

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE LAS
GEOCELDAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE
TALUDES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autor: Bach. Saddam Lesmes Flores Esteban

Asesor: Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

Línea de Investigación Institucional: Nuevas tecnologías y procesos.

Huancayo – Perú

2023

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.
Presidente

Ing. Christian Mallaupoma Reyes.
Jurado

Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla.
Jurado

Mg. Rando Porras Olarte.
Jurado

Ing. Leonel Untiveros Peñaloza.
Secretario docente

Dedicatoria

- A mi buen Dios por bendecirme con una carrera tan maravillosa.
- A mis queridos padres, Octavio y Delma que son una bendición del Señor, y por ser ejemplo del sacrificio para poder completar mis metas.
- A mi hijo Juan David y Mi esposa Andrea por su amor incondicional.
- A mis hermanas Annalia, Milagros, Dora, Saveli y mi hermano Maycol, además de mi primo Jorge que fueron apoyo y fortaleza en esta carrera.
- A los docentes de la UPLA por sus enseñanzas y experiencias compartidas en la Universidad.

Saddan Lesmes Flores Esteban.

Agradecimientos

- A mi asesor Ing. Vladimir Ordoñez Camposano que, debido a su larga experiencia y sabiduría en el tema, me brindó la mejor asesoría en mi tema de investigación.
- A mis jurados de la UPLA que me brindaron su apoyo, paciencia y consejos necesarios para la culminación de mi tema de investigación.

Saddan Lesmes Flores Esteban.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 384

Que, el (la) bachiller: **SADDAN LESMES, FLORES ESTEBAN**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominada: **“EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES”**, la misma que cuenta con **156 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **17%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 21 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Contenido de tablas	viii
Contenido de figuras	ix
Resumen	xvii
Abstract	xviii
Introducción	xix
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. Descripción de la realidad problemática	21
1.2. Delimitación del problema	22
1.2.1. Espacial	22
1.2.2. Temporal	22
1.2.3. Económica	22
1.3. Formulación del problema	22
1.3.1. Problema general	22
1.3.2. Problemas específicos	22
1.4. Justificación	23
1.4.1. Social	23
1.4.2. Teórica	23
1.4.3. Metodológica	23
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Nacionales	25
2.1.2. Internacionales	26
2.2. Base teóricas o científicas	28
2.2.1. Talud	28
2.2.2. Partes de un talud	28
2.2.3. Clasificación de los movimientos en masa	28
2.2.4. Factores que producen fallas en los taludes	29

2.2.5. Factor de seguridad	30
2.2.6. Geoceldas	30
2.2.7. Programa SLIDE	32
2.3. Marco conceptual	33
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	34
3.1. Hipótesis general	34
3.2. Hipótesis específicas	34
3.3. Variables	34
3.3.1. Definición conceptual de las variables	34
3.3.2. Definición operacional de las variables	35
3.3.3. Operacionalización de las variables	35
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	37
4.1. Método de investigación	37
4.2. Tipo de investigación	37
4.3. Nivel de investigación	37
4.4. Diseño de la investigación	37
4.5. Población y muestra	38
4.5.1. Población	38
4.5.2. Muestra	38
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	38
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos	38
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	38
4.8. Aspectos éticos de la investigación	39
CAPÍTULO V: RESULTADOS	40
5.1. Descripción de resultados	40
5.1.1. Las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes	40
5.1.2. Las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes	41
5.1.3. La longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes	42
5.1.4. La longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes	46
5.1.5. El ángulo de inclinación al emplear geoceldas en el factor de seguridad estático y seudo estático	50

5.2. Contrastación de hipótesis	51
5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “a”	51
5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “b”	52
5.2.1. Contrastación de hipótesis de hipótesis “c”	52
5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “d”	54
5.2.2. Contrastación de hipótesis específica “e”	55
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	66
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	67
Anexo N° 02: matriz de operacionalización de variables	68
Anexo N° 03: certificados de ensayos de laboratorio.	69
Anexo N° 04: resultados del factor de seguridad estático con el programa SLIDE.	91
Anexo N° 05: resultados del factor de seguridad seudo estático con el programa SLIDE	102
Anexo N° 06: resultados del factor de seguridad estático y seudo estático con diferentes ángulos de inclinación en celdas pequeñas	113
Anexo N° 07: resultados del factor de seguridad estático y seudo estático en celdas medianas	118
Anexo N° 08: resultados del factor de seguridad estático y seudo estático con celdas grandes	123
Anexo N° 09: panel fotográfico	128
Anexo N° 10: planos	131

Contenido de tablas

Tabla 1. Coeficientes de seguridad para el análisis de estabilidad de taludes.	30
Tabla 2. Clasificación de geoceldas según el tamaño de las celdas.	30
Tabla 3. Longitud de mallas de celdas pequeñas (GW20V).	31
Tabla 4. Longitud de mallas de celdas medianas (GW30V).	31
Tabla 5. Longitud de mallas de celdas grandes (GW40V).	31
Tabla 6. Operacionalización de las variables.	35
Tabla 7. Resultados del factor de seguridad estático del talud estabilizado con variación de las dimensiones de las celdas.	40
Tabla 8. Resultados del factor de seguridad seudo estático del talud estabilizado con variación de las dimensiones de las celdas.	41
Tabla 9. Factor de seguridad estático del talud con celdas pequeñas y diferente longitud de malla.	43
Tabla 10. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas 1 y diferente longitud de malla.	44
Tabla 11. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas 2 y diferente longitud de malla.	45
Tabla 12. Factor de seguridad estático del talud con celdas grandes y diferente longitud de malla.	45
Tabla 13. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas pequeñas y diferente longitud de malla.	46
Tabla 14. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas 1 y diferente longitud de malla.	47
Tabla 15. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas 2 y diferente longitud de malla.	48
Tabla 16. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas grandes y diferente longitud de malla.	49
Tabla 17. Resultados de factores de seguridad variando el ángulo de inclinación.	50
Tabla 18. Valores máximos y variaciones del factor de seguridad estático con diferentes dimensiones de las celdas.	51
Tabla 19. Valores máximos y variaciones del factor de seguridad seudo estático con diferentes dimensiones de las celdas.	52
Tabla 20. Longitud de malla y factor de seguridad estático del talud.	53
Tabla 21. Longitud de malla y factor de seguridad seudo estático del talud.	54
Tabla 22. Operacionalización de las variables.	68

Contenido de figuras

Figura 1. Partes de un talud.	28
Figura 2. Clasificación de los movimientos en masa.	29
Figura 3. Factor de seguridad estático del talud con variación de las dimensiones de las celdas.	41
Figura 4. Factor de seguridad seudo estático del talud con variación de las dimensiones de las celdas.	42
Figura 5. Factor de seguridad estático del talud con celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm con diferentes longitudes de mallas.	43
Figura 6. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas de 287 mm x 320 mm con diferentes longitudes de mallas.	44
Figura 7. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas de 267 mm x 330 mm con diferentes longitudes de mallas.	45
Figura 8. Factor de seguridad estático del talud con celdas grandes de 475 mm x 508 mm con diferentes longitudes de mallas.	46
Figura 9. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm con diferentes longitudes de mallas.	47
Figura 10. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas de 287 mm x 320 mm con diferentes longitudes de mallas.	48
Figura 11. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas de 267 mm x 330 mm con diferentes longitudes de mallas.	49
Figura 12. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas grandes de 275 mm x 508 mm con diferentes longitudes de mallas.	50
Figura 13. Variaciones de los mayores factores de seguridad estático con diferentes dimensiones de las celdas.	51
Figura 14. Variaciones de los mayores factores de seguridad seudo estático con diferentes dimensiones de las celdas.	52
Figura 15. Longitud de malla y factor de seguridad estático del talud.	53
Figura 16. Longitud de malla y factor de seguridad seudo estático del talud.	55
Figura 17. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas pequeñas.	56
Figura 18. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas medianas.	56
Figura 19. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas grandes.	57
Figura 20. Variación del factor de seguridad seudo estático con diferentes ángulos en celdas pequeñas.	57
Figura 21. Variación del factor de seguridad seudo estático con diferentes ángulos en celdas medianas.	57

Figura 22. Variación del factor de seguridad pseudo estático con diferentes ángulos en celdas grandes.	58
Figura 23. Análisis de estabilidad estático de talud normal en el Km 267+950 con F.S.=0.551 sin refuerzo de geoceldas. falla de talud debido, que no cumple con la norma CE.020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	91
Figura 24. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 3.70 m. F.S.=1.559 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	91
Figura 25. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 4.30 m. F.S.=1.920 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	92
Figura 26. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.10 m. F.S.=2.401 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	92
Figura 27. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.90 m. F.S.=2.013 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	93
Figura 28. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 6.90 m. F.S.=2.470 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	93
Figura 29. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 5.10 m. F.S.=2.060 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	94
Figura 30. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 6.00 m. F.S.=2.286 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	94
Figura 31. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 7.10 m. F.S.=1.783 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	95
Figura 32. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 8.20 m. F.S.=2.495 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	95
Figura 33. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 9.60 m. F.S.=2.150 , talud estable,	

debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	96
Figura 34. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 5.10 m. F.S.=2.551 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	96
Figura 35. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 6.00 m. F.S.=2.191 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	97
Figura 36. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 7.10 m. F.S.=2.747 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	97
Figura 37. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 8.20 m. F.S.=2.330 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	98
Figura 38. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 9.60 m. F.S.=2.604 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	98
Figura 39. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 8.30 m. F.S.=1.968 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	99
Figura 40. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 9.70 m. F.S.=3.744 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	99
Figura 41. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 11.60 m. F.S.=2.841 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	100
Figura 42. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m. F.S.=3.841 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	100
Figura 43. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 15.80 m. F.S.=2.898 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	101
Figura 44. Análisis de estabilidad de talud pseudo estático en el Km 267+950 con F.S.=0.167 sin refuerzo de geoceldas. falla de talud, debido que no	

cumple con la norma CE.020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.25	102
Figura 45. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 3.70 m. F.S.=1.755 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	102
Figura 46. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 4.30 m. F.S.=2.006 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	103
Figura 47. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.10 m. F.S.=2.532 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	103
Figura 48. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.90 m. F.S.=2.212 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	104
Figura 49. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 6.90 m. F.S.=2.715 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	104
Figura 50. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 5.10 m. F.S.=2.272 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	105
Figura 51. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 6.00 m. F.S.=2.467 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	105
Figura 52. Factor de seguridad seudo estático del talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 7.10 m. F.S.=2.054 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	106
Figura 53. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 8.20 m. F.S.=2.608 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	106
Figura 54. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 9.60 m. F.S.=2.477 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	107
Figura 55. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 5.10 m. F.S.=2.779 , talud	

estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	107
Figura 56. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 6.00 m. F.S.=2.313 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	108
Figura 57. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 7.10 m. F.S.=2.333 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	108
Figura 58. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 8.20 m. F.S.=2.439 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	109
Figura 59. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 9.60 m. F.S.=3.167 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	109
Figura 60. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 8.30 m. F.S.=2.518 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	110
Figura 61. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 9.70 m. F.S.=2.524 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	110
Figura 62. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 11.60 m. F.S.=3.158 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	111
Figura 63. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m. F.S.=5.483 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	111
Figura 64. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 15.80 m. F.S.=2.889 , talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	112
Figura 65. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.604 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	113
Figura 66. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.709 con refuerzo de geoceldas pequeñas.	

talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5.	113
Figura 67. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.877 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	114
Figura 68. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.779 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	114
Figura 69. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.547 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	115
Figura 70. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.438 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	115
Figura 71. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.673 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	116
Figura 72. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.748 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	116
Figura 73. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.638 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	117
Figura 74. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.497 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	117
Figura 75. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.580 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	118
Figura 76. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.876 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	118
Figura 77. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.918 con refuerzo de geoceldas medianas.	

talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	119
Figura 78. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.603 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	119
Figura 79. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.489 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	120
Figura 80. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.514 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	120
Figura 81. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.605 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	121
Figura 82. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.715 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	121
Figura 83. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.519 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	122
Figura 84. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.350 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	122
Figura 85. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.578 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	123
Figura 86. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.630 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	123
Figura 87. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.633 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	124
Figura 88. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.582 con refuerzo de geoceldas grandes. talud	

estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	124
Figura 89. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.468 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5	125
Figura 90. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.527 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	125
Figura 91. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.560 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	126
Figura 92. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.575 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	126
Figura 93. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.562 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	127
Figura 94. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.300 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25	127

Resumen

Esta investigación presentó como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes?, objetivo general: Evaluar el empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes e hipótesis: De la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes se tiene el incremento de los factores de seguridad estático y pseudo estático.

El método de investigación fue el científico, tipo aplicado, nivel correlacional y diseño experimental. La población fueron los taludes de la carretera Quichuas – Mayocc, distrito Anco, provincia Churcampa en Huancavelica y la muestra, según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, fue el talud ubicado en el Km 267 + 880 y Km 267 + 930.

La conclusión general fue que, el empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes incrementa los factores de seguridad estático y pseudo estático, con mejores resultados usando celdas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m.

Palabras clave: geoceldas, talud, factor de seguridad estático, factor de seguridad pseudo estático.

Abstract

This research presented as general problem: What is the result of the evaluation of the use of geocells for slope stabilization?, general objective: To evaluate the use of geocells for slope stabilization: To evaluate the use of geocells for slope stabilization and hypothesis: From the evaluation of the use of geocells for slope stabilization there is an increase in the static and pseudo-static safety factors.

The research method was scientific, applied type, correlational level and experimental design. The population was the slopes of the Quichuas - Mayocc highway, Anco district, Churcampa province in Huancavelica and the sample, according to the type of non-probabilistic intentional sampling, was the slope located at Km 267 + 880 and Km 267 + 930.

The general conclusion was that the use of geocells for slope stabilization increases the static and pseudo-static safety factors, with better results using large cells of 475 mm x 508 mm x 13.50 m.

Key words: geocells, slope, static safety factor, pseudo-static safety factor.

Introducción

La presente investigación, busca solucionar la problemática que se da por los recurrentes deslizamientos de suelos cuyos factores de seguridad tanto estático y pseudo estático se encuentran por debajo de lo recomendado por la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, que viene a ser 1.25; asimismo, se encontró en la carretera Quichuas – Mayoc en el Km 267 + 800 al km 268 + 000, ubicado en el distrito de Anco, provincia de Churcampa del departamento de Huancavelica, problemas de deslizamiento que afectan directamente a la población que hace uso de tal vía.

En consecuencia, se optó por realizar dos calicatas específicamente en la progresiva Km 267 + 880 y Km 267 + 930 para con ello determinar las características del suelo y proceder con el modelamiento en el programa SLIDE, obteniendo así los factores de seguridad estático y pseudo estático con la variación de los tamaños de las celdas (pequeñas, medianas y grandes), la longitud de las mallas y los ángulos de inclinación del talud, permitiendo elegir la opción más viable técnicamente o la que asegure un mejor comportamiento del talud.

Para un mejor entendimiento, se cuenta con los siguientes capítulos:

Capítulo I: Problema de investigación: donde se presenta el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitación, limitaciones y objetivos de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico: donde se tiene los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual referido a talud, partes de un talud, clasificación de los movimientos en masa, factores que producen fallas en los taludes, factor de seguridad, geoceldas y el programa SLIDE; asimismo, se tiene la definición de términos, hipótesis y las variables.

Capítulo III: Metodología: donde se presenta el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimiento de recolección de datos y técnicas de análisis de datos.

Capítulo IV: Resultados: donde se considera acorde a los objetivos establecidos además de la contrastación de hipótesis de los mismos.

Capítulo V: Discusión de resultados: donde se tiene la discusión en concordancia con los antecedentes de cada uno de los objetivos.

Por último, se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos como la matriz de consistencia, certificados de ensayos de laboratorio, certificados de calibración, el modelamiento en el programa SLIDE referente a los factores de seguridad estático y pseudo estático, el panel fotográfico y los planos.

Bach. Saddam Lesmes Flores Esteban.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Internacionalmente, los deslizamientos de masas constituyen un gran problema, por contar con una combinación de factores tales como la topografía, geología, geomorfología e hidrología; es así que, se considera al factor de seguridad para determinar el grado de estabilidad del talud (Hernández y Tamayo, 2019).

En el Perú, Ticona (2019) considera que existe un incipiente desarrollo respecto a la estabilización de taludes, pues en la mayoría de casos se considera a opciones como la cobertura vegetal, optimización del sistema de drenaje, construcción de muros contención, establecimiento de banquetas para reducir la pendiente.

En el departamento de Huancavelica, los deslizamientos son recurrentes tal como muestran diversos reportes del Instituto de Defensa Civil (INDECI) realizados en el año 2021, viéndose acentuados por la presencia de lluvias. Tal problemática se observó en la carretera Quichuas – Mayoc en el Km 267 + 800 al km 268 + 000, distrito de Anco, provincia de Churcampa, donde debido al deslizamiento producido muchos transportistas se encontraron varados; en consecuencia, se buscó evaluar el empleo de geoceldas para la estabilización del talud, considerando diversos tamaños de celdas y mallas para elegir con el ello la opción más viable técnicamente.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Espacial

Se consideró el Km 267 + 800 al Km 268 + 000 de la vía Quichuas a Mayocc, distrito Anco, provincia Churcampa en Huancavelica.

1.2.2. Temporal

La presente investigación se ejecutó durante cuatro meses entre enero y abril de 2019.

1.2.3. Económica

Todos los gastos ocasionados para el desarrollo de la investigación fueron cubiertos en su totalidad por el tesista.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo se relaciona las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes?
- b) ¿Cuál es la relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes?
- c) ¿Cómo se relaciona la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes?
- d) ¿Cuál es la relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes?
- e) ¿Cómo se relaciona el ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y seudo estático parar la estabilización de taludes?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Se buscó solucionar el problema que se presenta en el Km 267 + 900 al Km 268 + 000 de la vía Quichuas a Mayoc, distrito de Anco, provincia de Churcampa, pues se da constantes deslizamientos que se acentúan en épocas de lluvias perjudicando a los pobladores.

1.4.2. Teórica

La presente investigación no cuenta con justificación teórica, puesto que corresponde a una investigación del tipo aplicada.

1.4.3. Metodológica

Esta investigación servirá de guía para la realización de proyectos de ingeniería referentes a la estabilización de taludes por medio de geoceldas, permitiendo así elegir la opción más idónea técnicamente.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar de qué manera las dimensiones de las celdas intervienen en el factor de seguridad estático de la estabilización de taludes.
- b) Establecer cómo las dimensiones de las celdas intervienen en el factor de seguridad pseudo estático de la estabilización de taludes.
- c) Determinar de qué manera las dimensiones de las mallas intervienen en el factor de seguridad estático de la estabilización de taludes.
- d) Establecer cómo las dimensiones de las mallas intervienen en el factor de seguridad pseudo estático de la estabilización de taludes.

- e) Determinar cómo se relaciona el ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estática y pseudo estático para la estabilización de taludes.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Tafur (2021) realizó la investigación “Estudio para la estabilización del talud del tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca – Chachapoyas”, para lo cual el objetivo fue determinar una alternativa de solución para la estabilización del mencionado tramo. Para lo cual, realizó el estudio de suelos de la zona para determinar las propiedades físico mecánicas y con ello analizar la estabilidad del talud por medio del método de Morgenstern-Price, Spencer, Janbú y el método Ordinario o de Fellenius. Como resultados obtuvo que, el factor de seguridad del talud inicial fue de 0.799, 0.807, 0.762 y 0.757, mientras que el factor de seguridad del talud final fue 1.275, 1.272, 1.141 y 1.131. Concluyó que la alternativa para la estabilización del talud es plantear banquetas cada 8 m de altura con una inclinación de 1.5:1, con lo cual se asegura un factor de seguridad de 1.275.

Ticona (2019) en la investigación “Estabilización de taludes en la carretera PE1-NF tramo Contumazá - Chilete - 2019”, el objetivo fue evaluar las posibles soluciones para la estabilización de los taludes que se encuentran en riesgo alto en la mencionada carretera. Por ello, determinó en primera instancia los riesgos geológicos señalados en el INGEMMET, continuando con el reconocimiento in situ por medio del ensayo DPL, para realizar el modelado físico en el programa SLIDE V.6 Rocscience y obtener los factores

de seguridad. Como resultados encontró que los factores de seguridad para los taludes para las secciones 1-1', 2-2' y 3-3' fueron de 1.315, 1.414 y 1.867. Concluyó que las soluciones más adecuadas son los anclajes de 1@2 m y 1@2 m para la dirección horizontal y vertical, con resistencia a tensión de 90 kN.

Vergara (2018) desarrolló la tesis “Estabilización de talud por tres métodos: gaviones, geomalla y muro de contención en el centro poblado San Juanito Alto distrito de Guadalupe - Virú - La Libertad”, con el objetivo de determinar una mejor propuesta para la estabilización de taludes en el centro poblado en mención considerando los gaviones, geomallas y muro de contención. Es por ello que, realizó el levantamiento topográfico de la zona, geológico, fisiográfico, geomorfológico, geotécnico, hidrológico y sísmico, para realizar la evaluación y análisis de estabilidad de los taludes, partiendo de los resultados obtenidos de las dos calicatas que realizó; diseñó entonces, un muro de contención por gravedad, uno de gaviones y otro con geomallas, todos ellos de manera manual. Como resultados encontró que, no es factible el empleo de gaviones ni muros de contención por encontrarse en la zona una topografía accidentada. Por consiguiente, concluye que la opción más favorable es la estabilización con geomallas.

2.1.2. Internacionales

Marín, Oyola, Ordoñez y Aguirre (2020) realizaron el artículo científico “Aplicación de programas analíticos e informáticos sobre estabilización de taludes en el cerro pata grande del cantón Piñas” para lo cual analizaron la estabilización con llantas recicladas, muros de contención y bermas considerando además los factores económicos, culturales, constructivos y sociales. Por ende, realizaron el estudio de mecánica de suelo por medio de tres perforaciones al suelo de profundidad 1.40 m para ejecutar el ensayo de compresión simple, granulometría y consistencia, además obtuvieron la topografía de la zona y utilizar así el programa Geo Slope. Como resultados obtuvieron que, las pendientes del talud se encuentran estables por contar con factores de seguridad mayores de 1. Entonces, concluyeron que, el talud existente se encuentra estable, pero al presentarse grandes precipitaciones

podría ocasionar la erosión del mismo, siendo necesario la construcción de bermas.

Hernández y Tamayo (2019) desarrollaron la investigación “Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño y construcción de una vía de orden secundario en el municipio De Dabeiba - Antioquia”, con el objetivo de analizar la estabilidad del talud y proponer las obras necesarias de contención para el diseño de la vía en mención. Para el cumplimiento del mismo, describieron la geología de la zona, el clima, las zonas de vida, la estratigrafía, las amenazas geológicas y sísmicas, continuando con cuatro exploraciones de 10 m de profundidad para caracterizar el suelo del área de estudio. Como resultados, obtuvieron con el empleo del programa Slide para el perfil 1 un factor de seguridad estático y dinámico de 1.5 y 1.05, para el perfil 2 de 1.53 y 1.11, para el perfil 3 de 1.038 y 0.67, requiriendo por ello estabilizar el perfil 3, por medio de un muro de contención, pasando a contar un factor de seguridad dinámico de 1.063. Concluyeron que, el único perfil a estabilizar fue el número 3 para lo cual proponen un muro de contención que cuente con sistemas de drenaje.

Delgado (2018) realizó la tesis “Estudio de estabilización de taludes en el barrio La Merced Baja - Cantón Guaranda”, cuyo objetivo fue examinar la estabilidad del terreno en la zona ya mencionada. Para lo cual, describieron la geología local, además de caracterizar las capas de suelo por medio de dos calicatas de profundidad de 1.50 m y clasificar geo mecánicamente el macizo rocoso. Obtuvo entonces como resultados que el factor de seguridad del talud fue de 0.982 representando una condición de inestabilidad en situaciones de precipitación, requiriendo entonces medidas de prevención y corrección como pernos de anclaje, malla galvanizada, concreto lanzado, zanjas de coronación y pie de talud, o taludes de corte. Concluyó que, a pesar que la zona de estudio se encuentre estable, esta se pierde con la presencia de lluvias.

2.2. Base teóricas o científicas

2.2.1. Talud

Masa de tierra que presenta una pendiente o de lo contrario cambios relevantes de altura, que es producto de la transformación artificial, encontrándose tres categorías, la primera los terraplenes, seguido de los cortes de laderas y los muros de contención (Hernández y Tamayo, 2019).

2.2.2. Partes de un talud

De acuerdo a Hernández y Tamayo (2019), las partes del talud son: base, cima, altura, altura de nivel freático y pendiente, los cuales se detallan en la siguiente figura:

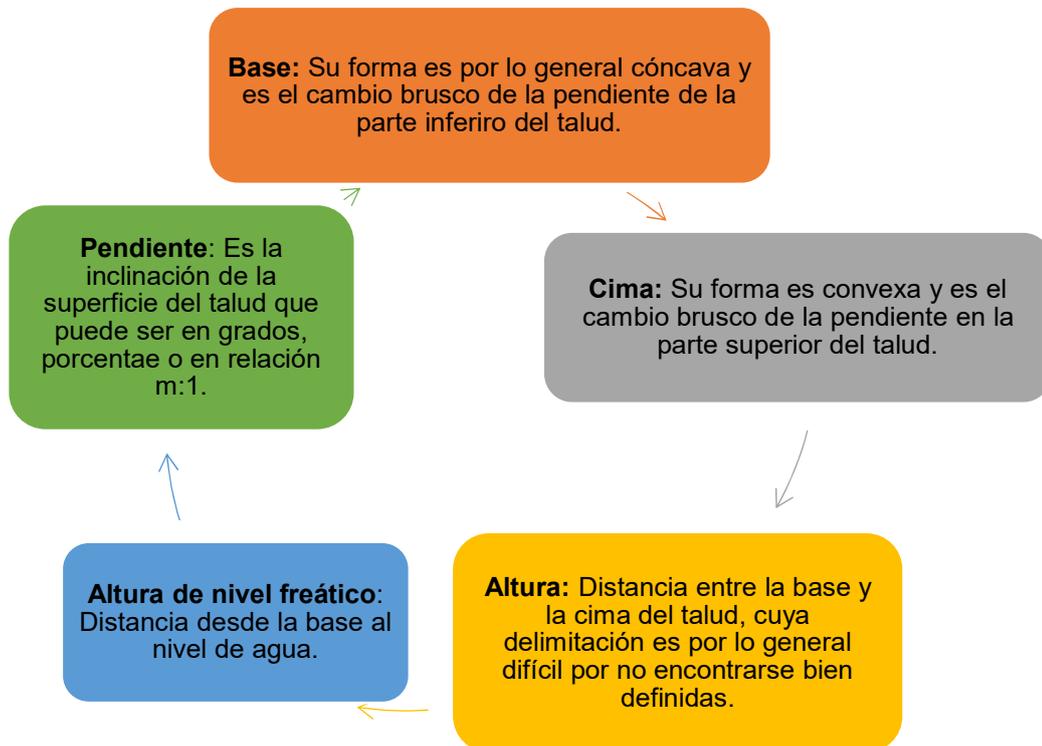


Figura 1. Partes de un talud.

Fuente: A partir de lo desarrollado por Hernández y Tamayo (2019).

2.2.3. Clasificación de los movimientos en masa

Según John (2011) los movimientos en masa se clasifican en caído, inclinación o volteo, reptación, deslizamiento, esparcimiento lateral, flujo,

avalanchas y movimientos complejos de un talud, cuya descripción se muestra en la figura:

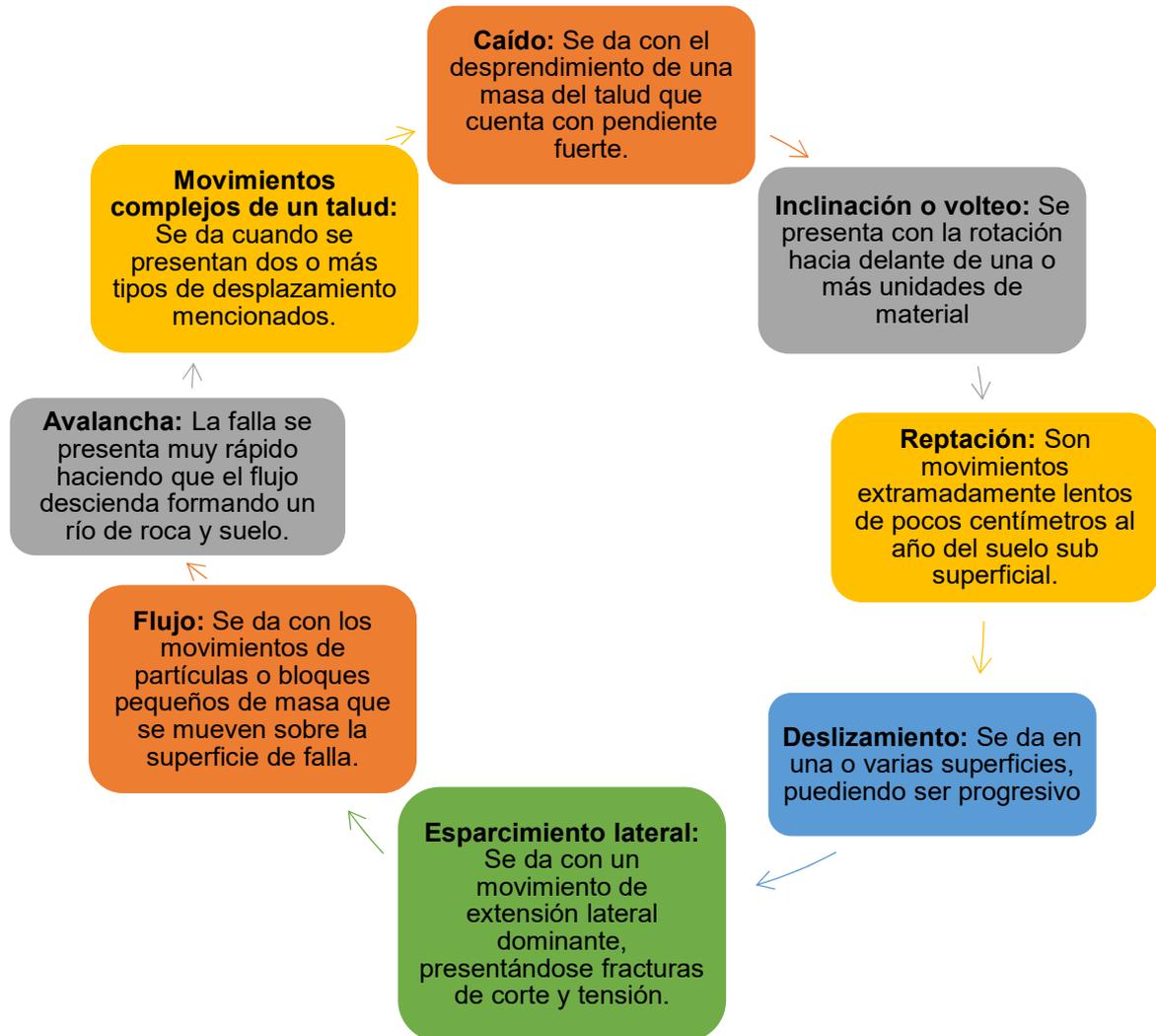


Figura 2. Clasificación de los movimientos en masa.
Fuente: A partir de lo desarrollado por John (2011).

2.2.4. Factores que producen fallas en los taludes

Según Hernández y Tamayo (2019) los factores que pueden producir fallas en los taludes corresponden a los siguientes puntos:

- Condiciones hidrológicas representadas por las precipitaciones y el clima.
- El efecto del agua por reducir la resistencia del suelo, además de incrementar las cargas que acentúan los esfuerzos en el talud.
- Sismicidad pues pueden activar los deslizamientos.

2.2.5. Factor de seguridad

Hernández y Tamayo (2019) señala que representa al factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones que es diseñado, donde la ecuación es la siguiente:

$$FS = \frac{\text{Resistencia al corte}}{\text{Esfuerzo al cortante}}$$

En cuanto a los rangos del coeficiente del factor de seguridad, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 1. Coeficientes de seguridad para el análisis de estabilidad de taludes.

Normativa	Talud temporal		Talud permanente	
	Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
AASHTO LRFD	1.33 - 1.53	1.1	1.33 - 1.53	1.1
NAVFAC-DM7	1.30 - 1.25	1.20 - 1.15	1.5	1.20 - 1.15
FHWA-NHI-11-032	-	1.1	-	1.1
CE.020	-	-	1.5	1.25

Fuente: Valiente et al. (2016).

2.2.6. Geoceldas

Vienen a ser estructuras tridimensionales que confinan los suelos y materiales granulares, están conformadas por láminas de polietileno de alta densidad que se encuentran soldadas con ultrasonido; su uso puede ser el confinamiento del suelo para revegetación, para revestir una canal o para que el suelo actúe como muro de contención (TDM, 2021).

Su clasificación según GEOSYSTEM (2021), las geoceldas se clasifican de acuerdo a su tamaño celdas tal como se muestra en la siguiente tabla:

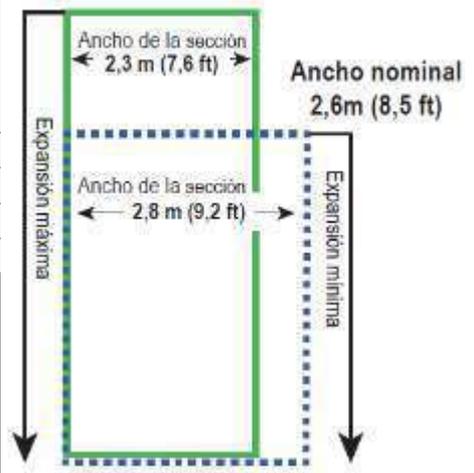
Tabla 2. Clasificación de geoceldas según el tamaño de las celdas.

Denominación	Celda pequeña (GW20V)	Celda mediana (GW30V)		Celda grande (GW40V)
Longitud nominal x ancho ²	224 x 259 mm	287 x 320 mm	267 x 330 mm	475 x 508 mm
Área ³ nominal	289 cm ²	460 cm ²	440 cm ²	1206 cm ²
Celdas por m ²	34.6	21.7	N/A	8.3
Profundidades nominales	75 mm (3"), 100 mm (4"), 150 mm (6") y 200 mm (8") para todas las celdas			

Fuente: GEOSYSTEM (2021).

Del mismo modo, en la Tabla 3 se especifica las longitudes de las mallas de celdas pequeñas (GW20V):

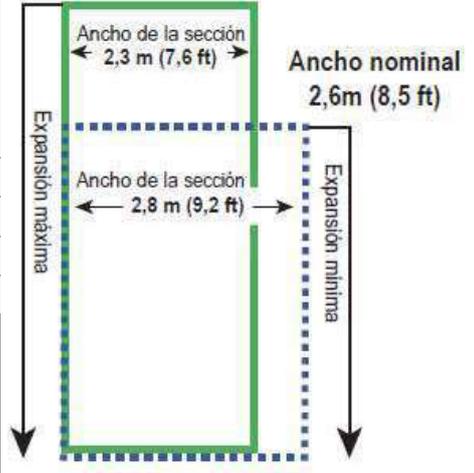
Tabla 3. Longitud de mallas de celdas pequeñas (GW20V).

	Celdas de longitud	Expansión mínima de longitud (m)	Expansión máxima de longitud (m)	Área nominal (m ²)
		8	3.7	4.4
	21	4.3	5.1	12.1
	25	5.1	6.1	14.5
	29	5.9	7.1	16.8
	34	6.9	8.3	19.7

Fuente: GEOSYSTEM (2021).

En la Tabla 4 se consigna lo referente a las mallas de celdas medianas (GW30V):

Tabla 4. Longitud de mallas de celdas medianas (GW30V).

	Celdas de longitud	Expansión mínima de longitud (m)	Expansión máxima de longitud (m)	Área nominal (m ²)
		18	4.7	5.7
	21	5.5	6.6	15.5
	25	6.5	7.9	18.4
	29	7.6	9.1	21.4
	34	8.9	10.7	25

Fuente: GEOSYSTEM (2021).

Por último, en la siguiente tabla se muestra para las mallas de celdas grandes (GW40V):

Tabla 5. Longitud de mallas de celdas grandes (GW40V).

Celdas de longitud	Expansión mínima de longitud (m)	Expansión máxima de longitud (m)	Área nominal (m ²)
18	7.7	9.4	21.7
21	9	11	25.3
25	10.7	13.1	30.2

	29	12.5	15.1	35
	34	14.6	17.8	41

Fuente: GEOSYSTEM (2021).

2.2.7. Programa SLIDE

Evalúa el factor de seguridad en el talud con una simulación 2D, pudiendo representar las fallas circulares o no en los taludes de suelo o ya sea de roca; asimismo, es versátil pues puede considerar cargas externas, el accionar de la presencia de agua subterránea o de apoyos (Rocscience, 2002).

En cuanto a la metodología que emplea el programa SLIDE es el de equilibrio límite de corte vertical, permitiendo analizar superficies de deslizamiento individual o de ser el caso el aplicar métodos de búsqueda para ubicar la superficie de deslizamiento en determinado talud (Rocscience, 2002).

Adicionalmente, las características principales corresponden a:

- Ubicación de superficies críticas de deslizamiento no circulares o circulares.
- Los métodos de análisis que emplea son GLE, Bishop, Spencer y Janbu.
- Representación del soporte que puede ser con clavos, geotextiles o pilotes.
- Emplea múltiples modelos de resistencia como los no lineales de Mohr, Coulomb entre otros.
- Representación de la presencia de aguas subterráneas.

- Considera la carga externa lineal, distribuida o sísmica.

2.3. Marco conceptual

Propagación lateral. – Es aquel movimiento que se acomoda entre las fracturas de corte y tensión, pudiendo presentarse en las rocas o los suelos plásticos (Delgado, 2018).

Método de equilibrio límite. – Asume que la rotura del terreno es representada por medio de una línea, considerando que la masa que se ubica sobre esta es la que se desliza (Hernández y Tamayo, 2019).

Estabilización de taludes. – Está conformado por métodos con la finalidad de minimizar las fuerzas que desestabilizan al talud, para ello buscan reducir la porosidad del terreno (Ticona, 2019).

Factores condicionantes. – Están compuestos por los factores geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos y climáticos (Vergara, 2018).

Factores desencadenantes. – Se dan por acciones de la naturaleza (precipitaciones anormales, sismos, etc.) o del ser humano (cortes del talud, incendios forestales, etc.) (Vergara, 2018).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

De la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes se tiene el incremento de los factores de seguridad estático y pseudo estático.

3.2. Hipótesis específicas

- a) La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva.
- b) La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad pseudo estático para la estabilización de taludes es positiva.
- c) La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva.
- d) La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad pseudo estático para la estabilización de taludes es positiva.
- e) La relación del ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y pseudo estático para la estabilización de taludes es negativa.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): geocelda. – Vienen a ser estructuras tridimensionales que confinan los suelos y materiales granulares, están

conformadas por láminas de polietileno de alta densidad que se encuentran soldadas con ultrasonido; su uso puede ser el confinamiento del suelo para revegetación, para revestir una canal o para que el suelo actúe como muro de contención (TDM, 2021).

Variable dependiente (Y): estabilización de taludes. - Está conformado por métodos con la finalidad de minimizar las fuerzas que desestabilizan al talud, para ello buscan reducir la porosidad del terreno (Ticona, 2019).

3.3.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): geocelda. – Se consideró geoceldas pequeñas (GW20V), medianas (GW30V) y grandes (GW40V), además de variar la longitud de las mallas de cada una de ellas y el ángulo de inclinación de los taludes.

Variable dependiente (Y): estabilización de taludes. – Se optó por considerar el factor de seguridad estático y pseudo estático que fue determinado por medio de la modelación en el programa SLIDE.

3.3.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables consideradas en la presente investigación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X): Geocelda	Dimensiones de las celdas	Celda pequeña de 224 mm x 259 mm
		Celda mediana de 287 mm x 320 mm
		Celda mediana de 267 mm x 330 mm
		Celda grande de 475 mm x 508 mm
	Dimensiones de la malla	Ancho de 2.8 m y largo de 3.7 m, 4.3 m, 5.1 m, 5.9 m y 6.9 m
		Ancho de 2.8 m y largo de 5.1 m, 6 m, 7.1 m, 8.2 m y 9.6 m
		Ancho de 2.8 m y largo de 8.3 m, 9.7 m, 11.6 m, 13.5 m y 15.8 m
	Ángulo de inclinación	Inclinación de 95°
		Inclinación de 100°
		Inclinación de 105°
Inclinación de 110°		
Inclinación de 115°		

Variable dependiente (Y): Estabilización de taludes	Factor de seguridad estático	Capacidad de carga estática
		Capacidad de carga calculada
		Factor de fuerza
	Factor de seguridad seudo estático	Aceleraciones horizontales
		Aceleraciones verticales
		Peso de la masa de falla

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El método de investigación que se utilizó fue el científico, pues este método establece seguir un conjunto de pasos estructurados y ordenados para la búsqueda de la verdad científica.

4.2. Tipo de investigación

Al haberse utilizado el conocimiento establecido por la investigación básica o pura concerniente a la estabilización de taludes para la solución del problema de estudio, el tipo de investigación correspondió a la aplicada.

4.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue el correlacional, esto al ser objetivo del estudio la obtención de la relación entre el tamaño de las celdas y las dimensiones de las mallas con los factores de seguridad del talud, además de los ángulos de inclinación.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue el experimental, porque se varió deliberadamente el tamaño de las celdas, las dimensiones de las mallas de las geoceldas y los ángulos de inclinación para evaluar las modificaciones en los factores de seguridad tanto estático y pseudo estático, además de comparar los resultados un grupo patrón que viene a ser el suelo existente.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población de la investigación fue los taludes que se encuentran en la carretera Quichuas – Mayocc en el distrito de Anco, provincia de Churcampa en el departamento de Huancavelica.

4.5.2. Muestra

Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra fue el talud que se encuentra en el Km 267 + 880 y en el Km 267 + 930 de la carretera Quichuas – Mayocc en el distrito de Anco, provincia de Churcampa en el departamento de Huancavelica.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Análisis documental. – Se utilizó esta técnica al inicio del desarrollo de la investigación, para obtener información referente a la estabilización de taludes y el manejo del programa SLIDE.

Observación directa. – Fue empleada al obtener información de campo al momento de la extracción de muestras de suelo para su estudio en laboratorio y así caracterizarlo.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento que facilitó la obtención de los factores de seguridad estático y pseudo estático del talud con y sin geoceldas correspondió al programa SLIDE.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En primera instancia se realizó visitas previas a la zona de estudio para visualizar la problemática existente y especificar el lugar idóneo para la extracción de muestras de suelo, seguidamente, se extrajo el suelo por medio de dos calicatas en la

progresiva Km 267 + 880 y en la progresiva del Km 267 + 930 de la carretera Quichuas – Mayoc, para obtener el perfil estratigráfico, análisis granulométrico y la capacidad portante, para con esos datos realizar el modelamiento en el programa SLIDE sin y con la inclusión de geoceldas, obteniendo con ello los factores de seguridad estático y pseudo estático del talud.

Los datos obtenidos en el programa SLIDE fueron procesados en el programa Excel, obteniendo con ello tablas de tabulación y figuras que muestran la línea de tendencia de los datos; asimismo, para la contrastación de las hipótesis se empleó el mismo programa por medio de la ecuación de la recta y el factor de correlación “r”.

4.8. Aspectos éticos de la investigación

Durante la ejecución de la investigación no se dañó al medio ambiente ni a ningún ser viviente.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de resultados

Tal como se mencionó en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se consideró celdas pequeñas, medianas y grandes, cuyas características se especifican desde la Tabla 2 a la Tabla 5; las cuales fueron modeladas en el programa SLIDE para obtener el factor de seguridad estático y pseudo estático.

5.1.1. Las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes

En la Tabla 7 se muestra los resultados de los factores de seguridad obtenidos a partir del modelamiento en el programa SLIDE considerando la variación de las dimensiones de las celdas.

Tabla 7. Resultados del factor de seguridad estático del talud estabilizado con variación de las dimensiones de las celdas.

	Dimensión de celda	Factor de seguridad estático
	Suelo natural	0.551
Celdas pequeñas	224 mm x 259 mm x 3.70 m	1.559
	224 mm x 259 mm x 4.30 m	1.920
	224 mm x 259 mm x 5.10 m	2.401
	224 mm x 259 mm x 5.90 m	2.013
	224 mm x 259 mm x 6.90 m	2.470
Celdas medianas 1	287 mm x 320 mm x 5.10 m	2.060
	287 mm x 320 mm x 6.00 m	2.286
	287 mm x 320 mm x 7.10 m	1.783
	287 mm x 320 mm x 8.20 m	2.495
	287 mm x 320 mm x 9.60 m	2.150
Celdas medianas 2	267 mm x 330 mm x 5.10 m	2.551

	267 mm x 330 mm x 6.00 m	2.191
	267 mm x 330 mm x 7.10 m	2.747
	267 mm x 330 mm x 8.20 m	2.330
	267 mm x 330 mm x 9.60 m	2.604
Celdas grandes	475 mm x 508 mm x 8.30 m	1.968
	475 mm x 508 mm x 9.70 m	3.744
	475 mm x 508 mm x 11.60 m	2.841
	475 mm x 508 mm x 13.50 m	3.841
	475 mm x 508 mm x 15.80 m	2.898

En la siguiente figura se muestra la variación del factor de seguridad estático del talud estabilizado, de lo cual se denota que los mayores valores se obtienen con las celdas grandes.

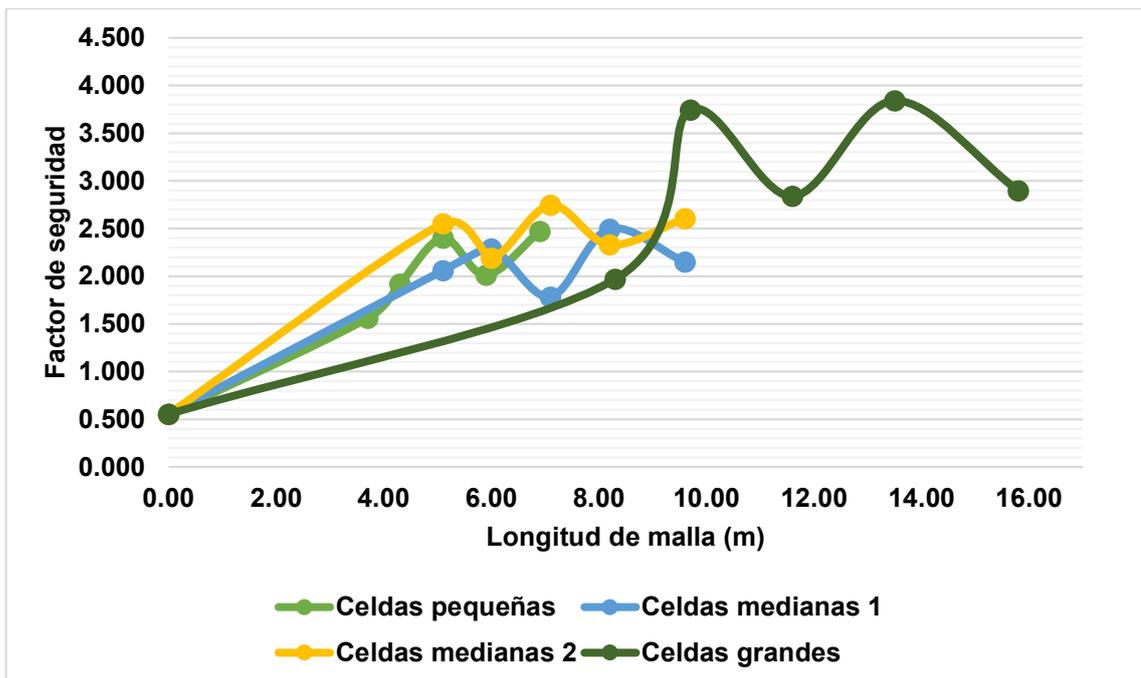


Figura 3. Factor de seguridad estático del talud con variación de las dimensiones de las celdas.

5.1.2. Las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes

En la Tabla 8 se detalla los resultados en cuanto al factor de seguridad seudo estático del talud estabilizado variando las dimensiones de las celdas, siendo estas las pequeñas, medianas y grandes.

Tabla 8. Resultados del factor de seguridad seudo estático del talud estabilizado con variación de las dimensiones de las celdas.

	Dimensión de celda	Factor de seguridad seudo estático
	Suelo natural	0.167
Celdas pequeñas	224 mm x 259 mm x 3.70 m	1.755
	224 mm x 259 mm x 4.30 m	2.006

	224 mm x 259 mm x 5.10 m	2.532
	224 mm x 259 mm x 5.90 m	2.212
	224 mm x 259 mm x 6.90 m	2.715
Celdas medianas 1	287 mm x 320 mm x 5.10 m	2.272
	287 mm x 320 mm x 6.00 m	2.467
	287 mm x 320 mm x 7.10 m	2.054
	287 mm x 320 mm x 8.20 m	2.608
	287 mm x 320 mm x 9.60 m	2.477
Celdas medianas 2	267 mm x 330 mm x 5.10 m	2.779
	267 mm x 330 mm x 6.00 m	2.313
	267 mm x 330 mm x 7.10 m	2.333
	267 mm x 330 mm x 8.20 m	2.439
	267 mm x 330 mm x 9.60 m	3.167
Celdas grandes	475 mm x 508 mm x 8.30 m	2.518
	475 mm x 508 mm x 9.70 m	4.524
	475 mm x 508 mm x 11.60 m	3.158
	475 mm x 508 mm x 13.50 m	5.483
	475 mm x 508 mm x 15.80 m	2.889

Según la siguiente figura se denota que el factor de seguridad seudo estático del talud estabilizado con celdas grandes es mayor que los demás.

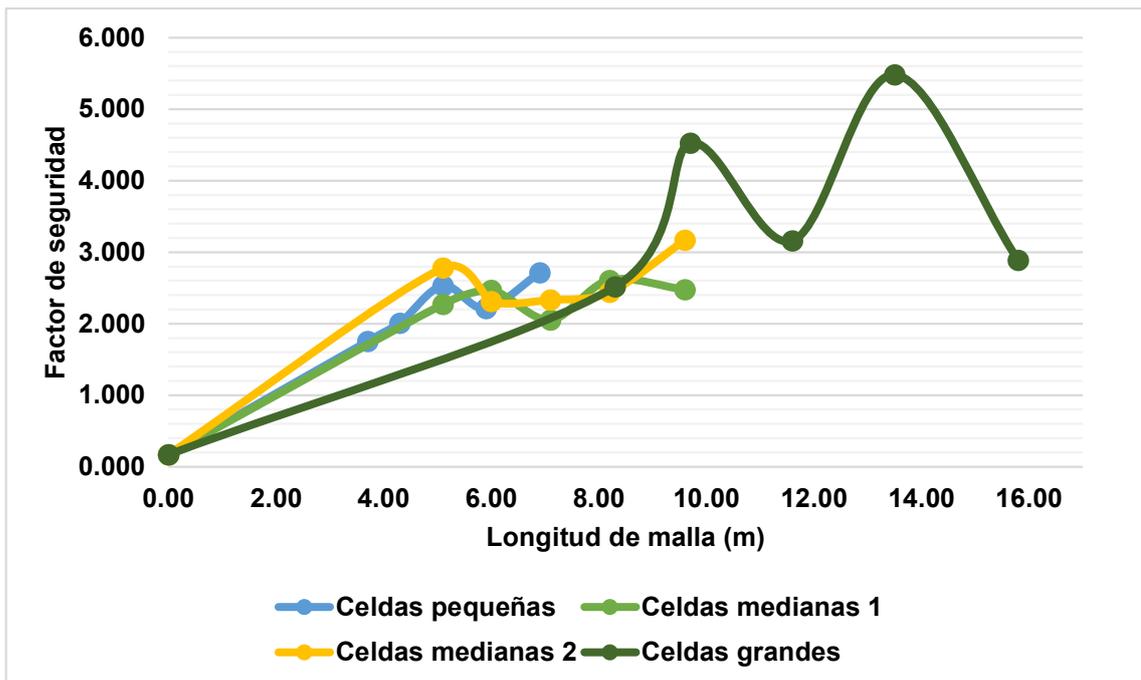


Figura 4. Factor de seguridad seudo estático del talud con variación de las dimensiones de las celdas.

5.1.3. La longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes

Celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm

La Tabla 9 representa la longitud de las mallas con el factor de seguridad estático, evidenciándose el incremento en todos los casos.

Tabla 9. Factor de seguridad estático del talud con celdas pequeñas y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.551	0.00
224 mm x 259 mm x 3.70 m	2.80	3.70	1.559	182.94
224 mm x 259 mm x 4.30 m	2.80	4.30	1.920	248.46
224 mm x 259 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.401	335.75
224 mm x 259 mm x 5.90 m	2.80	5.90	2.013	265.34
224 mm x 259 mm x 6.90 m	2.80	6.90	2.470	348.28

Es así que, a partir de la siguiente figura se puede deducir que a mayor longitud de la malla de celdas pequeñas mayor el factor de seguridad estático en el talud.

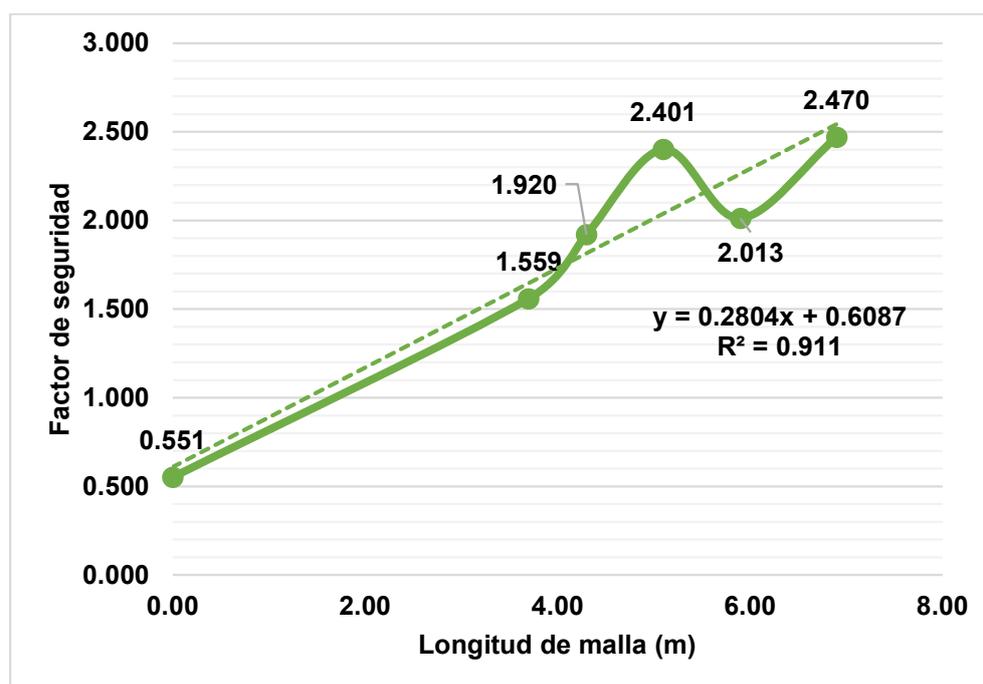


Figura 5. Factor de seguridad estático del talud con celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas medianas de 287 mm x 320 mm

Del mismo modo, en la

Tabla 10 se tiene los valores del factor de seguridad estático con la variación de la longitud de las mallas para celdas medianas de 287 mm x 320 mm

Tabla 10. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas 1 y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.551	0.00
287 mm x 320 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.060	273.87
287 mm x 320 mm x 6.00 m	2.80	6.00	2.286	314.88
287 mm x 320 mm x 7.10 m	2.80	7.10	1.783	223.59
287 mm x 320 mm x 8.20 m	2.80	8.20	2.495	352.81
287 mm x 320 mm x 9.60 m	2.80	9.60	2.150	290.20

En consecuencia, en la Figura 6 se tiene que a mayor longitud de malla de las celdas medianas, mayor es el factor de seguridad estático del talud.

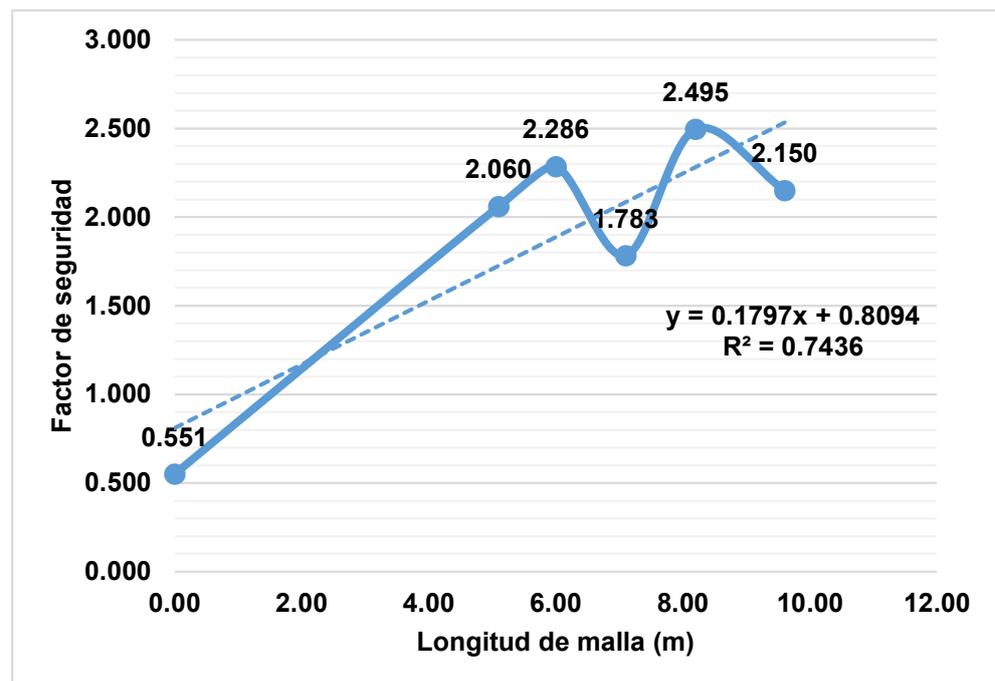


Figura 6. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas de 287 mm x 320 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas medianas de 267 mm x 330 mm

En la Tabla 11 se tiene asimismo lo referente al factor estático del talud estabilizado con la variación de la longitud de malla de las celdas medianas de 267 mm x 330 mm.

Tabla 11. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas 2 y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.551	0.00
267 mm x 330 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.551	362.98
267 mm x 330 mm x 6.00 m	2.80	6.00	2.191	297.64
267 mm x 330 mm x 7.10 m	2.80	7.10	2.747	398.55
267 mm x 330 mm x 8.20 m	2.80	8.20	2.330	322.87
267 mm x 330 mm x 9.60 m	2.80	9.60	2.604	372.60

Asimismo, según la siguiente figura se puede notar que a medida que se incrementa la longitud de la malla se va acentuando el factor de seguridad estático del talud.

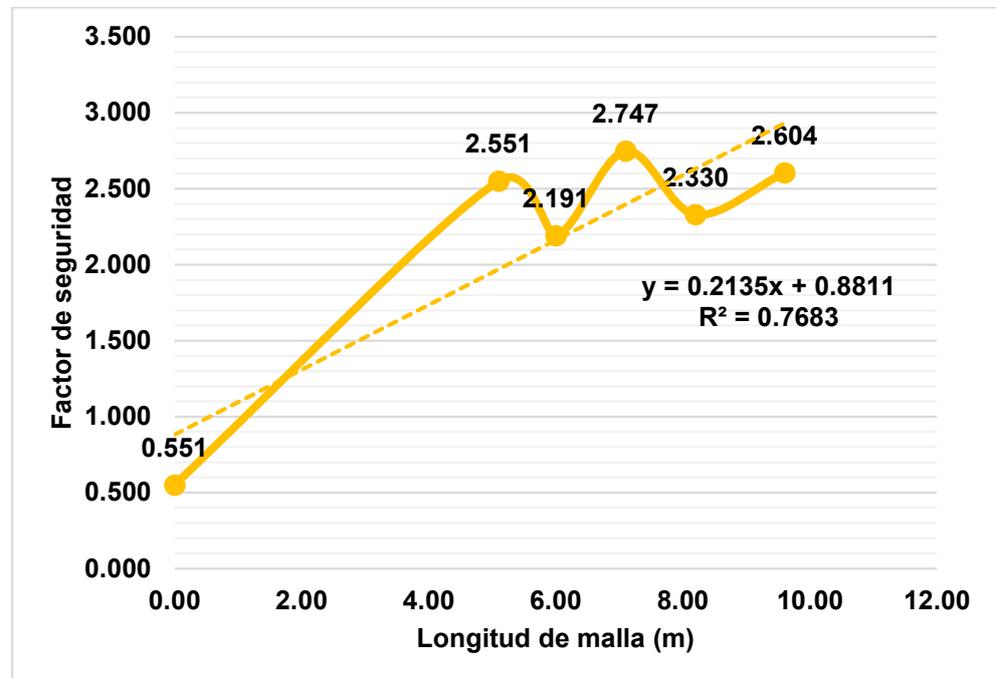


Figura 7. Factor de seguridad estático del talud con celdas medianas de 267 mm x 330 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas grandes de 475 mm x 508 mm

Por último, en la Tabla 12 se tiene los factores de seguridad estático del talud con la variación de las longitudes de las mallas de las celdas grandes de 475 mm x 508 mm:

Tabla 12. Factor de seguridad estático del talud con celdas grandes y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		

Suelo natural	0.00	0.00	0.551	0.00
475 mm x 508 mm x 8.30 m	2.80	8.30	1.968	257.17
475 mm x 508 mm x 9.70 m	2.80	9.70	3.744	579.49
475 mm x 508 mm x 11.60 m	2.80	11.60	2.841	415.61
475 mm x 508 mm x 13.50 m	2.80	13.50	3.841	597.10
475 mm x 508 mm x 15.80 m	2.80	15.80	2.898	425.95

Es por ello que, de acuerdo a la siguiente figura se evidencia que a mayor longitud de la malla mayor es el factor de seguridad estático del talud.

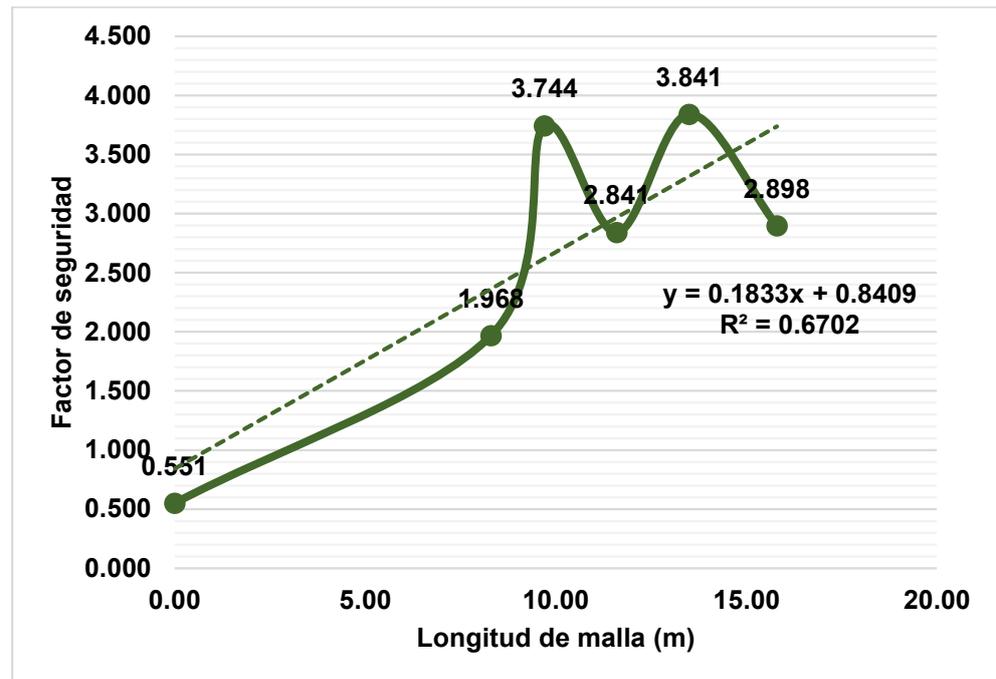


Figura 8. Factor de seguridad estático del talud con celdas grandes de 475 mm x 508 mm con diferentes longitudes de mallas.

5.1.4. La longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes

Celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm

La Tabla 13 muestra los resultados en cuanto al factor de seguridad seudo estático del talud estabilizado con celdas pequeñas donde se varió la longitud de las mallas:

Tabla 13. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas pequeñas y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad seudo estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.167	0.00
224 mm x 259 mm x 3.70 m	2.80	3.70	1.755	950.90

224 mm x 259 mm x 4.30 m	2.80	4.30	2.006	1101.20
224 mm x 259 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.532	1416.17
224 mm x 259 mm x 5.90 m	2.80	5.90	2.212	1224.55
224 mm x 259 mm x 6.90 m	2.80	6.90	2.715	1525.75

Por consiguiente, la Figura 9 demuestra que a medida que se incrementa la longitud de las mallas el factor de seguridad seudo estático también se incrementa.

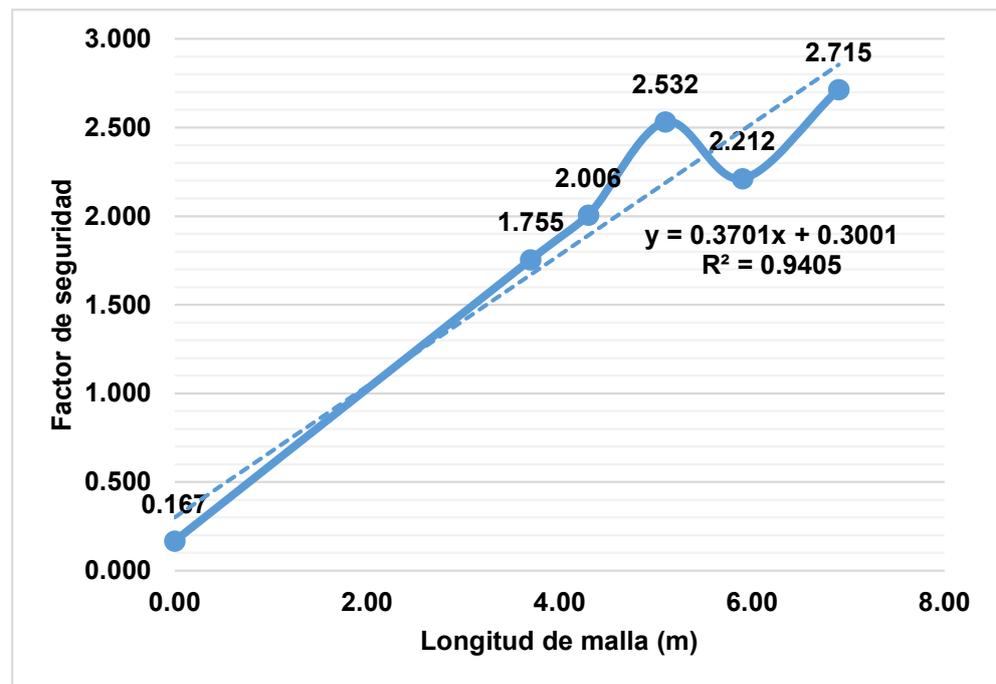


Figura 9. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas medianas de 287 mm x 320 mm

Asimismo, lo referido a las celdas medianas con variación de la longitud de las mallas se muestran los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 14. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas 1 y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad seudo estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.167	0.00
287 mm x 320 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.272	1260.48
287 mm x 320 mm x 6.00 m	2.80	6.00	2.467	1377.25
287 mm x 320 mm x 7.10 m	2.80	7.10	2.054	1129.94
287 mm x 320 mm x 8.20 m	2.80	8.20	2.608	1461.68
287 mm x 320 mm x 9.60 m	2.80	9.60	2.477	1383.23

Según la tendencia de los resultados obtenidos tal como se muestra en la Figura 10, el factor de seguridad seudo estático se incrementa a medida que la longitud de mallas también se acentúa.

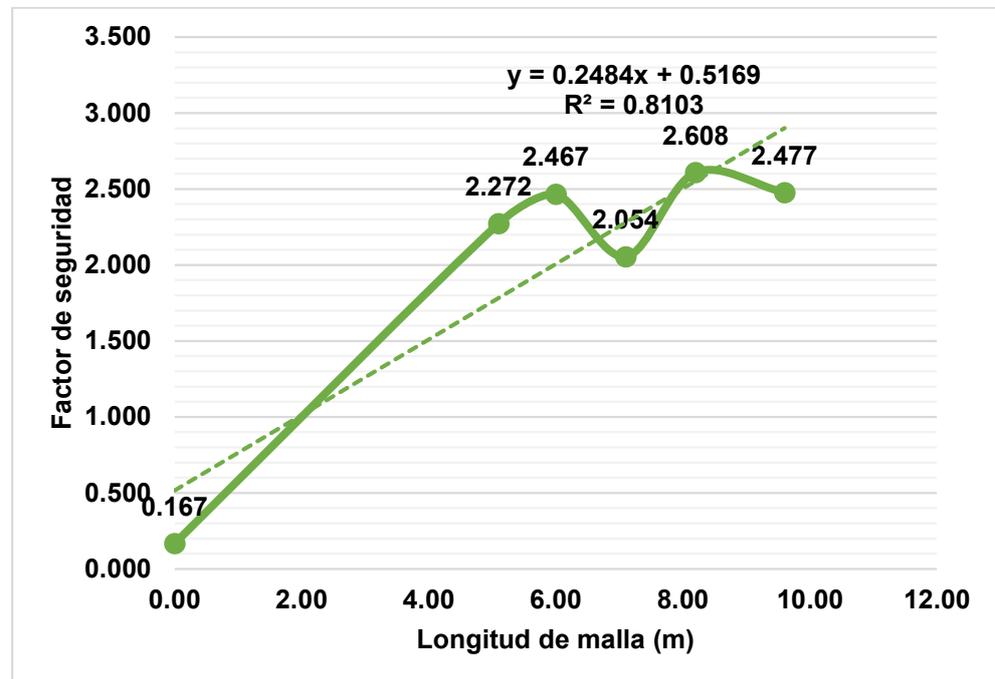


Figura 10. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas de 287 mm x 320 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas medianas de 267 mm x 330 mm

La Tabla 15 muestra que, el factor de seguridad seudo estático con el empleo de diferentes longitudes de mallas con celdas medianas de 267 mm x 330 mm se incrementa en todos los casos.

Tabla 15. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas 2 y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad seudo estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.167	0.00
267 mm x 330 mm x 5.10 m	2.80	5.10	2.779	1564.07
267 mm x 330 mm x 6.00 m	2.80	6.00	2.313	1285.03
267 mm x 330 mm x 7.10 m	2.80	7.10	2.333	1297.01
267 mm x 330 mm x 8.20 m	2.80	8.20	2.439	1360.48
267 mm x 330 mm x 9.60 m	2.80	9.60	3.167	1796.41

Con la Figura 11 se demuestra que el incremento de la longitud de malla de las celdas medianas incrementa el factor de seguridad seudo estático del talud.

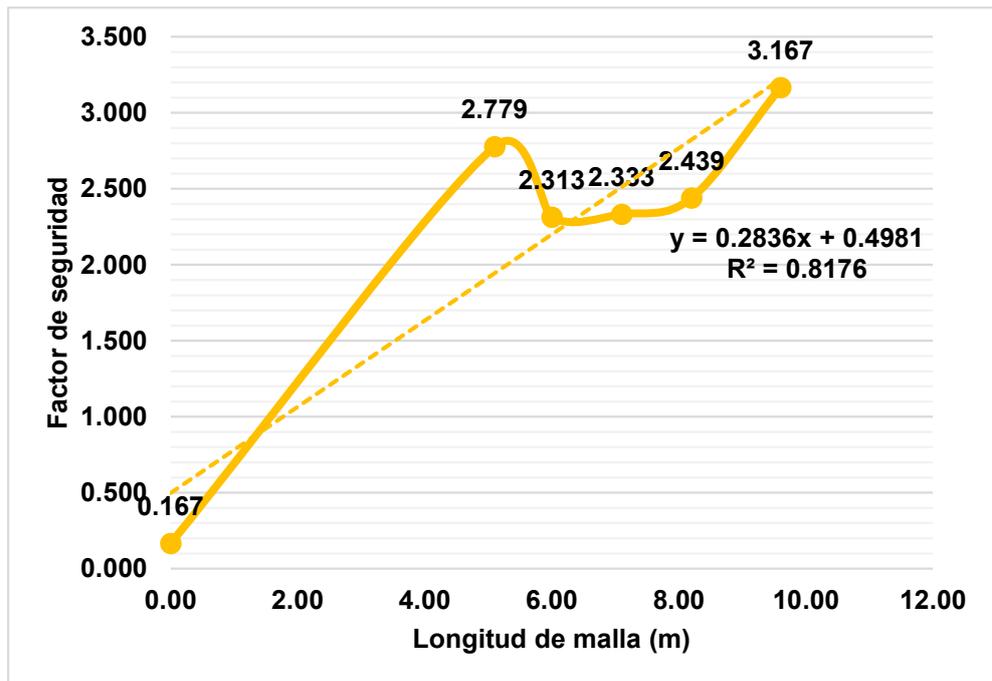


Figura 11. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas medianas de 267 mm x 330 mm con diferentes longitudes de mallas.

Celdas grandes de 475 mm x 508 mm

A partir del modelamiento realizado en el programa SLIDE, cuyos resultados se muestran en la Tabla 16 se tiene en todos los casos que se empleó las celdas grandes a pesar de la variación de la longitud de las mallas los factores de seguridad seudo estáticos se incrementaron considerablemente.

Tabla 16. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas grandes y diferente longitud de malla.

Dimensión de celda	Dimensión de la malla		Factor de seguridad seudo estático	Variación (%)
	Ancho (m)	Largo (m)		
Suelo natural	0.00	0.00	0.167	0.00
475 mm x 508 mm x 8.30 m	2.80	8.30	2.518	1407.78
475 mm x 508 mm x 9.70 m	2.80	9.70	4.524	2608.98
475 mm x 508 mm x 11.60 m	2.80	11.60	3.158	1791.02
475 mm x 508 mm x 13.50 m	2.80	13.50	5.483	3183.23
475 mm x 508 mm x 15.80 m	2.80	15.80	2.889	1629.94

La Figura 12 muestra que la variación de la longitud de las mallas de las celdas grandes incrementa el factor de seguridad seudo estático del talud, alcanzándose valores mayores a 1.25.

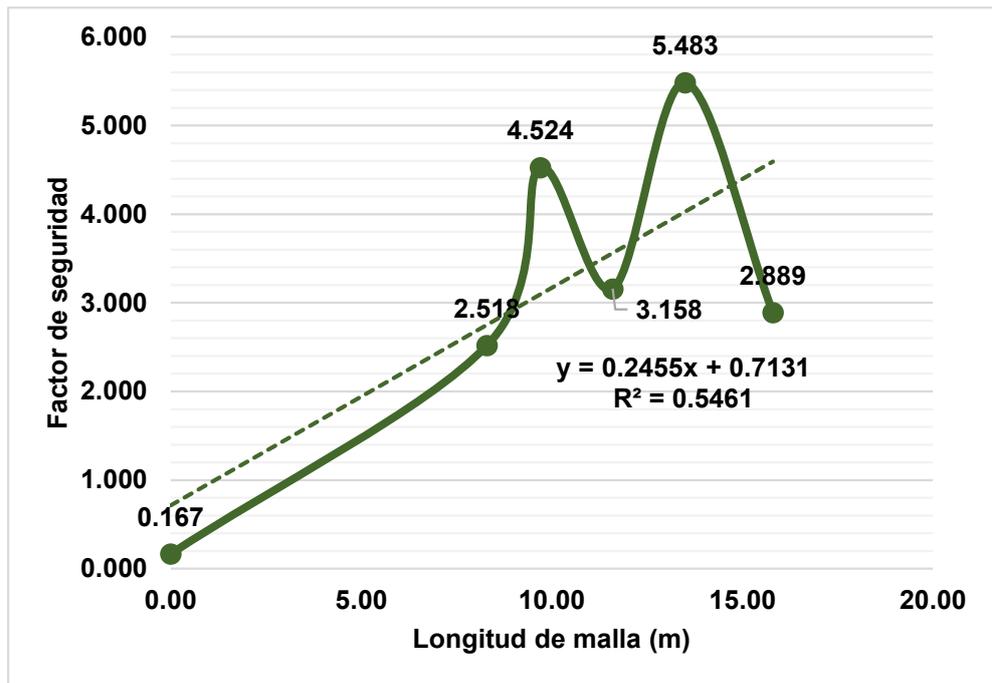


Figura 12. Factor de seguridad seudo estático del talud con celdas grandes de 275 mm x 508 mm con diferentes longitudes de mallas.

5.1.5. El ángulo de inclinación al emplear geoceldas en el factor de seguridad estático y seudo estático

A continuación, se muestra los factores de seguridad estático y seudo estático de los diferentes taludes con la variación del ángulo de inclinación:

Tabla 17. Resultados de factores de seguridad variando el ángulo de inclinación.

Tipo de celdas	Ángulo (°)	Factor de seguridad estático	Variación (%)	Factor de seguridad seudo estático	Variación (%)
Suelo natural	0	0.551	0.00	0.167	0.00
Celdas pequeñas	95	1.604	191.11	1.438	761.08
	100	1.709	210.16	1.673	901.80
	105	1.877	240.65	1.748	946.71
	110	1.779	222.87	1.638	880.84
	115	1.547	180.76	1.497	796.41
Celdas medianas	95	1.580	186.75	1.514	806.59
	100	1.876	240.47	1.605	861.08
	105	1.918	248.09	1.715	926.95
	110	1.603	190.93	1.519	809.58
	115	1.489	170.24	1.350	708.38
Celdas grandes	95	1.578	186.39	1.527	814.37
	100	1.630	195.83	1.560	834.13
	105	1.633	196.37	1.575	843.11
	110	1.582	187.11	1.562	835.33
	115	1.468	166.42	1.300	678.44

5.2. Contrastación de hipótesis

5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “a”

De la Tabla 18 se tiene que el factor de seguridad estático del talud en todos los casos donde se empleó las geoceldas presentó incrementos significativos, pues pasó de 0.551 (suelo natural sin geoceldas) a 2.47 con las celdas pequeñas, a 2.495 con celdas medianas 1 a 2.747 con celdas medianas 2 y a 3.841 con las celdas grandes.

Tabla 18. Valores máximos y variaciones del factor de seguridad estático con diferentes dimensiones de las celdas.

Tipo de celdas	Longitud (m)	Valor máximo	Variación (%)
Suelo natural	0.00	0.551	0.00
Celdas pequeñas (224 mm x 259 mm)	6.90	2.470	348.28
Celdas medianas 1 (287 mm x 320 mm)	8.20	2.495	352.81
Celdas medianas 2 (267 mm x 330 mm)	7.10	2.747	398.55
Celdas grandes (475 mm x 508 mm)	13.50	3.841	597.10

En consecuencia, a partir de la siguiente figura se tiene un r^2 de 0.84 resultando así un r de 0.91 que representa una relación positiva muy fuerte entre las dimensiones de las celdas con el factor de seguridad estático del talud, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

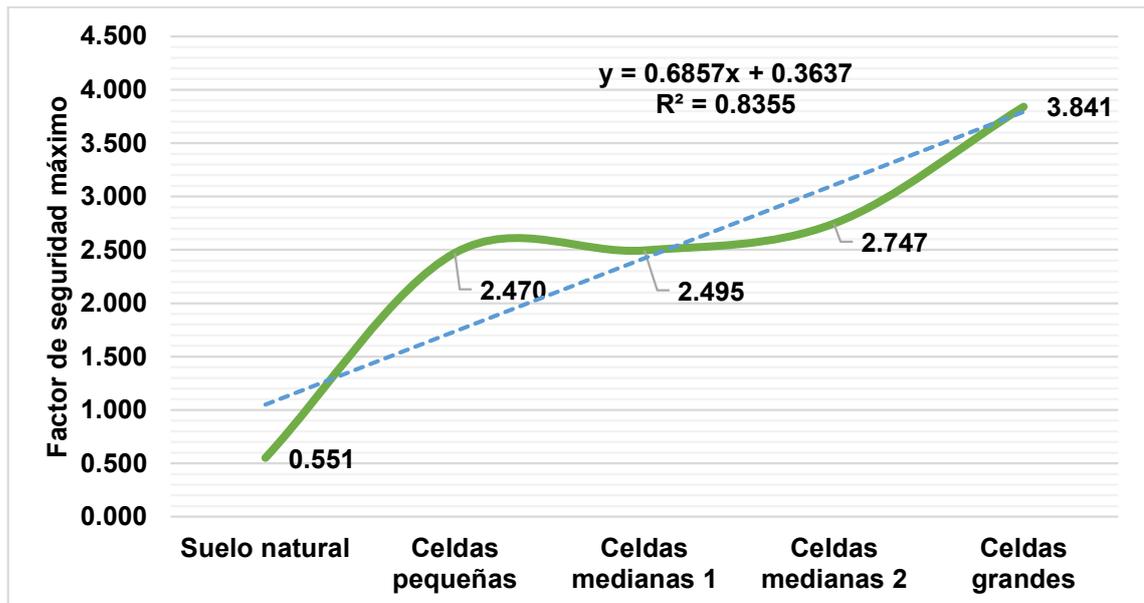


Figura 13. Variaciones de los mayores factores de seguridad estático con diferentes dimensiones de las celdas.

5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “b”

De acuerdo a la Tabla 19 el suelo natural contaba con un factor de seguridad seudo estático de 0.167 el mismo que fue incrementándose con el empleo de las geoceldas.

Tabla 19. Valores máximos y variaciones del factor de seguridad seudo estático con diferentes dimensiones de las celdas.

Tipo de celdas	Longitud (m)	Valor máximo	Variación (%)
Suelo natural	0.00	0.167	0.00
Celdas pequeñas (224 mm x 259 mm)	6.90	2.715	1525.75
Celdas medianas 1 (287 mm x 320 mm)	8.20	2.608	1461.68
Celdas medianas 2 (267 mm x 330 mm)	9.60	3.167	1796.41
Celdas grandes (475 mm x 508 mm)	13.50	5.483	3183.23

Por consiguiente, con la Figura 14 se tiene que el r^2 de la ecuación es de 0.86 representando un factor r de 0.93 que significa que existe una relación positiva muy fuerte entre las dimensiones de las celdas con el factor de seguridad seudo estático, aceptándose con ello la hipótesis planteada.

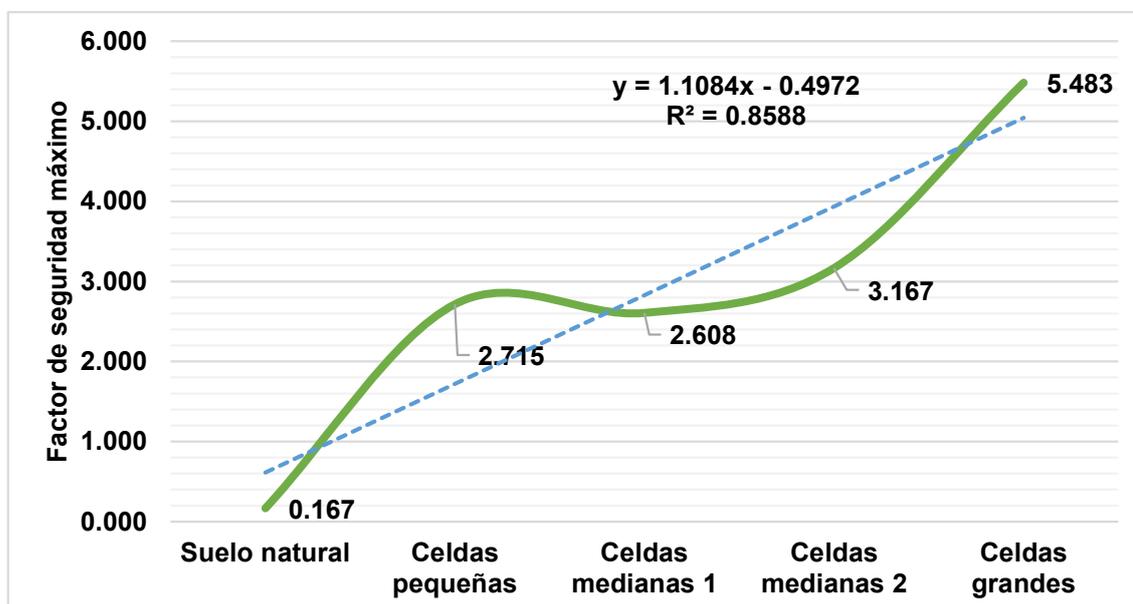


Figura 14. Variaciones de los mayores factores de seguridad seudo estático con diferentes dimensiones de las celdas.

5.2.1. Contrastación de hipótesis de hipótesis “c”

Para contrastar la hipótesis se consideró cada uno de los factores de seguridad estático obtenido con la variación de las longitudes de las mallas

tanto para las celdas pequeñas, medianas y grandes, cuyos datos se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 20. Longitud de malla y factor de seguridad estático del talud.

Longitud de malla (m)	Factor de seguridad estático
0.00	0.551
3.70	1.559
4.30	1.92
5.10	2.401
5.90	2.013
6.90	2.47
5.10	2.06
6.00	2.286
7.10	1.783
8.20	2.495
9.60	2.15
5.10	2.551
6.00	2.191
7.10	2.747
8.20	2.33
9.60	2.604
8.30	1.968
9.70	3.744
11.60	2.841
13.50	3.841
15.80	2.898

Según la tabla anterior se obtuvo la Figura 15 que, según la línea de tendencia el r^2 es de 0.59 que equivale a un r de 0.77, representando que existe una relación positiva considerable entre la longitud de las mallas con el factor de seguridad estático.

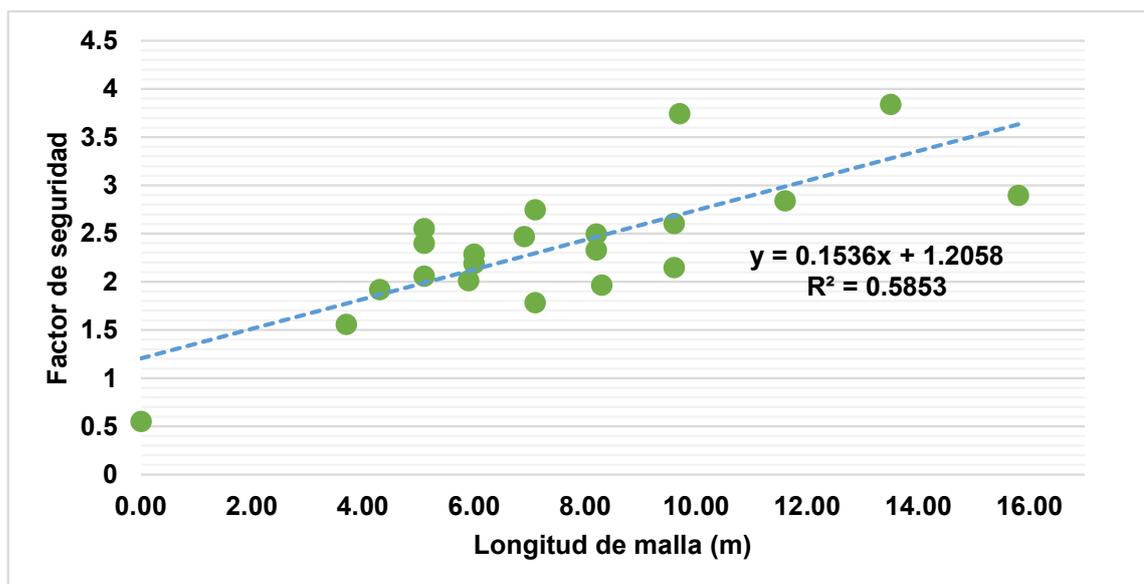


Figura 15. Longitud de malla y factor de seguridad estático del talud.

5.2.1. Contrastación de hipótesis específica “d”

Los datos considerados para la contrastación de hipótesis correspondieron a los obtenidos para las celdas pequeñas, medianas y grandes según el modelamiento en el programa SLIDE en cuanto al factor de seguridad pseudo estático tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 21. Longitud de malla y factor de seguridad pseudo estático del talud.

Longitud de malla (m)	Factor de seguridad pseudo estático
0.00	0.167
3.70	1.755
4.30	2.006
5.10	2.532
5.90	2.212
6.90	2.715
5.10	2.272
6.00	2.467
7.10	2.054
8.20	2.608
9.60	2.477
5.10	2.779
6.00	2.313
7.10	2.333
8.20	2.439
9.60	3.167
8.30	2.518
9.70	4.524
11.60	3.158
13.50	5.483
15.80	2.889

A partir de la tendencia lineal de los datos obtenidos tal como se tiene en la Figura 16, se obtuvo un r^2 de 0.55 equivaliendo a un r de 0.74 que representa que existe una relación positiva considerable entre la longitud de malla y el factor de seguridad pseudo estático del talud.

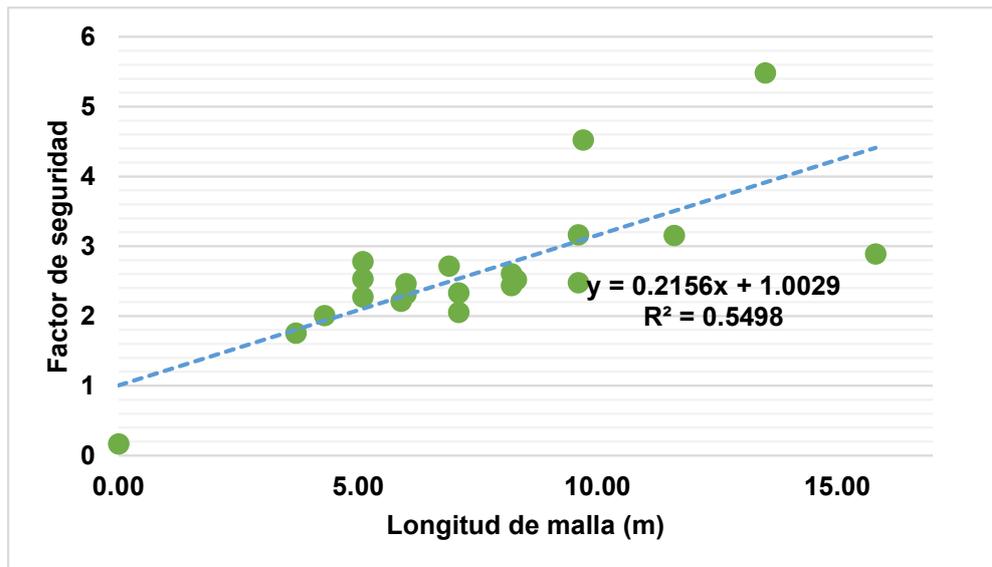


Figura 16. Longitud de malla y factor de seguridad seudo estático del talud.

5.2.2. Contrastación de hipótesis específica “e”

Se determinó cada una de las relaciones entre el ángulo de inclinación de los taludes con los factores de seguridad estático y seudo estático para las celdas pequeñas, medianas y grandes, detallándose lo siguiente:

- Según la Figura 17, se obtuvo un r^2 de 0.0028 equivaliendo a un r de 0.052 que representa que existe una relación negativa muy débil entre el ángulo de inclinación con el factor estático en las celdas pequeñas.
- De la Figura 18, se obtuvo un r^2 de 0.1412 equivaliendo a un r de 0.38 que representa que existe una relación negativa débil entre el ángulo de inclinación con el factor estático en las celdas medianas.
- Asimismo, Figura 19 muestra un r^2 de 0.4025 equivaliendo a un r de 0.63 que representa que existe una relación negativa media entre el ángulo de inclinación con el factor estático en las celdas grandes.
- Mientras tanto, en la Figura 20 se muestra un r^2 de 0.0105 equivaliendo a un r de 0.10 que representa que existe una relación negativa muy débil entre el ángulo de inclinación con el factor seudo estático en las celdas pequeñas.

- En la siguiente Figura 21 se tiene un r^2 de 0.2378 equivaliendo a un r de 0.49 que representa que existe una relación negativa débil entre el ángulo de inclinación con el factor pseudo estático en las celdas medianas.
- Por último, en la Figura 22 se tiene un r^2 de 0.3806 equivaliendo a un r de 0.62 que representa que existe una relación negativa media entre el ángulo de inclinación con el factor pseudo estático en las celdas grandes.

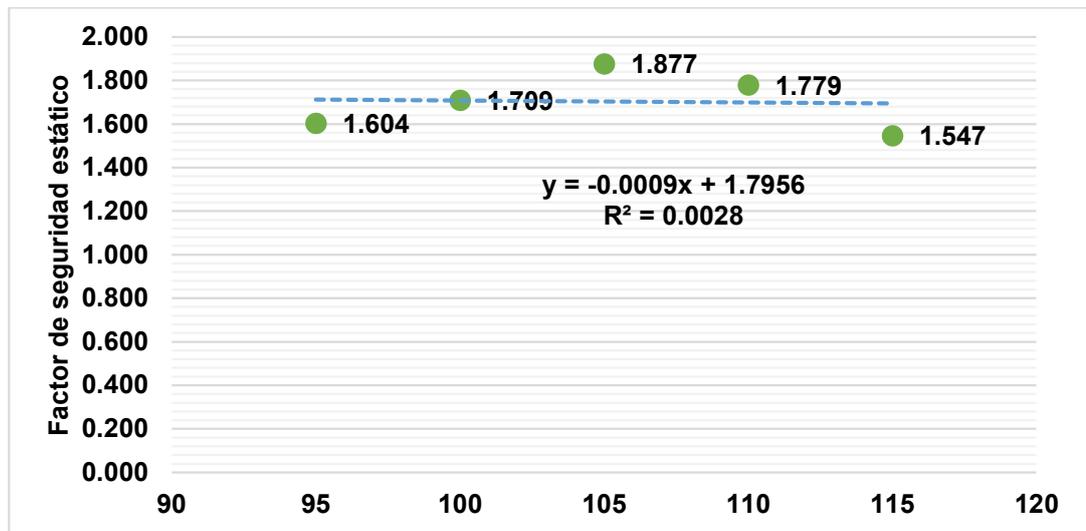


Figura 17. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas pequeñas.

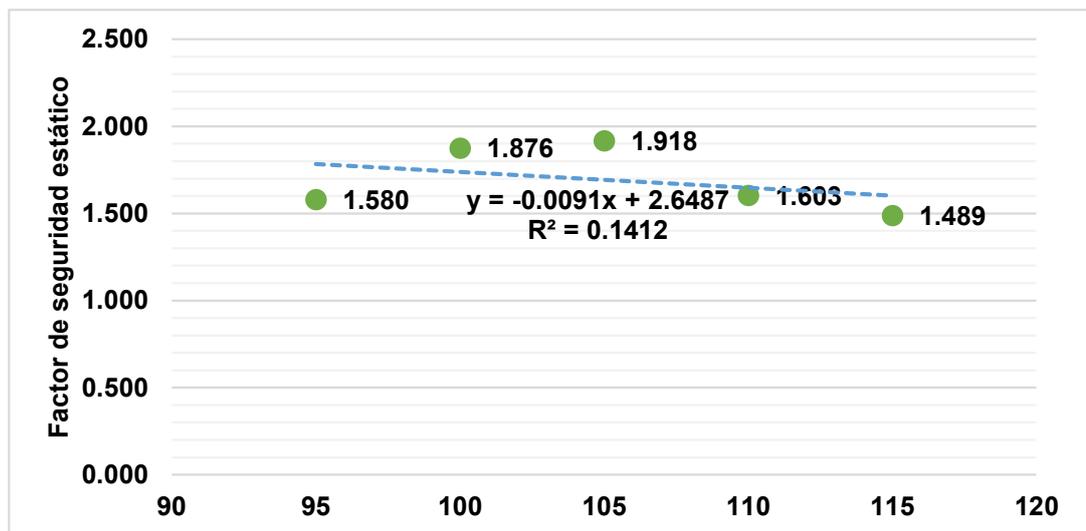


Figura 18. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas medianas.

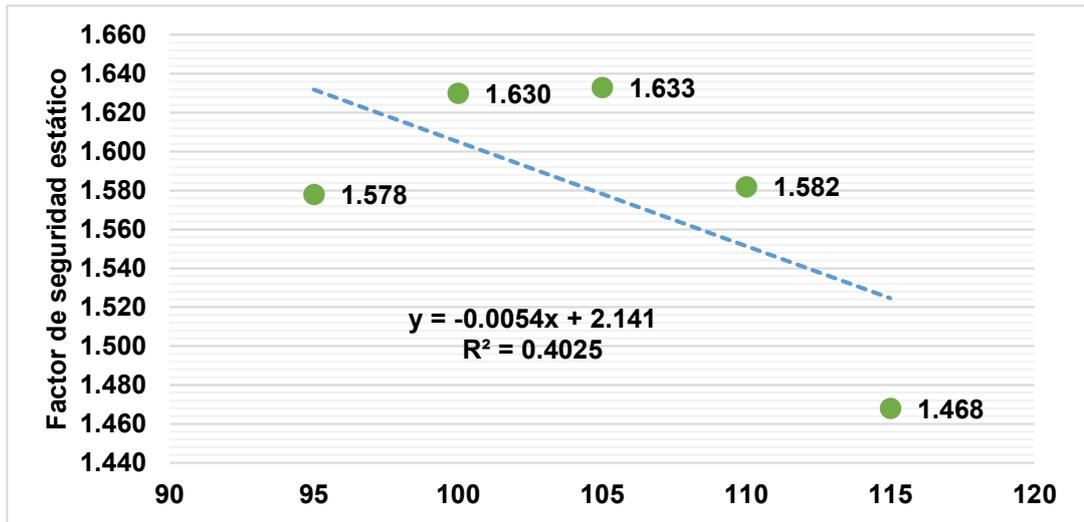


Figura 19. Variación del factor de seguridad estático con diferentes ángulos en celdas grandes.

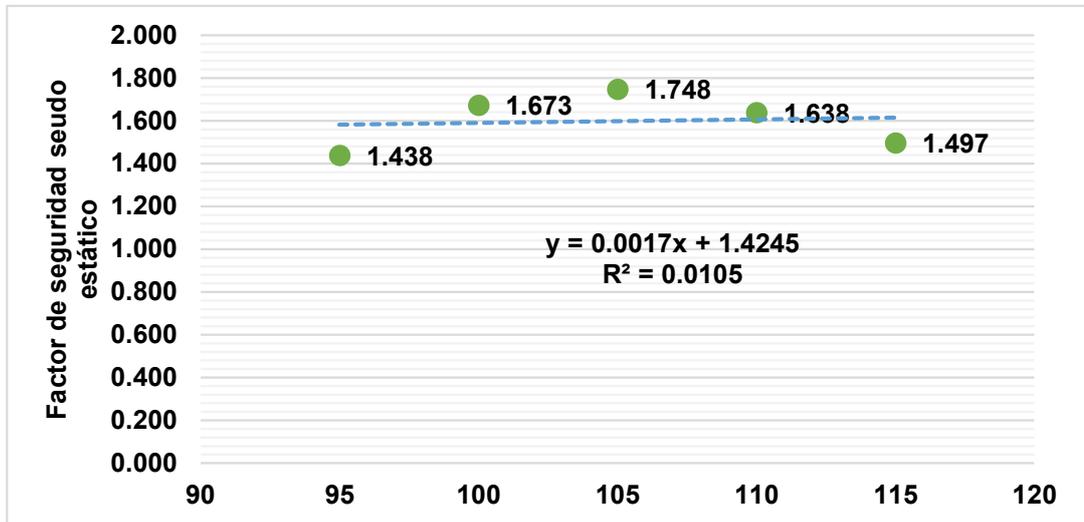


Figura 20. Variación del factor de seguridad seudo estático con diferentes ángulos en celdas pequeñas.

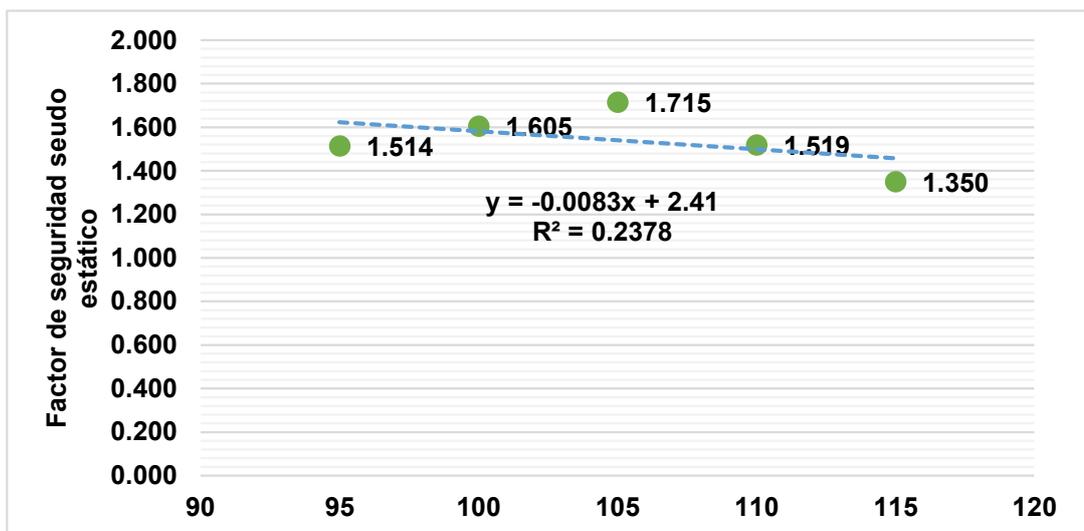


Figura 21. Variación del factor de seguridad seudo estático con diferentes ángulos en celdas medianas.

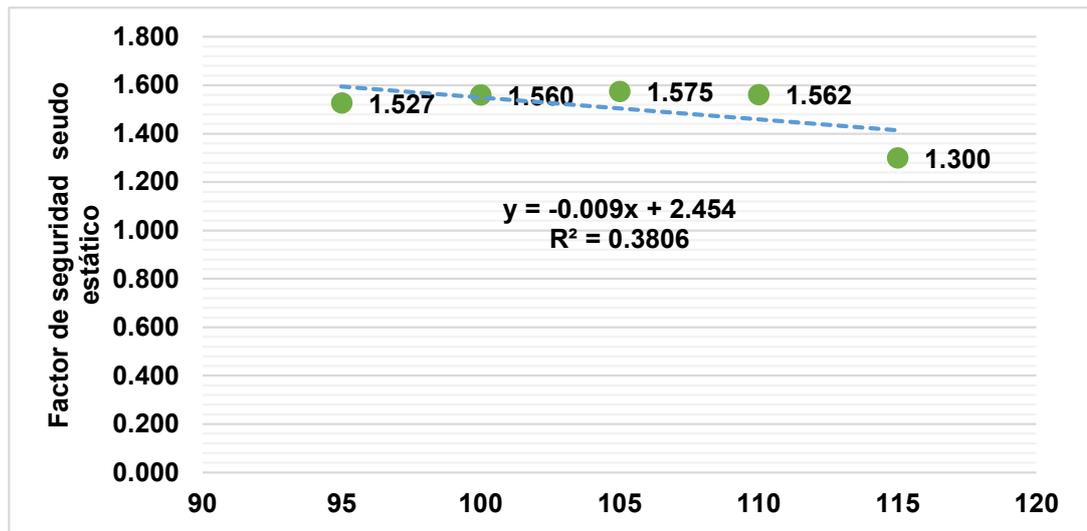


Figura 22. Variación del factor de seguridad seudo estático con diferentes ángulos en celdas grandes.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Acorde a los antecedentes revisados se tiene una diversidad de conclusiones pues, Hernández y Tamayo (2019) que desarrollaron la investigación “Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño y construcción de una vía de orden secundario en el municipio De Dabeiba - Antioquia” consideran que la opción de estabilización es el empleo de muros de contención; mientras que, Vergara (2018) quién desarrolló la tesis “Estabilización de talud por tres métodos: gaviones, geomalla y muro de contención en el centro poblado San Juanito Alto distrito de Guadalupe - Virú - La Libertad”, concluye que la opción más favorable en taludes corresponde al uso de geomallas.

No obstante, se concuerda con Tafur (2021) que realizó la investigación “Estudio para la estabilización del talud del tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca – Chachapoyas” respecto al factor de seguridad pues con un mínimo 1.25 se puede considerar estable al talud, al igual que Ticona (2019) en la investigación “Estabilización de taludes en la carretera PE1-NF tramo Contumazá - Chilete – 2019”; más, en ambos emplearon la modificación de la forma del talud para tal incremento.

Asimismo, es dable resaltar que Marín, Oyola, Ordoñez y Aguirre (2020) quienes realizaron el artículo científico “Aplicación de programas analíticos e informáticos sobre estabilización de taludes en el cerro pata grande del cantón Piñas” consideran que las grandes precipitaciones pueden afectar la estabilización de los taludes; al igual que, Delgado (2018) quién realizó la tesis “Estudio de estabilización de taludes en el barrio La Merced Baja - Cantón Guaranda”.

Según lo detallado, la mayoría de estudios sólo considera un caso en específico y planteada sistemas de estabilización convencional, más ninguno considera a las geoceldas ni menos busca la opción más viable en la gran gama que se presenta.

De acuerdo a la hipótesis planteada: La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva, se procedió a calcular el factor de seguridad estático mediante el programa SLIDE variando las dimensiones de las celdas, optándose por las celdas pequeñas de 224 mm x 259 mm, celdas medianas de 287 mm x 320 mm y 267 mm x 330 mm, adicionalmente las celdas grandes de 475 mm x 508 mm; tal como se puede observar en la Tabla 7, donde todos los resultados obtenidos son mayores a 1.5 tal como recomienda la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones para considerarse estable estáticamente el talud, a excepción del talud en estado natural que contaba con un factor de seguridad estático de 0.551, adicionalmente conforme a la Figura 13 se encontró un factor de relación r entre las dimensiones de las celdas con el factor de seguridad estático de 0.91 deduciéndose con ello que la relación entre ellos es positivamente muy fuerte, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

De acuerdo a la hipótesis planteada: La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes es positiva, se requirió los valores del factor de seguridad seudo estático con la variación de las dimensiones de las celdas tal como se mostró en la Tabla 8, de lo cual el suelo en estado natural presentaba un valor de 0.167 el mismo que se incrementó en todos los casos sobrepasando el mínimo recomendable por la norma CE. 020 de 1.25 para ser considerado un talud sísmicamente estable; asimismo, se logró obtener un r de correlación entre las dimensiones de las celdas y el factor de seguridad seudo estático de 0.93 que demuestra una relación positivamente muy fuerte entre ambas variables, con lo cual también se acepta la hipótesis de la investigación considerada previamente.

Según la hipótesis planteada: La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva; se procedió a la variación de las mallas considerando lo establecido en la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5, siendo así que para las celdas pequeñas las longitudes fueron de 3.70 m, 4.30 m, 5.10 m, 5.90 m y 6.90 m, para las celdas medianas fueron de 5.10 m, 6.00 m, 7.10 m, 8.20 m y 9.60 m; mientras que, para las celdas grandes fueron de 8.30 m, 9.70 m, 11.60 m, 13.50 m y 15.80 m, de

las cuales según el modelamiento en el programa SLIDE se encontró factores de seguridad mayores de 1.5 para ser considerado un talud estáticamente estable según la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Asimismo, del análisis de regresión lineal tal como se muestra en la Figura 15 se obtuvo un r de relación de 0.77 siendo así que existen una relación positiva considerable entre la longitud de las mallas ya sean de celdas pequeñas, medianas y grandes con el factor de seguridad estático, aceptándose así la hipótesis planteada.

A partir de la hipótesis planteada: La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes es positiva, se tiene del mismo modo los resultados del factor de seguridad seudo estático según el programa SLIDE variando las longitudes de las mallas tal como se muestra en la Tabla 21, que en todas las situaciones se sobrepasó el mínimo recomendado por la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones que es de 1.25 para ser considerado un talud sísmicamente estable; en consecuencia, la Figura 16 referente al análisis de regresión lineal consigna un r^2 de 0.55, trayendo consigo un r de 0.74 que considera que existe una relación positiva considerable entre la longitud de la malla y el factor de seguridad seudo estático del talud, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada previamente.

De la hipótesis planteada: La relación del ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y seudo estático para la estabilización de taludes es negativa, se procesó los resultados del factor de seguridad tanto estático y seudo estático obtenidos en el programa SLIDE donde se varió el ángulo de inclinación del talud considerando ángulos de 95°, 100°, 105°, 110° y 115°, cuyos valores de seguridad estático se encontraron dentro de lo mínimo establecido por la norma CE.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones que es de 1.50 a excepción de empleo de celdas grandes con ángulo de inclinación de 115°; del mismo modo, los factores de seguridad seudo estático en todos los casos cumplió el mínimo requerido de 1.25 de la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, siendo estable sísmicamente.

En cuanto a la obtención de la relación entre las variables se logró encontrar que en todos los casos la relación es negativa siendo relevante con el empleo de celdas grandes pues los r obtenidos fueron de 0.63 para el factor estático y 0.62 para el factor seudo estático; por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación planteada.

CONCLUSIONES

1. De la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes se tiene el incremento de los factores de seguridad estático y pseudo estático, con mejores resultados con celdas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m de longitud de malla.
2. La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva y muy influyente, con un r de 0.91, indicando que a mayor las dimensiones de las celdas, mayor es el factor de seguridad estático que se obtiene.
3. La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad pseudo estático para la estabilización de taludes es positiva y muy influyente, con un r de 0.93, indicando que a mayor las dimensiones de las celdas, mayor es el factor de seguridad pseudo estático que se obtiene.
4. La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva considerable, con un r de 0.77, deduciéndose que a mayor la longitud de la malla de las geoceldas mayor es el factor de seguridad estático en el talud.
5. La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad pseudo estático para la estabilización de taludes es positiva, con un r de 0.74, deduciéndose que a mayor la longitud de la malla de las geoceldas mayor es el factor de seguridad pseudo estático en el talud.
6. La relación del ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y pseudo estático para la estabilización de taludes es negativa, con un r de 0.63 deduciéndose que mayor sea el ángulo de inclinación se reduce el factor de seguridad estático y pseudo estático en el talud.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el empleo de celdas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m de longitud de malla para la estabilización de taludes que cuenten con un tipo de suelo GM (grava bien graduada).
2. Según lo obtenido para el factor de seguridad estático y pseudo estático existe mayor relación entre las dimensiones de las celdas que las longitudes de la malla, por consiguiente, se recomienda considerar en primera instancia las dimensiones que la longitud de las mallas para la estabilización de taludes.
3. De encontrarse suelos de diferentes características a las estudiadas es recomendable contrastar las dimensiones de las celdas y longitud de malla por medio de la obtención de los factores de seguridad.
4. Se recomienda previamente al uso de las geoceldas considerar las especificaciones técnicas del producto a fin de asegurar su correcto colocado en el suelo.
5. Se recomienda el uso del programa SLIDE para el modelamiento de la estabilidad en taludes por su versatilidad en la simulación de diversos sistemas de sostenimiento.
6. Al verificar, que el incremento del ángulo de inclinación del talud tiene relación negativa con el factor de seguridad estático y pseudo estático se recomienda tener en cuenta los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DELGADO, M., 2018. *Estudio de estabilización de taludes en el barrio La Merced Baja - Cantón Guaranda* [en línea]. S.l.: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16287>.
- GEOSYSTEM, 2021. Sistema GEOWEB perforado. [en línea]. Disponible en: <https://en.uning.com.cn/product/28/>.
- HERNÁNDEZ, A. y TAMAYO, Y., 2019. *Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño y construcción de una vía de orden secundario en el municipio De Dabeiba - Antioquia* [en línea]. S.l.: Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/10699>.
- JOHN, J., 2011. *Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos* [en línea]. S.l.: Universidad Austral de Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfcij.65p/doc/bmfcij.65p.pdf>.
- MARÍN, B., OYOLA, J., ORDOÑEZ, J. y AGUIRRE, F., 2020. Aplicación de programas analíticos e informáticos sobre estabilización de taludes en el cerro pata grande del cantón Piñas. *Conference Proceeding UTMACH 2020* [en línea], vol. 4, pp. 1-25. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15008>.
- ROCSCIENCE, 2002. *SLIDE: Estabilidad de taludes en equilibrio límite 2D para taludes de suelo y roca* [en línea]. 2002. Canadá: Rocscience. Disponible en: <https://www.rocscience.com/>.
- TAFUR, C., 2019. Estudio para la estabilización del talud del tramo km-318+000 hasta km-318+300 de la carretera Cajamarca – Chachapoyas. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, vol. 2, no. 3, pp. 55. ISSN 2414-8822. DOI 10.25127/ucni.v2i3.604.
- TDM, 2021. Geoceldas. [en línea]. Disponible en: <http://www.tdm.com.pe/products-geosinteticos-geoceldas.php>.
- TICONA, P., 2019. *Estabilización de taludes en la carretera PE1-NF tramo Contumazá - Chilete - 2019*. S.l.: Universidad Privada de Trujillo.
- VALIENTE, R., SOBRECASAS, S. y DÍAZ, A., 2016. *Estabilidad de taludes: Conceptos*

básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo [en línea]. 2016. Valencia - España: Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/76781>.

VERGARA, R., 2018. *Estabilización de talud por tres métodos: gaviones, geomalla y muro de contención en el centro poblado San Juanito Alto distrito de Guadalupito - Virú - La Libertad* [en línea]. S.l.: Universidad San Pedro. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7988>.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Tesis: “Evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo se relaciona las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes? b) ¿Cuál es la relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes? c) ¿Cómo se relaciona la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes? d) ¿Cuál es la relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes? e) ¿Cómo se relaciona el ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y seudo estático para la estabilización de taludes?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar de qué manera las dimensiones de las celdas intervienen en el factor de seguridad estático de la estabilización de taludes. b) Establecer cómo las dimensiones de las celdas intervienen en el factor de seguridad seudo estático de la estabilización de taludes. c) Determinar de qué manera las dimensiones de las mallas intervienen en el factor de seguridad estático de la estabilización de taludes. d) Establecer cómo las dimensiones de las mallas intervienen en el factor de seguridad seudo estático de la estabilización de taludes. e) Determinar cómo se relaciona el ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estática y seudo estático para la estabilización de taludes</p>	<p>Hipótesis general: De la evaluación del empleo de las geoceldas para la estabilización de taludes se tiene el incremento de los factores de seguridad estático y seudo estático.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva. b) La relación de las dimensiones de las celdas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes es positiva. c) La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad estático para la estabilización de taludes es positiva. d) La relación de la longitud de las mallas en el factor de seguridad seudo estático para la estabilización de taludes es positiva. e) La relación del ángulo de inclinación al emplear geoceldas con el factor de seguridad estático y seudo estático para la estabilización de taludes es negativa.</p>	<p>Variable independiente (X): geocelda.</p> <p>Variable dependiente (Y): estabilización de taludes.</p>	<p>- Dimensiones de las celdas.</p> <p>- Dimensiones de las mallas.</p> <p>- Ángulo de inclinación</p> <p>- Factor de seguridad estático</p> <p>- Factor de seguridad seudo estático</p>	<p>- Celda pequeña de 224 mm x 259 mm - Celda mediana de 287 mm x 320 mm - Celda mediana de 267 mm x 330 mm - Celda grande de 475 mm x 508 mm</p> <p>- Ancho de 2.8 m y largo de 3.7 m, 4.3 m, 5.1 m, 5.9 m y 6.9 m - Ancho de 2.8 m y largo de 5.1 m, 6 m, 7.1 m, 8.2 m y 9.6 m - Ancho de 2.8 m y largo de 8.3 m, 9.7 m, 11.6 m, 13.5 m y 15.8 m.</p> <p>- Inclinación de 95°, 100°, 105°, 110° y 115°.</p> <p>- Capacidad de carga estática - Capacidad de carga calculada - Factor de fuerza - Aceleraciones horizontales - Aceleraciones verticales - Peso de la masa de falla</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: correlacional.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población de la investigación fue los taludes que se encuentran en la carretera Quichuas – Mayocc en el distrito de Anco, provincia de Churcampa en el departamento de Huancavelica.</p> <p>Muestra: Según el tipo de muestreo no probabilístico intencional, la muestra fue el talud que se encuentra en el Km 267 + 880 y en el Km 267 + 930 de la carretera Quichuas – Mayocc en el distrito de Anco, provincia de Churcampa en el departamento de Huancavelica.</p>

Anexo N° 02: matriz de operacionalización de variables

Tabla 22. Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X): Geocelda	Dimensiones de las celdas	Celda pequeña de 224 mm x 259 mm
		Celda mediana de 287 mm x 320 mm
		Celda mediana de 267 mm x 330 mm
		Celda grande de 475 mm x 508 mm
	Dimensiones de la malla	Ancho de 2.8 m y largo de 3.7 m, 4.3 m, 5.1 m, 5.9 m y 6.9 m
		Ancho de 2.8 m y largo de 5.1 m, 6 m, 7.1 m, 8.2 m y 9.6 m
		Ancho de 2.8 m y largo de 8.3 m, 9.7 m, 11.6 m, 13.5 m y 15.8 m
	Ángulo de inclinación	Inclinación de 95°
		Inclinación de 100°
		Inclinación de 105°
Inclinación de 110°		
Inclinación de 115°		
Variable dependiente (Y): Estabilización de taludes	Factor de seguridad estático	Capacidad de carga estática
		Capacidad de carga calculada
		Factor de fuerza
	Factor de seguridad seudo estático	Aceleraciones horizontales
		Aceleraciones verticales
		Peso de la masa de falla

Anexo N° 03: certificados de ensayos de laboratorio.



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)
EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELIDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes
JUNIO DEL 2021
E.P.D.

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

PROYECTO N°	DI		
PROVENIENCIA:		VIA QUICHUAS A MAYOCC.	
CARRIL DE LA PISTA CONTROLADA		HUARCHELA, PROCC.	
PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	15	207-480	
VOLUMEN DEL HOYO			
A PESO DE LA ARENA + FRASCO	g'	6755	
B PESO DE LA ARENA REMANENTE + FRASCO	g'	1854	
C PESO DE LA ARENA EMPLEADA (A-B)	g'	4901	
D PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y LA PLACA	g'	1785	
E PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (C-D)	g'	3115	
F DENSIDAD DE LA ARENA	g/cc	1.39	
G VOLUMEN DE HOYO (E/F)	cc	2241	
DENSIDAD HUMEDA			
H PESO MUESTRA (MARBIL DEL HOYO + RECIPIENTE)	g'	5418	
I PESO DEL RECIPIENTE	g'	5.00	
J PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO (H-I)	g'	5413	
K PESO DE LA PIEDRA > DE 3/4"	g'	709	
L PESO DEL MATERIAL < DE 3/4" (J-K)	g'	4704	
M VOLUMEN DE LA PIEDRA > DE 3/4"	cc	264	
N VOLUMEN DEL MATERIAL < DE 3/4" (G-M)	cc	1917	
O DENSIDAD HUMEDA IN SITU (J/N)	g/cc	2.340	
CONTENIDO DE HUMEDAD			
P RECIPIENTE N°		10	
Q PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO	g'	120.10	
R PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO	g'	115.40	
S PESO DEL AGUA (P-Q)	g'	4.70	
T PESO DEL TARRO	g'	30.21	
U % DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (RT-100)	%	85.19	
PORCENTAJE DE COMPACTACION			
V DENSIDAD SECA IN SITU (DR17(U/100))	g/cc	2.25	
W M.D.S. DE PRODUCTOR MODIFICADO	g/cc	2.302	
X PORCENTAJE DE COMPACTACION (W/V*100)	%	98.3	
Y D.C.H. DE PRODUCTOR MODIFICADO	%	7.90	
Z PESO ESPECIFICO DE GRAVA	g/cc	2.652	


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
AGENCIADOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
CFI 971337776, RPM #971337776



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

TEORIA DE CAPACIDAD PORTANTE

(KARL TERZAGHI)

PROYECTO: EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

SOLICITANTE: Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes

CALICATA : C-1, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+880

MUESTRA : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA

A. DATOS GENERALES:

Angulo de fricción interna	30.00	grados
Cohesión	0.00	kg/cm ²
Peso unitario de sobrecarga	1.70	gr/cm ³
Peso unitario del suelo de cimentación	1.70	gr/cm ³
Relación Ancho/Largo (B/L)	0.1	Forma:
Profundidad de fondo de cimentación	3	m
Profundidad de desplante	3	m
Posición de nivel freático	N.P.	m
Factor de seguridad	3	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GM	
Cota de terreno	2539	msnm

B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

Nc:	30.14
Nq:	18.40
Ny:	22.40

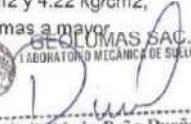
C. FACTORES DE FORMA:

Sc:	1.061
Sq:	1.0577
Sy:	0.96

D. CAPACIDAD ADMISIBLE

Desplante Df(m)	Cota Relativa	Ancho B(m)	Factores por N.F.		qult (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)
			W	W'		
0.80	2,538.20	1.50	1	1	5.39	1.80
1.00	2,538.00	1.50	1	1	6.05	2.02
1.20	2,537.80	1.50	1	1	6.71	2.24
1.40	2,537.60	1.50	1	1	7.37	2.46
1.60	2,537.40	1.50	1	1	8.04	2.68
1.80	2,537.20	1.50	1	1	8.70	2.90
2.00	2,537.00	1.50	1	1	9.36	3.12
2.20	2,536.80	1.50	1	1	10.02	3.34
2.40	2,536.60	1.50	1	1	10.68	3.56
2.60	2,536.40	1.50	1	1	11.34	3.78
2.80	2,536.20	1.50	1	1	12.01	4.00
3.00	2,536.00	1.50	1	1	12.67	4.22

Podemos apreciar un rango de valores que se encuentran comprendido entre 1.80 kg/cm² y 4.22 kg/cm², valores que varían de acuerdo a la profundidad y geometría de la cimentación, además a mayor profundidad notamos que se va ganando propiedades de resistencia.


Ing. Ciro Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
CFI 971337776, RPM #971337776



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITANTE : Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes

PROYECTO : EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

UBICACIÓN : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA

FECHA : JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+880

Muestra : M-1

PROG : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+880

Prof. (m) : 3.00 mts

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

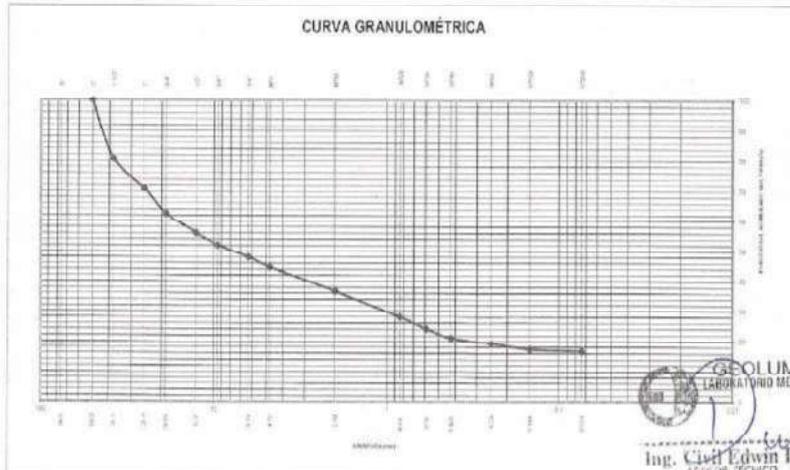
Tamiz	Abertura (mm)	%		(% Acumulado)	
		Parcial	Rete	Pasa	
3"	76.200	-	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0	-
1 1/2"	38.100	19.3	19.3	80.7	-
1"	25.400	9.7	29.1	70.9	-
3/4"	19.050	8.4	37.4	62.6	-
1/2"	12.700	6.6	44.0	56.0	-
3/8"	9.525	3.9	47.9	52.1	-
1/4"	6.350	4.0	51.9	48.1	-
Nº4	4.760	3.4	55.3	44.7	-
Nº10	2.000	8.0	63.3	36.7	-
Nº20	0.840	8.7	72.0	28.0	-
Nº30	0.590	3.9	75.9	24.1	-
Nº40	0.426	2.9	78.8	21.2	-
Nº60	0.250	1.9	80.7	19.3	-
Nº100	0.149	2.0	82.7	17.3	-
Nº200	0.074	0.6	83.3	16.7	-
- Nº200				16.7	

% grava	: 55.3
% arena	: 28.0
% finos	: 16.7

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: NP
LIMITE PLÁSTICO (%)	: NP
INDICE PLÁSTICO (%)	: 0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GM**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **3.9%**

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASISOR TÉCNICO CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
 CFI 971337776, RPM #971337776



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: **EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES**

VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA

UBICACIÓN:
 FECHA : JUNIO DEL 2021
 SOLICITANTE: Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmas
 MUESTRA: **M-1**
 CALICATA: **C-1, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+880**
 PROGRESIVA: **VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+880**

FECHA DE EXCAVACION : 13 DE MAYO DEL 2021
 PROFUNDIDAD TOTAL (m) : 3.00 mts
 PROF. NIVEL FREÁTICO (m) : N.P

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleros / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							
			0.075	0.250	0.600	2.000	75.0	200	750	2000
0.10	GRAVA LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, Y LIMO, DE COLOR MARRON OSCURO, CON PRESENCIA DE BOLONERIA DE 5" A 10" DE DIAMETRO MAS CANTO RODADO	GM	<	mm	mm	LL	LP	HR	NP	DE
0.20			0.075	x	x					MUESTRA
0.40			0.250							
0.60			0.600							
0.80			2.000							
1.00			75.0							
1.20			200							
1.40			750							
1.60			2000							
1.80										
2.00										
2.20										
2.40										
2.70										
3.00										

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 12816
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

ENSAJO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)
EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELIDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes
 JUNIO DEL 2021
 E.P.D.

ENSAJO DE DENSIDAD DE CAMPO (ASTM D-1556)

OBRA:

SOLICITANTE:
 FECHA EMISION:
 EFECTUADO POR:
 FECHA ENSAYO:

FOTO/N°	D-1	VIA QUICHUAS A MAYOC, HUANCAYELCA, PROO. 2074003	
PROCEDENCIA:			
CARRIL DE LA PISTA CONTROLADA		BASE	
PROFUNDIDAD DE HOYO DE PRUEBA (cm)	13		
VOLUMEN DEL HOYO			
A PESO DE LA ARENA + FRASCO	gr	7814	
B PESO DE LA ARENA DEMANENTE + FRASCO	gr	2014	
C PESO DE LA ARENA EMPLEADA (A-B)	gr	4600	
D PESO DE LA ARENA EN EL CONO Y LA PLACA	gr	1766	
E PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (C-D)	gr	3114	
F DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cc	1.39	
G VOLUMEN DE HOYO (E/F)	cc	2240	
DENSIDAD HUMEDA			
H PESO MUESTRA EN VASO DEL HOYO + RECIPIENTE	gr	6703	
I PESO DEL RECIPIENTE	gr	5.00	
J PESO MUESTRA EXTRAIDA DEL HOYO (H-I)	gr	6698	
K PESO DE LA PIEDRA > DE 3/4"	gr	662	
L PESO DEL MATERIAL < DE 3/4" (J-K)	gr	4706	
M VOLUMEN DE LA PIEDRA > DE 3/4"	cc	370	
N VOLUMEN DEL MATERIAL < DE 3/4" (G-M)	cc	1870	
O DENSIDAD HUMEDA IN SITU (L/N)	gr/cc	2.516	
CONTENIDO DE HUMEDAD			
P PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO	gr	10	
Q PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO	gr	150.10	
R PESO DEL AGUA (P-Q)	gr	115.40	
S PESO DEL TARRO	gr	1.70	
T PESO DE LA MUESTRA SECA (Q-S)	gr	30.21	
U % DE HUMEDAD DE LA MUESTRA (R/T*100)	%	85.19	
V PORCENTAJE DE COMPACTACION		15.58	
W DENSIDAD SECA IN SITU (M*(1+U/100))	gr/cc	2.18	
X M.D.S. DE PROCTOR MODIFICADO	gr/cc	2.237	
Y PORCENTAJE DE COMPACTACION (W/W*100)	%	97.3	
Z U.C.T. DE PROCTOR MODIFICADO	%	8.00	
2 PESO ESPECIFICO DE GRAVA	gr/cc	2.082	

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 26 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
 CFI 971337776, RPM #971337776



GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

TEORIA DE CAPACIDAD PORTANTE

(KARL TERZAGHI)

PROYECTO: EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

SOLICITANTE: Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes

CALICATA : C-2, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+930

MUESTRA : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA

A. DATOS GENERALES:

Angulo de fricción interna	29.70	grados
Cohesión	0.00	kg/cm ²
Peso unitario de sobrecarga	1.77	gr/cm ³
Peso unitario del suelo de cimentación	1.77	gr/cm ³
Relación Ancho/Largo (B/L)	0.1	Forma:
Profundidad de fondo de cimentación	3	m
Profundidad de desplante	3	m
Posición de nivel freático	N.P.	m
Factor de seguridad	3	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	GM	
Cota de terreno	2542	msnm

B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:

Nc:	29.54
Nq:	17.81
Ny:	21.48

C. FACTORES DE FORMA:

Sc:	1.0603
Sq:	1.057
Sy:	0.96

D. CAPACIDAD ADMISIBLE

Desplante Df(m)	Cota Relativa	Ancho B(m)	Factores por N.F.		qult (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)
			W	W'		
0.80	2,541.20	1.50	1	1	5.40	1.80
1.00	2,541.00	1.50	1	1	6.07	2.02
1.20	2,540.80	1.50	1	1	6.74	2.25
1.40	2,540.60	1.50	1	1	7.40	2.47
1.60	2,540.40	1.50	1	1	8.07	2.69
1.80	2,540.20	1.50	1	1	8.74	2.91
2.00	2,540.00	1.50	1	1	9.40	3.13
2.20	2,539.80	1.50	1	1	10.07	3.36
2.40	2,539.60	1.50	1	1	10.74	3.58
2.60	2,539.40	1.50	1	1	11.40	3.80
2.80	2,539.20	1.50	1	1	12.07	4.02
3.00	2,539.00	1.50	1	1	12.74	4.25

Podemos apreciar un rango de valores que se encuentran comprendido entre 1.80 kg/cm² y 4.25 kg/cm², valores que varían de acuerdo a la profundidad y geometría de la cimentación, además a mayor profundidad notamos que se va ganando propiedades de resistencia.

GEOLUMAS SAC
REGISTRADO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
asesor técnico CIP 145616
Especialista en MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
CFI 971337776, RPM #971337776



SOLICITANTE : Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Lesmes

PROYECTO : EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELDAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES

UBICACIÓN : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA
FECHA : JUNIO DEL 2021

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+930
Muestra : M-1
PROG : VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+930
Prof. (m) : 3.00 mts

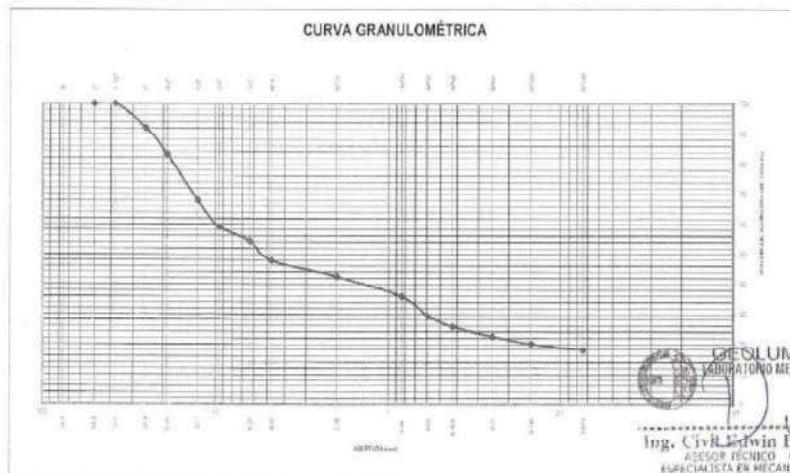
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)		(%) Acumulado	
		Parcial	Rete	Pasa	
3"	76.200	-	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0	-
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0	-
1"	25.400	7.9	7.9	92.1	-
3/4"	19.050	9.0	16.9	83.1	-
1/2"	12.700	15.2	32.1	67.9	-
3/8"	9.525	8.9	41.0	59.0	-
1/4"	6.350	4.6	45.6	54.4	-
Nº4	4.760	6.6	52.2	47.8	-
Nº10	2.000	5.3	57.5	42.5	-
Nº20	0.840	6.6	64.1	35.9	-
Nº30	0.590	6.6	70.7	29.3	-
Nº40	0.426	3.6	74.3	25.7	-
Nº60	0.250	3.2	77.4	22.6	-
Nº100	0.149	2.5	79.9	20.1	-
Nº200	0.074	2.1	82.0	18.0	-
- Nº200		18.0			

% grava	: 52.2
% arena	: 29.8
% finos	: 18.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: NP
LIMITE PLASTICO (%)	: NP
INDICE PLASTICO (%)	: 0.00

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GM
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-2-4(0)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 3.5%



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIB 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC: 20568764995

CEL 968111156, RPM #968111156
CFI 971337776, RPM #971337776



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO: **EVALUACION DEL EMPLEO DE LAS GEOCELAS PARA LA ESTABILIDAD DE TALUDES**

VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA

UBICACIÓN: **VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA**
 FECHA: **JUNIO DEL 2021** FECHA DE EXCAVACION: **13 DE MAYO DEL 2021**
 SOLICITANTE: **Bach. FLORES ESTEBAN, Saddam Leames** PROFUNDIDAD TOTAL (m): **3.00 mts**
 MUESTRA: **M-1** PROF. NIVEL FREÁTICO (m): **NP**
 CALICATA: **C-2, VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+930**
 PROGRESIVA: **VIA QUICHUAS A MAYOCC, HUANCAVELICA, PROG. 267+930**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleros / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						
			0.075	0.425	2.0	75	200	Nº DE	
0.10	GRAVA LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA, Y LIMO, DE COLOR MARRON OSCURO, CON PRESENCIA DE BOLONERIA DE 5" A 10" DE DIAMETRO MAS CANTO RODADO	GM	<	mm	mm	LL	LP	H.N.	M-1
0.20			0.075	%	%	%	%	%	
0.40			0.425	%	%	%	%	%	
0.60			2.0	%	%	%	%	%	
0.80			75	%	%	%	%	%	
1.00			200	%	%	%	%	%	
1.20									
1.40									
1.60									
1.80									
2.00									
2.20									
2.40									
2.70									
3.00									

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145010
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate – Laboratory of Force

NÚMERO: 024 – 2021 GLF
Pág. 1 de 5

OBJETO DE PRUEBA:	EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
Rangos	2500 N
Dirección de carga	Compresión
FABRICANTE	PINZUAR LTDA.
Modelo	PS – 107D
Serie	229
Ubicación de la máquina	Laboratorio de GEOLUMAS S.A.C
Norma utilizada	NTC – ISO 7500 – 1 (2002 – 09 – 18)
Intervalo calibrado	Escala (s) 2500 N De ... a 20% – 100%
Temperatura de prueba	Temp. Inicial 23.1 °C Temp. Final 24.2 °C
Inspección general	La máquina se encuentra en buen estado de funcionamiento.
Solicitante	GEOLUMAS S.A.C
Dirección	JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
Ciudad	HUANCAYO
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	
Tipo / Modelo	T31P / DEF – A
Fabricante	OHAUS / KELI
No. serie	B632871732 / AHK2580
Certif. de calibr.	N° CC – 2047 – 2020
Fecha de validez	2020 – 11 – 05
Incert. Med. (%)	± 0.032
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)
FECHA DE CALIBRACIÓN	2021 – 02 – 01
FECHA DE EXPIRACIÓN	2021 – 02 – 03
FIRMAS AUTORIZADAS	

Téc. Gilmer Antonio Herman Poquioma,
Responsable del Laboratorio de Metrología.





LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 024 - 2021 GLF

Pág. 2 de 5

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de instrumento: EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO DIGITAL

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 2500 N Resolución: 0.04 N Dirección de la carga: Compresión
2500 N 0.04 N Factor de conversión: 1.0 N/N

Indicación de la máquina (F.)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	N	N	1(Asc)	2(Asc)	2(Desc)	3(Asc)	4(Asc)
10	250.0	250.0	250.15	250.10	No aplica	250.12	No aplica
20	0500.0	0500.0	500.49	500.22	No aplica	500.43	No aplica
30	0750.0	0750.0	750.42	750.53	No aplica	750.43	No aplica
40	1000.0	1000.0	1001.10	1000.89	No aplica	1000.92	No aplica
50	1250.0	1250.0	1250.35	1250.37	No aplica	1250.58	No aplica
60	1500.0	1500.0	1500.44	1500.48	No aplica	1500.40	No aplica
70	1750.0	1750.0	1750.22	1750.62	No aplica	1750.32	No aplica
80	2000.0	2000.0	2000.83	2000.76	No aplica	2000.74	No aplica
90	2250.0	2250.0	2250.42	2250.54	No aplica	2250.56	No aplica
100	2500.0	2500.0	2500.57	2500.49	No aplica	2500.29	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	No aplica	0.00	No aplica

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 2500 N Incertidumbre del patrón: ± 0.032 %

Indicación de la máquina (F.)			Cálculo de errores relativos				Resolución	Incertidumbre relativa
%	N	N	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	a (%)	U (%) k = 2
20	0500.0	0500.0	-0.08	0.05	No aplica	No aplica	0.01	0,05
30	0750.0	0750.0	-0.06	0.01	No aplica	No aplica	0.01	0,03
40	1000.0	1000.0	-0.10	0.02	No aplica	No aplica	0.00	0,03
50	1250.0	1250.0	-0.03	0.02	No aplica	No aplica	0.00	0,03
60	1500.0	1500.0	-0.03	0.01	No aplica	No aplica	0.00	0,03
70	1750.0	1750.0	-0.02	0.02	No aplica	No aplica	0.00	0,03
80	2000.0	2000.0	-0.04	0.00	No aplica	No aplica	0.00	0,03
90	2250.0	2250.0	-0.02	0.01	No aplica	No aplica	0.00	0,03
100	2500.0	2500.0	-0.02	0.01	No aplica	No aplica	0.00	0,03
Error de cero fe (%)			0,00	0,00	No Aplica	0,00	No aplica	Err máx.(0) = 000



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 80 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 863 / 962 - 227 - 888

Correo: servicios@gvlaboratorio.com / laboratorio.gvlaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 024 – 2021 GLF

Pág. 3 de 5

CLASIFICACIÓN DE EQUIPO DE CORTE DIRECTO DIGITAL
Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	2500	N			
Error de exactitud	0,10 %		Error de cero	0	
Error de repetibilidad	0,05 %		Error por accesorios	No aplica %	
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0,02	En el 10 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC – ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 2500 N Compresión CLASE 1,0 Desde el 20 %

PATRONES DE REFERENCIA

Laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S" OHAUS / KELI B632871732 / AHK2580, Patrón utilizado Celda de carga tipo "S" de 5 kN con incertidumbre del orden de 0,032 % con certificado de calibración N° CC – 2047 – 2020.

OBSERVACIONES .

1. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7500-1)
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes ." (NTC-ISO 7500-1)
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .
6. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 024 – 2021 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS


Téc. **Gilmer Antonio Huaman Poquioma.**
Responsable del Laboratorio de Metrología.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos – Lima

Teléfono: (01) 622 – 5814

Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: servicios@gvllaboratorio.com / laboratorio.gvllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 024 - 2021 GLF

Pág. 4 de 5

Solicitante: GEOLUMAS S.A.C
Dirección: JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
Ciudad: HUANCAYO
Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Cal. Relación de Brazo)
Fabricante: PINZJAR LTDA.
Modelo / Serie: PS - 107D / 229
Ubicación: Laboratorio de GEOLUMAS S.A.C

Método de Calibración

Determinación del valor real del factor de aplicación de carga al usar el brazo multiplicador

Método: Cargas de prueba (pesas propias del equipo de corte), la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada

Técnico: Gilmer Antonio Huamán Poquioma

Factor de Multiplicación 1 : 5

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	
2	10.05	10.00	10.03	5.01
4	20.00	20.00	20.00	5.00
8	39.90	39.90	39.90	4.99
16	79.80	79.75	79.78	4.99
32	159.10	159.15	159.13	4.97
			Promedio	4.99

Factor de Multiplicación 1 : 10

Carga	Lectura 1	Lectura 2	Lectura Prom.	Factor
kg	kg	kg	kg	
2	20.10	20.20	20.15	10.08
4	40.30	40.35	40.33	10.08
8	80.50	80.70	80.60	10.08
16	160.90	161.50	161.20	10.08
32	321.45	321.80	321.63	10.05
			Promedio	10.07

Téc. Gilmer Antonio Huamán Poquioma.
Responsable del Laboratorio de Metrología.





LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 024 – 2021 GLF

Pág. 5 de 5

Solicitante: GEOLUMAS S.A.C
Dirección: JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
Ciudad: HUANCAYO
Máquina: EQUIPO DE CORTE DIRECTO (Velocidad)
Fabricante: PINZUAR LTDA.
Modelo / Serie : PS – 107D / 229
Ubicación: Laboratorio de GEOLUMAS S.A.C

Método: operación de la máquina aplicando carga directa sobre la celda de carga.
Se mide el desplazamiento con un indicador digital y tiempo con un cronómetro.

Medición en mm / minuto

Rango: Bajo

Indicación Máquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0.000	0,000	0,000	0,000	0,000
0.030	0,031	0,031	0,030	0,031
0.060	0,060	0,061	0,062	0,061
0.090	0,092	0,091	0,090	0,091
0.120	0,122	0,120	0,118	0,120
0.150	0,149	0,150	0,152	0,150

Rango: Alto

Indicación Máquina	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lectura 3 mm / min	Promedio mm / min
0.000	0,000	0,000	0,000	0,000
0.300	0,302	0,302	0,301	0,302
0.600	0,602	0,604	0,599	0,602
0.900	0,898	0,901	0,900	0,900
1.200	1,198	1,202	1,201	1,200
1.500	1,502	1,501	1,499	1,501

Medición en pulgadas / minuto

Rango: Bajo

Indicación Máquina	Lectura 1 pulg / min	Lectura 2 pulg / min	Lectura 3 pulg / min	Promedio pulg / min
0.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0.030	0,0012	0,0012	0,0012	0,0012
0.060	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024
0.090	0,0036	0,0036	0,0035	0,0036
0.120	0,0048	0,0047	0,0046	0,0047
0.150	0,0059	0,0059	0,0060	0,0059

Rango: Alto

Indicación Máquina	Lectura 1 pulg / min	Lectura 2 pulg / min	Lectura 3 pulg / min	Promedio pulg / min
0.000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0.300	0,0119	0,0119	0,0119	0,0119
0.600	0,0237	0,0238	0,0236	0,0237
0.900	0,0354	0,0355	0,0354	0,0354
1.200	0,0472	0,0473	0,0473	0,0473
1.500	0,0591	0,0591	0,0590	0,0591


Téc. Germán Antonio Huáman Poquioma.
 Responsable del Laboratorio de Metrología.
 G & L LABORATORIO S.A.C

(*) Este informe expresa únicamente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
 G & L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento





LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°026-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-02-03

1. SOLICITANTE : GEOLUMAS S.A.C

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : METROTEST / THOLZ

MODELO : MS-H1 / MRS

NÚMERO DE SERIE : 754 / NO PRESENTA

PROCEDENCIA : PERÚ / NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA / NO PRESENTA

UBICACIÓN : Laboratorio

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital

Alcance de Indicación : 1 °C a 200 °C

División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-02-01

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOLUMAS S.A.C

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	24.8	24.9
Humedad Relativa %HR	47	47

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocupias	CC - 2505 - 2019



Téc. Silvia A. Huamán Coguima
Responsable del Laboratorio de Metrología

G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gylaboratorio.com / laboratorio.gylaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.3	109.7	108.8	111.6	111.3	109.1	111.8	112.3	110.8	110.6	110.6	3.5
02	110.0	110.2	109.7	108.8	111.6	111.3	109.2	111.8	112.6	110.7	110.6	110.7	3.6
04	110.0	110.3	109.8	108.8	111.7	111.3	109.2	111.8	112.5	110.6	110.5	110.7	3.7
06	110.0	110.3	109.8	108.7	111.6	111.2	109.3	111.7	112.3	110.6	110.6	110.6	3.6
08	110.0	110.3	109.9	108.8	111.6	111.2	109.4	111.6	112.4	110.6	110.6	110.6	3.6
10	110.1	110.4	109.9	108.8	111.5	111.2	109.3	111.7	112.3	110.7	110.7	110.7	3.5
12	110.1	110.4	109.9	108.7	111.7	111.2	109.3	111.6	112.3	110.7	110.6	110.6	3.6
14	110.1	110.4	109.9	108.7	111.8	111.1	109.4	111.6	112.4	110.6	110.6	110.7	3.7
16	110.0	110.3	109.8	108.6	111.9	111.3	109.5	111.6	112.3	110.7	110.7	110.7	3.7
18	110.0	110.3	109.8	108.6	111.9	111.3	109.3	111.7	112.6	110.8	110.6	110.7	4
20	110.0	110.3	109.8	108.6	112.0	111.4	109.4	111.7	112.7	110.8	110.6	110.7	4.1
22	110.0	110.3	109.7	108.7	112.0	111.4	109.4	111.8	112.6	110.8	110.7	110.7	3.9
24	110.0	110.3	109.6	108.6	112.0	111.3	109.4	111.8	112.3	110.8	110.6	110.7	3.7
26	110.0	110.3	109.6	108.7	111.9	111.3	109.5	111.6	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
28	110.0	110.2	109.7	108.6	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.6	110.6	3.7
30	110.0	110.2	109.6	108.6	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.7	110.6	3.7
32	110.1	110.3	109.7	108.8	111.8	111.4	109.4	111.6	112.3	110.7	110.7	110.7	3.7
34	110.1	110.4	109.8	108.7	111.7	111.4	109.4	111.6	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
36	110.0	110.4	109.8	108.7	111.8	111.4	109.4	111.7	112.4	110.7	110.6	110.7	3.7
38	110.0	110.4	109.8	108.7	111.8	111.3	109.4	111.7	112.4	110.6	110.7	110.7	3.7
40	110.0	110.4	109.8	108.6	111.9	111.4	109.3	111.7	112.5	110.6	110.6	110.7	3.9
42	110.0	110.4	109.9	108.6	111.9	111.4	109.4	111.7	112.6	110.8	110.6	110.7	4
44	110.0	110.3	109.8	108.6	111.9	111.4	109.4	111.7	112.4	110.6	110.7	110.7	3.6
46	110.0	110.3	109.8	108.6	111.9	111.4	109.4	111.8	112.6	110.7	110.6	110.7	4
48	110.0	110.3	109.8	108.6	111.8	111.5	109.4	111.9	112.4	110.7	110.6	110.7	3.8
50	110.1	110.3	109.7	108.7	111.8	111.3	109.3	111.8	112.3	110.7	110.7	110.7	3.6
52	110.0	110.3	109.6	108.6	111.8	111.3	109.3	111.8	112.3	110.6	110.8	110.6	3.7
54	110.0	110.3	109.6	108.6	111.8	111.6	109.3	111.8	112.6	110.6	110.8	110.7	4
56	110.0	110.3	109.7	108.6	111.8	111.6	109.3	111.8	112.7	110.6	110.8	110.7	4.1
58	110.0	110.0	109.6	108.7	111.8	111.7	109.4	111.8	112.6	110.6	110.8	110.7	3.9
60	110.1	110.4	109.7	108.8	111.6	111.6	109.4	111.8	112.5	110.6	110.7	110.7	3.7
T. PROM.	110.0	110.3	109.8	108.7	111.8	111.4	109.4	111.7	112.4	110.7	110.7	110.7	
T. MAX	110.1	110.4	109.9	108.8	112.0	111.7	109.5	111.9	112.7	110.8	110.8		
T. MIN	110.0	110.0	109.6	108.6	111.5	111.1	109.1	111.6	112.3	110.6	110.5		
DTT	0.1	0.4	0.3	0.2	0.5	0.6	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.7	0.3
Mínima Temperatura Medida	108.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.8	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	4.1	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°026-2021 GLT

Página 3 de 4

8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termoplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C.

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 888

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



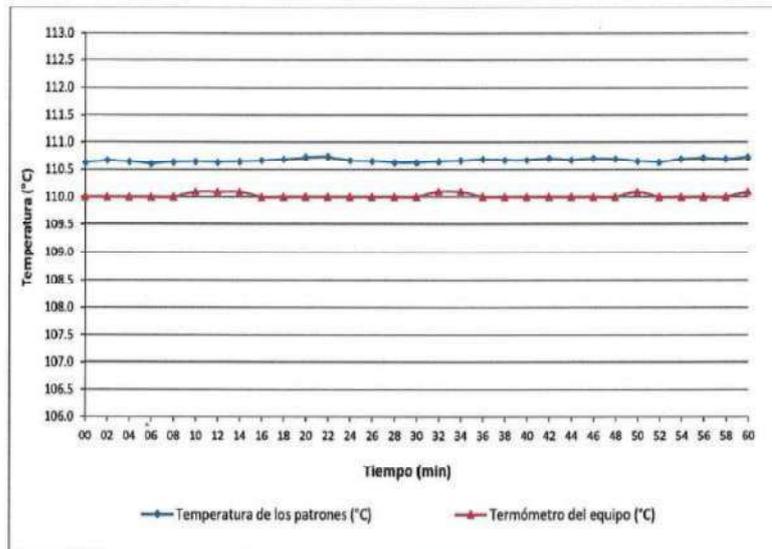
LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



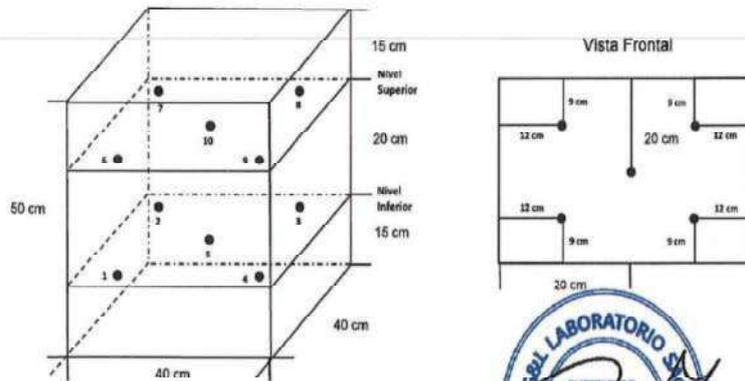
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°026-2021 GLT
Página 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles



G&L LABORATORIO S.A.C
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elise II Etapa Los Olivos - Lima
Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 027-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-02-03

1. SOLICITANTE : GEOLUMAS S.A.C

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA
JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : V11P30T

NÚMERO DE SERIE : 40901366

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 30 kg

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.005 kg

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e) : 0.005 kg

PROCEDENCIA : U.S.A

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2021-02-01

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOLUMAS S.A.C
JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

Gilme Augusto Huamán Paquloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



G&L LABORATORIO S.A.C
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima
Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gyllaboratorio.com / laboratorio@gyllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24.2 °C	24.4 °C
Humedad Relativa	47 %	47 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30 g. la balanza indicó 29.985 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CER0	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURS0R	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24.2	24.2

Medición N°	Carga L1= 15.000 kg			Carga L2= 30.000 kg		
	I(kg)	ΔL(g)	E(g)	I(kg)	ΔL(g)	E(g)
1	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
2	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
3	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
4	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
5	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
6	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
7	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
8	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
9	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
10	15.000	2.5	0.0	29.995	2.0	-4.5
Error Máximo			0.0	0.0		
Error Máximo permitido ±			15 g	± 15 g		



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gvllaboratorio.com / laboratorio.gvllaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C

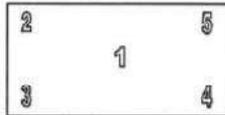


LABORATORIO DE METROLOGÍA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 027 - 2021 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Inicial Final
24.2 24.2

Posición de la Carga	Determinación de E _i				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E _i (g)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	0.050	0.050	2.5	0.0	10.000	10.000	2.5	0.0	0.0
2		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
3		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
4		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
5		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0
6		0.050	2.5	0.0		10.000	2.5	0.0	0.0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final
24.4 24.4

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				empq(**)
	l(kg)	ΔL(g)	F(g)	E _c (g)	l(kg)	ΔL(g)	F(g)	E _c (g)	
0.050	0.050	2.5	0.0						5
0.100	0.100	2.5	0.0	0.0	0.100	2.5	0.0	0.0	5
0.200	0.200	2.5	0.0	0.0	0.200	2.5	0.0	0.0	5
0.500	0.500	2.5	0.0	0.0	0.500	2.5	0.0	0.0	5
1.000	1.000	2.5	0.0	0.0	1.000	2.5	0.0	0.0	5
2.000	2.000	2.5	0.0	0.0	2.000	2.5	0.0	0.0	5
5.000	5.000	2.5	0.0	0.0	5.000	2.5	0.0	0.0	10
10.000	10.000	2.5	0.0	0.0	10.000	2.5	0.0	0.0	10
15.000	15.000	2.5	0.0	0.0	15.000	2.5	0.0	0.0	15
20.000	20.000	2.5	0.0	0.0	20.000	2.5	0.0	0.0	15
30.000	29.995	2.5	-5.0	-5.0	29.995	2.5	-5.0	-6.0	15

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,231E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{004E+00 \text{ g}^2 + 059E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_i: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



G&L LABORATORIO S.A.C

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima

Teléfono: (01) 622 - 5814

Celular: 982 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: servicios@gllaboratorio.com / laboratorio.vilaboratorio@gmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA
 CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 029-2021 GLL

Página 2 de 2

CONO REBORDEADO					
Diámetro del Cono (mm)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (mm)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
165.1	165	165.1	165.1	165.1	0.0

FRASCO PLASTICO DE 1 GALÓN					
Capacidad (gl)	INDICACIÓN DEL PATRÓN (galón)			PROMEDIO (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
	1	2	3		
1	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0

FIN DEL DOCUMENTO



G&L LABORATORIO S.A.C
 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima
 Teléfono: (01) 622 - 5814
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858
 Correo: servicios@gvllaboratorio.com / laboratorio.gvllaboratorio@gmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C

Anexo N° 04: resultados del factor de seguridad estático con el programa SLIDE.

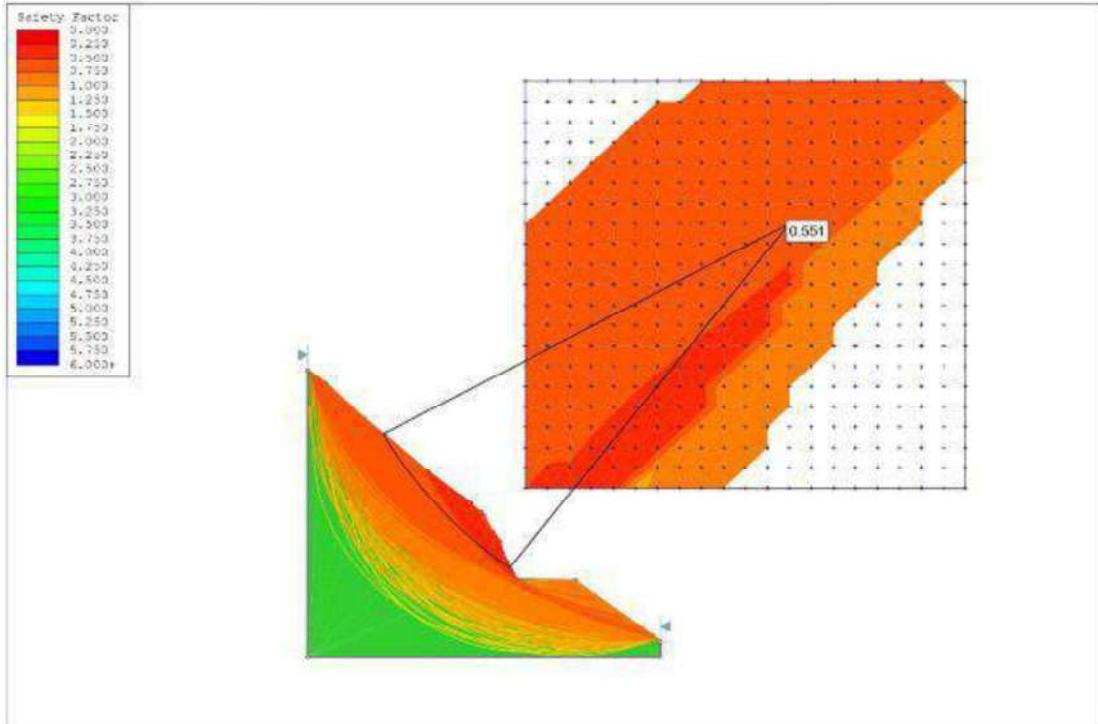


Figura 23. Análisis de estabilidad estático de talud normal en el Km 267+950 con **F.S.=0.551** sin refuerzo de geoceldas. falla de talud debido, que no cumple con la norma CE.020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

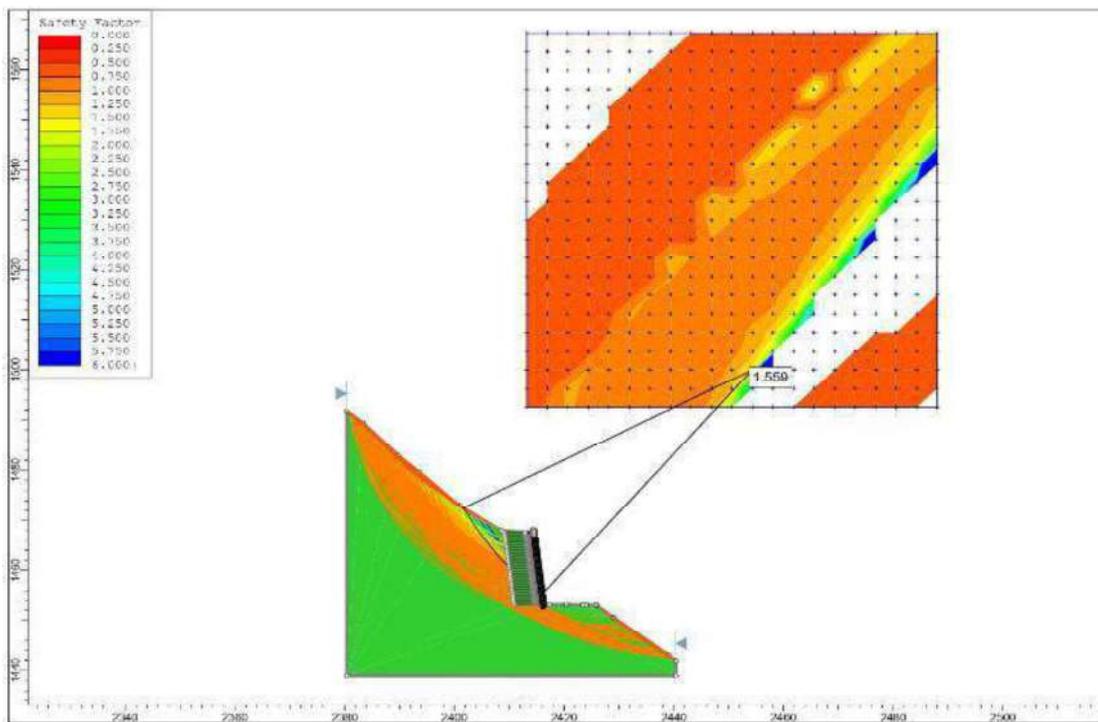


Figura 24. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 3.70 m. **F.S.=1.559**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

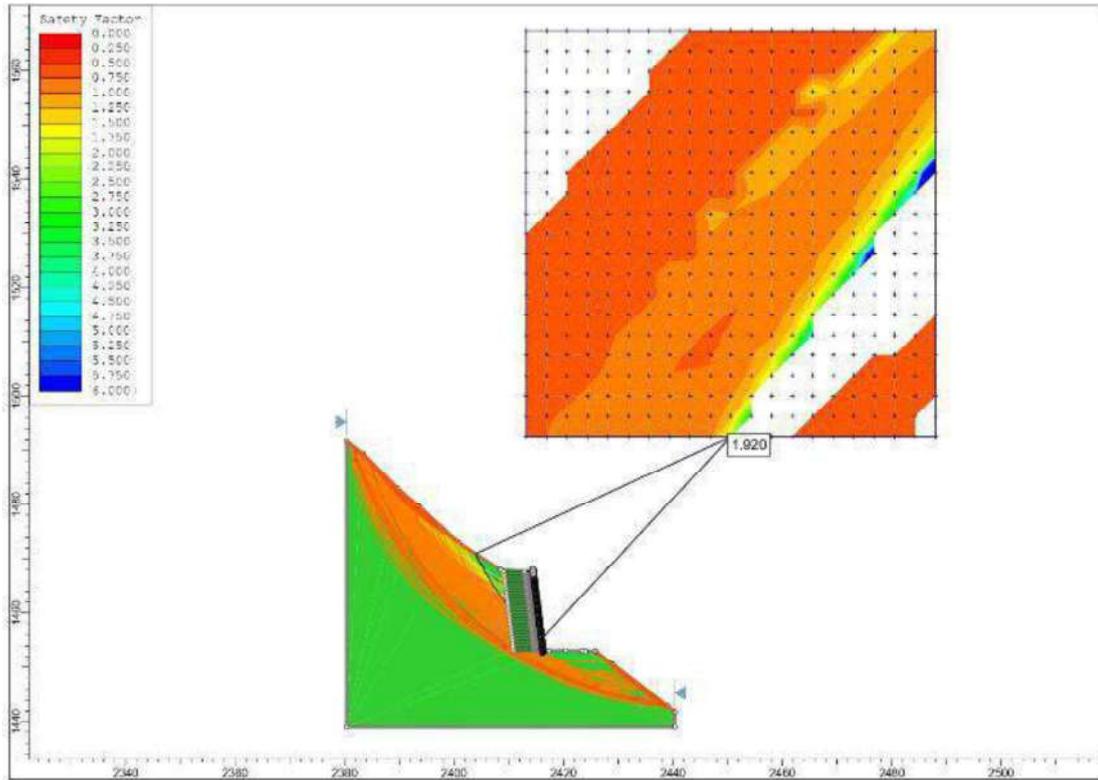


Figura 25. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 4.30 m. **F.S.=1.920**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

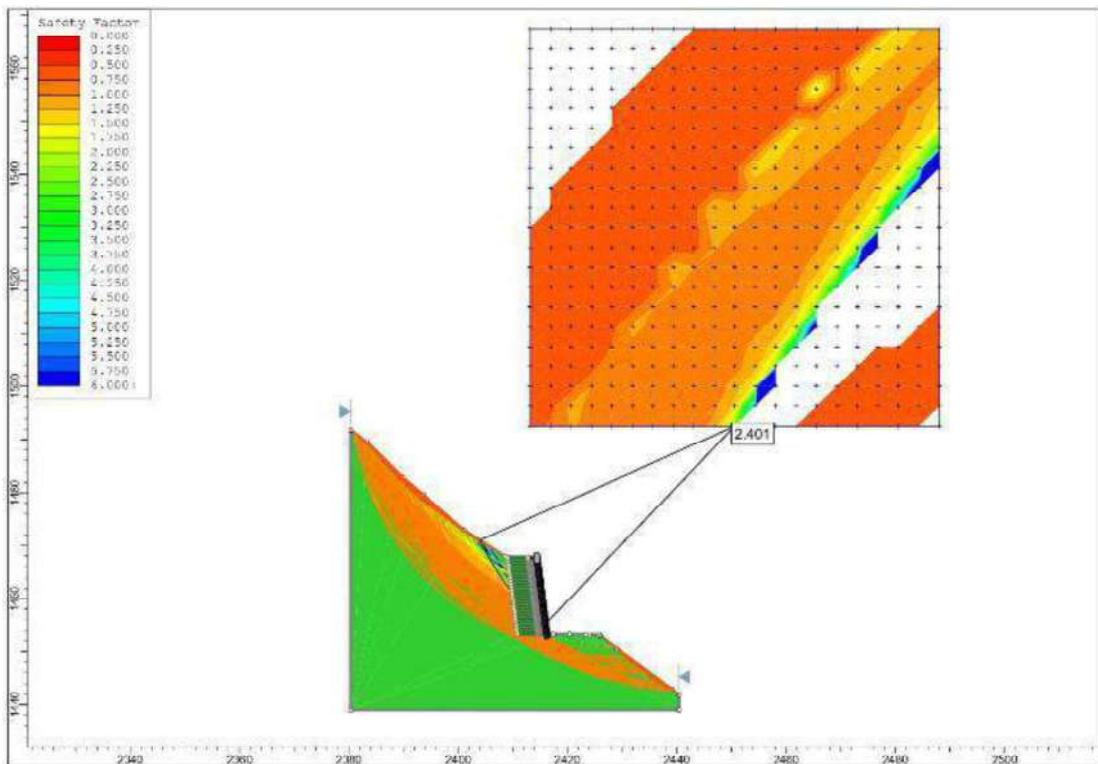


Figura 26. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.10 m. **F.S.=2.401**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

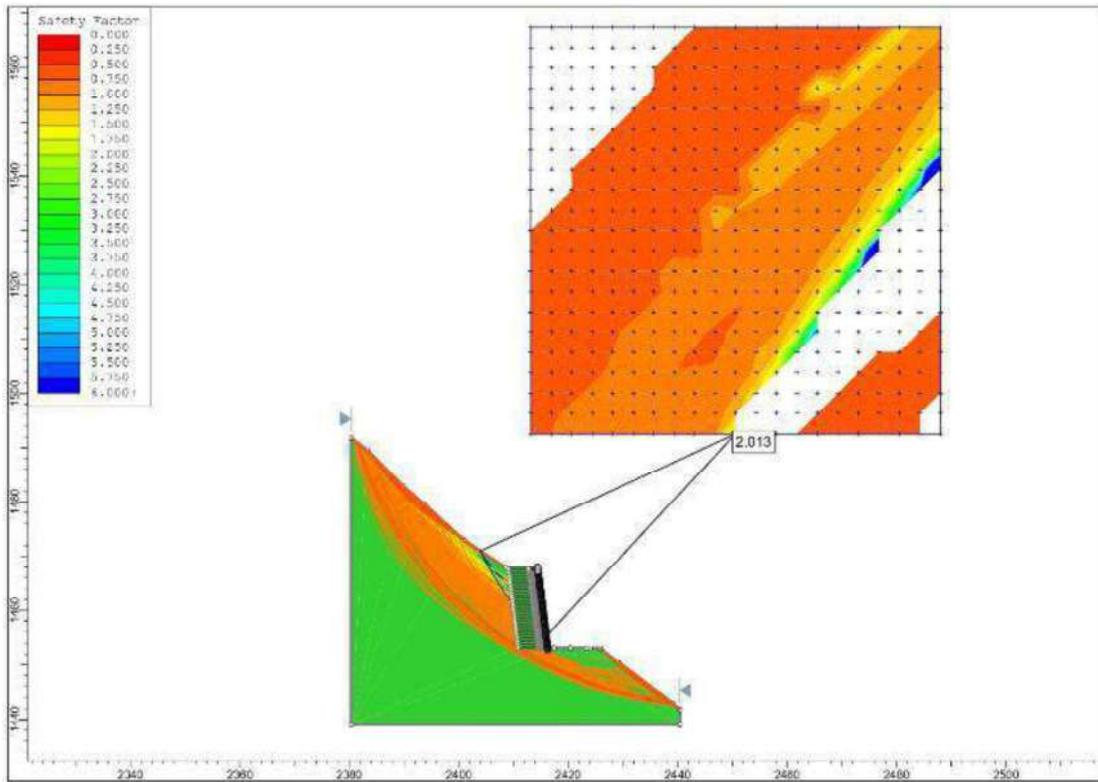


Figura 27. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.90 m. **F.S.=2.013**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

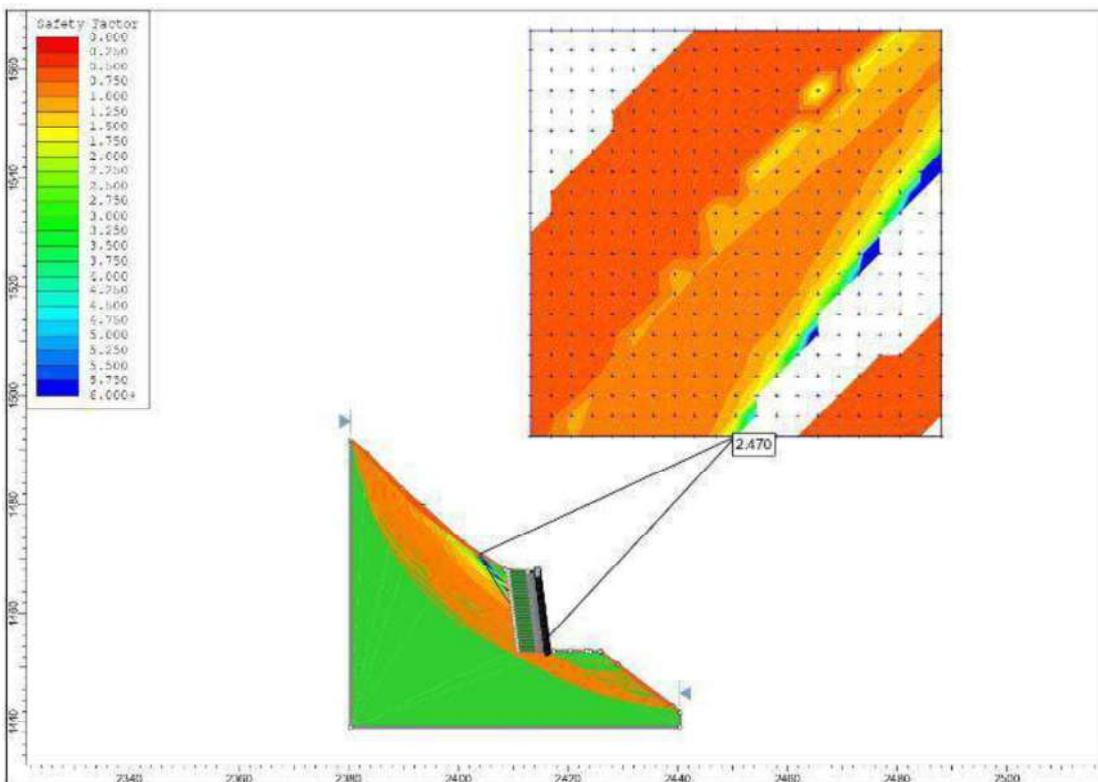


Figura 28. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 6.90 m. **F.S.=2.470**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

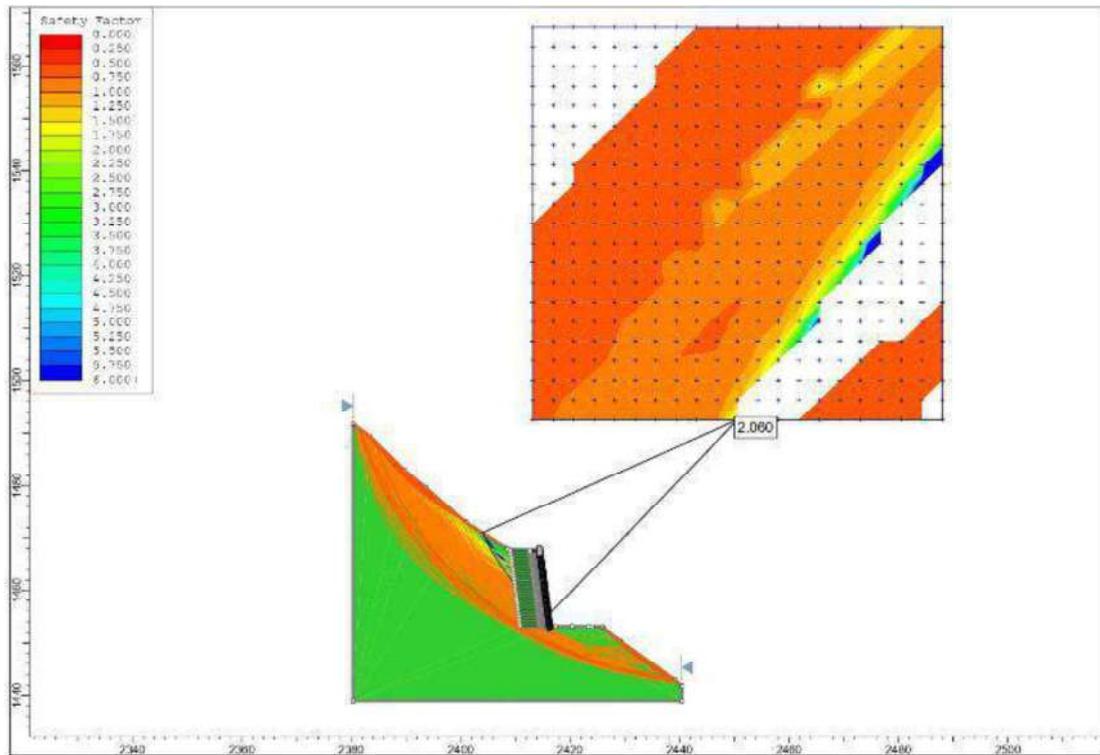


Figura 29. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 5.10 m. **F.S.=2.060**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

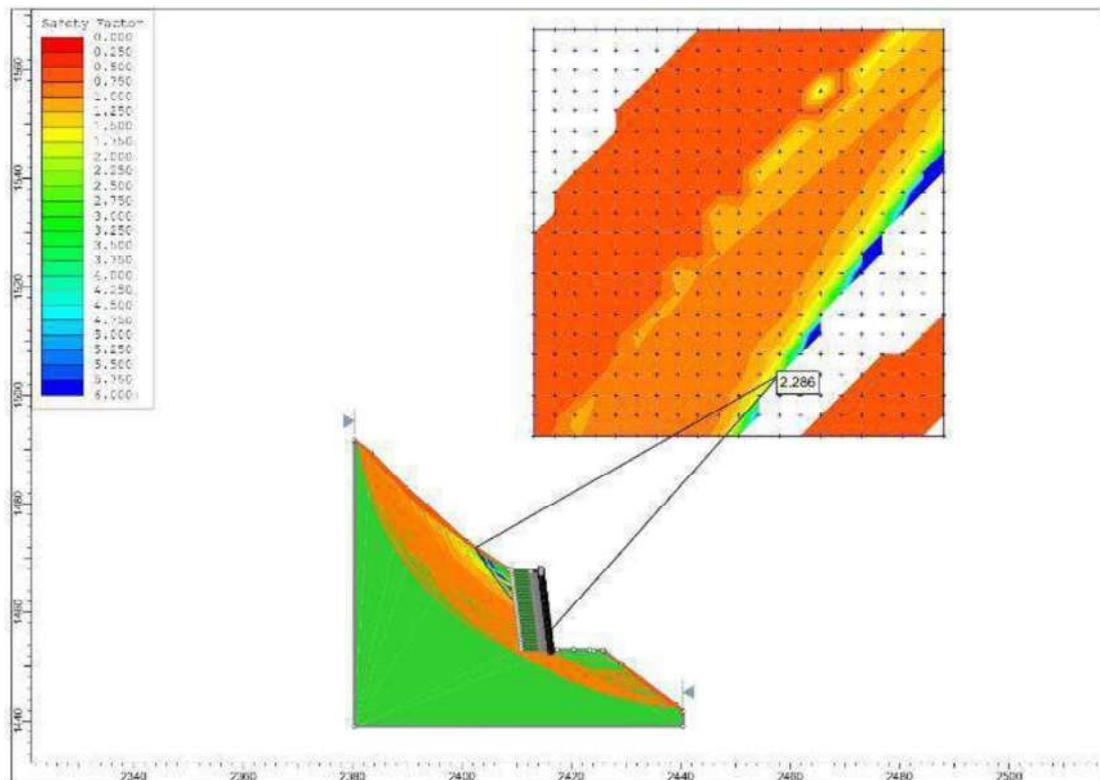


Figura 30. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 6.00 m. **F.S.=2.286**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

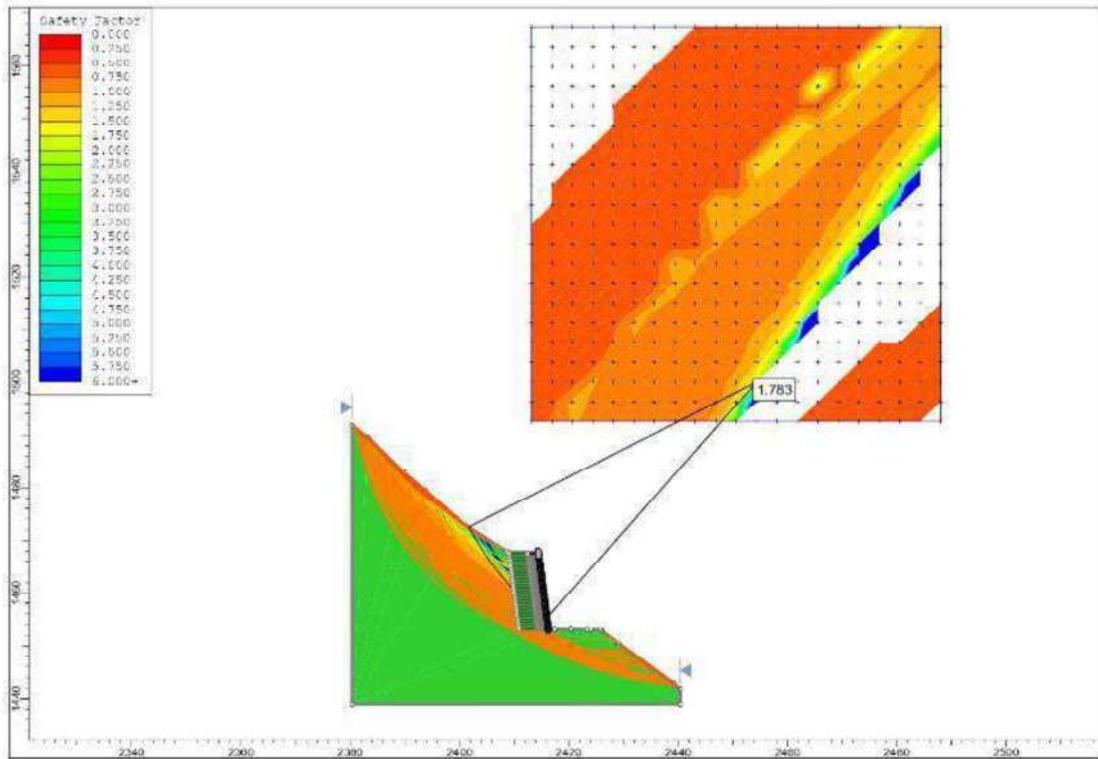


Figura 31. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 7.10 m. **F.S.=1.783**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

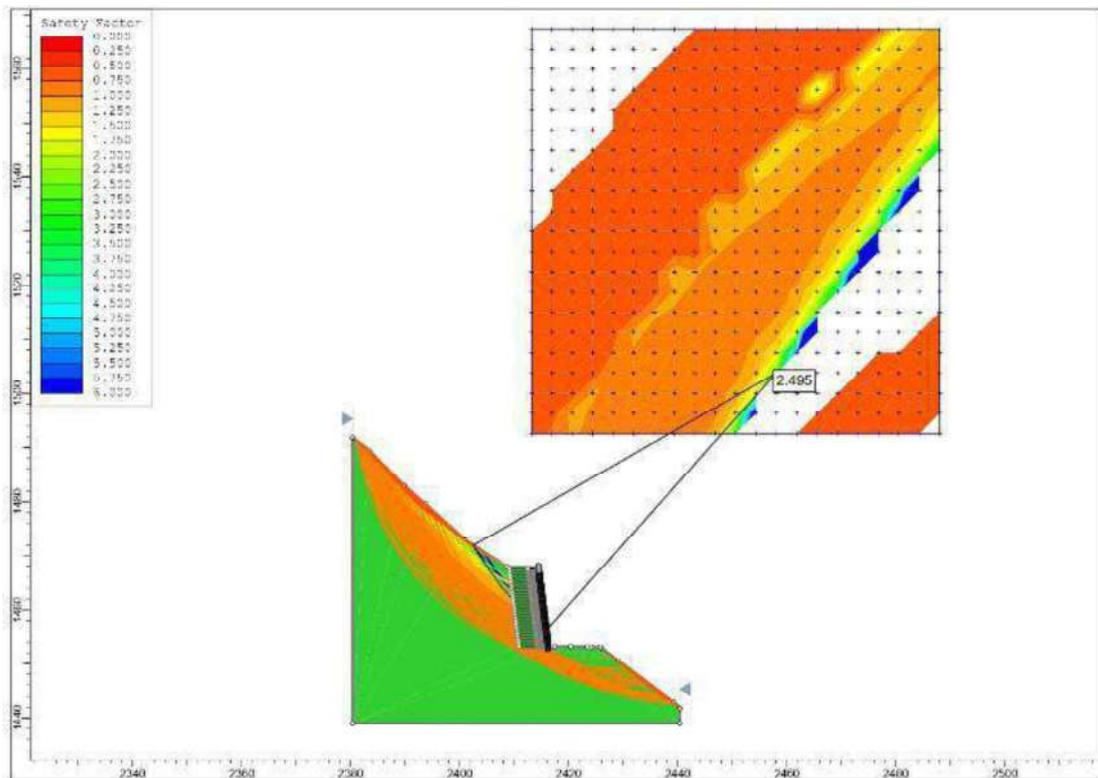


Figura 32. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 8.20 m. **F.S.=2.495**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

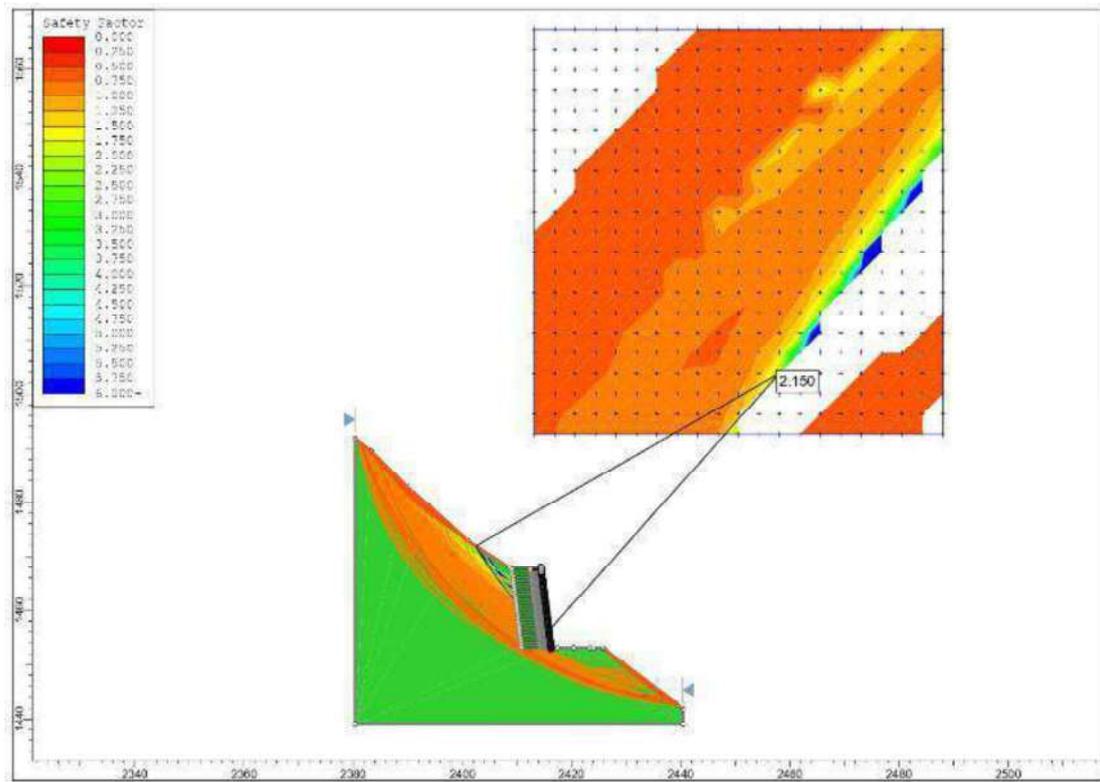


Figura 33. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 9.60 m. **F.S.=2.150**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

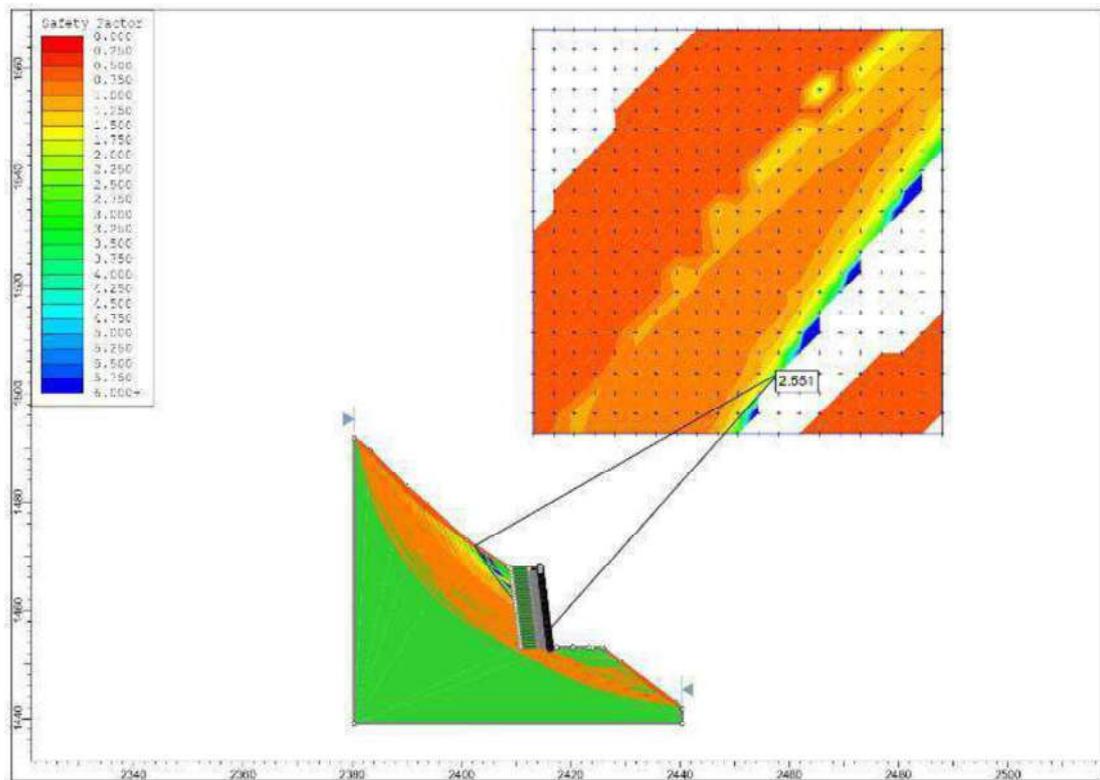


Figura 34. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 5.10 m. **F.S.=2.551**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

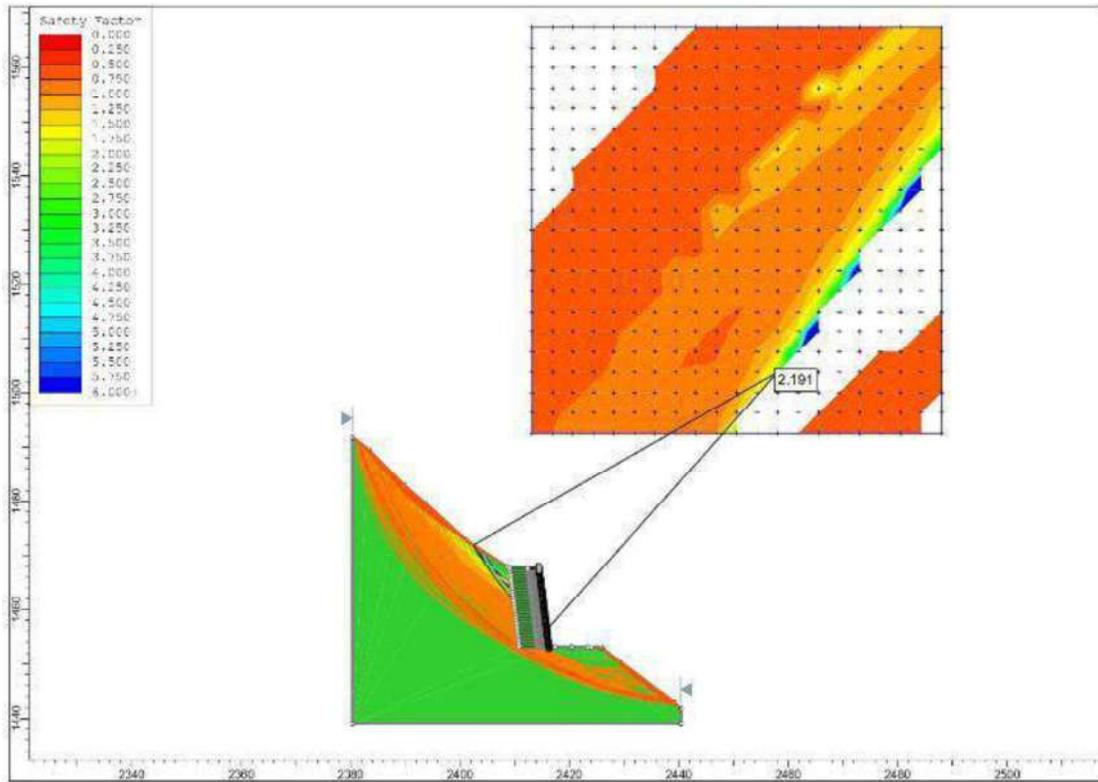


Figura 35. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceladas medianas de 267 mm x 330 mm x 6.00 m. **F.S.=2.191**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

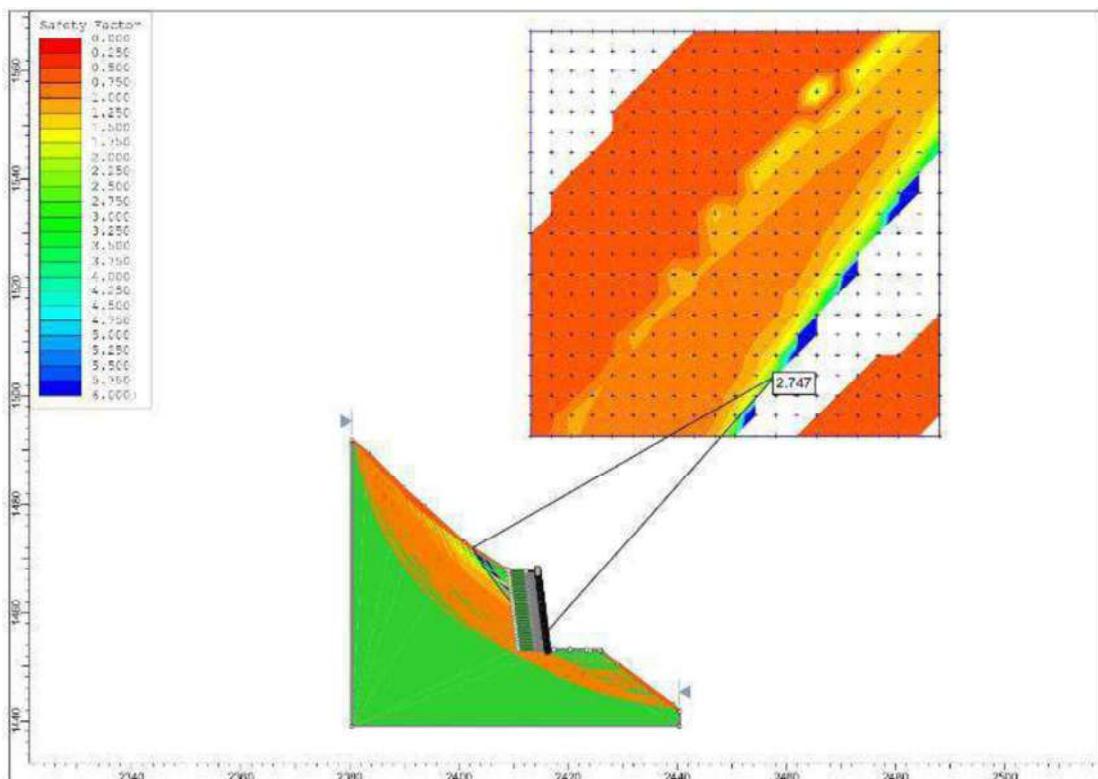


Figura 36. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceladas medianas de 267 mm x 330 mm x 7.10 m. **F.S.=2.747**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

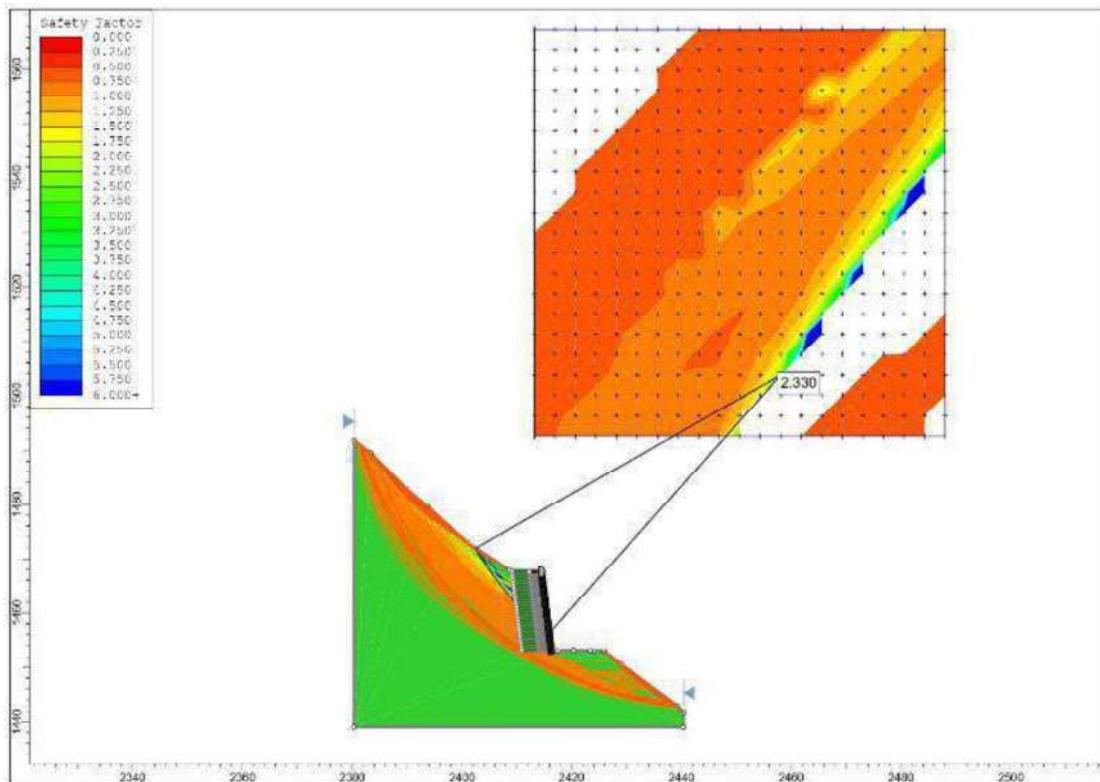


Figura 37. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceladas medianas de 267 mm x 330 mm x 8.20 m. **F.S.=2.330**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

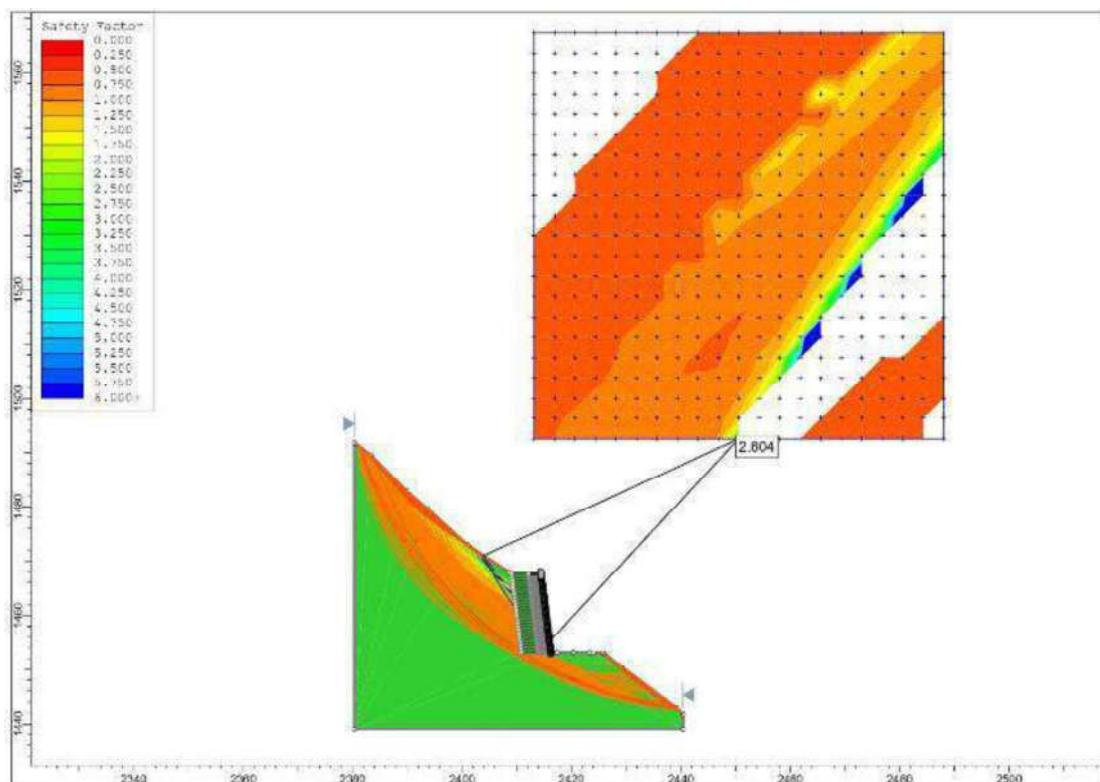


Figura 38. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceladas medianas de 267 mm x 330 mm x 9.60 m. **F.S.=2.604**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

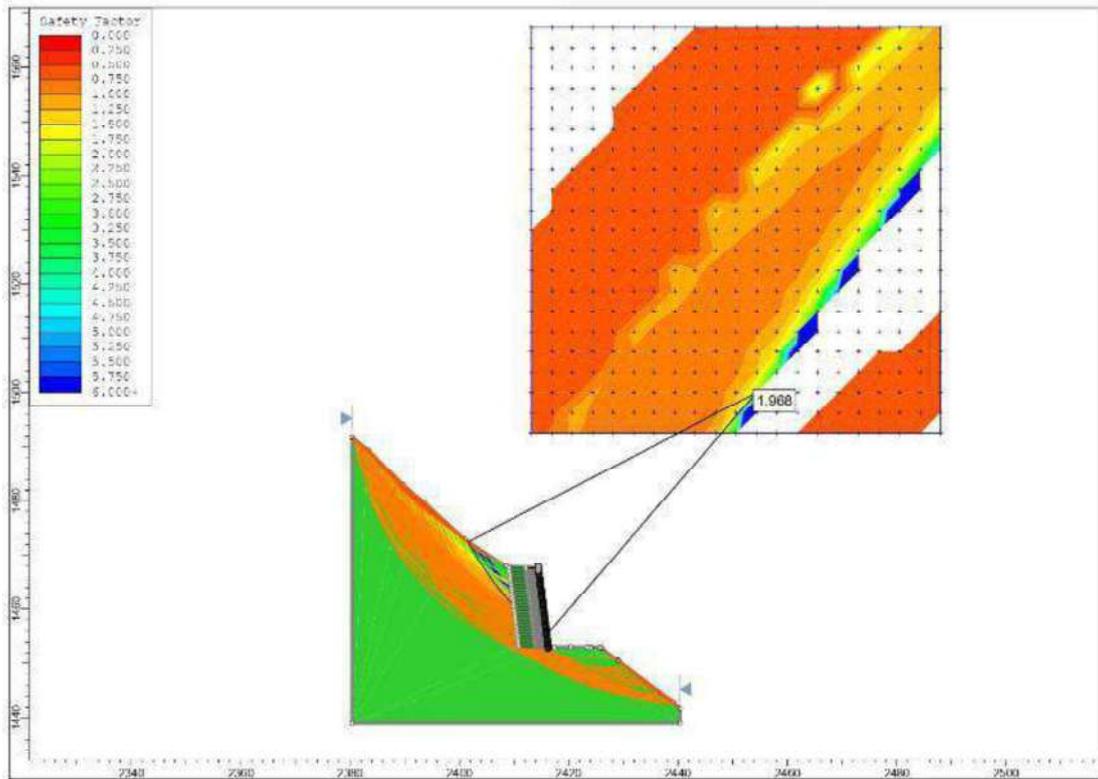


Figura 39. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 8.30 m. **F.S.=1.968**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

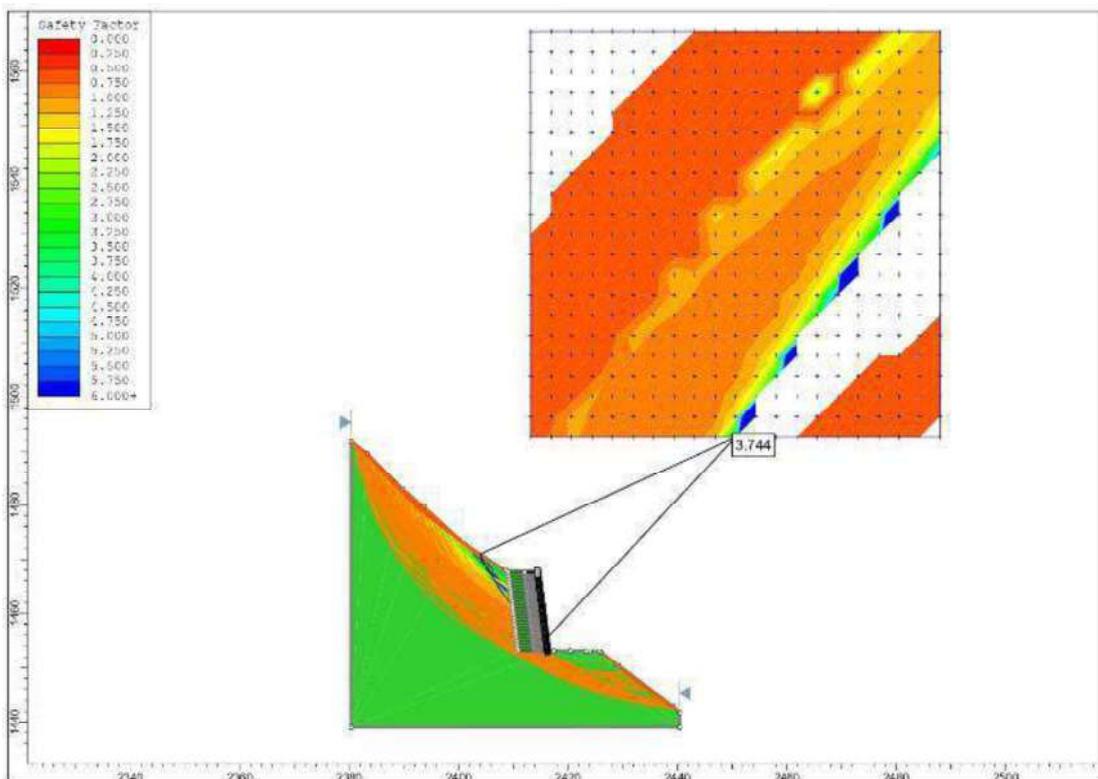


Figura 40. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 9.70 m. **F.S.=3.744**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

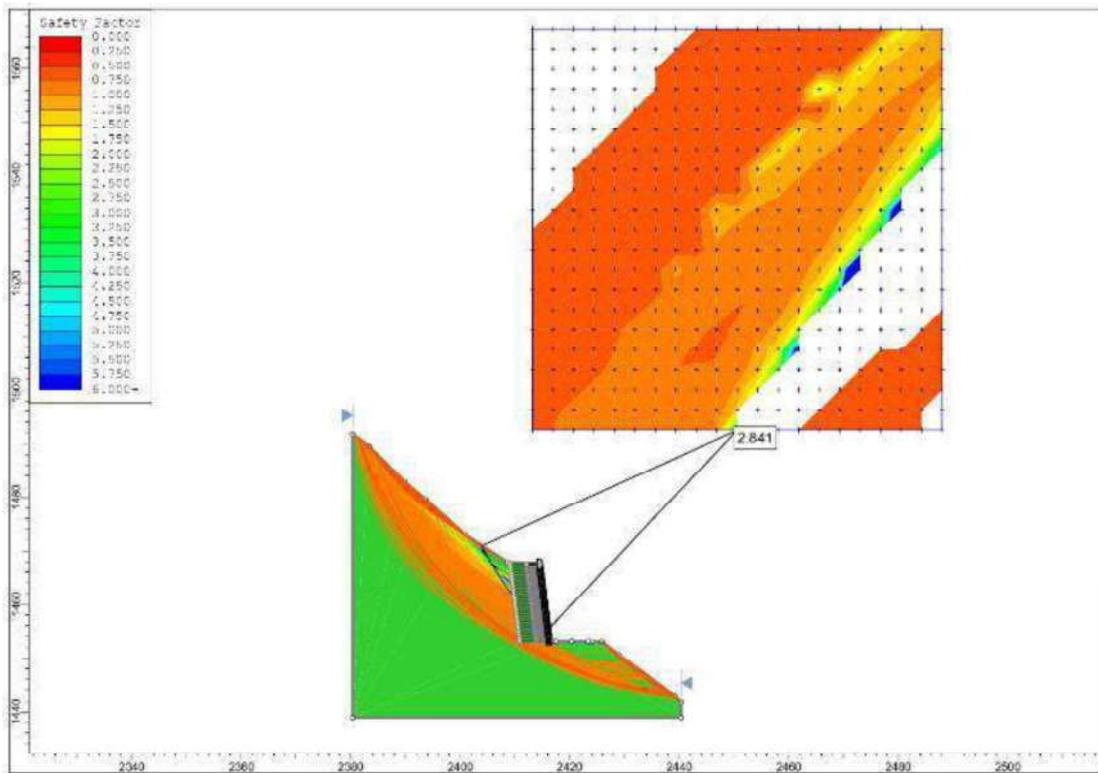


Figura 41. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 11.60 m. **F.S.=2.841**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

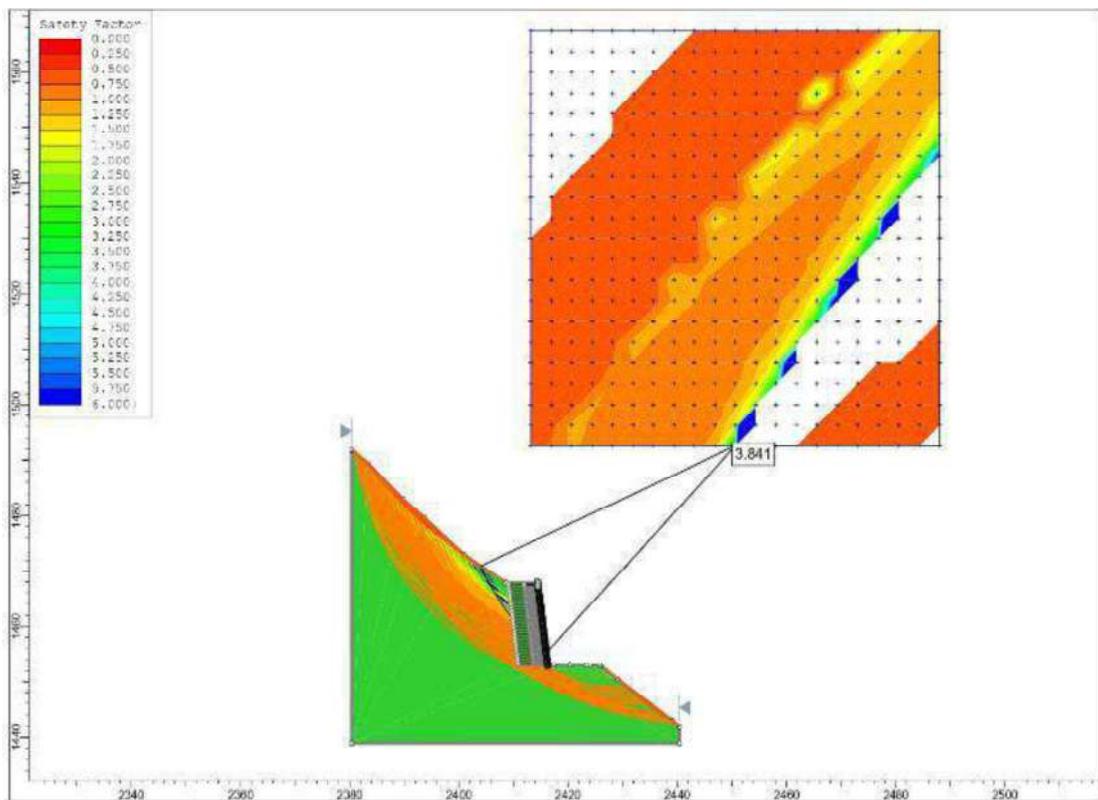


Figura 42. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m. **F.S.=3.841**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

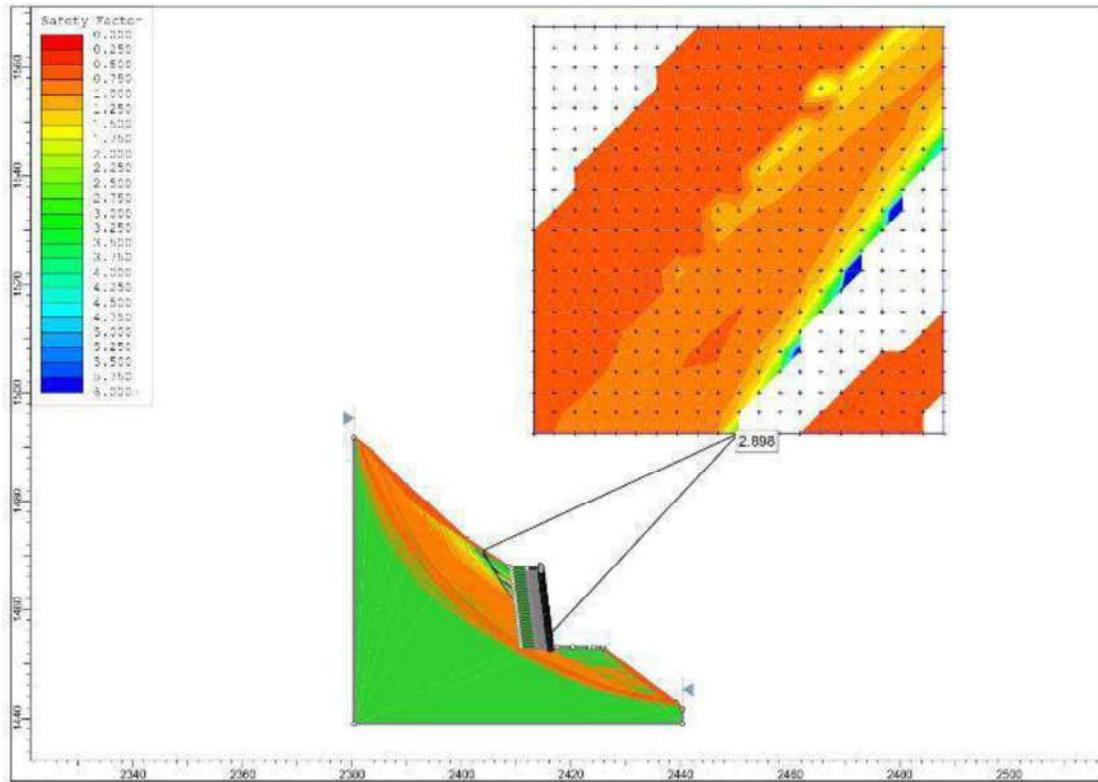


Figura 43. Análisis de estabilidad estático de talud en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 15.80 m. **F.S.=2.898**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

Anexo N° 05: resultados del factor de seguridad pseudo estático con el programa SLIDE

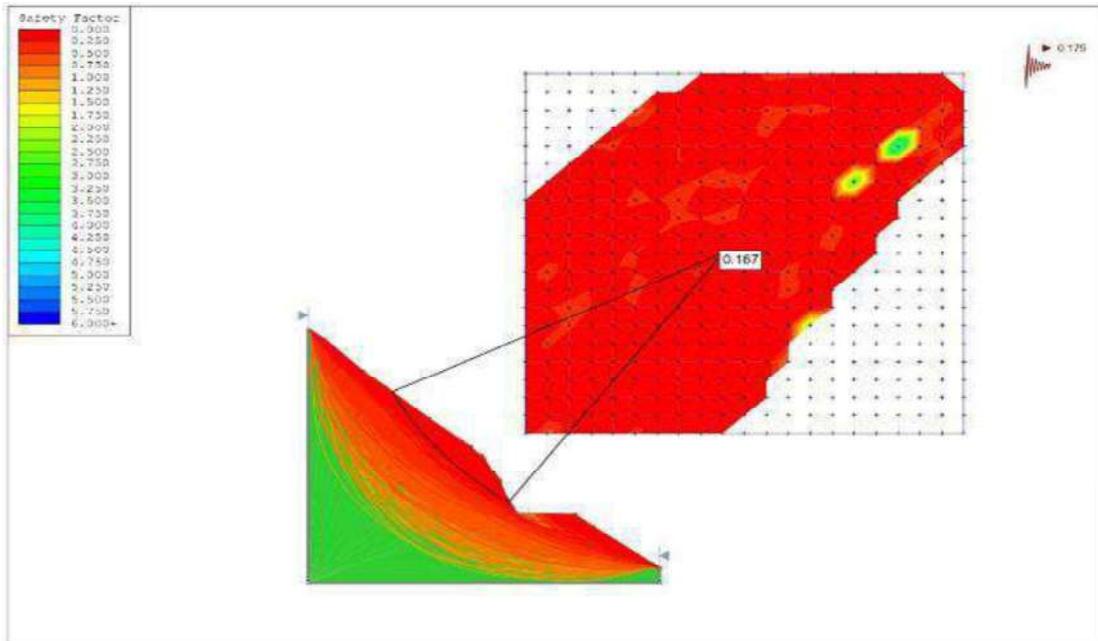


Figura 44. Análisis de estabilidad de talud pseudo estático en el Km 267+950 con **F.S.=0.167** sin refuerzo de geoceldas. falla de talud, debido que no cumple con la norma CE.020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.25**

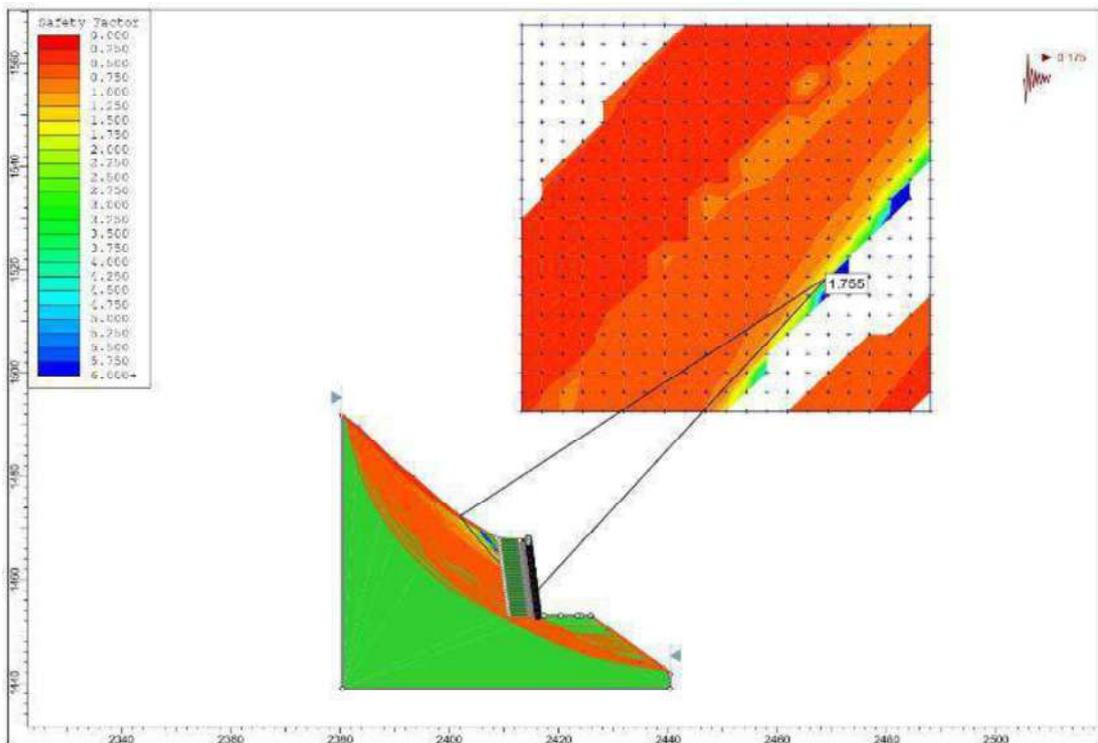


Figura 45. Análisis de estabilidad de talud pseudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 3.70 m. **F.S.=1.755**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

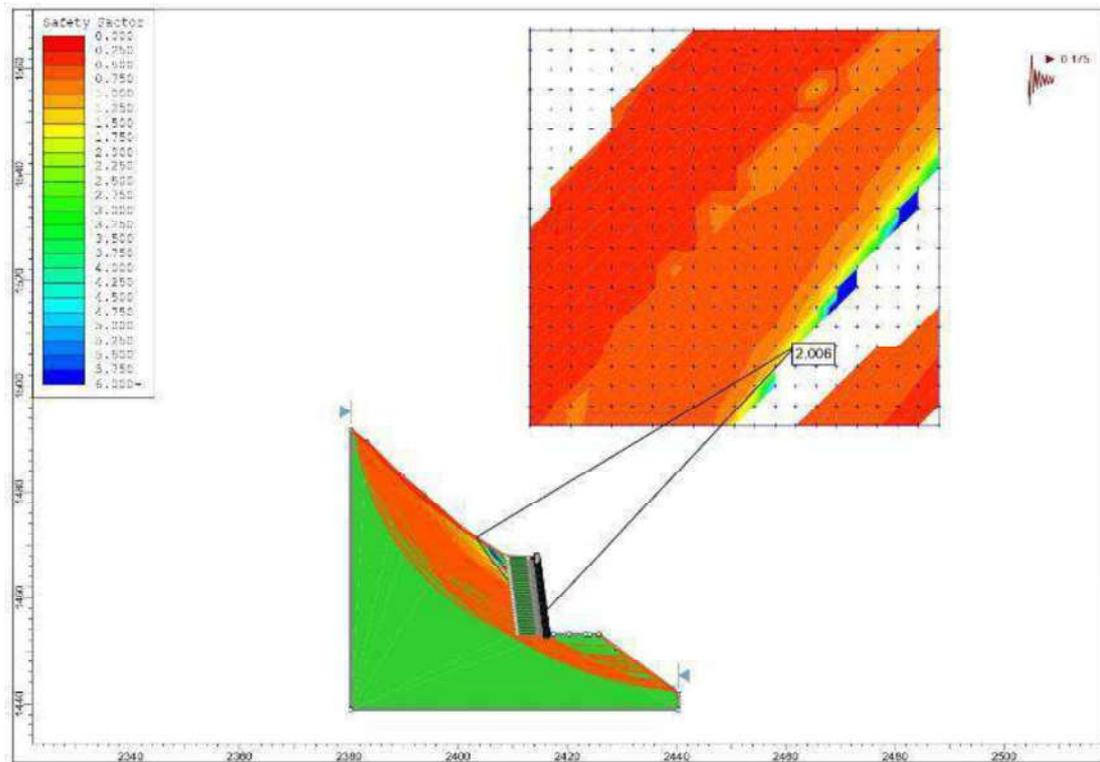


Figura 46. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 4.30 m. **F.S.=2.006**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

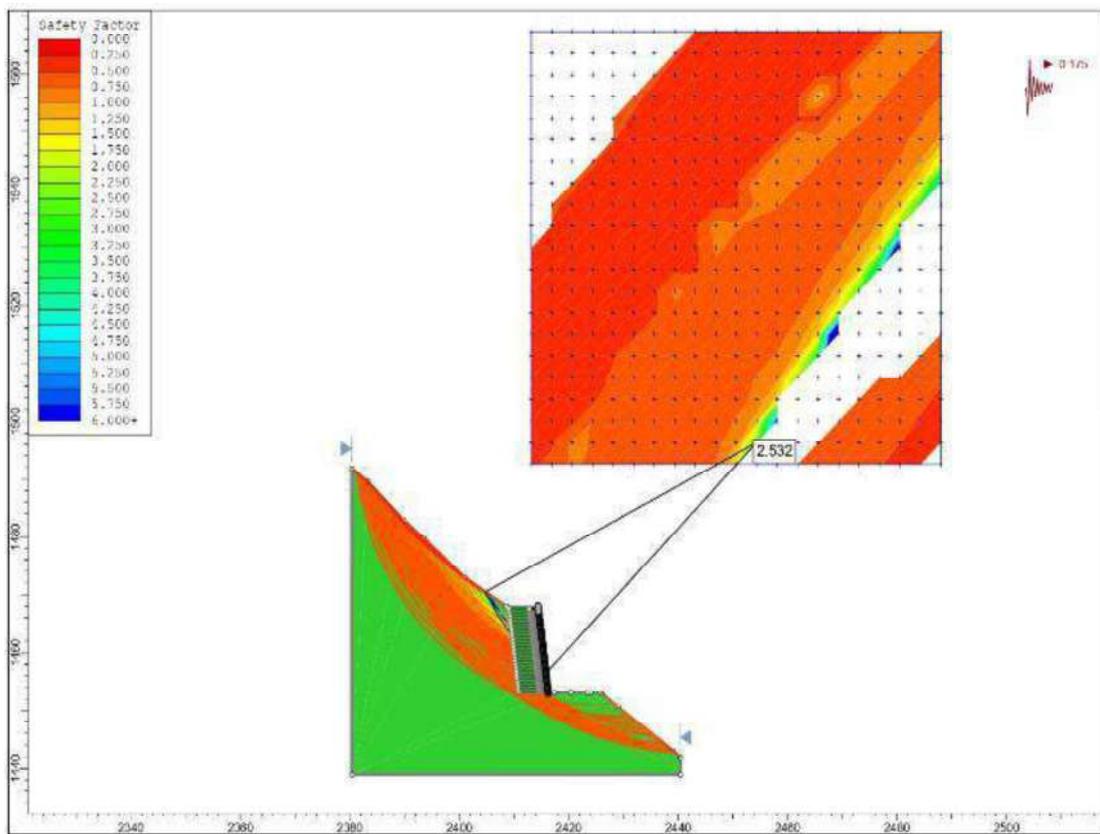


Figura 47. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.10 m. **F.S.=2.532**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

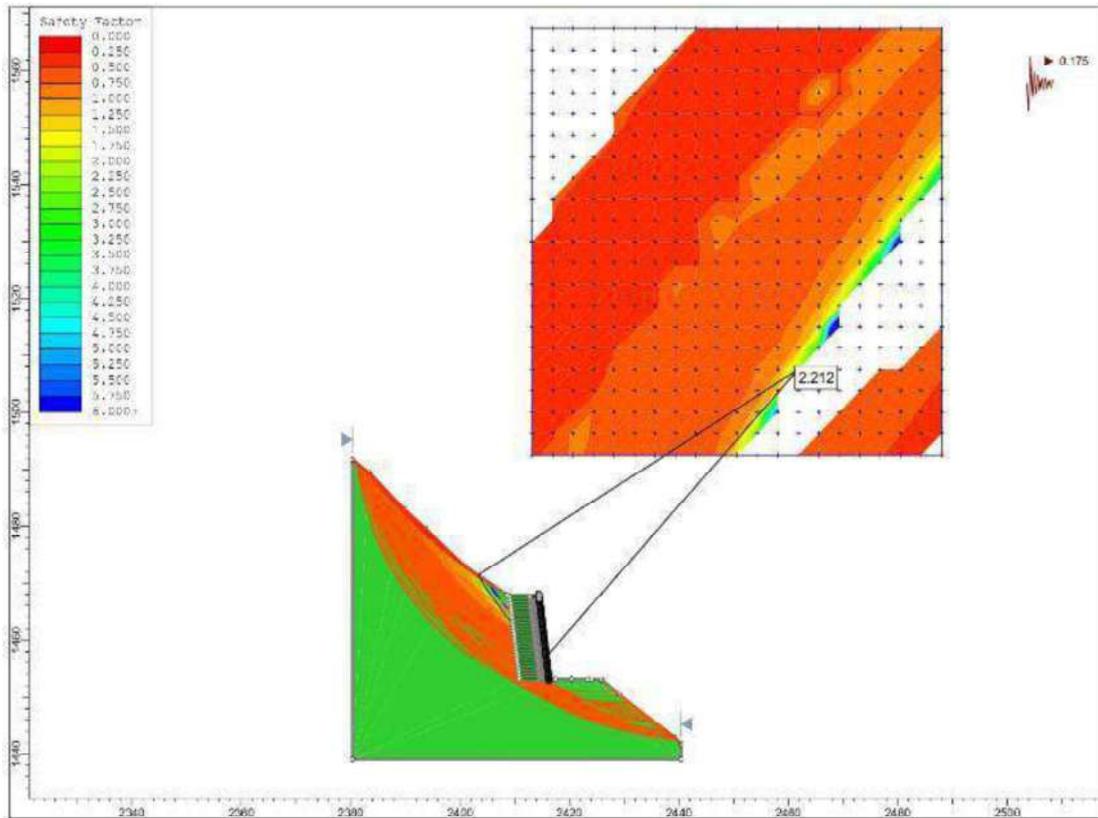


Figura 48. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 5.90 m. **F.S.=2.212**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

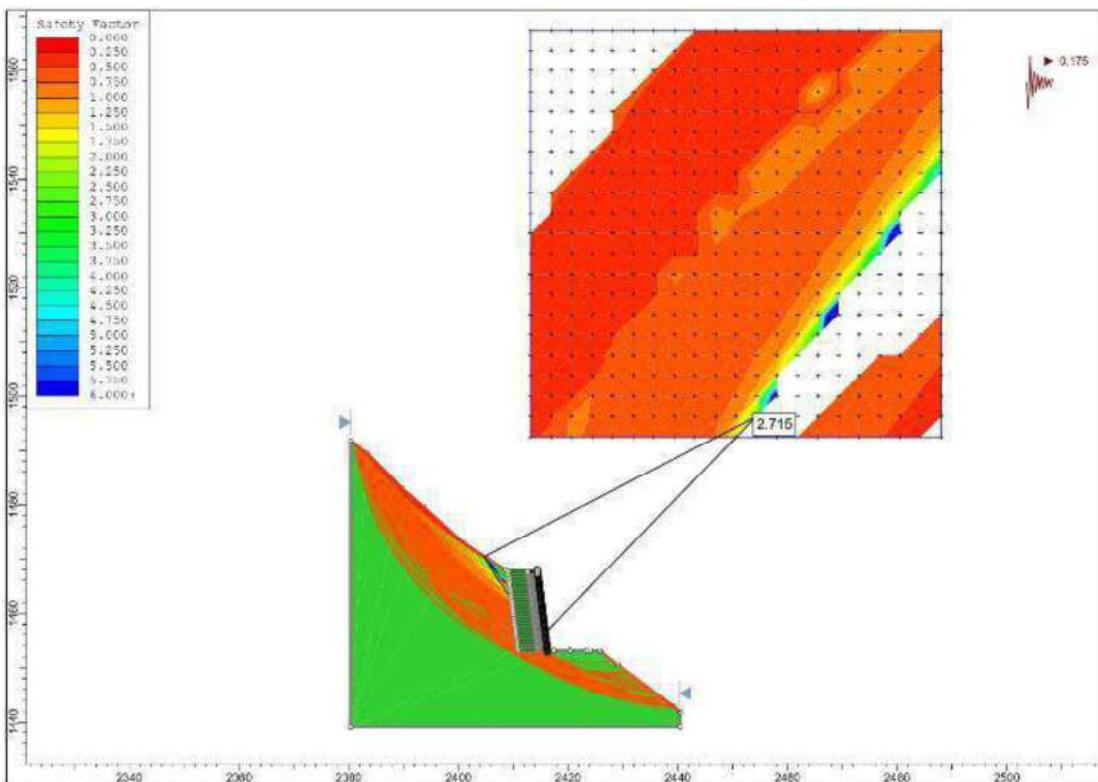


Figura 49. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas pequeñas de 224 mm x 259 mm x 6.90 m. **F.S.=2.715**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

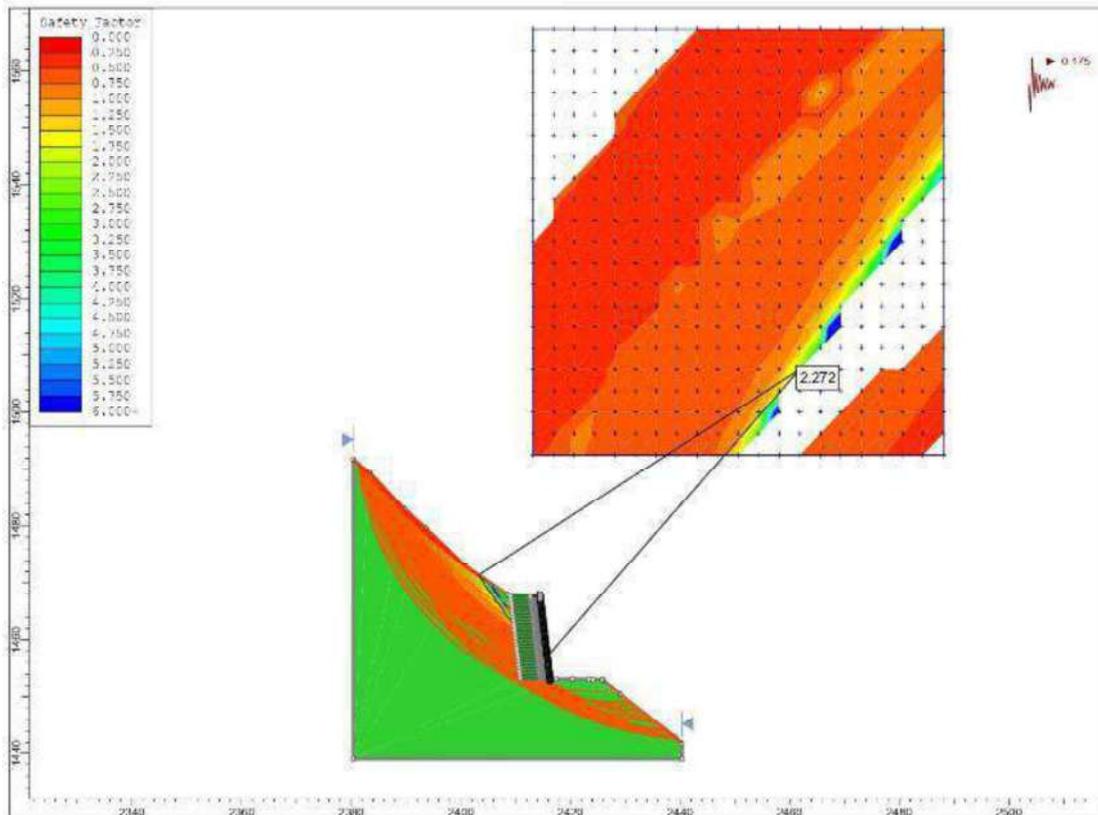


Figura 50. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 5.10 m. **F.S.=2.272**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

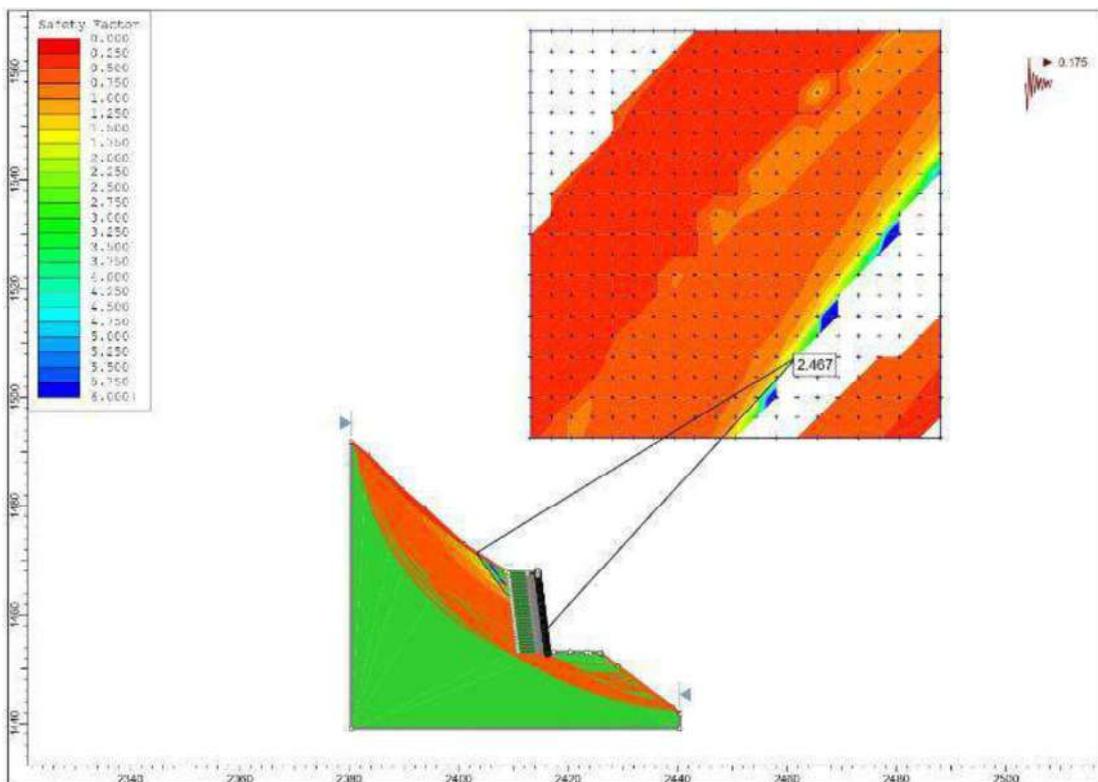


Figura 51. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 6.00 m. **F.S.=2.467**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

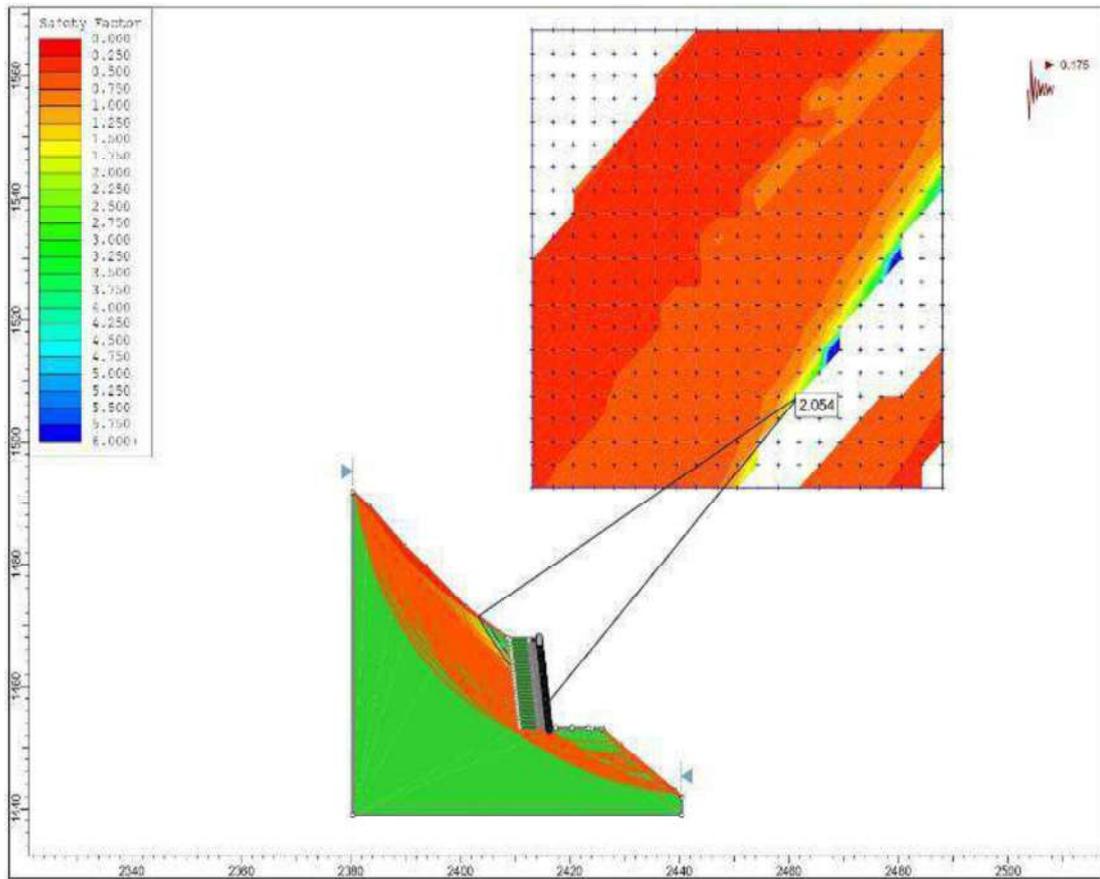


Figura 52. Factor de seguridad seudo estático del talud en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 7.10 m. **F.S.=2.054**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

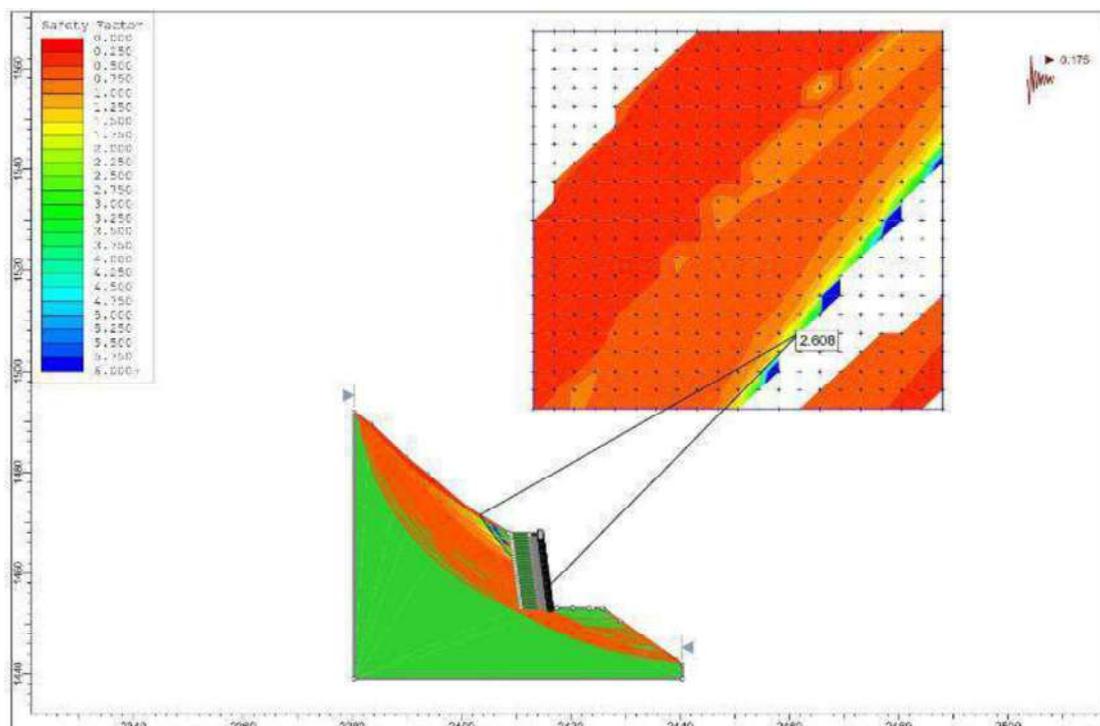


Figura 53. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 8.20 m. **F.S.=2.608**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

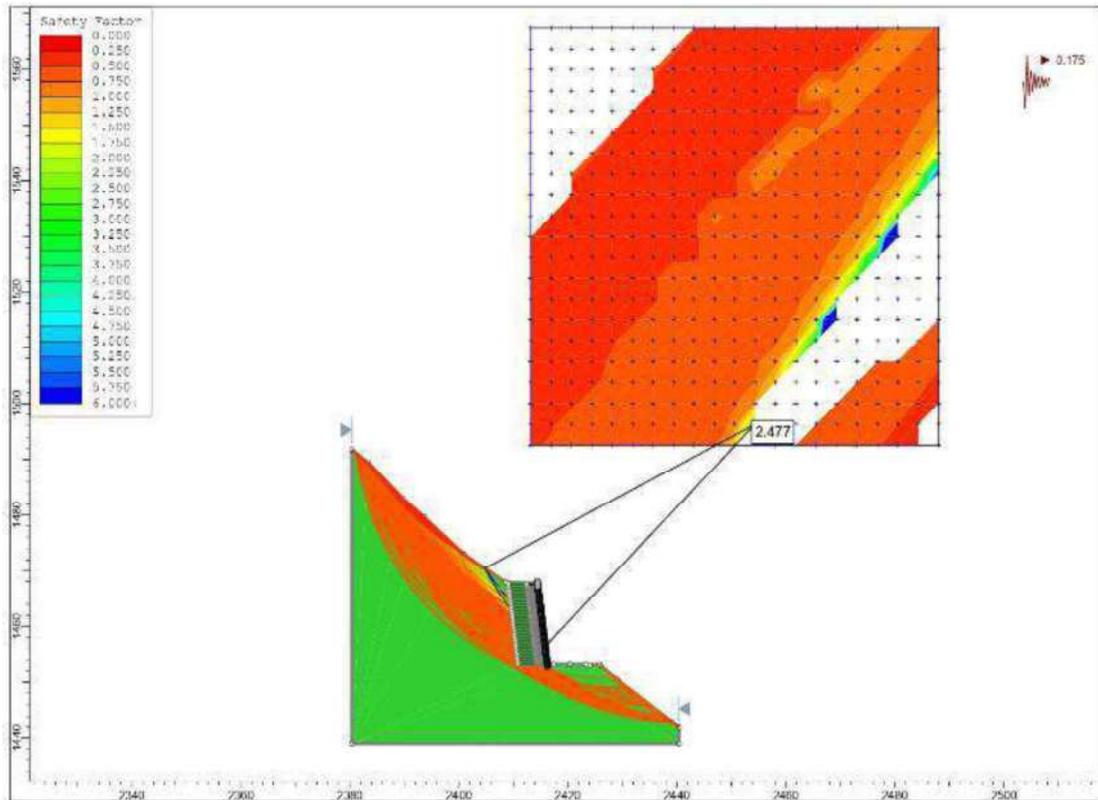


Figura 54. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 287 mm x 320 mm x 9.60 m. **F.S.=2.477**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

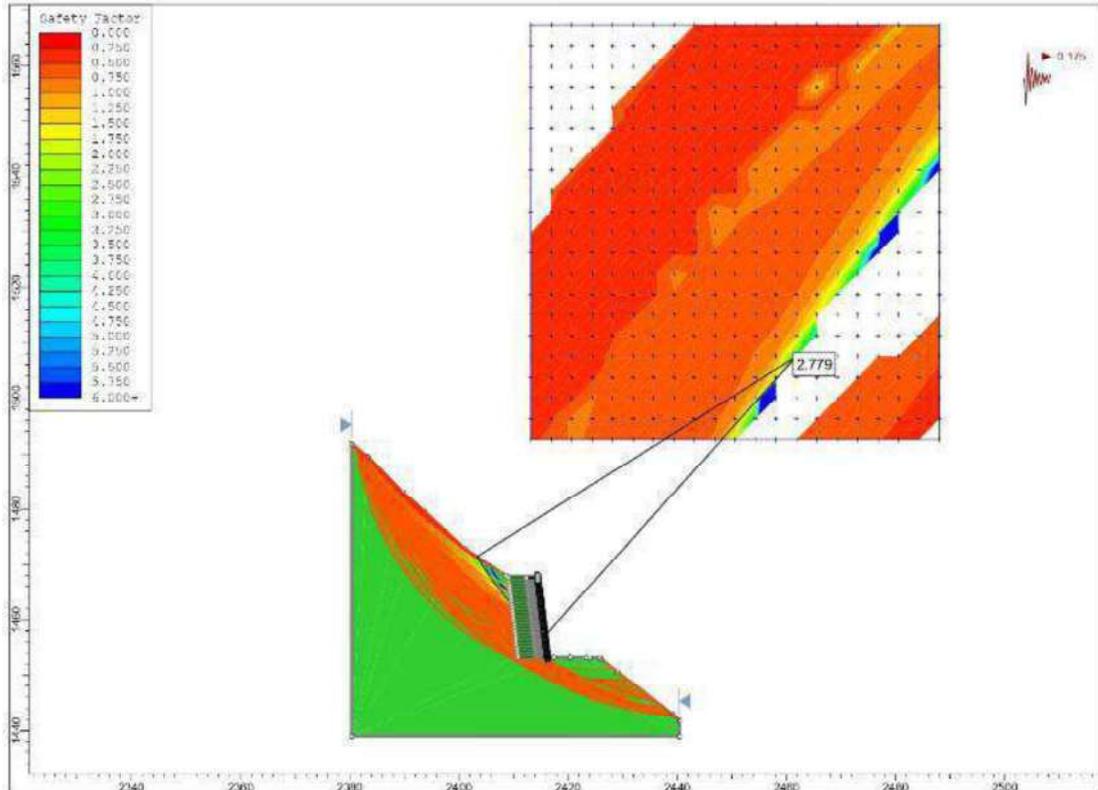


Figura 55. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 5.10 m. **F.S.=2.779**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

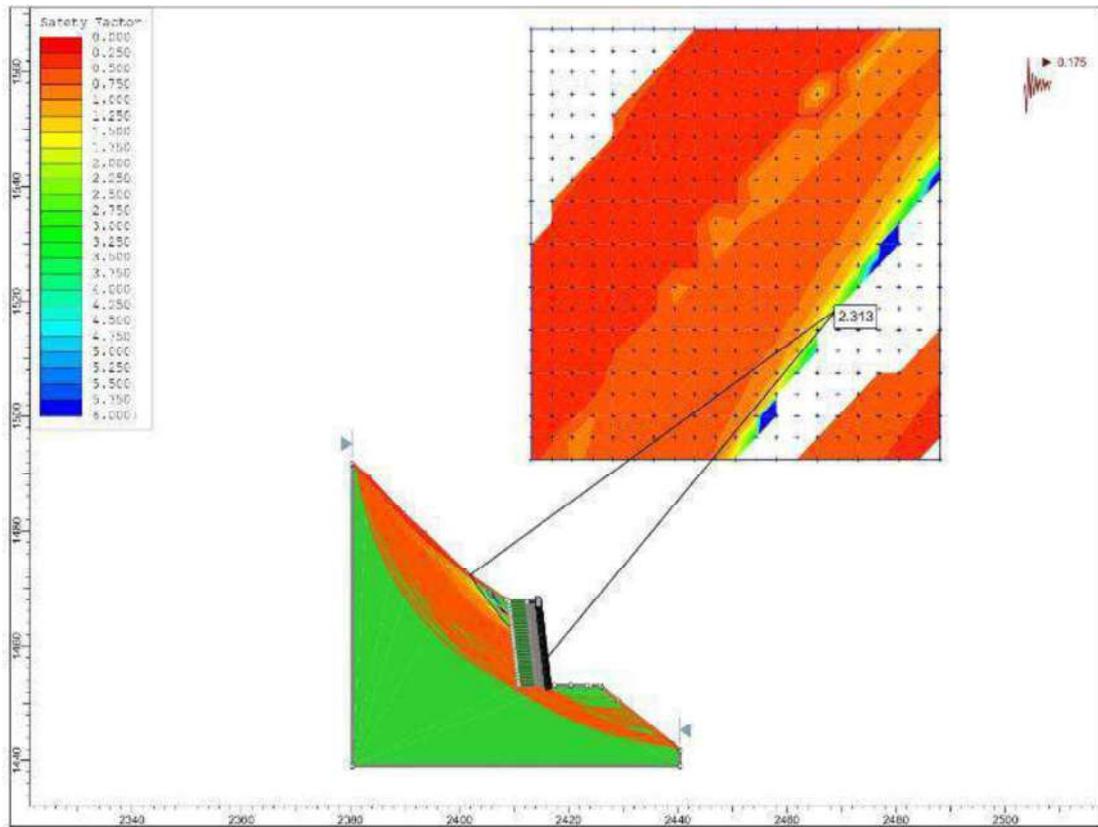


Figura 56. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 6.00 m. **F.S.=2.313**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

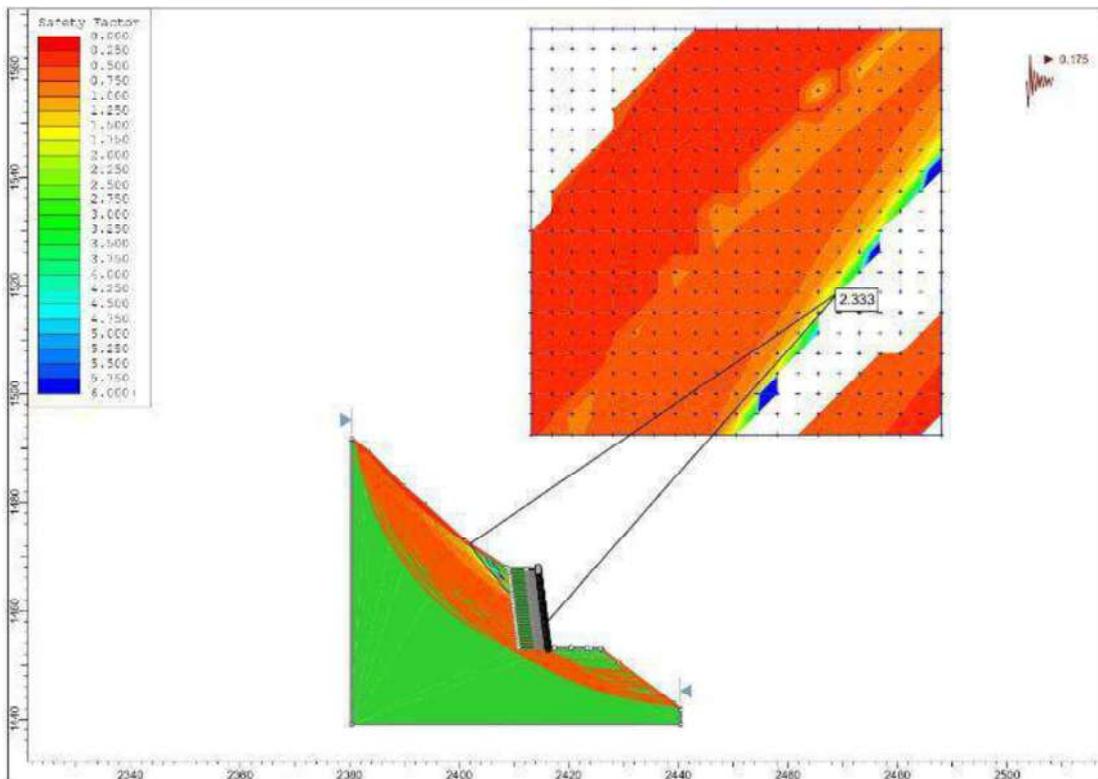


Figura 57. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 7.10 m. **F.S.=2.333**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

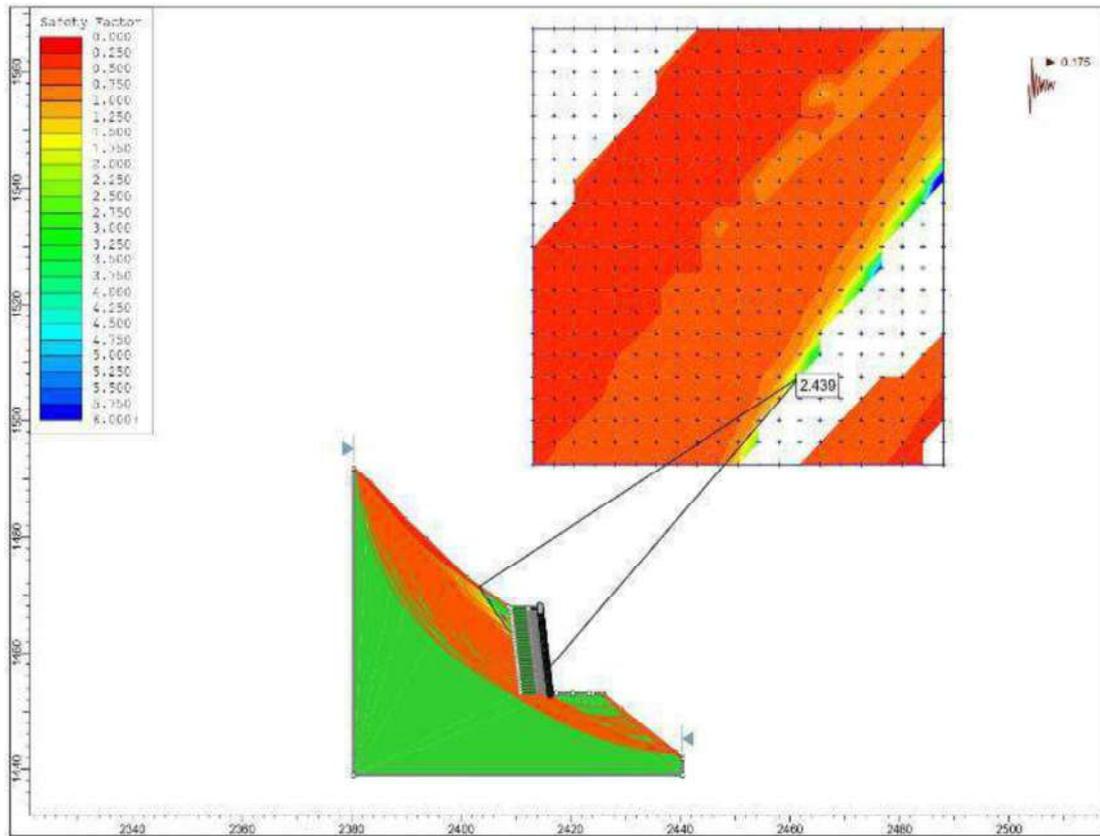


Figura 58. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 8.20 m. **F.S.=2.439**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

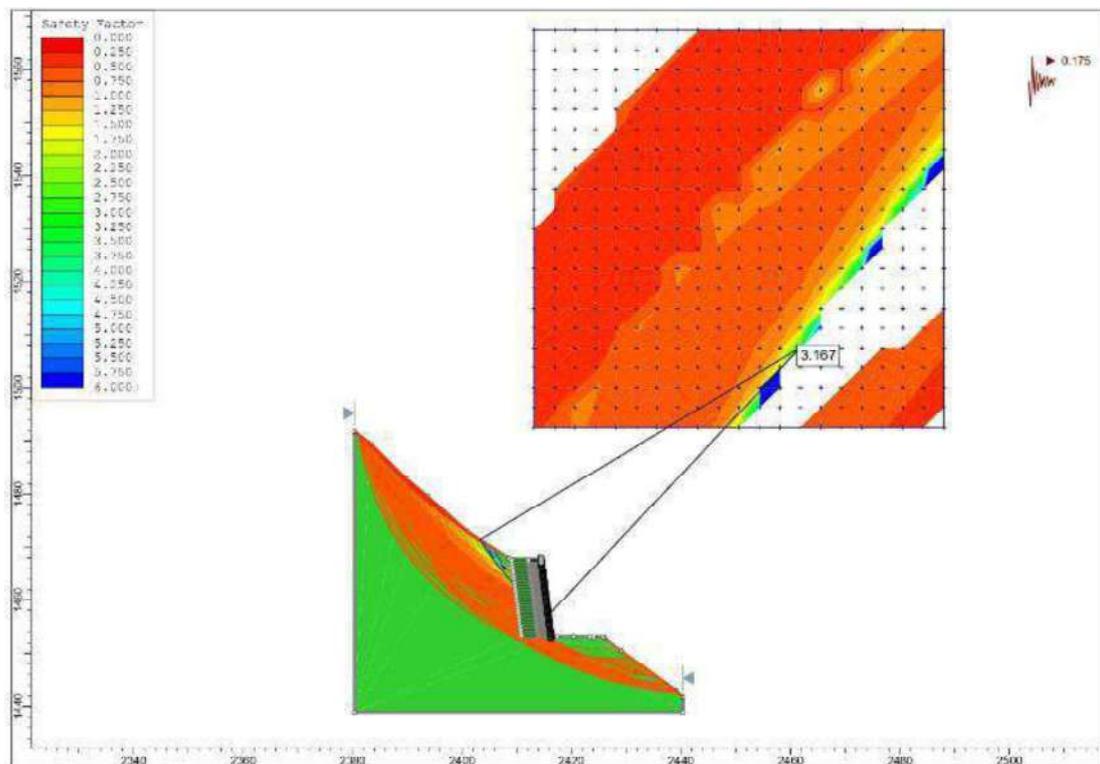


Figura 59. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas medianas de 267 mm x 330 mm x 9.60 m. **F.S.=3.167**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

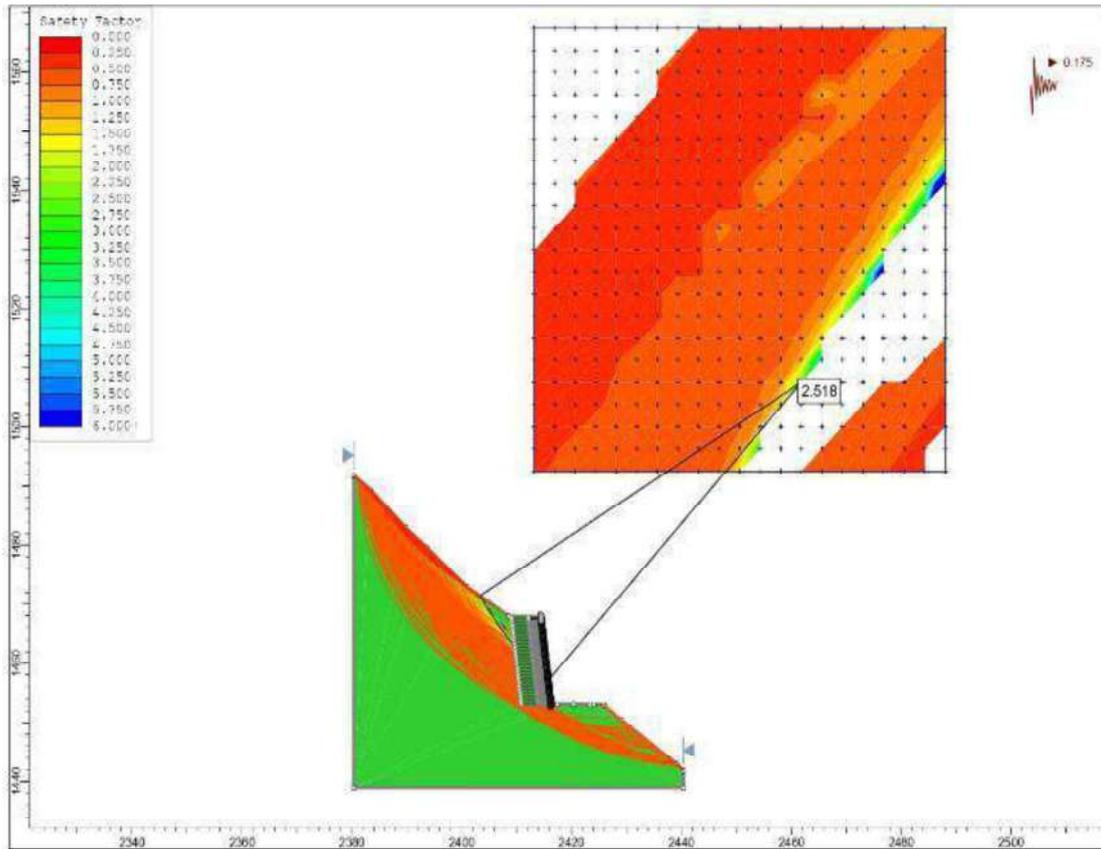


Figura 60. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 8.30 m. **F.S.=2.518**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

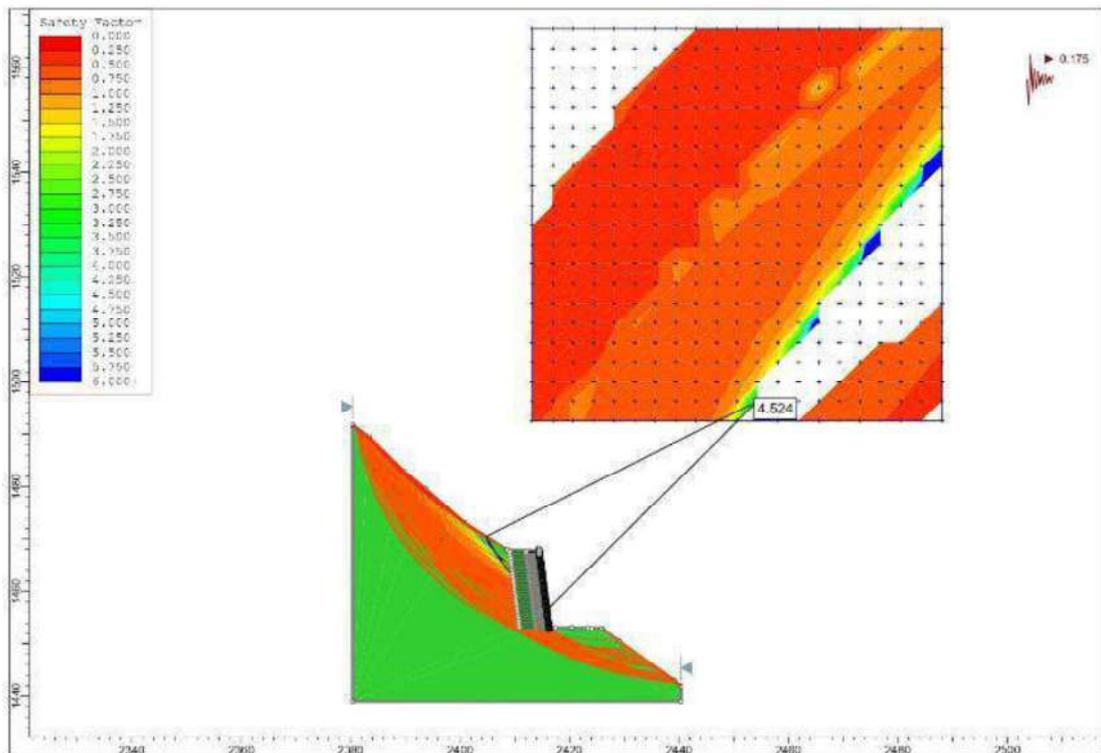


Figura 61. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 9.70 m. **F.S.=2.524**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

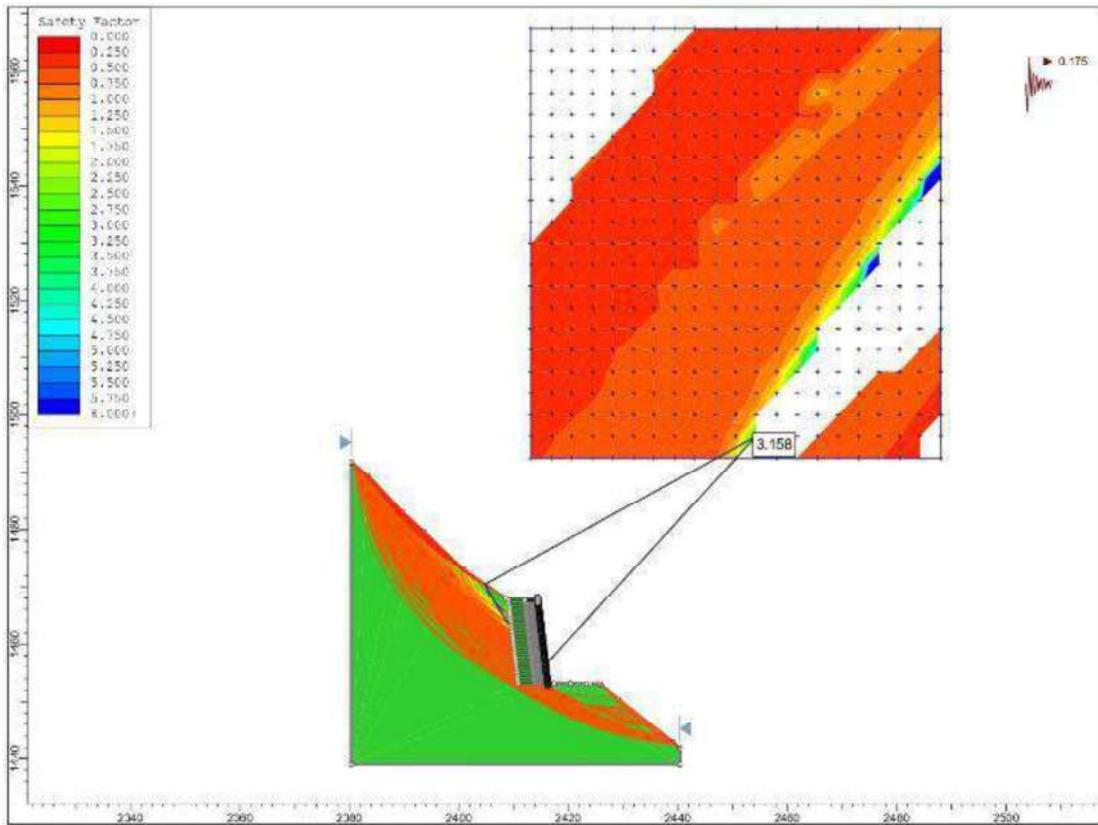


Figura 62. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 11.60 m. **F.S.=3.158**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

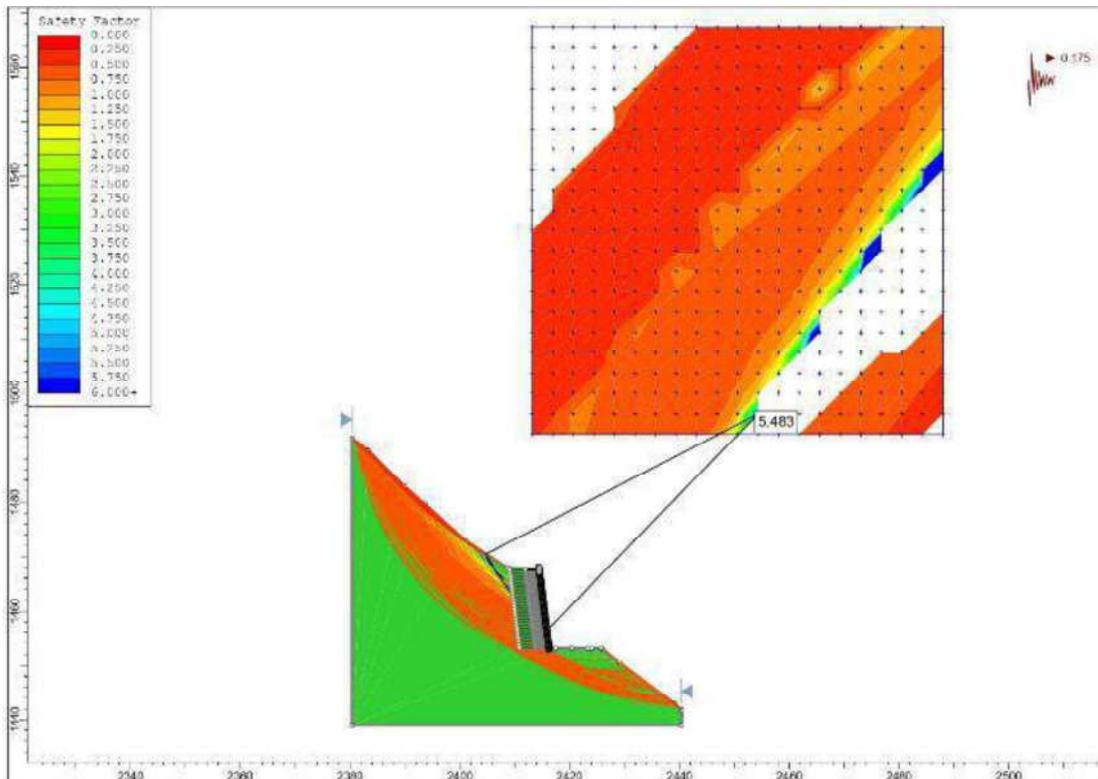


Figura 63. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 13.50 m. **F.S.=5.483**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

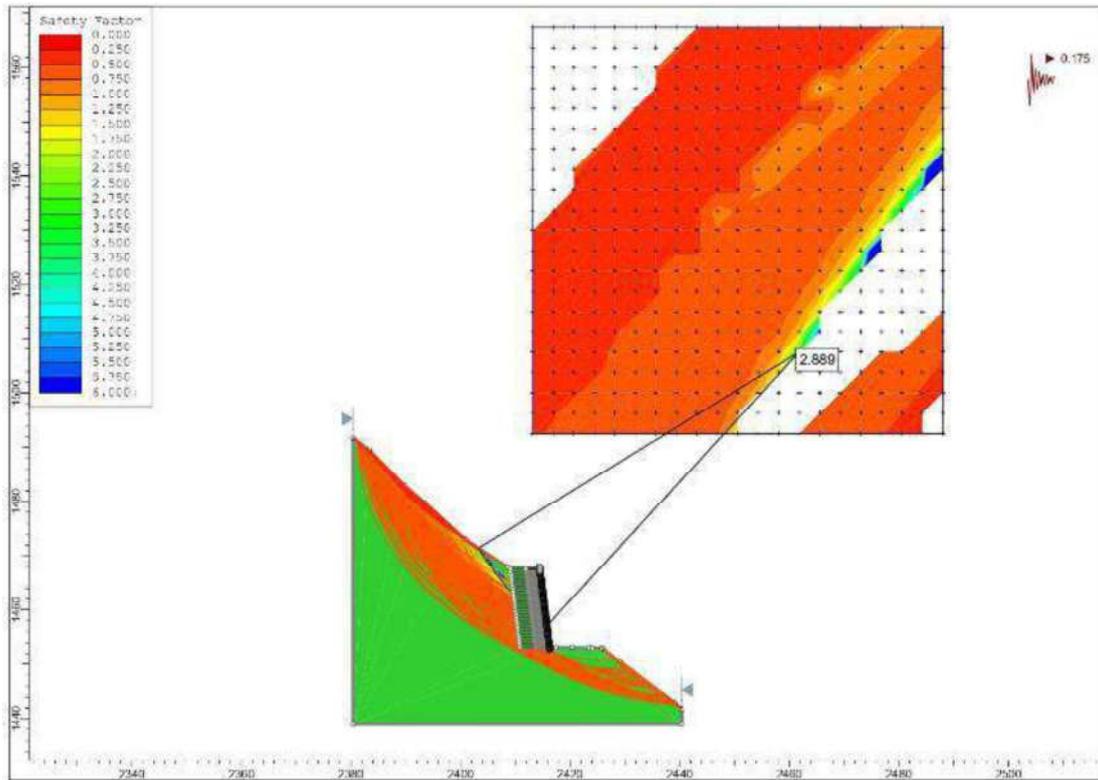


Figura 64. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con geoceldas grandes de 475 mm x 508 mm x 15.80 m. **F.S.=2.889**, talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

Anexo N° 06: resultados del factor de seguridad estático y pseudo estático con diferentes ángulos de inclinación en celdas pequeñas

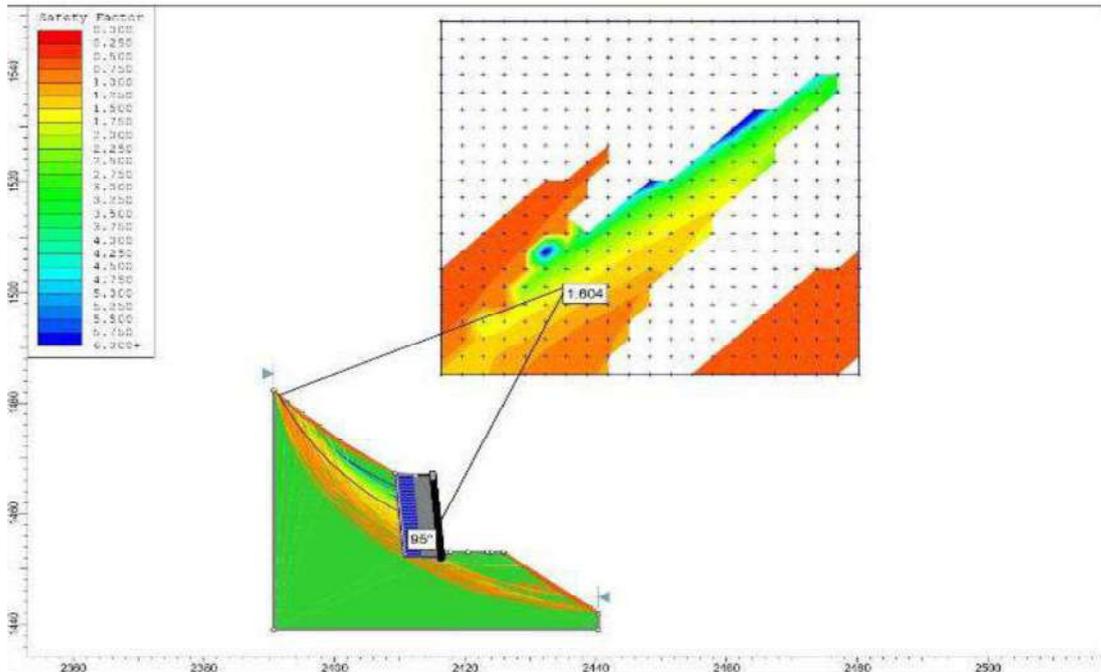


Figura 65. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° **F.S.=1.604** con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes **estático F.S.=1.5**

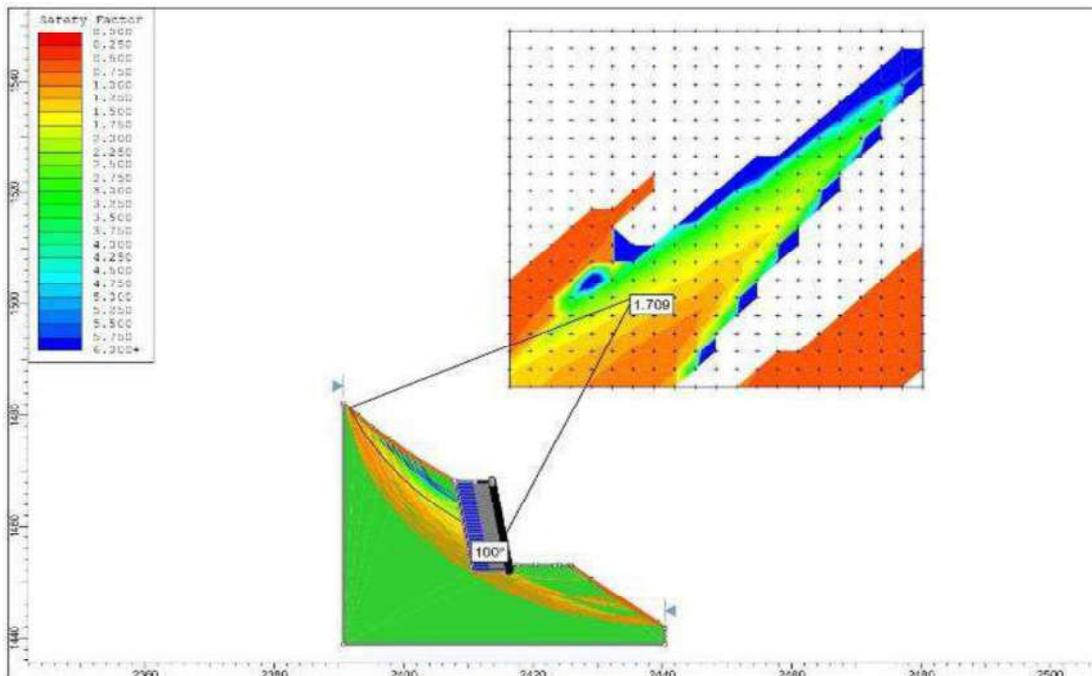


Figura 66. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° **F.S.=1.709** con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes **estático F.S.=1.5**.

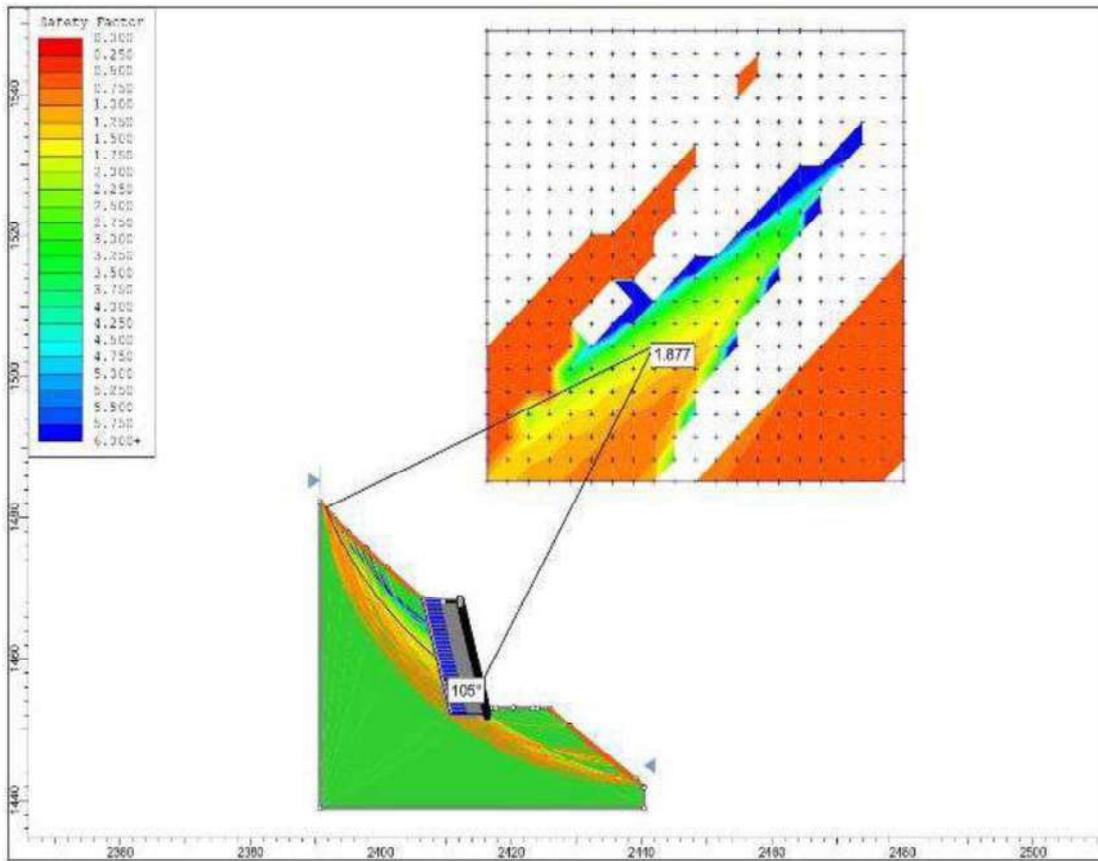


Figura 67. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° $F.S.=1.877$ con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático $F.S.=1.5$

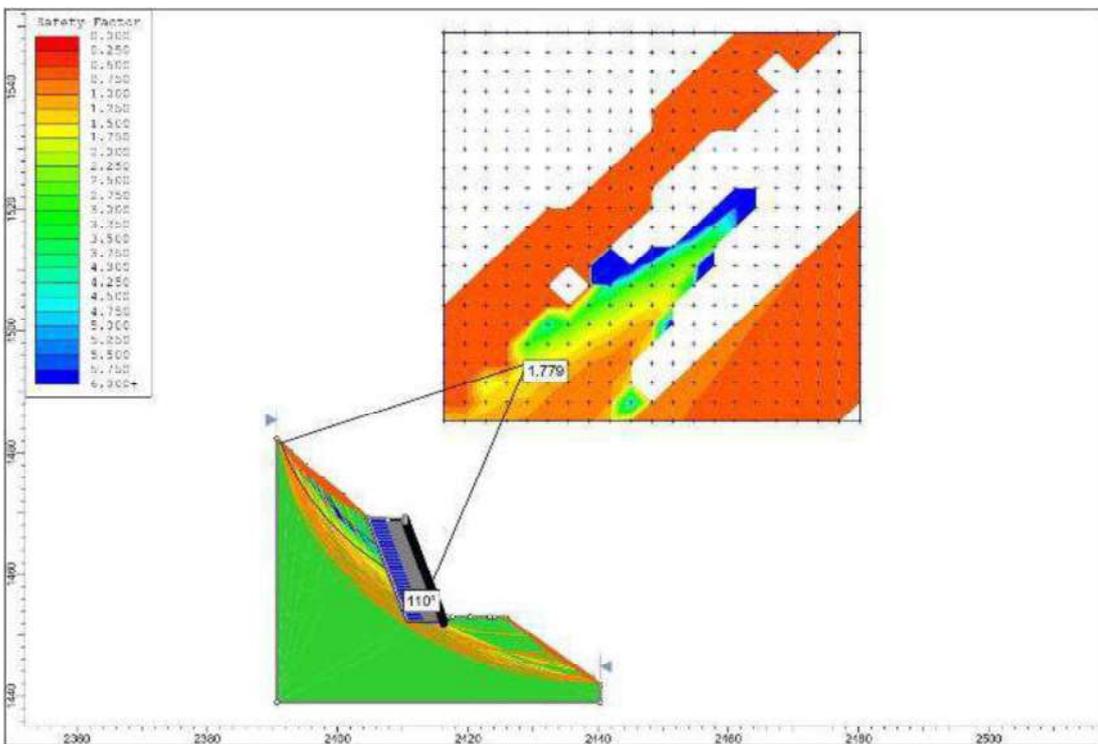


Figura 68. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° $F.S.=1.779$ con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático $F.S.=1.5$

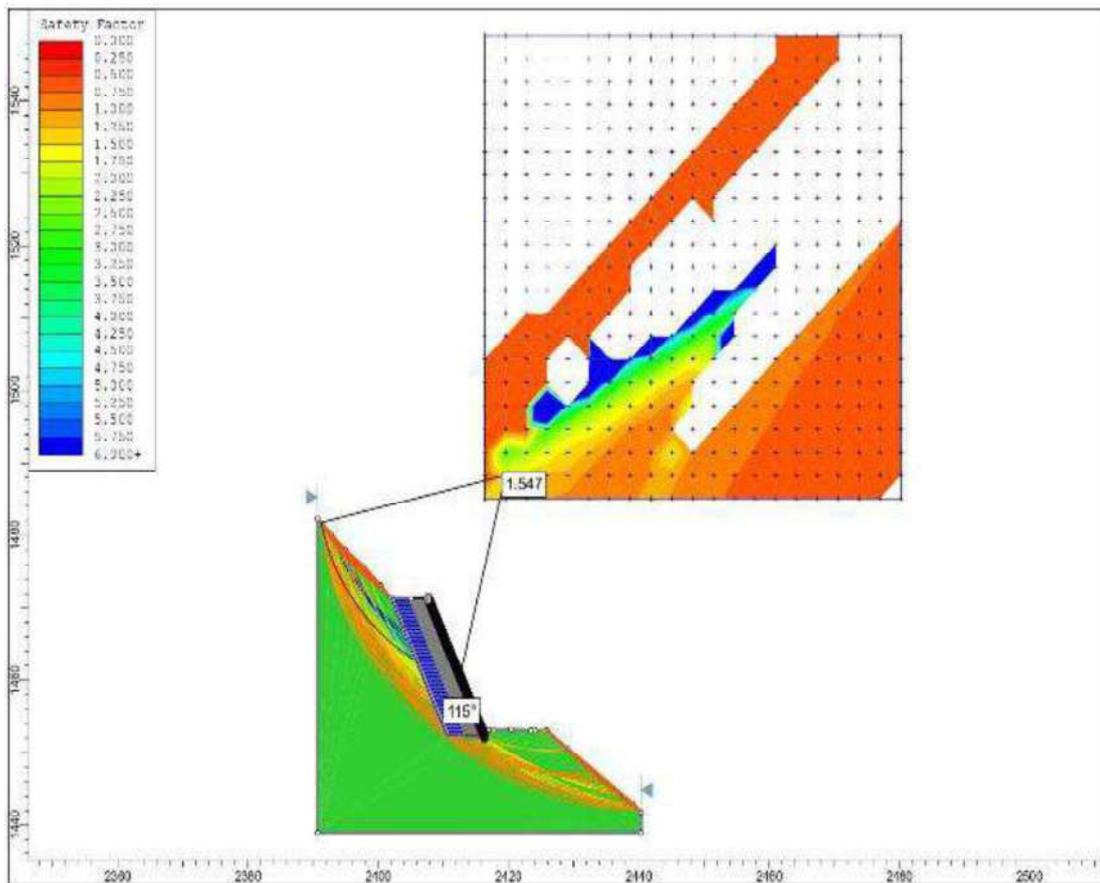


Figura 69. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° **F.S.=1.547** con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

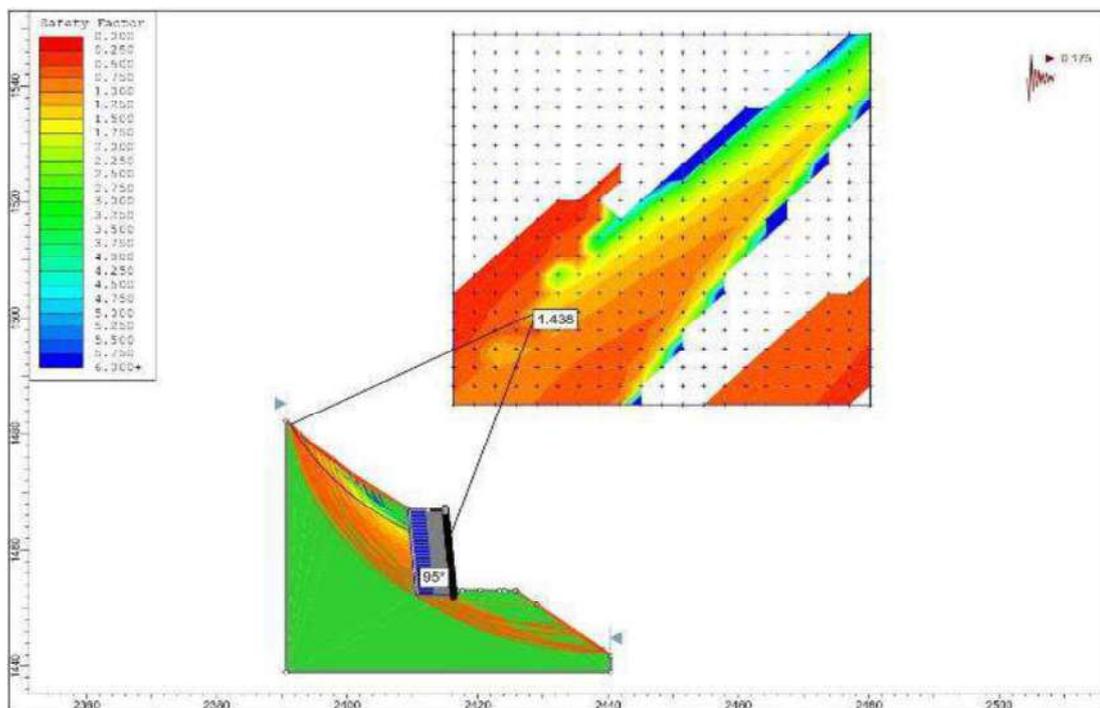


Figura 70. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° **F.S.=1.438** con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

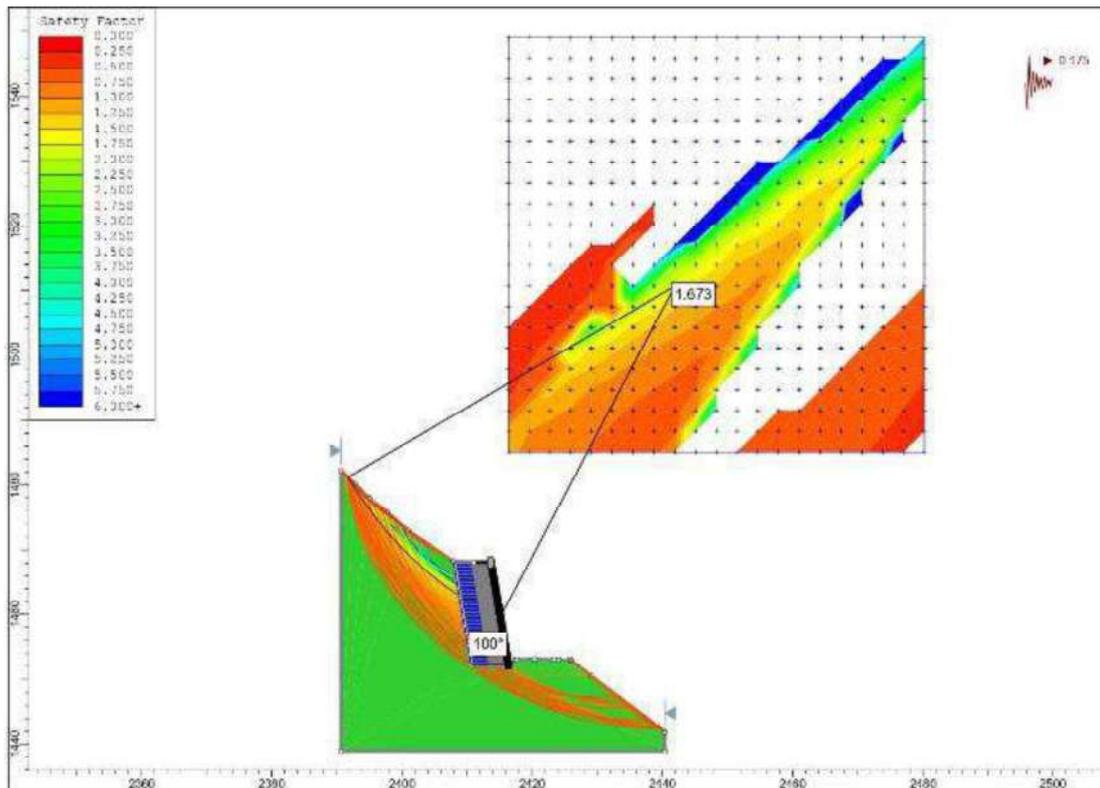


Figura 71. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.673 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

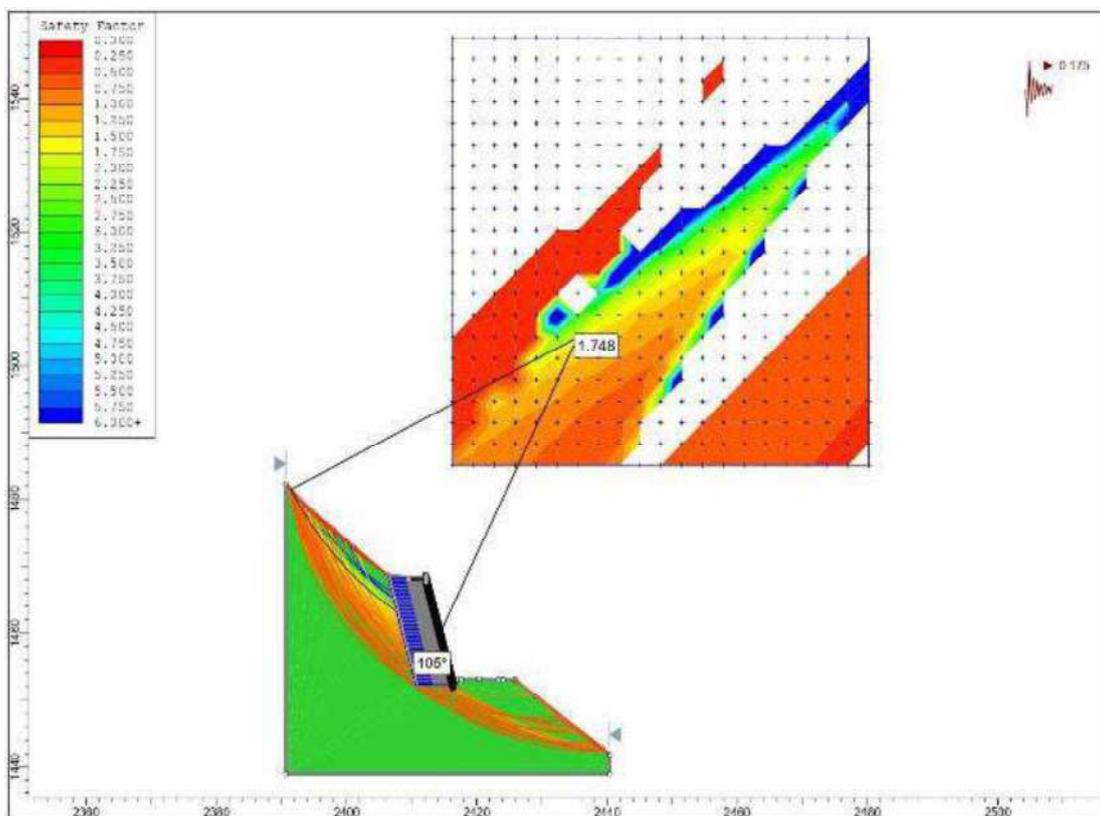


Figura 72. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.748 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

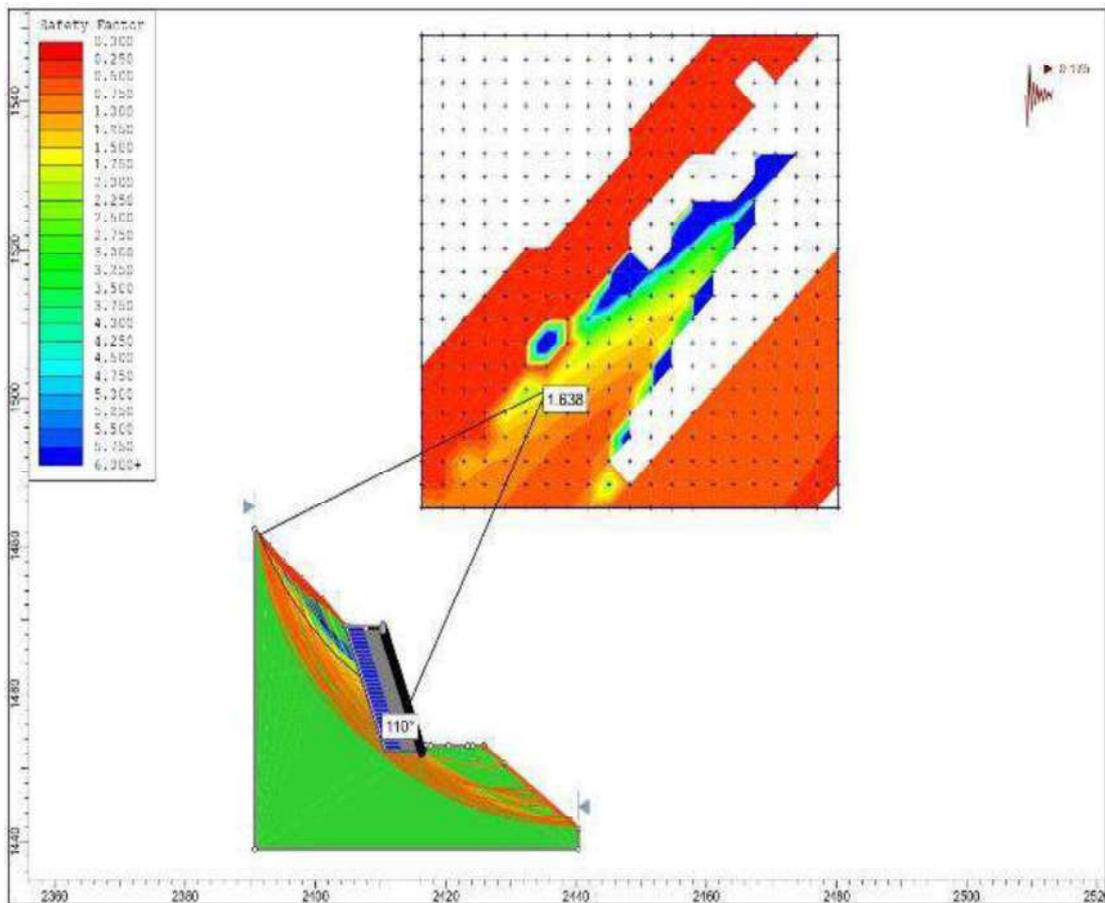


Figura 73. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.638 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

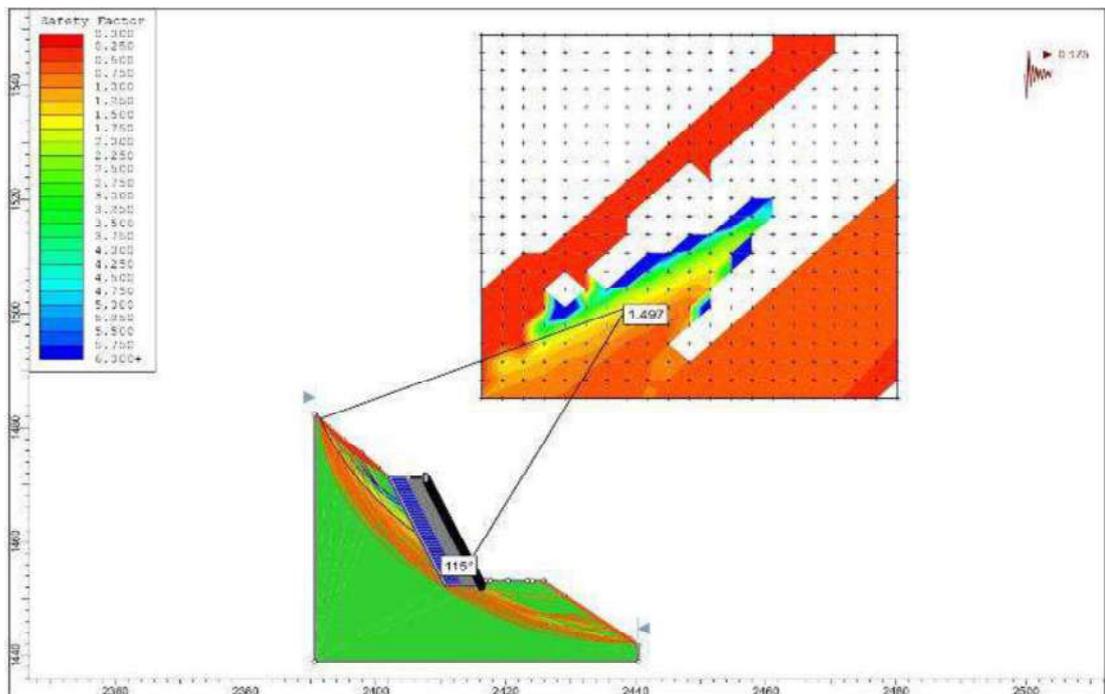


Figura 74. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.497 con refuerzo de geoceldas pequeñas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

Anexo N° 07: resultados del factor de seguridad estático y pseudo estático en celdas medianas

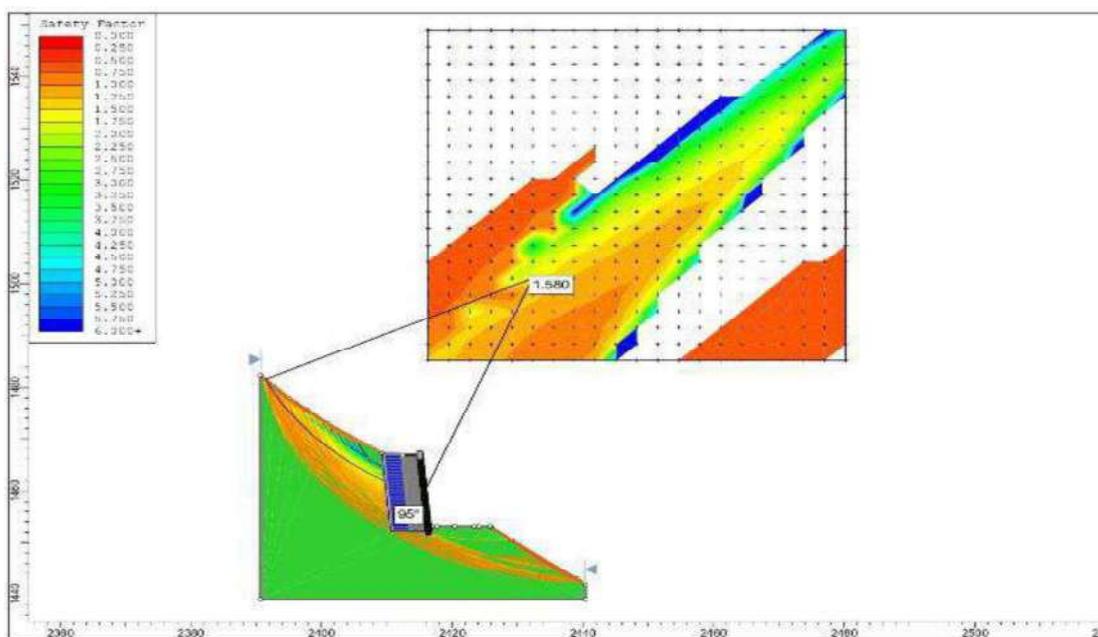


Figura 75. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° **F.S.=1.580** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

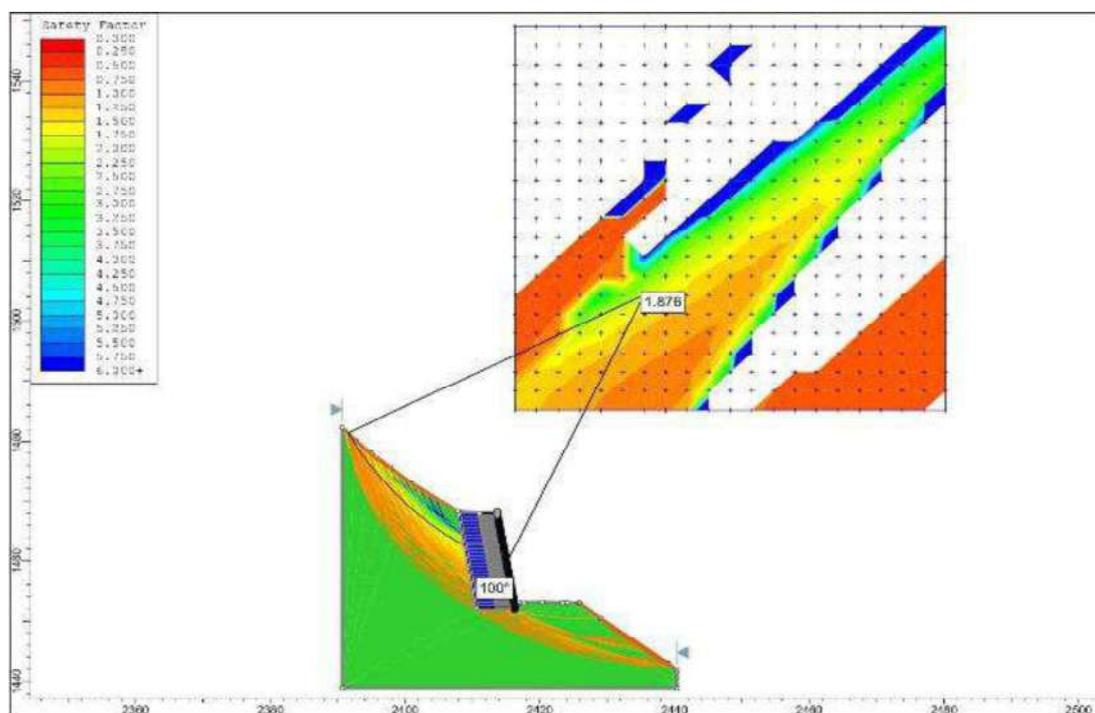


Figura 76. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° **F.S.=1.876** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

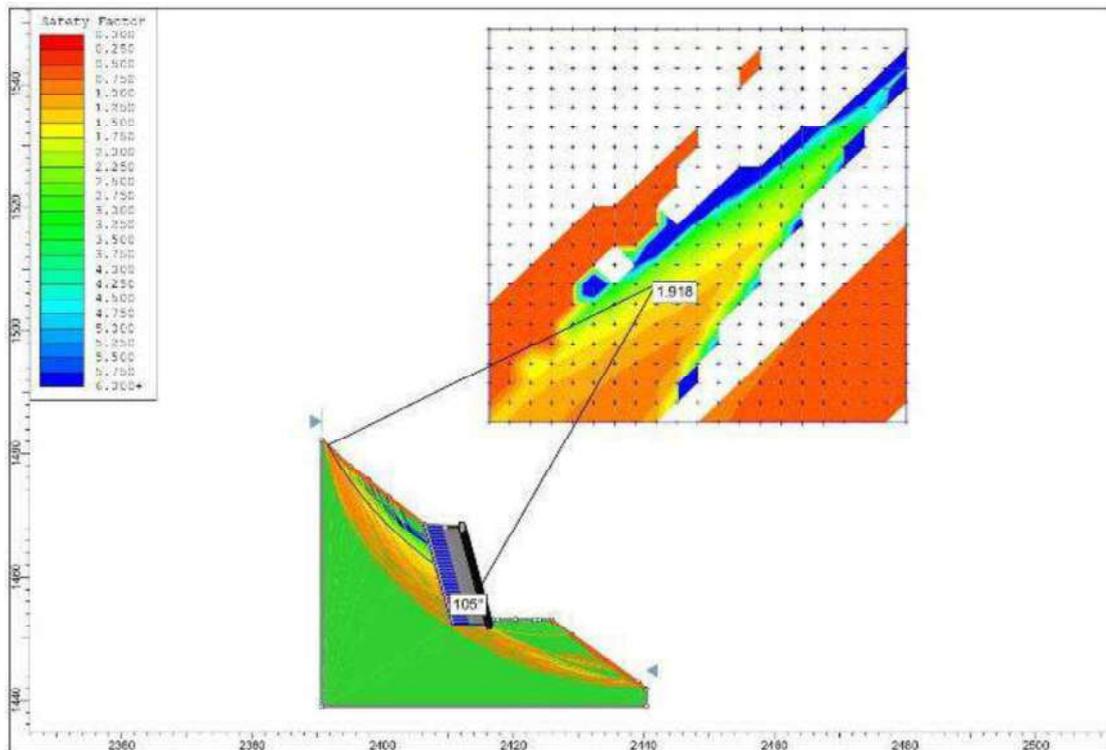


Figura 77. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.918 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5

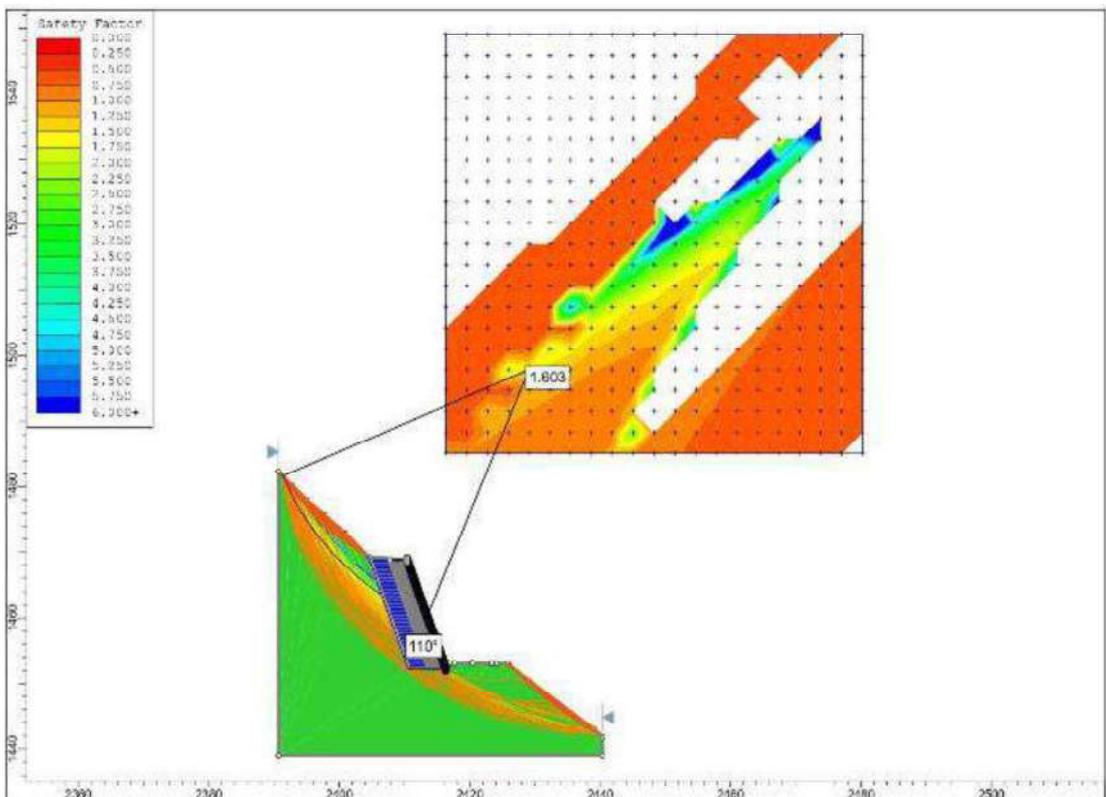


Figura 78. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.603 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5

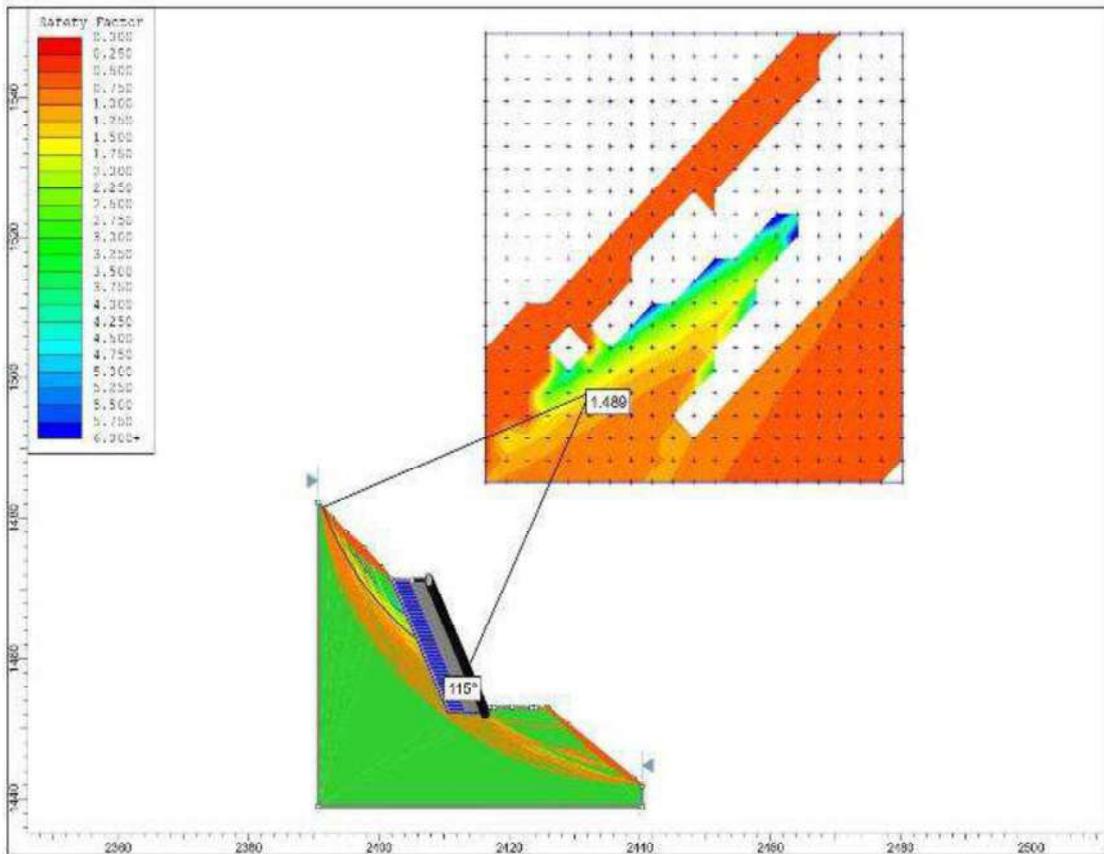


Figura 79. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.489 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5

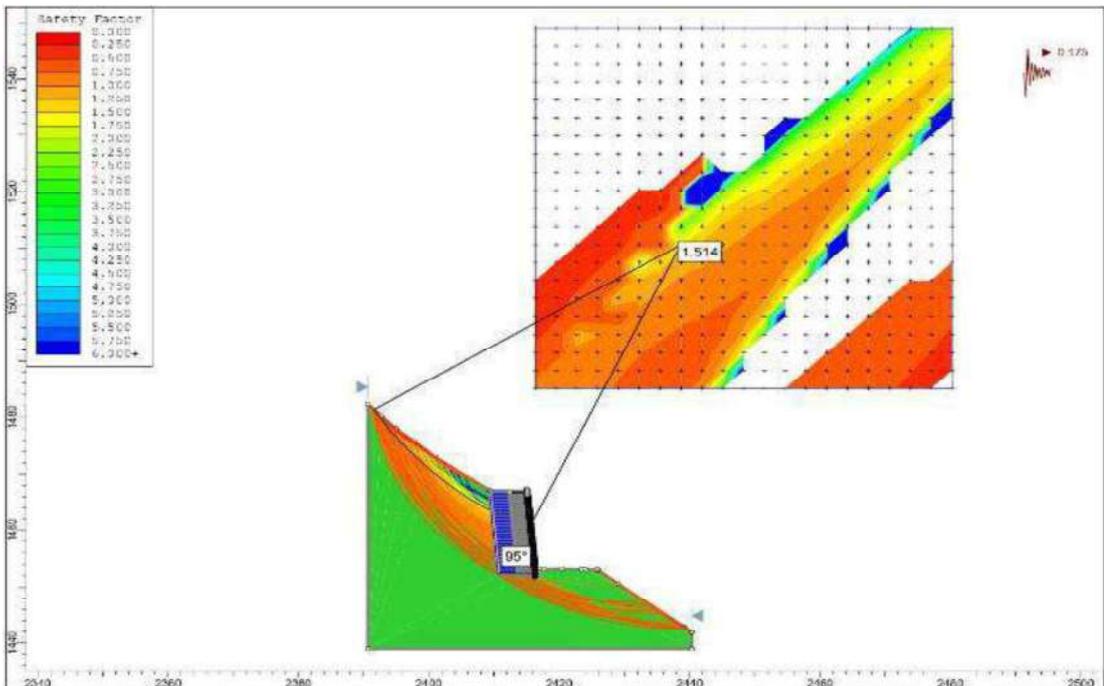


Figura 80. Análisis de estabilidad de talud pseudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.514 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

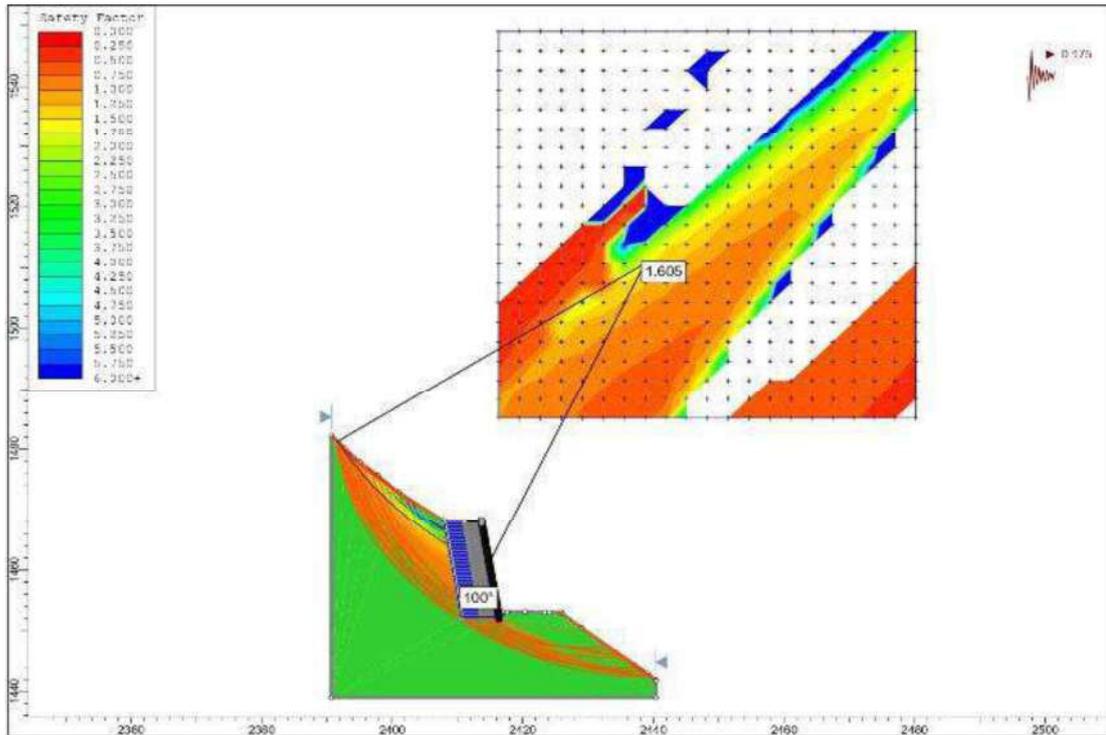


Figura 81. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° **F.S.=1.605** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

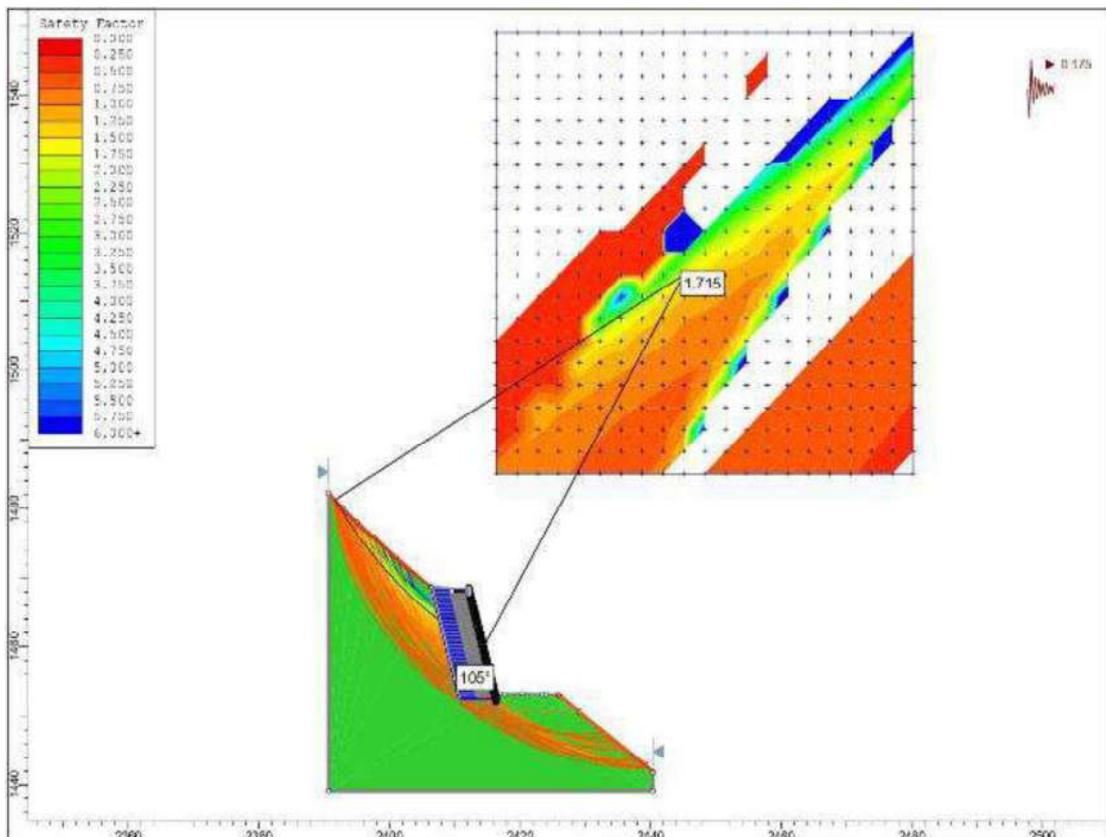


Figura 82. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° **F.S.=1.715** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

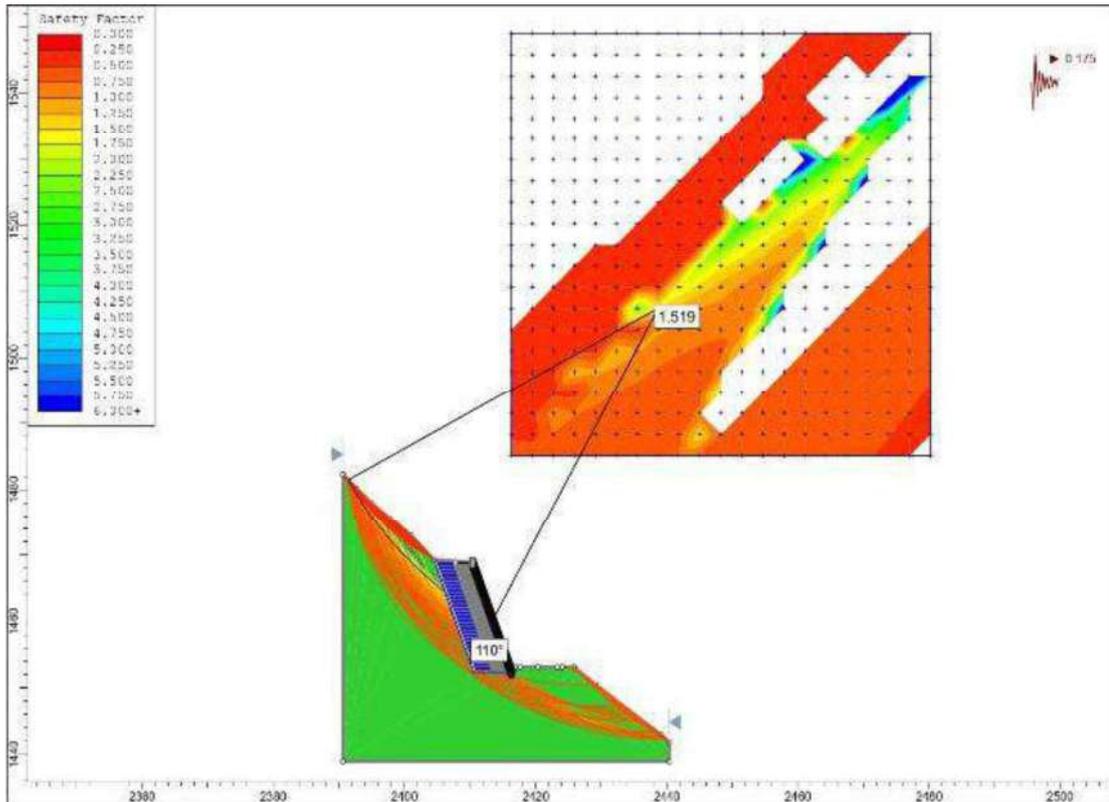


Figura 83. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° **F.S.=1.519** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

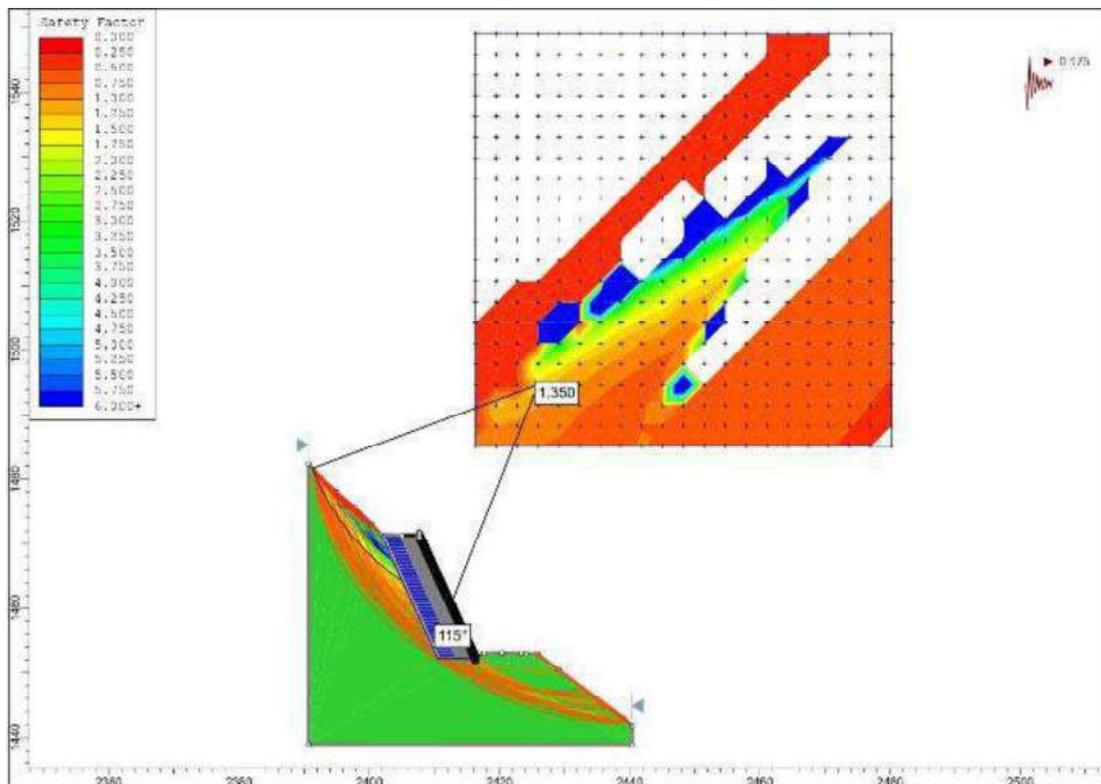


Figura 84. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° **F.S.=1.350** con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

Anexo N° 08: resultados del factor de seguridad estático y pseudo estático con celdas grandes

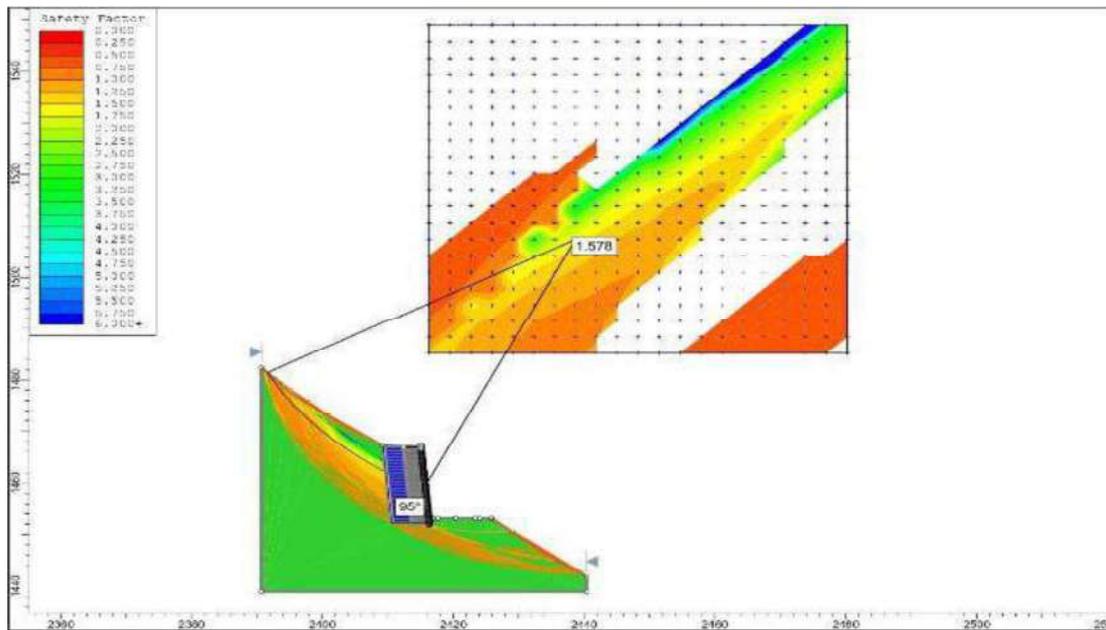


Figura 85. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° F.S.=1.578 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5

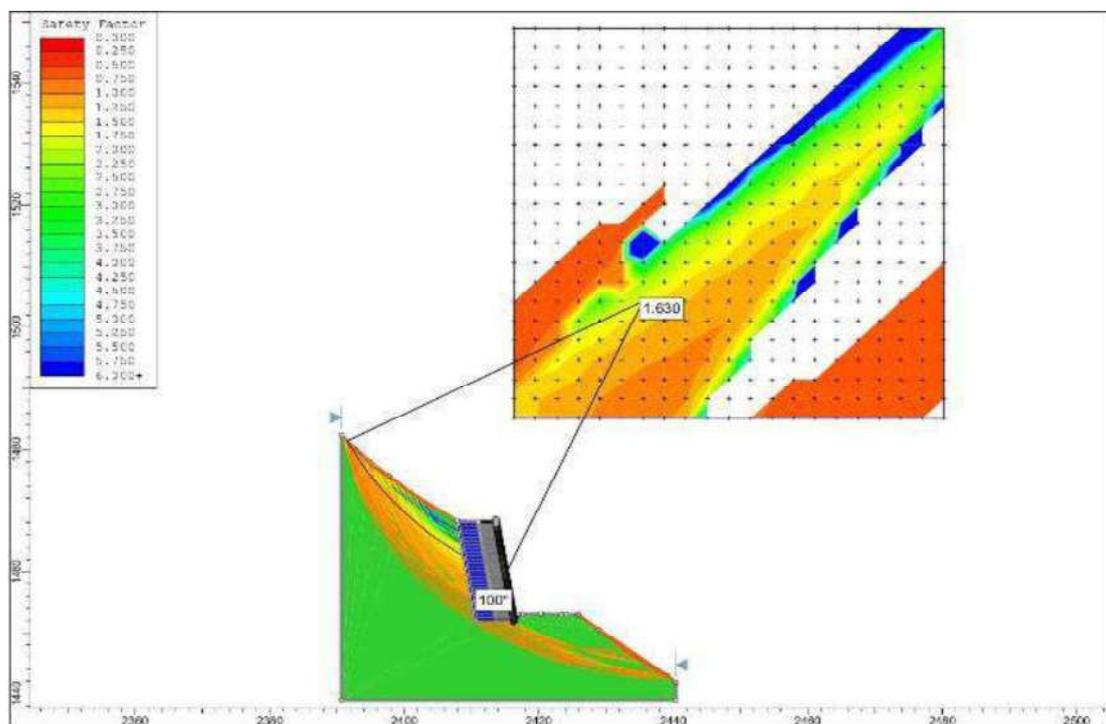


Figura 86. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.630 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático F.S.=1.5

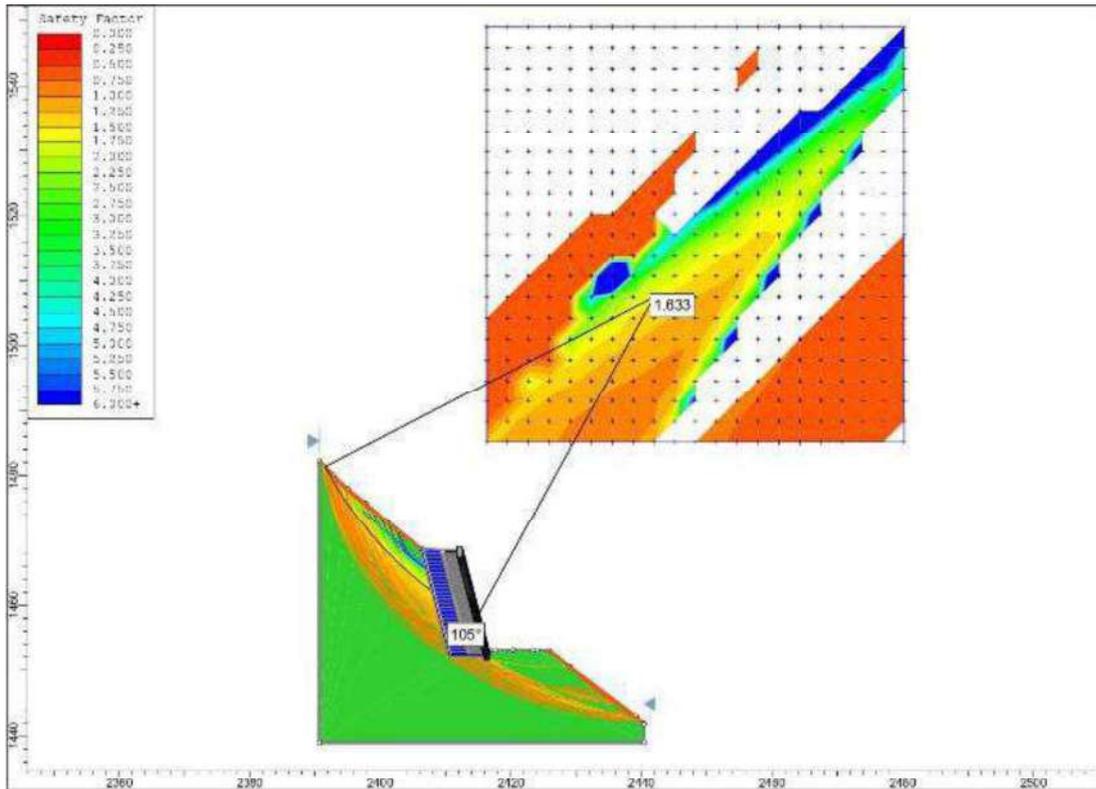


Figura 87. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° **F.S.=1.633** con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

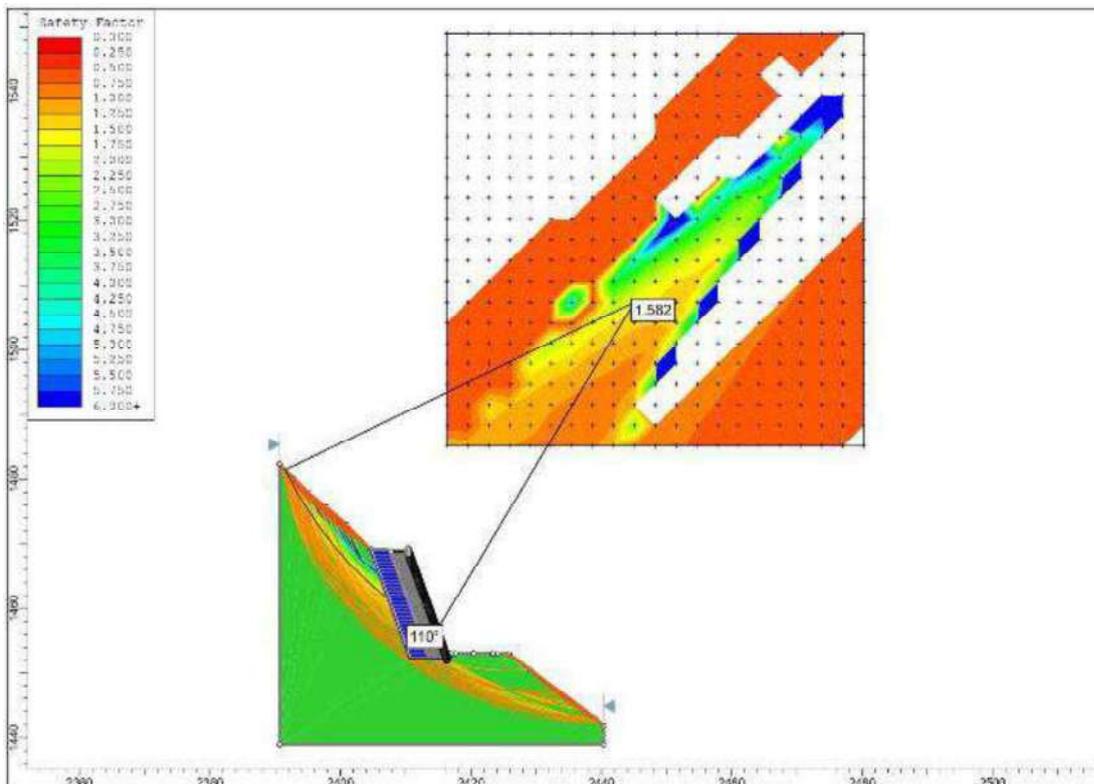


Figura 88. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° **F.S.=1.582** con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

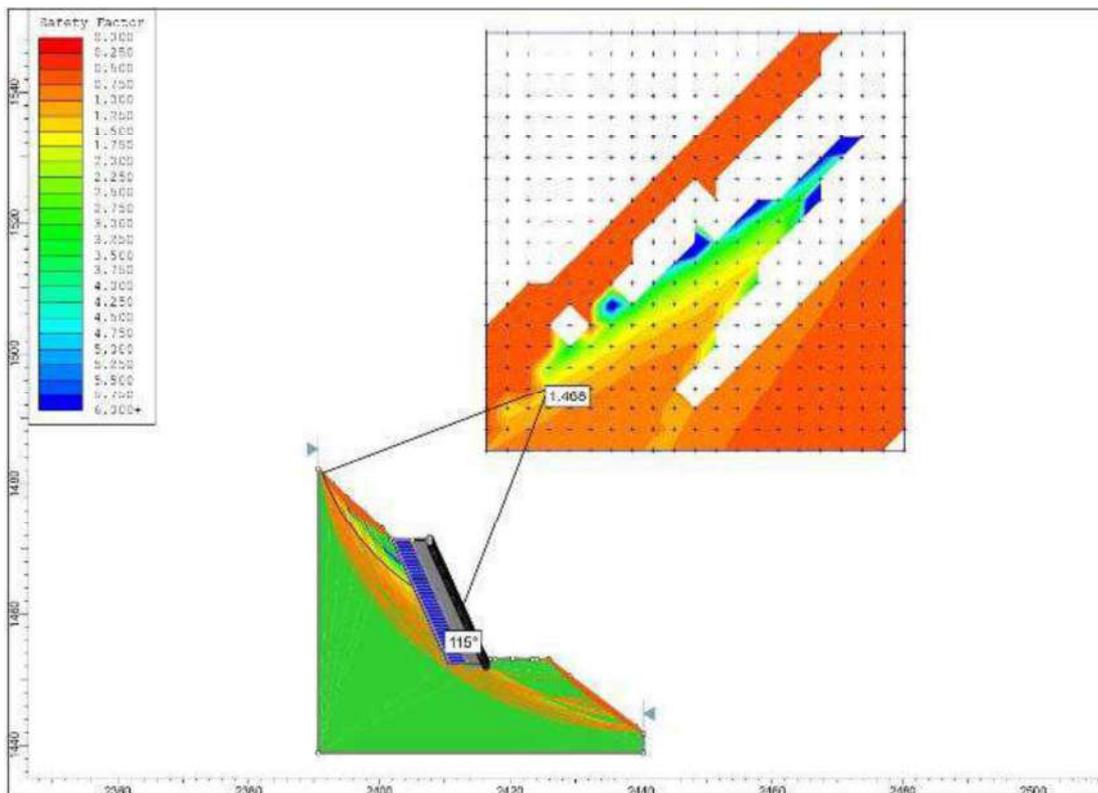


Figura 89. Análisis de estabilidad de talud estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° **F.S.=1.468** con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes estático **F.S.=1.5**

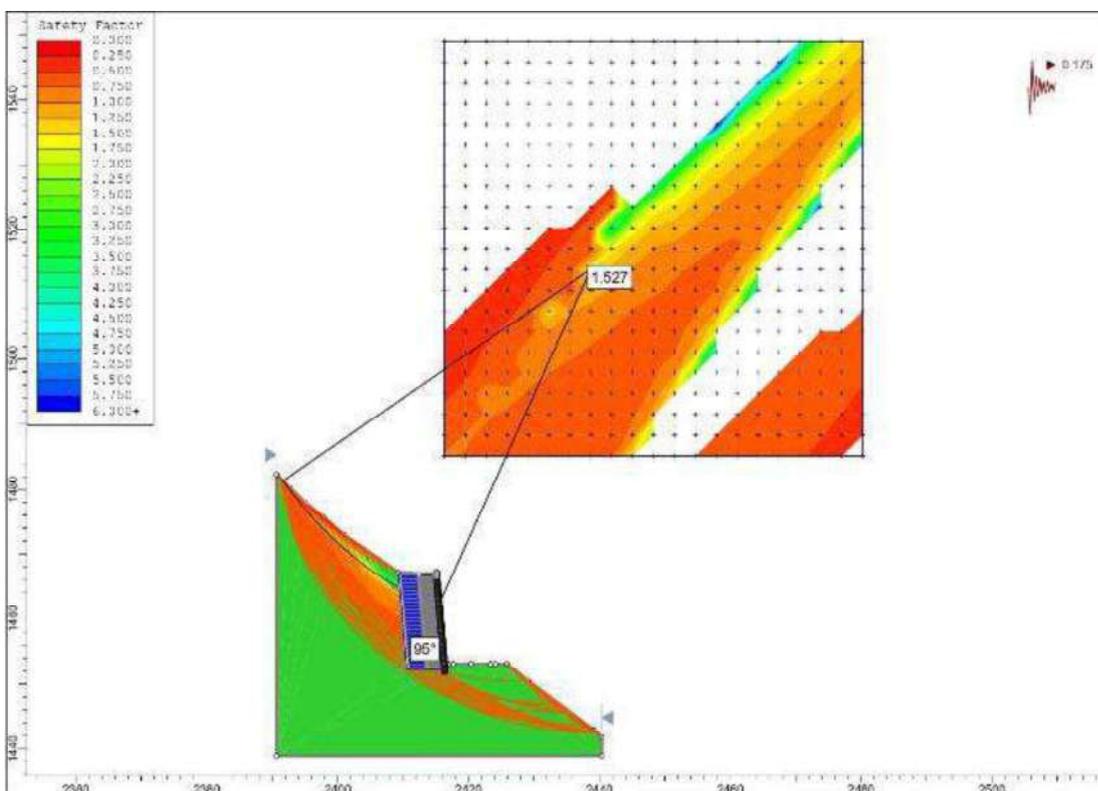


Figura 90. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 95° **F.S.=1.527** con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico **F.S.=1.25**

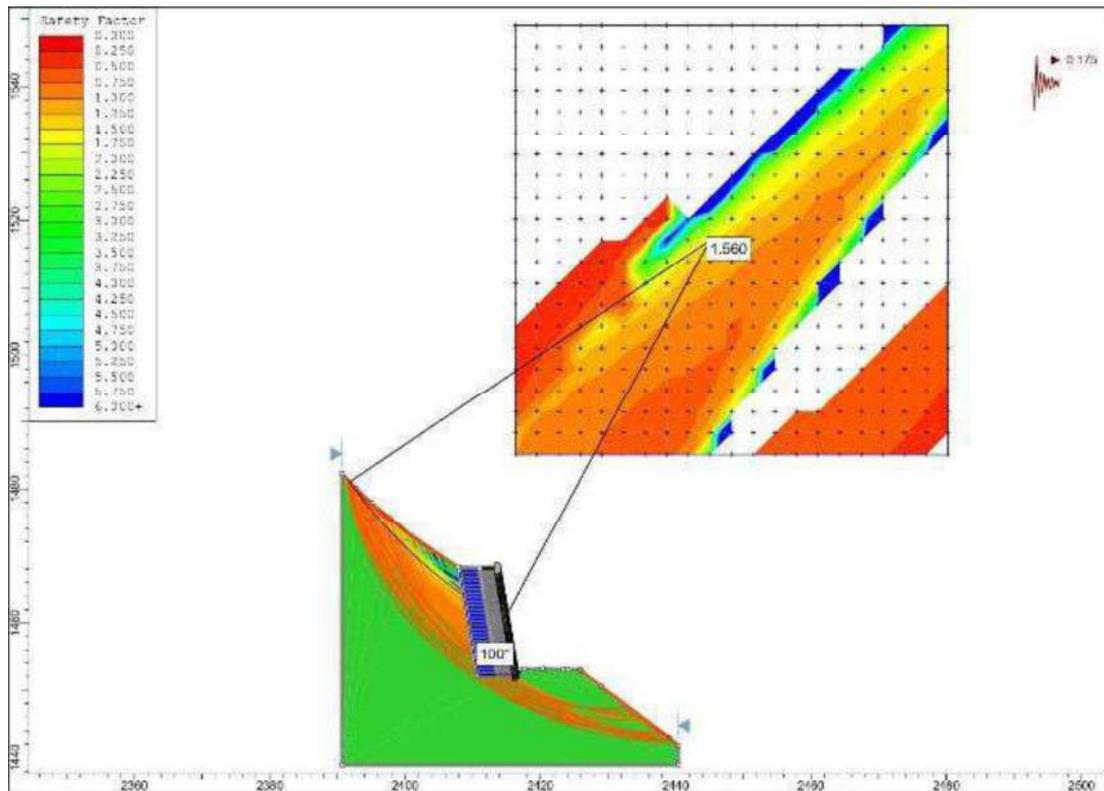


Figura 91. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 100° F.S.=1.560 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

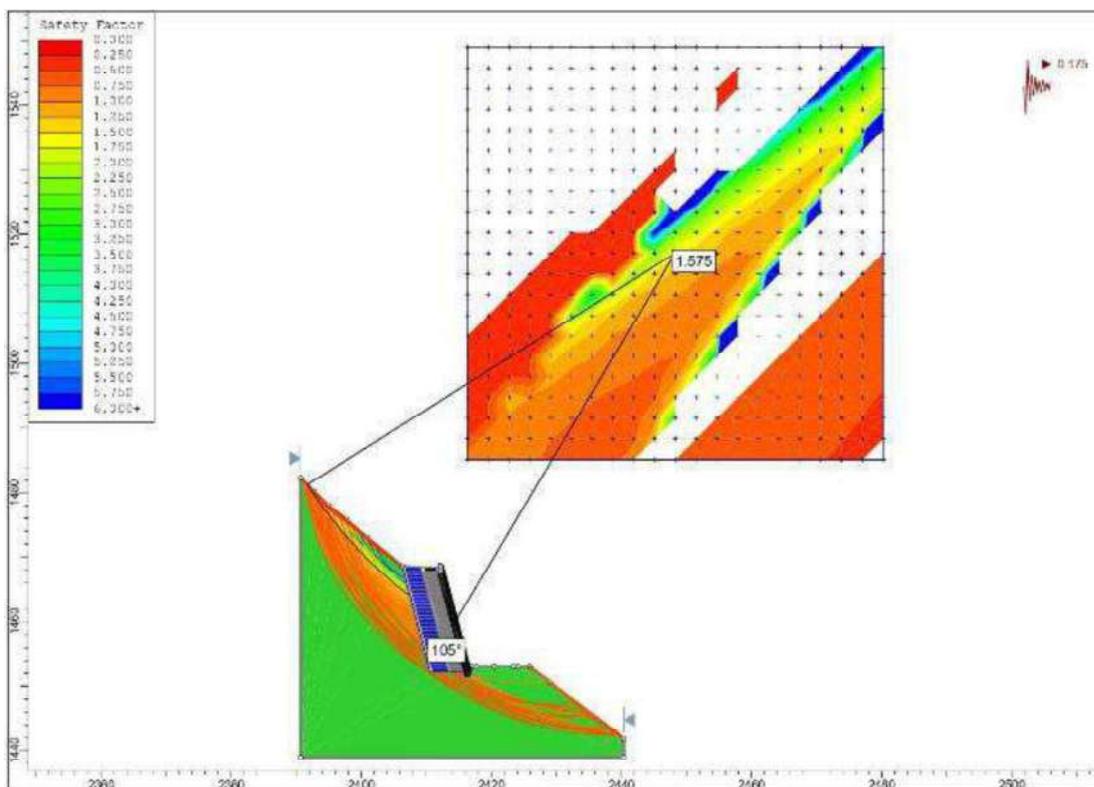


Figura 92. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 105° F.S.=1.575 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

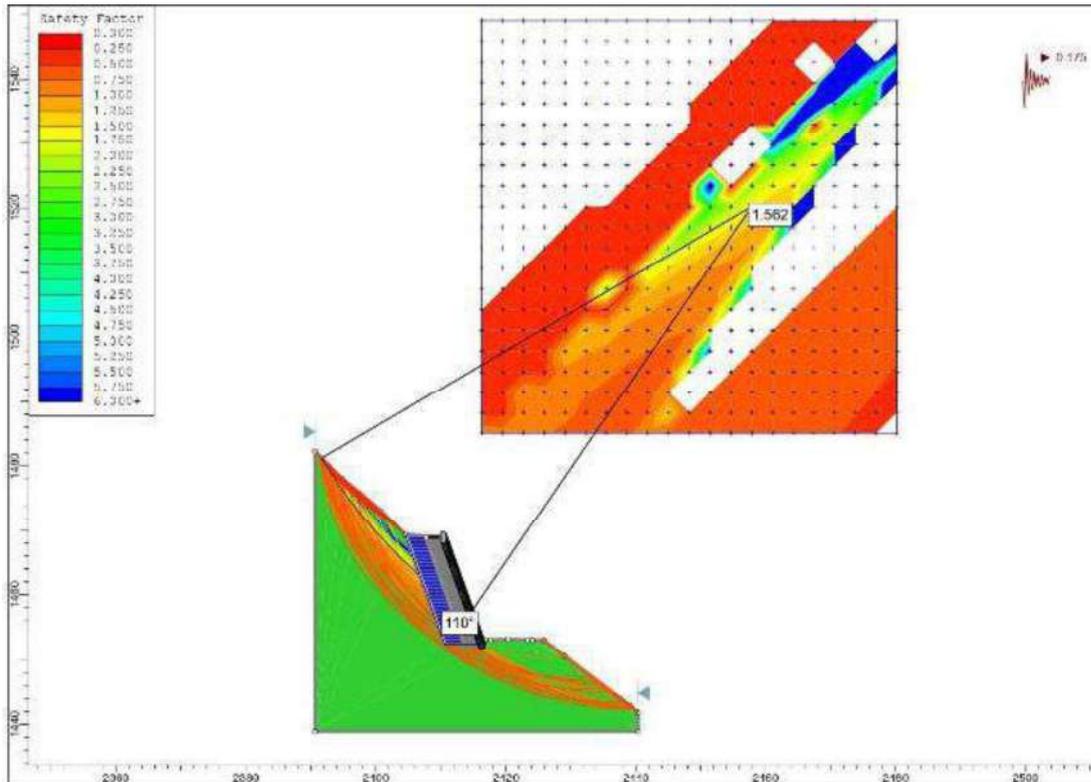


Figura 93. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 110° F.S.=1.562 con refuerzo de geoceldas grandes. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

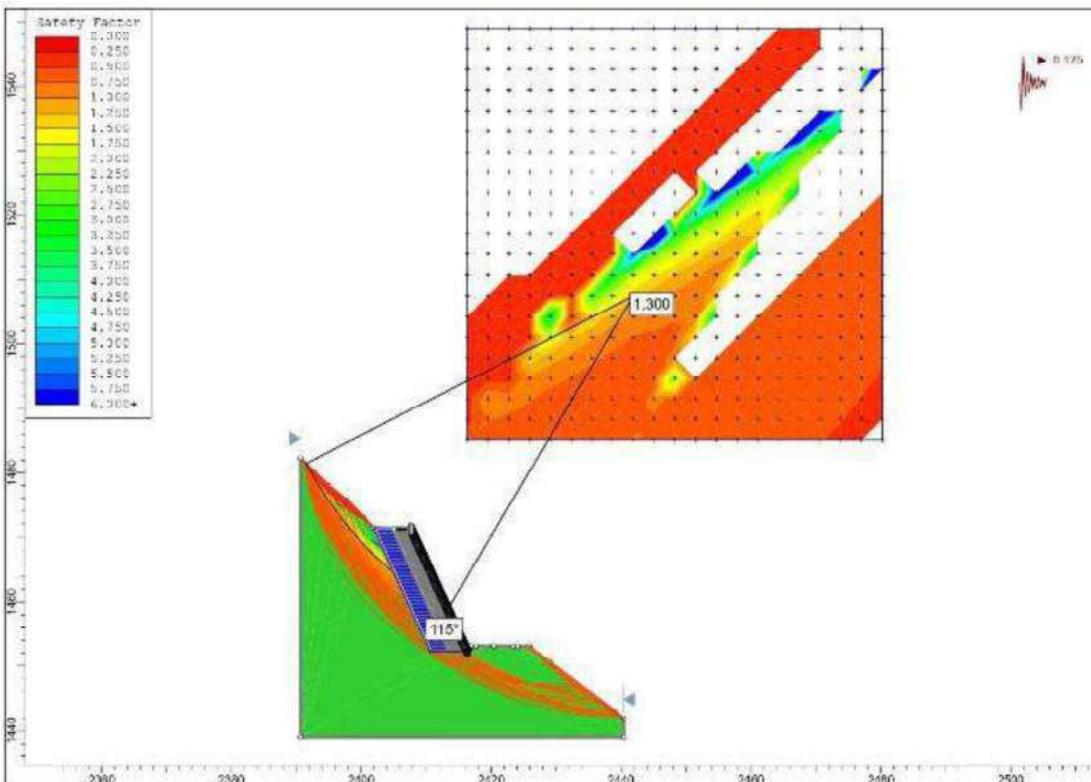


Figura 94. Análisis de estabilidad de talud seudo estático en el Km 267+950 con grado de inclinación de 115° F.S.=1.300 con refuerzo de geoceldas medianas. talud estable, debido que cumple con la norma CE. 020 que establece para taludes permanentes sísmico F.S.=1.25

Anexo N° 09: panel fotográfico



Fotografía 1. Se visualiza en el Km 267 + 900 al Km 268+000, el deslizamiento de talud provocado por precipitación pluviales y movimiento sísmico.



Fotografía 2. Se visualiza en el Km 267 + 930 a los pasajeros, pobladores y transportista realizando trabajos de remoción de tierra y piedra para liberación del pase.



Fotografía 3. Se visualiza a los vehículos de transporte de pasajeros, varados por la vía obstaculizada ante el deslizamiento de talud en el Km 167+900 al Km 168+000.



Fotografía 4. Se visualiza a los pasajeros en el Km 167+900 al Km 168+000 cruzando el deslizamiento de talud, poniendo en riesgo su vida.



Fotografía 5. Se visualiza la calicata N°1, en el Km 167+880. Donde se realizó la extracción de muestras para estudio en el laboratorio.



Fotografía 6. Se visualiza la calicata N°2, en el Km 167+930. Donde se realizó la extracción de muestras para estudio en el laboratorio

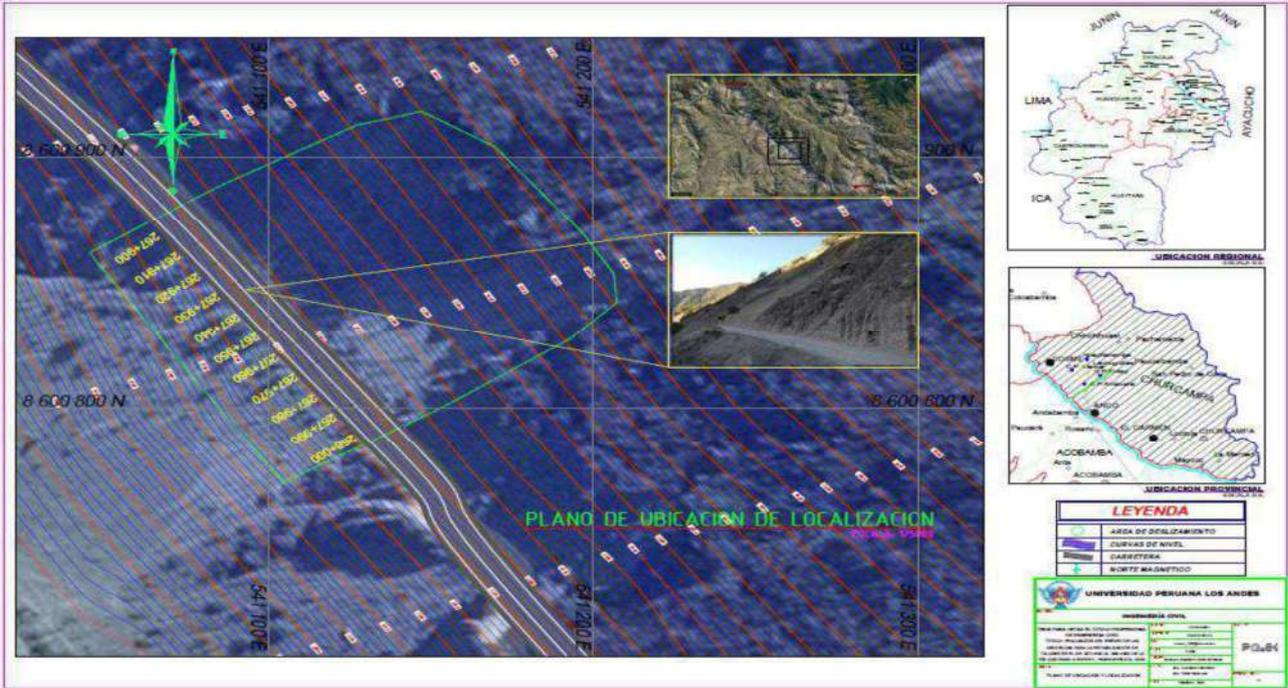


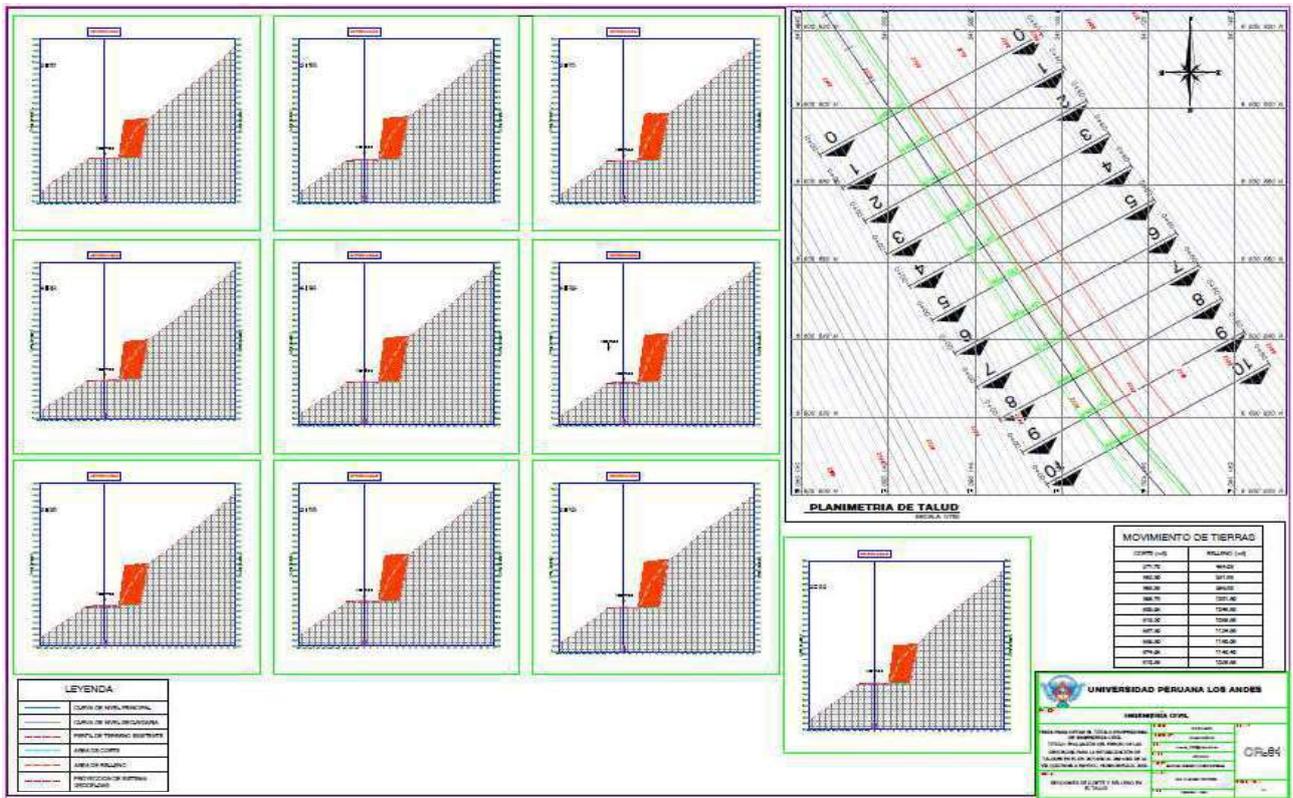
Fotografía 7 y Fotografía 8. Se visualiza la preparación de espécimen en laboratorio.

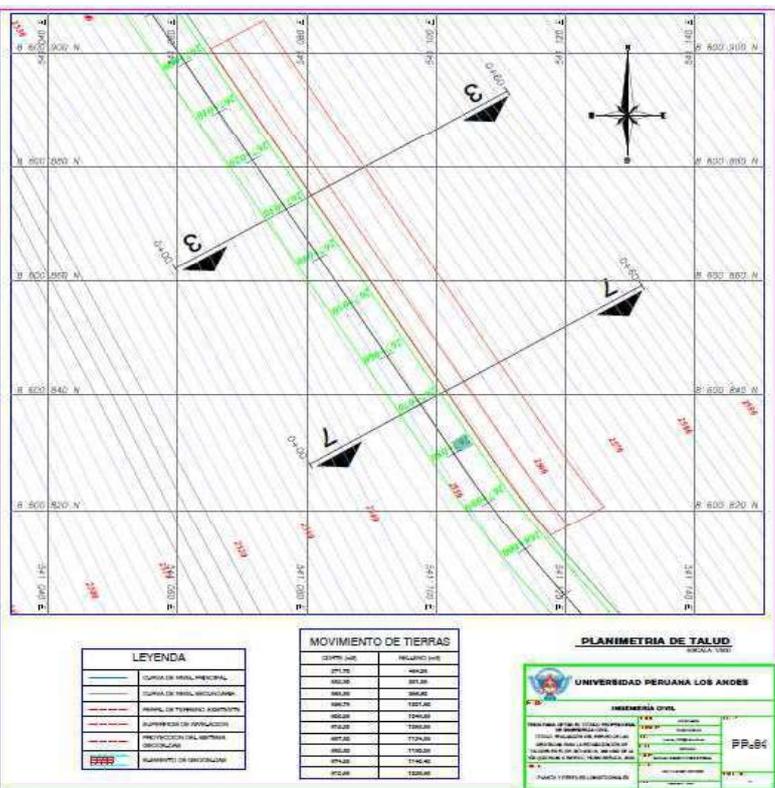
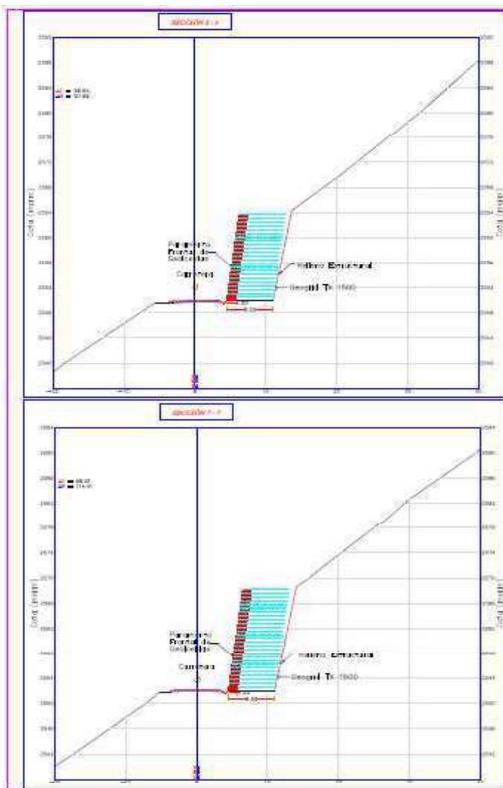


Fotografía 9. Se visualiza la realización del ensayo de corte directo.

Anexo N° 10: planos







LEYENDA	
[Symbol]	CURVA DE TRANSICION
[Symbol]	CURVA DE TRANSICION
[Symbol]	TRANSICION DE TRANSICION
[Symbol]	SUPERFICIE DE COLOCACION
[Symbol]	PREDICCIÓN DEL TERRENO
[Symbol]	PROYECCION
[Symbol]	ALINEAMIENTO DE COLOCACION

MOVIMIENTO DE TIERRAS	
2077.25	144.25
460.00	80.00
360.00	36.00
582.75	127.25
360.00	216.00
172.25	109.00
487.25	112.25
460.00	116.00
474.25	116.40
474.25	128.00

PLANIMETRIA DE TALUD
ESCALA 1:1000

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: DR. OSCAR ALBERTO...
ALUMNO: [Name]...
FECHA: [Date]...
P.P. 04