N°29, se aplica el método de terraceo, cortando material de 328.8 m² como lo muestra la figura 181, construyendo una berma de 10.1 metros de ancho, generando dos caras, la primera cara con ángulo de 56° respecto a la base y la otra 61 grados con referencia a la berma, ambas con altura de 24 metros, estas característica definen un factor de seguridad de 1.087

Corte de material en el talud N°29, material a cortar color rojo.



Fuente: Software Autocad 2019.

indicando que el talud N°29 es estable en condición pseudoestática, tal como lo muestra la figura183.



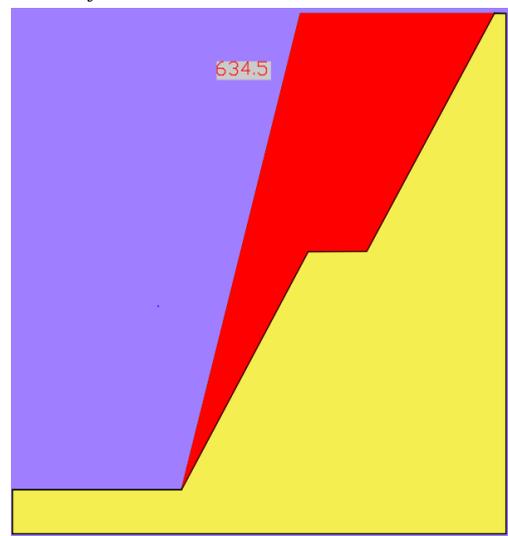
Fuente: Software Slide V6.

3.8.24. Talud N°30 – estación geomecánica N°23: Para estabilizar el talud N°30, se

aplica el método de terraceo, cortando material de 634.5 m² como se muestra en la figura 182, construyendo una berma de 7.1 metros generando dos caras en el talud con inclinación de 60° y altura 27 metros, además en cada una de ellas se instalarán anclajes de 10 metros de longitud separados cada 1 metro con capacidad de carga de 100 kN (10.2 toneladas) perpendiculares a las caras, estas características definen un factor de seguridad de 1.079 indicando que el talud N°30 es estable así como se muestra en la figura 184.

Figura 182

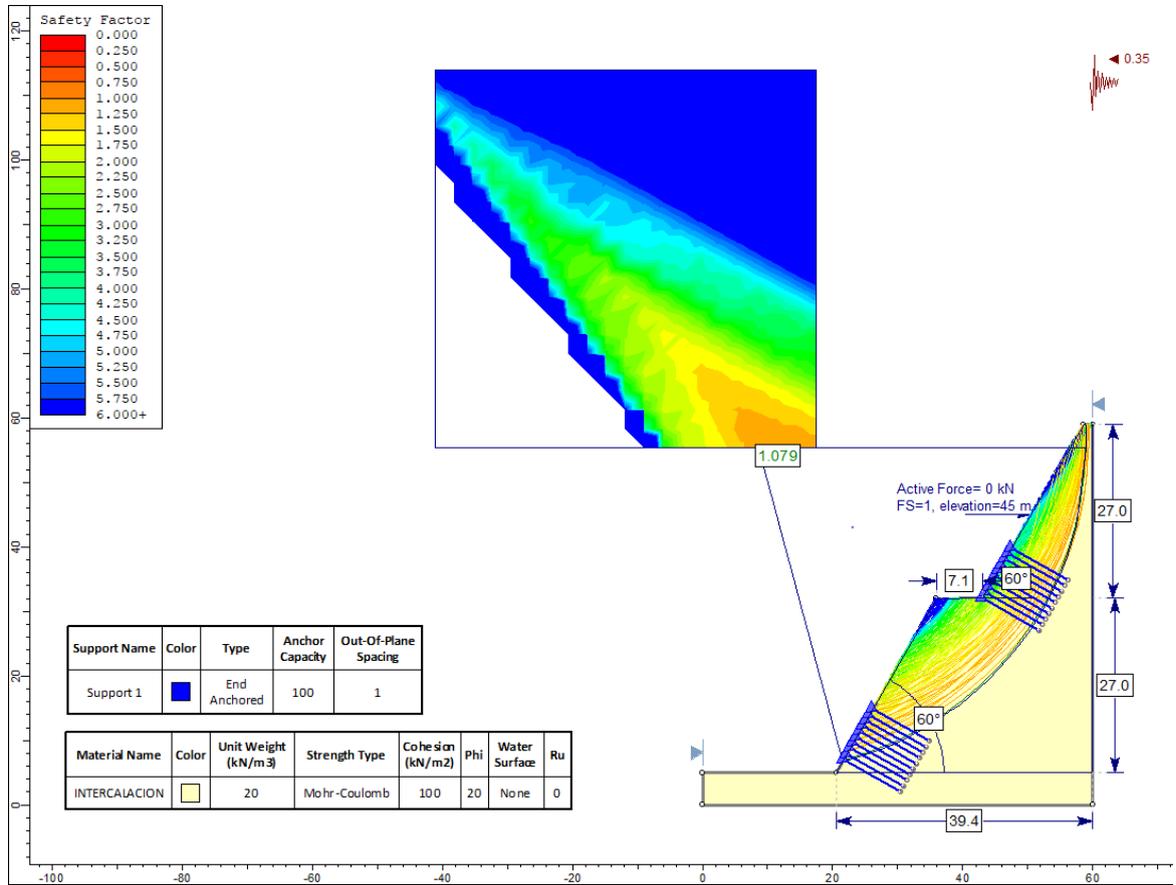
Corte de material en el talud N°30, material a cortar color rojo.



Fuente: Software Autocad 2019.

Figura 184

Cálculo del factor de seguridad en el talud N°30 aplicado el control de estabilidad en condición pseudoestática



Fuente: Software Slide V6.

- **Resumen del factor de seguridad condiciones pseudoestáticas y corte y relleno para el diseño de estabilidad.**

Tabla 38

Resumen de valores del factor de seguridad en condiciones pseudoestáticas, cuadro de volumen total corte y relleno.

N° TALUD	EST. GEOMECÁNICA	FACTOR DE SEGURIDAD ACTUAL	FACTOR DE SEGURIDAD CON CONTROL	CUADRO DE VOLUMEN TOTAL				
				Distancia (m)	ÁREA (m ²)		VOLUMEN (m ³)	
					CORTE (m ²)	RELLENO (m ²)	CORTE (m ³)	RELLENO (m ³)
1	Suelo 1	0.444	1.19	50	230.1	0	18835	0
2	Suelo 2	0.305	1.214		523.3	0		
3	EST - 1	0.608	1.061	120	523.3	0	35896	0
4	EST - 2	0.791	1.35		74.3	0		
5	EST - 3	0.157	1.169	NA	NA	NA	NA	NA
6	EST - 4	0.034	1.105	NA	NA	NA	NA	NA
7	EST - 5	1.238	1.238	NA	NA	NA	NA	NA
8	EST - 6	1.216	1.104	NA	NA	NA	NA	NA
9	EST - 7	0.226	1.119	NA	NA	NA	NA	NA
10	Suelo 3	0.296	1.132	80	1	52.3	40	2092
11	EST - 8	0.537	1.23	NA	NA	NA	NA	NA
12	EST - 9	0.982	1.002	NA	NA	NA	NA	NA
13	EST - 10	0.637	1.107	NA	NA	NA	NA	NA
14	EST - 11	0.756	1.337	60	140	0	5637	0
15	Suelo4	0.455	1.09		47.9	0		
16	EST - 12	0.225	1.116	40	47.9	0	5932	0
					248.7	0		
17	EST - 13	0.679	1.319	26.7	248.7	0	5607	0
					171.3	0		
18	Suelo 5	0.181	1.199	113.21	171.3	0	10188.9	4658.5915
					8.7	82.3		
19	EST - 14	0.618	1.193	45.22	8.7	82.3	196.707	2136.645
					0	12.2		
20	EST - 15	0.832	1.122	20	0	12.2	1298	122
21	EST - 16	2.095	2.095	NA	NA	NA	NA	NA
22	EST - 17	0.786	1.017	NA	NA	NA	NA	NA
23	EST - 18	0.63	1.034	42	350.6	0	11054.4	0
24	EST - 19	0.755	1.053		175.8	0		
25	Suelo 6	0.33	1.085	164	175.8	0	28314.6	0
					169.5	0		
26	EST - 20	0.715	1.136	80	169.5	0	15428	0
					216.2	0		
27	Suelo 7	0.33	1.183	11	216.2	0	2670.25	0
					269.3	0		
28	EST - 21	0.605	1.06	57.3	269.3	0	11689.2	234.93
					138.7	8.2		
29	EST - 22	0.774	1.087	65.3	138.7	8.2	15263.875	267.73
					328.8	0		
30	EST - 23	0.621	1.079	100	328.8	0	48165	0
					634.5	0		

Fuente: Propia

4.1. DISCUSIÓN

Con respecto a los resultados obtenidos en este estudio es necesario discutir ¿Cuál es el diseño de estabilidad de taludes, al realizar el estudio geomecánico-geotécnico, entre las progresivas del Km 07+580 al Km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector Salabamba, ¿Cajamarca-2021?

Estructuralmente se utilizó la clasificación de Bieniawski o RMR para determinar la situación de estabilidad del macizo rocoso, donde se obtuvo un valor promedio de 30.47 (clase IV y calidad Malo); y el índice de resistencia geológica GSI para caracterizar propiedades geomecánicas de los macizos rocosos, dándonos un promedio 49.95; confirmado lo que menciona Svetlana (2005) sobre que un macizo rocoso puede presentar distintos modos de rotura dependiendo de los siguientes factores: presencia o ausencia de las discontinuidades, orientación de los planos de las discontinuidades en relación con la cara exterior del talud, espaciamiento de las discontinuidades en una, dos y tres dimensiones, la continuidad de sus discontinuidades y la influencia del agua.

También se realizó la caracterización de los suelos utilizado la técnica de la observación, con lo cual se determinó en campo la presencia de suelo tipo aluvial y coluvial, que afecta la zona de estudio por las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona y por acción antrópica, escorrentías de agua, la cual aumenta la erosión de los taludes. Concordando con Nuñez & Sanchez (2016) quienes mencionan que El sector salabamba (Km 07+580 al km 08+970) presenta no solo macizos rocosos, sino también estaciones de suelo, de tipo aluvial y coluvial, afectados también por la acción antrópica generando deslizamientos rotacionales, y evidencian vegetación como pencas y tayas. Los deslizamientos en suelo pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes, obedeciendo a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos y traslacionales, éstas pueden generar un peligro potencialmente dañino.

Gonzales de Vallejo(2002) menciona que los análisis de estabilidad permiten diseñar los taludes, mediante el cálculo de su factor de seguridad, estable mayor a 1 e inestable menor a 1. A partir de eso calculando el factor de seguridad de los 30 taludes, los taludes tipo suelo y 16 taludes tipo roca presentan un factor de seguridad menor a 1 en condiciones estáticas, mientras que, en condiciones pseudoestáticas 19 taludes tipo roca y los taludes tipo suelo presentan un factor de seguridad menor a 1 indicando inestabilidad de los mismos.

Al realizar el estudio geomecánico-geotécnico para el diseño de estabilidad de taludes, entre la progresiva del km 07+580 al km 08+970, de la carretera Choropampa-Asunción, sector salabamba, se concluye que:

- Los macizos rocosos tienen en promedio una calificación de 30.47 de RMR (Rock Mass Rating), con clase IV y calidad Malo, así también el GSI (Geological Strength Index) con promedio 49.95 en condición media de los labios de las discontinuidades formado por muchos bloques, además de evidenciarse en el talud N°04, N°07 y N°13 falla tipo cuña y en los taludes N°04, N°08 y N°13 falla en vuelco y un promedio de 44.25 en calificación SMR (Signal to Mask Ratio) siendo parcialmente estables con muchas juntas dándosele un tratamiento sistemático.
- Al caracterizar los suelos mediante observación directa en campo hay presencia de suelo tipo aluvial formado en su mayor parte por areniscas subangulosas a subredondeadas y material limo-arenoso, además de suelo tipo coluvial formado en su mayoría por gravas angulosas, subangulosas y subredondeadas así mismo margas de color crema-amarrillento y en algunos casos areniscas subangulosas. Finalmente, la zona de estudio viene siendo afectada por las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona y por acción antrópica, escorrentías de agua, la cual aumenta la erosión de los taludes.
- Al calcular el factor de seguridad de los 30 taludes, los taludes tipo suelo y 16 taludes tipo roca presentan un factor de seguridad menor a 1 en condiciones estáticas, mientras que, en condiciones seudoestáticas 19 taludes tipo roca y los taludes tipo suelo presentan un factor de seguridad menor a 1 indicando inestabilidad de los mismos. El control de seguridad aplicado fue realizar el método de terraceo para algunos taludes, realizando corte y relleno de material construyéndose bermas cada una con un ángulo de inclinación, ancho y altura diferente, y para otros taludes anclajes de diferente longitud y capacidad de carga, algunas estaciones evidencian una mezcla de los dos métodos (terraceo y anclajes) para lograr la estabilidad, así también en algunos casos realizar la captación de niveles de agua a través de canales e instalación de drenajes para evita la filtración de agua en el talud.
- Al realizar el análisis geotécnico, los taludes 7,8, 18, 19, 20, 21, 22, 29 y 30 en condición estática, presentan una vulnerabilidad baja siendo los 21 taludes restantes que evidencian una vulnerabilidad alta (Anexo n°08), una vez aplicado el control de estabilidad disminuye el riesgo en la zona de investigación (Anexo n°09). Así mismo



este análisis en condición pseudoestática con factor sísmico de 0.35, muestra 4 taludes estables (19,20,21 y 22) los restantes presentan una vulnerabilidad alta con factor de seguridad menor a 0.68 (Anexo n°13), aplicado el control de estabilidad disminuye considerablemente el riesgo de la zona (Anexo n°14).

REFERENCIAS

- Álvarez, J. N. (2014). Fallas Presentadas en la Construcción de Carreteras Asfaltadas. *Tesis de Maestría*. Universidad de Piura, Piura.
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Montalar, E. (2016). La clasificación geomecánica SMR: aplicación, experiencias y validación. *ResearchGate*, 393-404.
- Neyra, A., Rodríguez, M., Vargas, R., Flores, J., Zambrano, A., & Montero, A. (2015). *Mapa de susceptibilidad física del Perú: Zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Núñez, A., & Sanchez, I. (2016). Riesgo a deslizamiento en taludes del sistema vial Lampa-Pariahuanca, Huancayo. *Tesis de pregrado*. Universidad del Centro del Perú, Huancay.
- Ocón, V. (2015). Evaluación geotécnica de inestabilidad de taludes en la carretera Hualgayoc-Apan Alto. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Padilla, D., Triguero, R., Aguilar, J., & Lopes, R. (2020). *Investigación en salud y desarrollo*. Universidad de Almería. España: Universidad de Almería.
- Ramirez, P., & Alejano, L. (2004). *Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes*. Madrid: España.
- Rodríguez, V., & Pérez, C. (2007). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Redalyc*, 4, 35-38.
- Svetlana, M. (2005). Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada. *Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Zavala, B., & Barrantes, R. (2007). *Zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Cajamarca*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalurgico.

ANEXOS

Anexo n.º01. Formato de mapeo geomecánico.

Figura 185

Formato de mapeo geotécnico para las estaciones geomecánicas..

FORMATO DE MAPEO GEOMECAÍNICO																								
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÍNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																						RQD		
ELABORADO POR : JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA					FECHA:		ESTACIÓN GEOMECAÍNICA					TALUD N°								1	100			
INICIO DE PROGRESIVA: FINAL DE PROGRESIVA:															EST. GEOMECAÍNICA N°:					2	98			
COORDENADAS DE ESTACIÓN ESTE: NORTE: COTA:															LITOLOGÍA					3	96			
UBICACIÓN DE PROYECTO DISTRITO : ASUNCIÓN															Descripción: TIPO DE ROCA					4	94			
PROVINIA : CAJAMARCA															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					5	91			
DEPARTAMENTO : CAJAMARCA															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					6	88			
DIMENSIONES DEL TALUD Longitud (m) Altura del talud (m) AZIMUT Inclinaón de talud (grados) Dip direction															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					7	84			
RESISTENCIA DE LA ROCA ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					8	81			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAIAL (MPa) RQD (%) ESPACIADO Promedio Total (mm) PERSISTENCIA APERTURA RUGOSIDAD RELLEVO ALTERACION															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					9	77			
> 250 100-250 50-100 50-25 25-5 5-1 0.25 - 1 90-100 75-90 50-75 25-50 <25															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					10	74			
<60 >80, <200 >200, <600 >600, <2000 >2000 Muy separadas															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					11	70			
1- < 1m 2- > 1 m 3- > 1 m 4- > 10-20 m 5- > 20 m															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					12	66			
1- Cerada 0 2- Muy Anegosa < 0.1 mm 3- Anegosa 0.1 - 1.0 mm 4- Abierta 1.0 - 5.0 mm 5- Muy abierta > 5.0 mm															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					13	63			
1- Muy rugoso 2- Rugoso 3- Ligeramente rugosa 4- Lisa 5- Muy lisa															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					14	59			
1- Ninguna 2- Relleno duro <5mm (d<5) 3- Relleno duro >5mm (d=5) 4- Relleno blanco <5mm 5- Relleno blanco >5mm															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					15	56			
1- No meteorizada 2- Ligeramente 3- Moderadamente 4- Altamente meteorizada 5- Descompuesta															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					16	52			
1- Completamente seco 2- Lig. Húmedo 3- Húmedo 4- Goleo 5- Flujo															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					17	49			
0 -5 -10 -12															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					18	46			
0 0 0															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					19	43			
-5 -7 -15 -25															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					20	41			
-10 -15 -50 -60															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					21	38			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					22	35			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					23	33			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					24	31			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					25	29			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					26	27			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					27	25			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					28	23			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					29	21			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					30	20			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO				
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					RMR	DESCRIPCIÓN			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					91-100	MUY BUENA "A"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					81-90	MUY BUENA "B"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					71-80	BUENA "A"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					61-70	BUENA "B"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					51-60	REGULAR "A"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					41-50	REGULAR "B"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					31-40	MALA "A"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					21-30	MALA "B"			
GSI:															Descripción: TIPO DE ESTRUCTURA					0-20	MUY MALA			

Fuente: Propia.

Anexo n.º02. Tablas para calificar y determinar el RMR.

Tabla 40

Parámetros de clasificación y sus valores.

PARAMETROS		ESCALA DE VALORES								
1	Resistencia de la roca intacta	Bajo carga puntual	>10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Para estos valores es preferible la resistencia a compresión simple			
		A compresión simple	>250 MPa	100-250 MPa	50-100 MPa	25-50 MPa	5-25 MPa	1-5 MPa	<1 MPa	
	VALOR	15	12	7	4	2	1	0		
2	R.Q.D.	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%				
	VALOR	20	17	13	8	3				
3	ESPACIADO DE LAS JUNTAS	>2 m	0,6-2 m	200-600 mm	60-200 mm	<60 mm				
	VALOR	20	15	10	8	5				
4	CONDICION DE LAS JUNTAS	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, roca labios sana.	Ligeramente rugosa separación <1 mm, roca labios ligeramente meteorizada.	Ligeramente rugosa separación <1 mm, roca labios muy meteorizada.	Espejo o falla o relleno de espesor <5 mm, o juntas abiertas 1-5 mm, juntas continuas.	Relleno blando de espesor >5 mm, o juntas continuas.				
		VALOR	30	25	20	10	0			
5	AGUA	FLUJO EN CADA 10 m DE TUNEL, o bien	Ninguno	<10 l/min	10-25 l/min	25-125 l/min	>125 l/min			
		Relación presión del agua en la junta/tensión principal máxima.	0	<0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5			
		CONDICIONES GENERALES	Completamente seco	Manchas de humedad	Muy húmedo.	Goteo.	Flujo de agua.			
		VALOR	15	10	7	4	0			

Fuente: Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.152), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014.

Tabla 42

Ajuste de valores por las orientaciones de las juntas.

ORIENTACION DEL RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS DISCONTINUIDADES		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	REGULAR	DESFAVORABLE	MUY DESFAVORABLE
VALORES	TUNELES Y MINAS	0	-2	-5	-10	-12
	CIMENTACIONES	0	-2	-7	-15	-25
	TALUDES	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014.

Tabla 39

Determinación de la clase del macizo rocoso.

VALOR TOTAL DEL R.M.R.	81-100	61-80	41-60	21-40	<20
CLASE NUMERO	I	II	III	IV	V
DESCRIPCION	MUY BUENO	BUENO	MEDIO	MALO	MUY MALO

Fuente: Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014.

Tabla 41

Significado de las clases de macizos rocosos.

CLASE NUMERO	I	II	III	IV	V
TIEMPO DE MANTENIMIENTO	20 años para 15 m	1 año para 10 m	1 semana para 5 m	10 horas para 2,5 m	30 minutos para 1 m
COHESION (KPa)	>400	300-400	200-300	100-200	<100
ANGULO DE FRICCIÓN (Grados)	>45° KPa	35°-45°	25°-35°	15°-25°	<15°

Fuente: Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.153), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014.

Anexo n.º03. Tablas para determinar el GSI y SMR.

Tabla 44: Índice de resistencia geológica (GSI) para macizos rocosos fracturados.

ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO	CONDICIONES DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES				
	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
 ENTACTO O MASIVO Muestras intactas de roca o macizos rocosos masivos con pocas discontinuidades muy espaciadas.	90			N/A	N/A
 FORMADO POR BLOQUES Macizo rocoso consistente en bloques cúbicos delimitados por tres familias de discontinuidades, con los bloques bien encajados.	80	70			
 FORMADO POR MUCHOS BLOQUES Macizo rocoso formado por bloques angulares de muchas caras delimitados por cuatro o más familias de discontinuidades. Los bloques están encajados pero sólo parcialmente.		60	50		
 FORMADO POR MUCHOS BLOQUES, DISTORSIONADO Y BANDEADO Plegado con muchos bloques angulares formados por la intersección de muchas familias de discontinuidades. Planos de estratificación o de esquistosidad persistentes.			40		
 DESINTEGRADO Macizo rocoso muy fracturado con una mezcla de bloques angulares y redondeados débilmente encajados.			30	20	
 LAMINADO Y CIZALLADO Debido a la existencia de numerosos planos débiles muy próximos de esquistosidad o de cizalla, no existen bloques.	N/A	N/A			10

NOTAS SOBRE LAS CONDICIONES DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES
MUY BUENA : superficies muy rugosas y sanas
BUENA : superficies rugosas, ligeramente meteorizadas y teñidas de óxido
MEDIA : superficies lisas y moderadamente meteorizadas y alteradas
MALA : superficies con espejos de falla y altamente meteorizadas, con rellenos de fragmentos angulares o con recubrimientos compactos
MUY MALA : superficies con espejo de falla altamente meteorizadas con recubrimientos o rellenos de arcillas blandas

Fuente: Tomado de Fundamentos e Ingeniería de taludes (p.166), por P,R, Oyaguren & L,A, Mongue, 2014. To

Tabla 43

Factores de ajuste de la clasificación SMR.

SMR = RMR _b + (F ₁ x F ₂ x F ₃) + F ₄ (ROMANA, 1985)						
FACTORES DE AJUSTE DE LAS JUNTAS (F ₁ , F ₂ , F ₃)	TALUD		JUNTA			
	α_j / β_j		α_s / β_s			
		α_j = DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO DE LA JUNTA α_s = DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO DEL TALUD β_j = BUZAMIENTO DE LA JUNTA β_s = BUZAMIENTO DEL TALUD				
		MUY FAVORABLE	FAVORABLE	NORMAL	DESFAVORABLE	MUY DESFAVORABLE
ROTURA PLANA	$ \alpha_j - \alpha_s =$	> 30°	30° - 20°	20° - 10°	10° - 5°	< 5°
VUELCO	$ \alpha_j - \alpha_s - 180° =$	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
AJUSTE ANALÍTICO		$F_1 = (1 - \text{sen } \alpha_j - \alpha_s)^2$				
VALORES	$ \beta_j =$	< 20°	20° - 30°	30° - 35°	35° - 45°	> 45°
	ROTURA PLANA	0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
VUELCO		1.00				
AJUSTE ANALÍTICO		$F_2 = \text{tg}^2 \beta_j$				
ROTURA PLANA	$\beta_j - \beta_s =$	> 10°	10° - 0°	0°	0° - (-10°)	< (-10°)
VUELCO	$\beta_j + \beta_s =$	< 110°	110° - 120°	> 120°	-	-
VALORES		0	-6	-25	-50	-60
AJUSTE ANALÍTICO		$F_3 = (\text{SE MANTIENEN LOS VALORES PROPUESTOS POR BIENIAWSKI, 1976 / 79})$				
F ₄ = VALORES EMPÍRICOS ESTABLECIDOS PARA CADA MÉTODO DE EXCAVACIÓN						
FACTOR DE AJUSTE POR EL MÉTODO DE EXCAVACIÓN		TALUD NATURAL	PRECORTE	VOLADURA SUAVE	VOLADURA Ó MECÁNICO	VOLADURA DEFICIENTE
		+ 15	+ 10	+ 8	0	- 8

Fuente: Tomado de La clasificación geomecánica SMR: aplicación experiencias y validación (p.396), por E, Montalar, 2001.

Tabla 45

Clases de estabilidad según el SMR.

DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES SMR										
CLASE N°	Vb	Va	IVb	IVa	IIIb	IIIa	IIb	IIa	Ib	Ia
DESCRIPCIÓN	MUY MALA		MALA		NORMAL		BUENA		MUY BUENA	
ESTABILIDAD	TOTALMENTE INESTABLE		INESTABLE		PARCIALMENTE INESTABLE		ESTABLE		TOTALMENTE ESTABLE	
ROTURAS	GRANDES ROTURAS POR PLANOS CONTINUOS O POR LA MASA		JUNTAS O GRANDES CUÑAS		ALGUNAS JUNTAS O MUCHAS CUÑAS		ALGUNOS BLOQUES		NINGUNA	
SOSTENIMIENTOS	REEXCAVACIÓN		IMPORTANTES		SISTEMÁTICOS		OCASIONALES		NINGUNO	

Fuente: Tomado de La clasificación geomecánica SMR: aplicación experiencias y validación (p.396), por E, Montalar, 2001.

Anexo n.º05. Mapeo geomecánico resumido para cada estación.

Figura 187

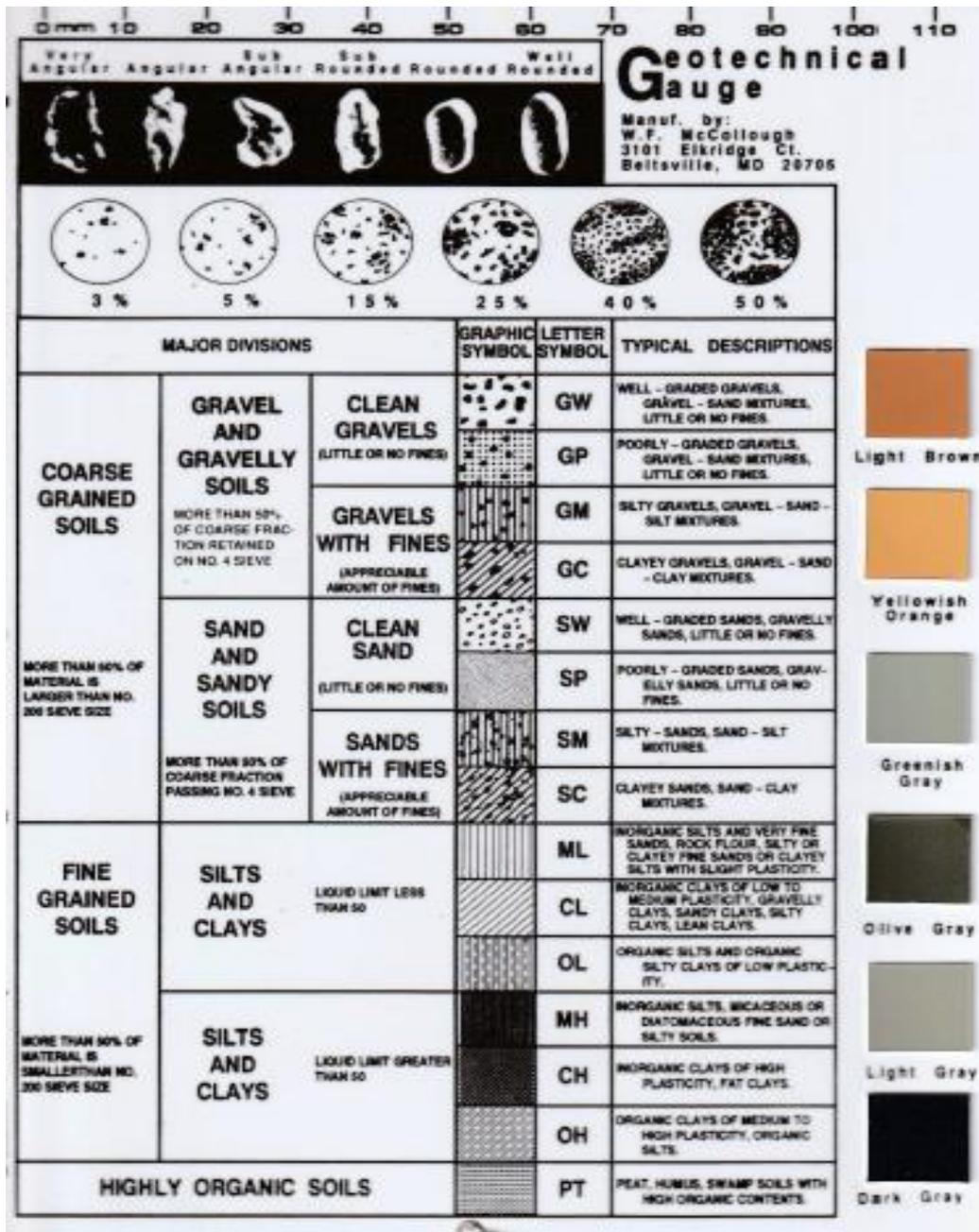
Mapeo geomecánico resumido para cada estación.

FORMATO DE MAPEO GEOMECAÁNICO RESUMIDO PARA CADA ESTACION																			
PROYECTO : "ESTUDIO GEOMECAÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL 07+580 AL KM 08+970, DE LA CARRETERA CHOROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA-2021"																			
ELABORADO POR : CARLO GUEVARA MENDOZA JHANCARLOS VIGO CASANOVA					JEAN OSCAR		FECHA:		ESTACIÓN GEOMECAÁNICA N°:				TALUD N°						
ESPACIAMIENTO DISCONTINUIDADES										INICIO DE PROGRESIVA:		FINAL DE PROGRESIVA:							
N° de discontinuidad	F1			F2			F3			F4			COORDENADAS DE ESTACIÓN			DATUM WGS84		DESCRIPCIÓN	
	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	AZIMUT	DIP	DIP DIRECT	ESTE: 772325	NORTE: 9190692	COTA: 1967	ZONA 17 S			
	UBICACIÓN DE PROYECTO																		
	DISTRITO : ASUNCIÓN																		
	PROVINCIA : CAJAMARCA																		
	DEPARTAMENTO : CAJAMARCA																		
	DIMENSIONES DEL TALUD																		
													Longitud (m)	Altura del talud (m)	AZIMUT	DIP	Dip Direction		
	1																		
	2																		
	3																		
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
RESISTENCIA DE LA ROCA				ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			ESPACIADO DE LA DISCONTINUIDAD			CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (MPa)				ROD (%)			ESPACIADO Promedio Total (mm)			PERSISTENCIA	APERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACION					
VALOR: ASX				VALOR:			VALOR:			VALOR:	VALOR:	VALOR:	VALOR:	VALOR:					
PUNTAJE:				PUNTAJE:			PUNTAJE:			PUNTAJE:	PUNTAJE:	PUNTAJE:	PUNTAJE:	PUNTAJE:					
GSI:				AGUA			RMR BÁSICO	CORRECCIÓN DE DISCON.		RMR BÁSICO AJUSTADO									
				VALOR:				VALOR:		CLASE NÚMERO									
				PUNTAJE:			PUNTAJE:		PUNTAJE:		CALIDAD (DESCRIPCIÓN)								

Fuente: Propia.

Figura 188

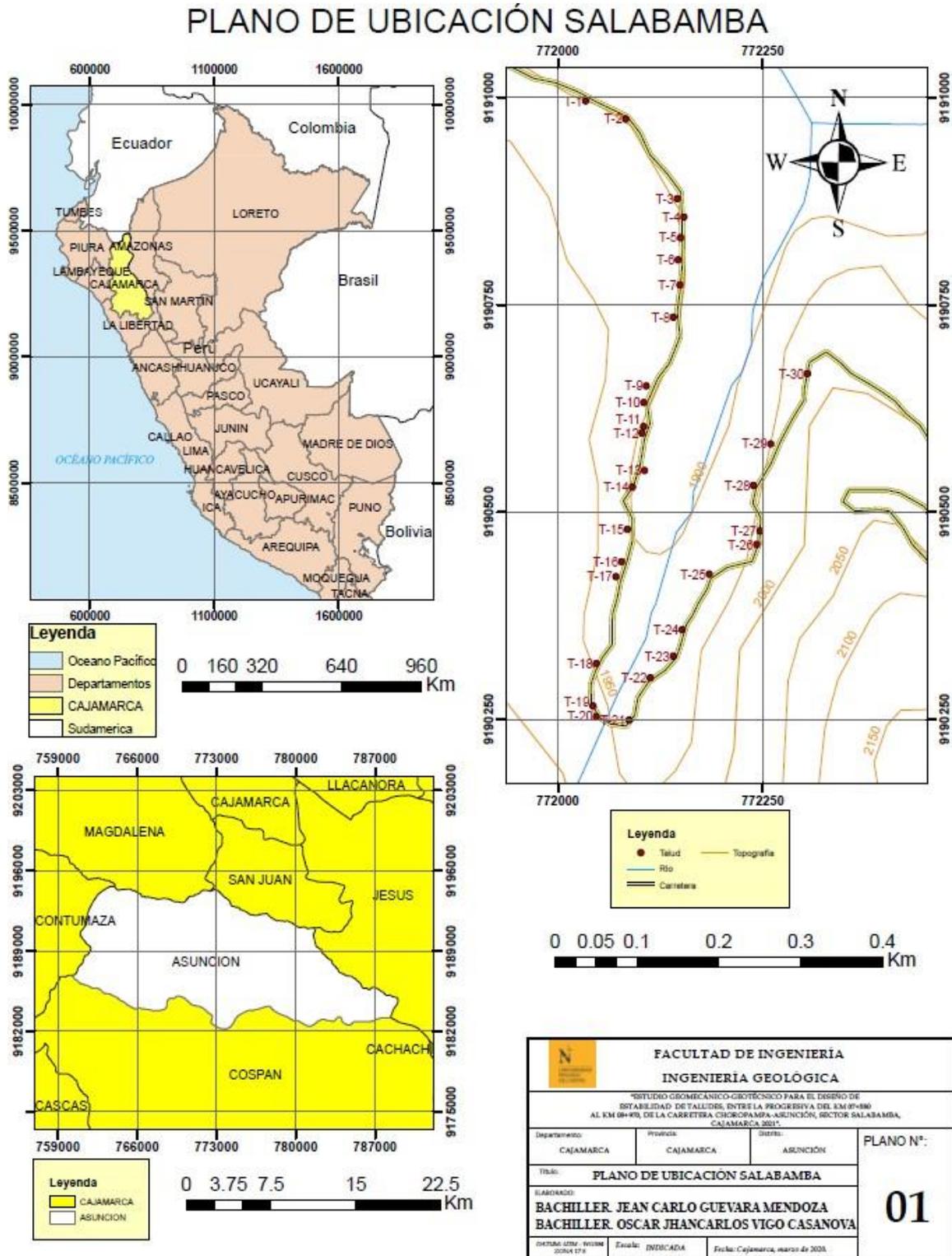
Clasificación de suelos en campo mediante observación directa.



Fuente: Geotechnical Gauge

Figura 189

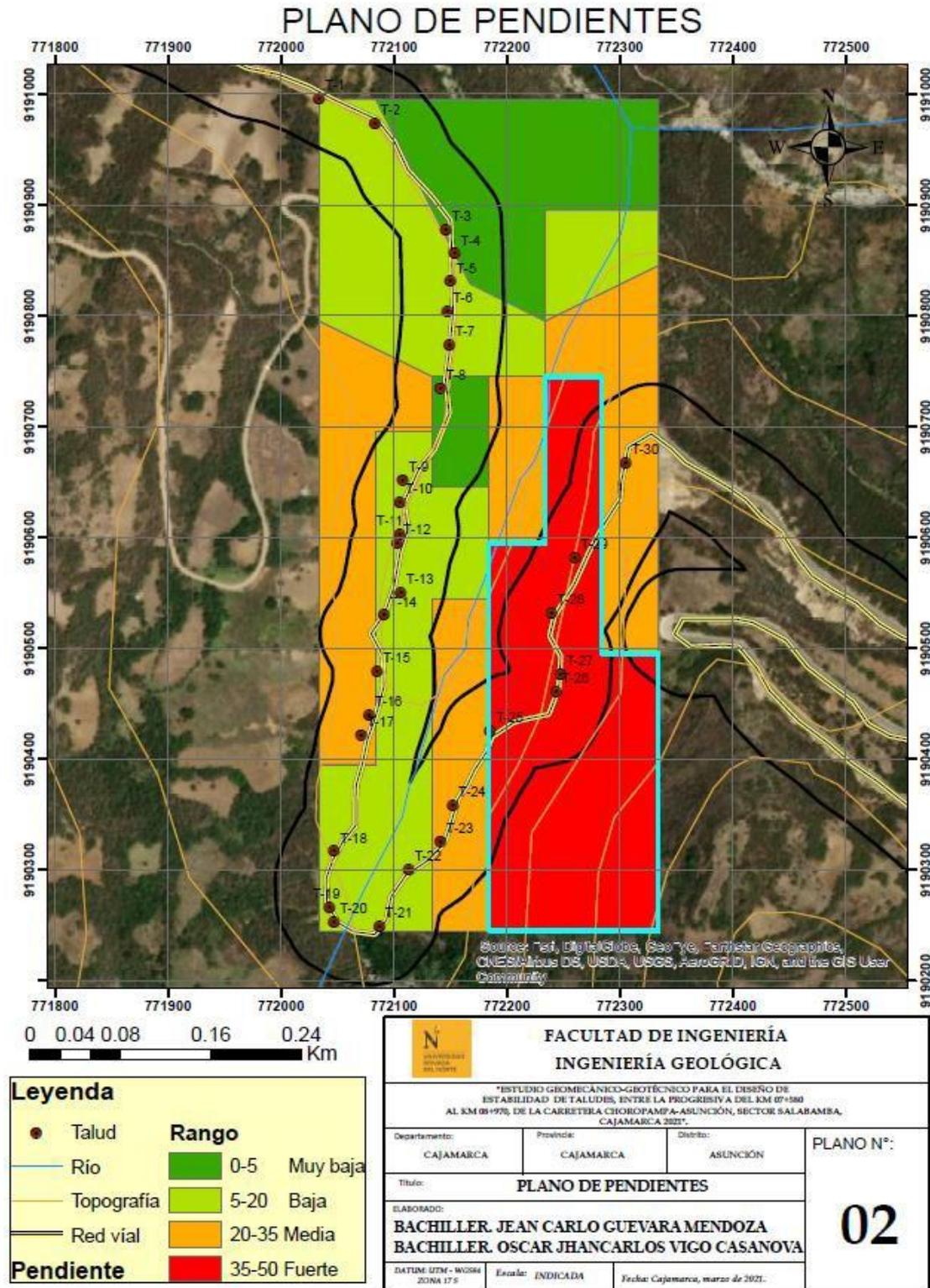
Plano de ubicación Salabamba.



Fuente: Propia.

Figura 190

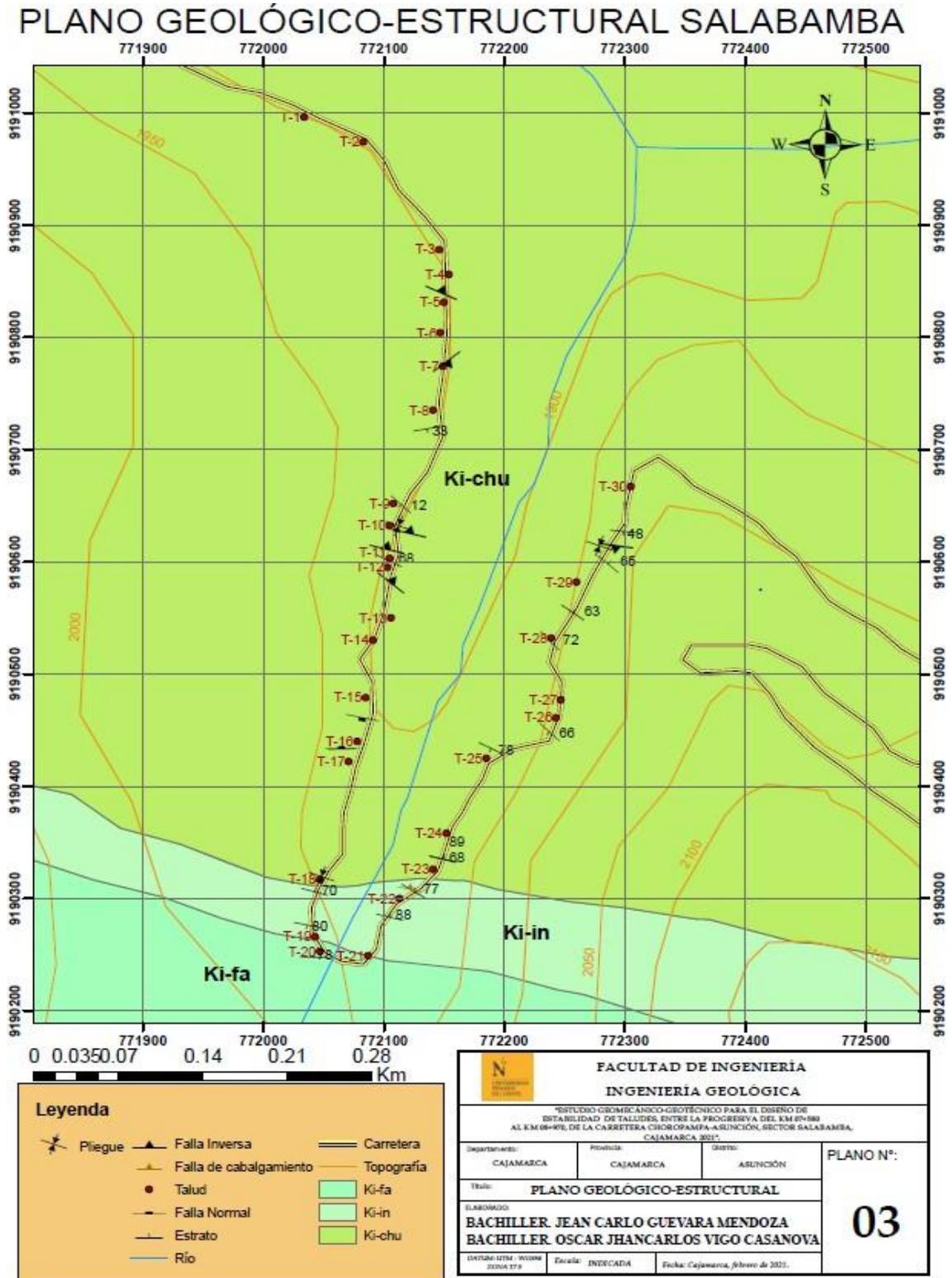
Plano de pendientes, sector salabamba.



Fuente: Propia.

Figura 191

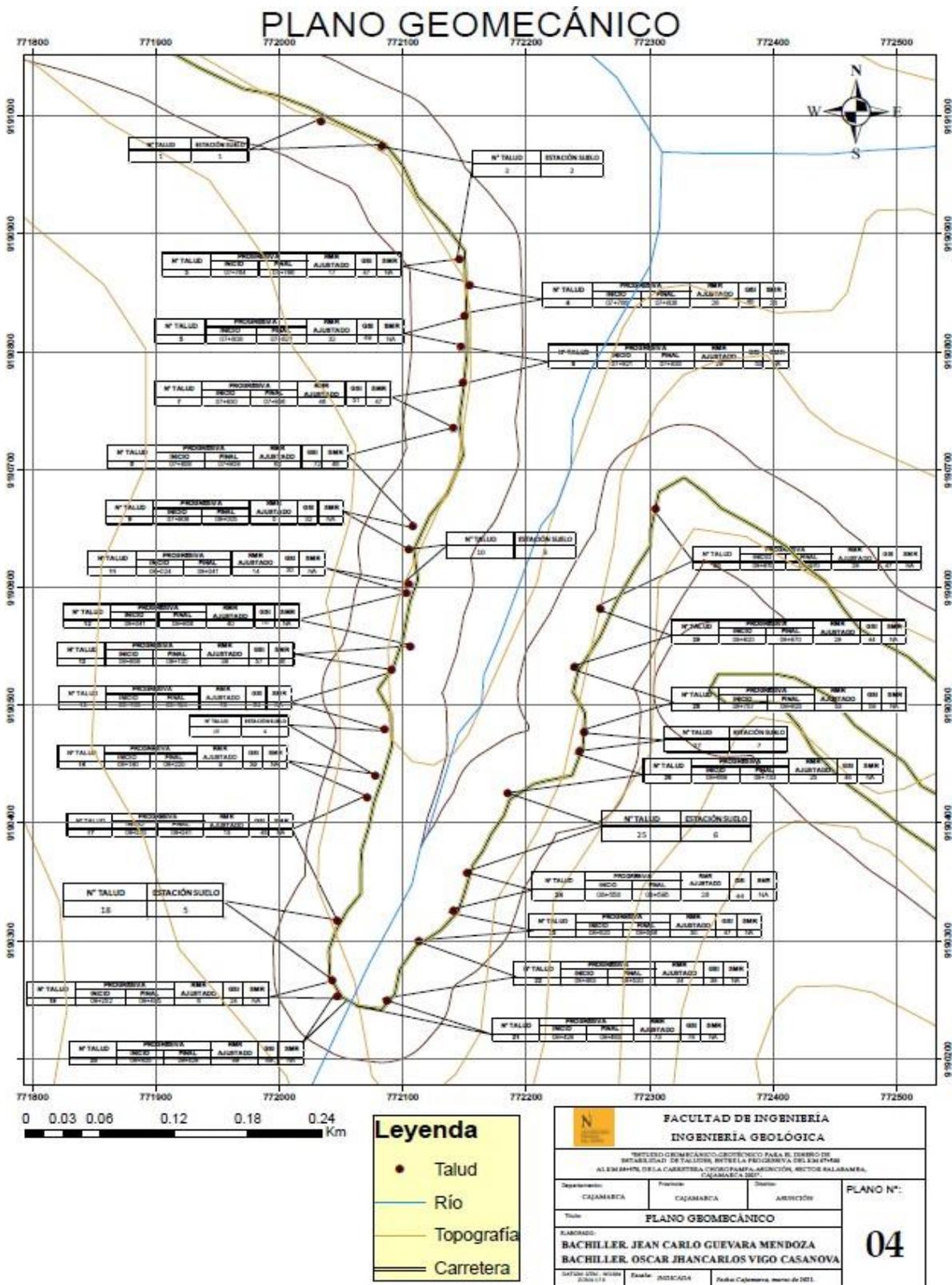
Plano geológico-estructural del sector Salabamba.



Fuente: Propia.

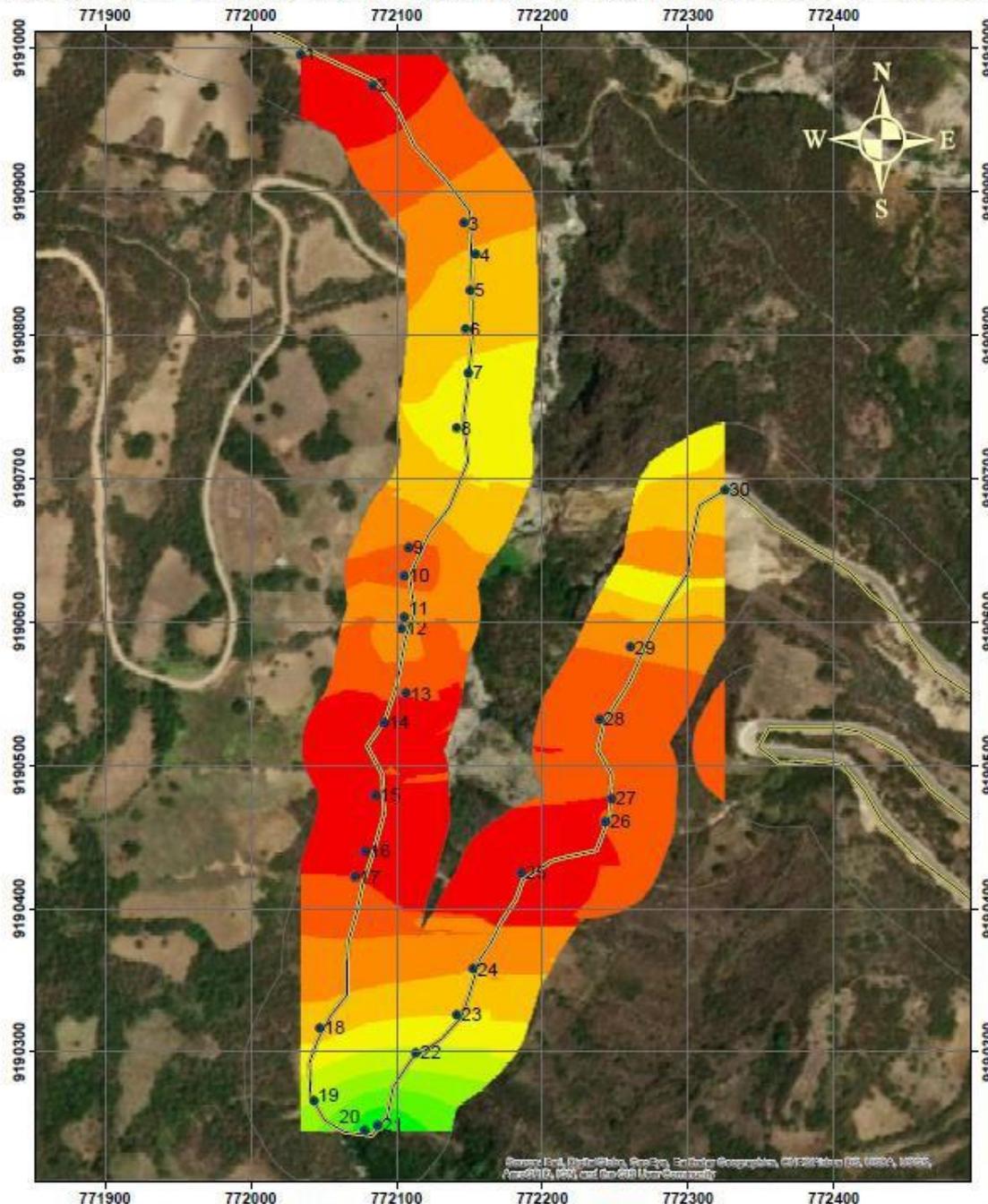
Figura 192

Plano geomecánico del sector Salabamba.



Plano de vulnerabilidad del sector Salabamba en condiciones estáticas

PLANO DE VULNERABILIDAD EN CONDICIÓN ESTÁTICA



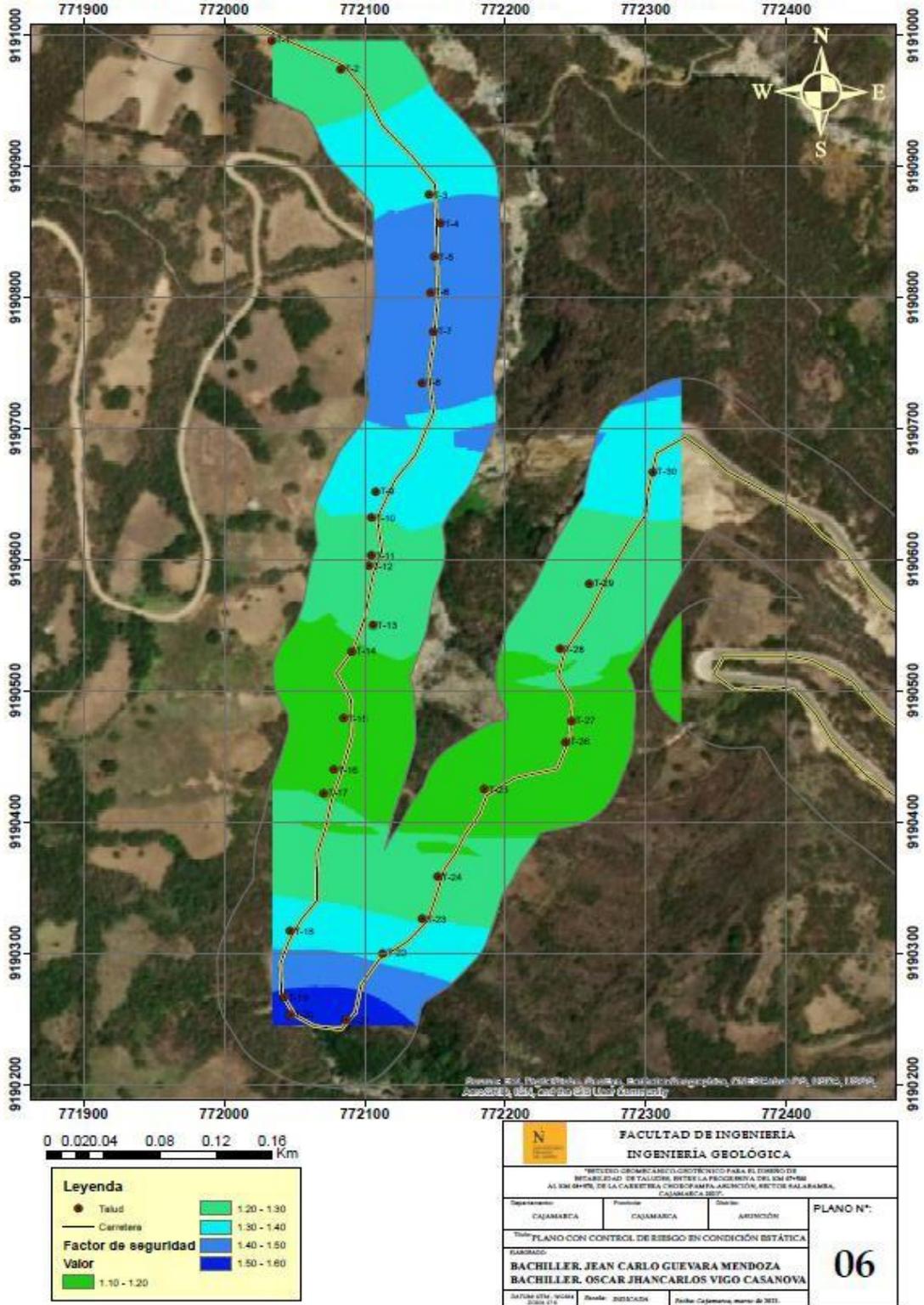
 FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA GEOLÓGICA			
<small>INSTITUTO GEOMECÁNICO ROTENENCO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDS, EN EL PROGRAMA DE LAS 800 HORAS AL SERVICIO DE LA CARRETERA OROSPAMPA-ABANCÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA 2021.</small>			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	PLANO N°:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	ABANCÓN	
Título: PLANO DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES ESTÁTICAS			05
Elaborado por: BACHILLER JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA BACHILLER OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA			
Definido por: JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA	Revisado por: JUDICADA	Fecha: Cajamarca, marzo de 2021.	

Fuente: Propia.

Figura 194

Plano con control de riesgos del sector Salabamba en condiciones estáticas.

PLANO CON CONTROL DE RIESGOS EN CONDICIÓN ESTÁTICA

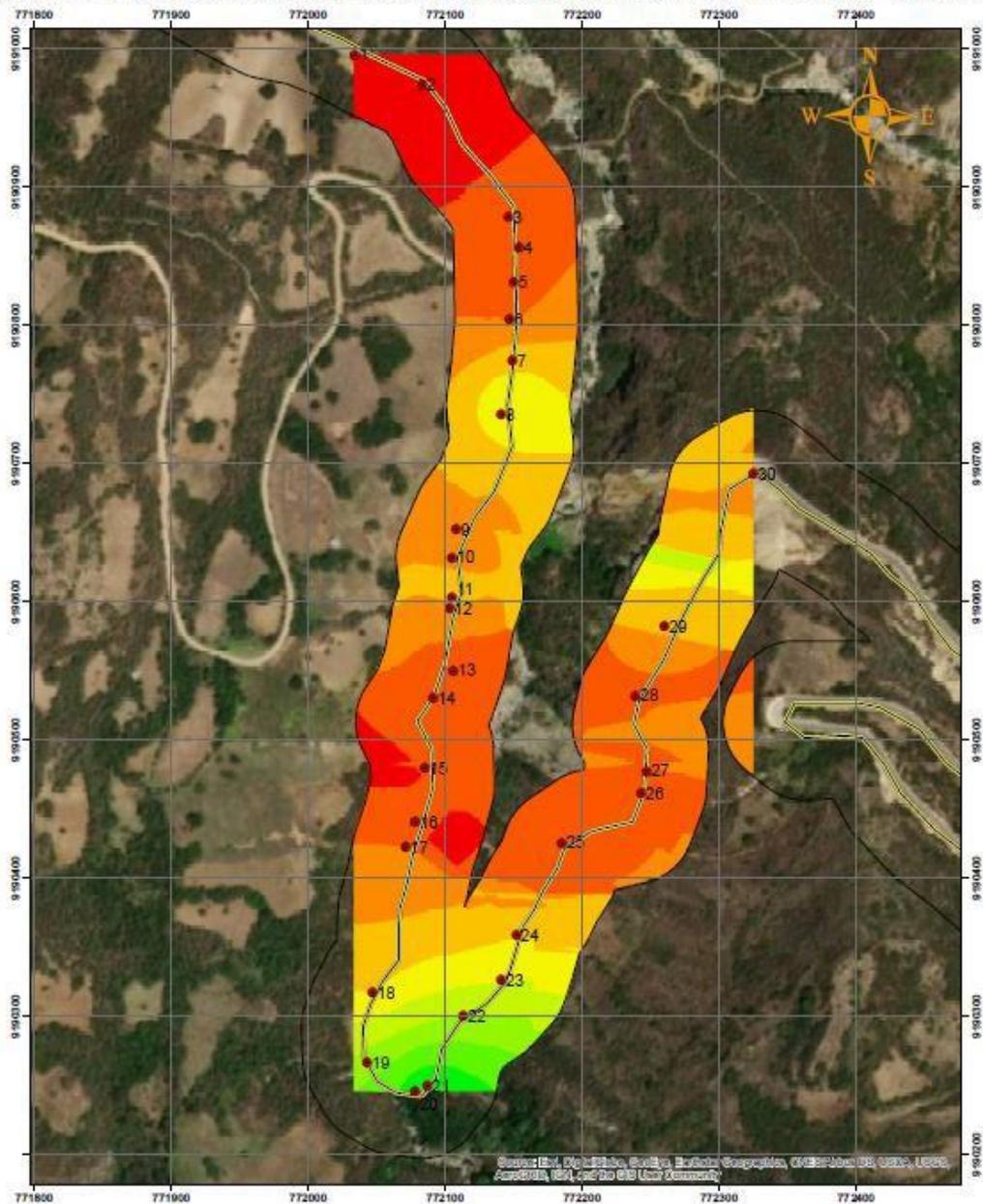


Fuente: Propia.

Figura 195

Plano de vulnerabilidad del sector Salabamba en condiciones seudoestáticas.

PLANO DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS



Legenda	
●	Talud
	Carretera
Factor de seguridad	VALOR
■	0.3 - 0.53
■	0.53 - 0.58
■	0.58 - 0.63
■	0.63 - 0.68
■	0.68 - 0.73
■	0.73 - 0.78
■	0.78 - 0.83
■	0.83 - 0.90
■	0.90 - 1.5

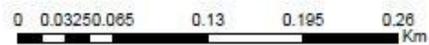
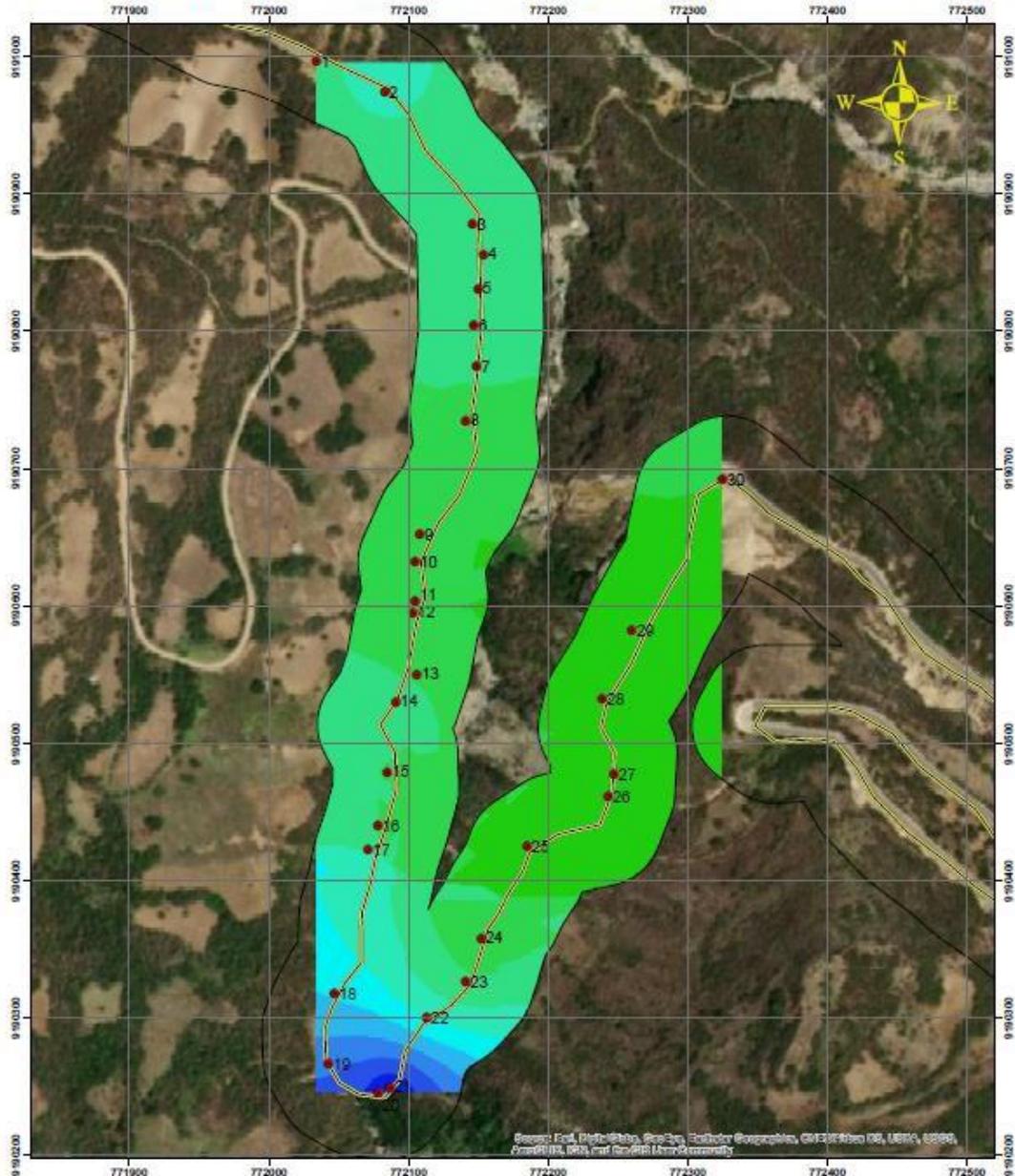
FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA GEOLÓGICA		
*ESTUDIO GEOMECÁNICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 0+500 AL KM 0+600, DE LA CARRETERA CHICOPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA PERÚ, 2024, 2025 Y 2026		
Departamento:	Provincia:	Distrito:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	ASUNCIÓN
TÍTULO: PLANO DE VULNERABILIDAD EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS		
ELABORADO:		
BACHILLER. JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA BACHILLER. OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA		
Fecha:	Estado:	Fecha:
2024.175	INDICADA	Cajamarca, marzo de 2025.
		07

Fuente: Propia.

Figura 196

Plano con control de riesgos del sector Salabamba en condiciones pseudoestáticas.

PLANO CON CONTROL DE RIESGOS EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS



Leyenda	
	Talud
	Carretera
Factor de Seguridad	
	1.00- 1.13
	1.13- 1.16
	1.16- 1.18
	1.18- 1.22
	1.22- 1.24
	1.24- 1.27
	1.27- 1.30
	1.30- 1.33
	1.33- 1.36

FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERÍA GEOLÓGICA			
<small>INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE INVESTIGACIONES PARA EL DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES, ENTRE LA PROGRESIVA DEL KM 0+000 AL KM 0+400, DE LA CARRETERA CHEROPAMPA-ASUNCIÓN, SECTOR SALABAMBA, CAJAMARCA 2021.</small>			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	PLANO N°:
CAJAMARCA	CAJAMARCA	ASUNCIÓN	
Título:			08
PLANO CON CONTROL DE RIESGOS EN CONDICIONES SEUDOESTÁTICAS			
AUTORADO:			
BACHILLER. JEAN CARLO GUEVARA MENDOZA			
BACHILLER. OSCAR JHANCARLOS VIGO CASANOVA			
FECHA DE EMISIÓN:	Estado:	Fecha de Ejecución:	
2024 27/4	INDICADA	marzo de 2021	

Fuente: Propia.