



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Evaluación geotécnica de taludes para definir sus
estabilidades, en la carretera de la playa Chorrillos del
distrito de Chancay**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Geología con
mención en Geotecnia

AUTOR

Hans Alexander LLACZA CARDENAS

ASESOR

Dr. Ciro Sergio BEDIA GUILLÉN

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Llaczka, H. (2025). *Evaluación geotécnica de taludes para definir sus estabilidades, en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Hans Alexander Llacza Cardenas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71230505
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1951-1576
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Ciro Sergio Bedia Guillén
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	6130412
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9990-2722
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	28286636
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Toledo Gutiérrez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	6016715
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Carlos Del Valle Jurado
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10266187
Datos de investigación	

Línea de investigación	Análisis y mitigación de riesgos geotécnicos
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: País: Perú Departamento: Lima Provincia: Huaral Distrito: Chancay Urbanización : Avenida: Calle 28 de julio Latitud: -11.570063 Longitud: -77.271806
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2022 - 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería Civil: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Geotecnia: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.02



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima, a los veintisiete días del mes de febrero del año dos mil veinticinco, siendo las diez horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen Nº 000024-2025-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM del 11 de febrero del 2025, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE TALUDES PARA DEFINIR SUS ESTABILIDADES, EN LA CARRETERA DE LA PLAYA CHORRILLOS DEL DISTRITO DE CHANCAY»

Presentado por el Bach. **HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GEOLOGÍA** con mención en **GEOTECNIA**.

El Secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente Nº UNMSM-20210088593, de fecha 22 de noviembre del 2021, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y que cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral Nº 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente de conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Bueno (15)

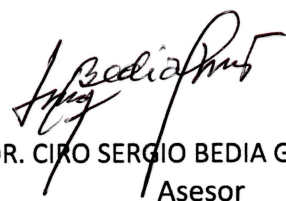
Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER** en **GEOLOGÍA** con mención en **GEOTECNIA** al Bach. **HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS**.

Siendo las 11:00 horas, se dio por concluido al acto académico.


DR. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
Presidente


MG. CARLOS ALBERTO TOLEDO GUTIÉRREZ
Secretario


DR. CARLOS DEL VALLE JURADO
Miembro


DR. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN
Asesor



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo DR. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen N° 000436-2022-UPG-VDIP-FIGMMG/UNMSM de la tesis, cuyo título es **«EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE TALUDES PARA DEFINIR SUS ESTABILIDADES, EN LA CARRETERA DE LA PLAYA CHORRILLOS DEL DISTRITO DE CHANCAY»**, presentado por el BACHILLER HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS para optar el Grado Académico MAGISTER EN GEOLOGÍA CON MENCIÓN EN GEOTECNIA, **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **08%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Lima, 18 de Noviembre de 2024

Firma del Asesor:

Nombres y apellidos del asesor:

CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN

DNI:

06130412

DEDICATORIA:

A Dios, por proveer vida y salud; de lo contrario este logro no habría sido posible.

A mis queridos padres: Abg. Clever Llacza y Lic. Elizabet Cardenas, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido el pilar fundamental en mi vida. A mi padre, por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación, y a mi madre, por su amor inmenso y por ser el refugio en mis días difíciles. La unión que representan me ha inspirado a seguir adelante y alcanzar mis metas.

A mi hermano: Dr. Kleber, por ser mi mejor amigo. Gracias por tu apoyo constante, por creer en mí cuando más lo necesitaba y por estar siempre a mi lado.

A todos ustedes, gracias por ser mi inspiración y mi fuerza. Esta tesis es tan mía como de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, de la Unidad de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su excepcional enseñanza en el campo de la Geotecnia, su dedicación y compromiso han sido fundamentales en mi formación profesional. A mi asesor, el Dr. Ciro Sergio Bedia Guillén, gracias por ser más que un profesor, un verdadero mentor de la Geología durante mi época de estudiante universitario. A mi cuñada Lic. Solange, que además de ser una amiga, te has convertido en una hermana; tu apoyo incondicional y tus palabras de aliento, junto con las de mi hermano, fueron un faro de esperanza y motivación en los momentos más desafiantes de mi tesis. A mi primo Msc. Henry Llacza, gracias por brindarme una guía metodológica esencial que me permitió avanzar con confianza y seguridad en este proceso. Y a mi amigo y colega: Ing. Luis Zapata Vigil, tu generosidad en compartir tus conocimientos, llevándome de la teoría a la realidad en el campo, han sido muy importantes en mi comprensión y apreciación de esta fascinante especialidad. Este viaje, que ha culminado en la realización de mi tesis, representa un peldaño más en la superación profesional de mi vida. A todos, mi gratitud eterna por acompañarme en este fascinante viaje.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema	3
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. Justificación de la Investigación	3
1.4. Objetivos de la Investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación	6
2.2. Antecedentes del Problema	7
2.2.1. Antecedentes nacionales	7
2.2.2. Antecedentes internacionales	13
2.3. Bases Teóricas	20
2.3.1. Factores causantes de la inestabilidad de los taludes	20
2.3.2. Materiales y tipos de fallas en los taludes en suelos y rocas ...	23
2.3.3. Análisis de estabilidad de taludes	32

2.3.4.	Métodos de evaluación para la estabilidad de taludes	34
2.3.5.	Métodos para el cálculo de dovelas	37
2.3.6.	Alternativas de estabilidad	42
2.4.	Glosario	45
CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES		47
3.1.	Hipótesis General.....	47
3.2.	Hipótesis Específicas	47
3.3.	Identificación de Variables	47
3.3.1.	Variable independiente.....	47
3.3.2.	Variable dependiente	48
3.4.	Operacionalización de Variables	49
3.5.	Matriz de Consistencia	50
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA		51
4.1.	Tipo de Estudio y Diseño Metodológico	51
4.1.1.	Tipo de estudio.....	51
4.1.2.	Diseño metodológico.....	51
4.2.	Población de Estudio.....	52
4.3.	Tamaño de Muestra	53
4.4.	Unidad de Análisis.....	53
4.5.	Selección de Muestra.....	54
4.6.	Técnicas de Recolección de Datos	56
4.6.1.	Trabajos de campo: topografía y extracción de muestras.....	56
4.6.2.	Operaciones en oficina y ensayos de laboratorio.....	62
4.7.	Análisis e interpretación de la información	72
4.7.1.	Caracterización de los taludes señalados	72
CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		75
5.1.	Presentación y análisis de resultados	75

5.1.1. Factores de seguridad estáticos actuales de los taludes	75
5.1.2. Probabilidades de falla actuales de los taludes.....	82
5.1.3. Métodos de estabilización	89
5.2. Pruebas de hipótesis.....	100
5.2.1. Verificación de la hipótesis específica 1	100
5.2.2. Verificación de la hipótesis específica 2.....	101
5.2.3. Verificación de la hipótesis específica 3.....	102
5.2.4. Verificación de la hipótesis general	103
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES.....	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXOS.....	113
Anexo 1. Mapa de peligros geológicos	114
Anexo 2. Mapa geomorfológico	115
Anexo 3. Formato Único de Trámite (FUT).....	116
Anexo 4. Croquis de la ubicación del proyecto	117
Anexo 5. Memoria descriptiva del estudio para la autorización de uso de espacios públicos.....	118
Anexo 6. Cronograma de avance	47
Anexo 7. Autorización de la Municipalidad Distrital de Chancay para el uso de áreas públicas con fines de estudio e investigación	125
Anexo 8. Certificado de calibración de la estación total utilizada.....	126
Anexo 9. Certificado de calibración del equipo de corte directo	127
Anexo 10. Certificado de calibración del horno eléctrico de laboratorio.....	130
Anexo 11. Certificado de calibración de balanza electrónica de 3000 G ...	137
Anexo 12. Certificado de calibración de balanza electrónica de 600 G	140
Anexo 13. Entrega de resultados de los análisis de laboratorio del laboratorio JBO ingenieros S.A.C	143
Anexo 14. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-1	144

Anexo 15. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg de la muestra E-1	145
Anexo 16. Resultados del ensayo contenido de humedad de la muestra E-1	146
Anexo 17. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-1	147
Anexo 18. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-1	148
Anexo 19. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-2	151
Anexo 20. Resultados del ensayo límites de Atterberg de la muestra E-2	152
Anexo 21. Resultados del ensayo contenido de humedad de los suelos de la muestra E-2	153
Anexo 22. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-2	154
Anexo 23. Resultados del ensayo corte directo de la muestra E-2	155
Anexo 24. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-3	158
Anexo 25. Resultados del ensayo de límites de Atterberg de la muestra E-3	159
Anexo 26. Resultados del ensayo de contenido de humedad de la muestra E-3	160
Anexo 27. Resultados del ensayo de peso volumétrico de los suelos de la muestra E-3	161
Anexo 28. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-3	162
Anexo 29. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-4	165
Anexo 30. Resultados del ensayo de límites de Atterberg de la muestra E-4	166
Anexo 31. Resultados del ensayo de contenido de humedad de los suelos de la muestra E-4	167
Anexo 32. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-4	168
Anexo 33. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-4	169
Anexo 34. Plano de planta los taludes estudiados, Playa Chorrillos - Chancay	170
Anexo 35. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+150 al km 0+220	170

Anexo 36. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+225 al km 0+280	170
Anexo 37. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+285 al km 0+320	170

LISTA DE CUADROS

Tabla 1: Factores de seguridad resultantes de los taludes evaluados.....	14
Tabla 2: Propiedades mecánicas de los suelos encontrados en los taludes	15
Tabla 3: Resultados de los ensayos triaxiales de las secciones señaladas	18
Tabla 4: Factores de seguridad mínimos de las principales normativas	35
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	49
Tabla 6: Matriz de consistencia.....	50
Tabla 7: Unidades de análisis del proyecto: coordenadas (UTM).....	54
Tabla 8: Datos de las calicatas realizadas en la ciudad de Chancay.....	60
Tabla 9: Clasificación y descripción de estratos por sección	61
Tabla 10: Datos de la caracterización de los taludes.....	63
Tabla 11: Resultados de tipos de suelos por ensayo granulométrico y clasificación SUCS.....	66
Tabla 12: Tipos de suelos encontrados por calicata	67
Tabla 13: Cantidades mínimas de muestra para el ensayo	68
Tabla 14: Cantidades usadas de muestra para el ensayo	68
Tabla 15: Contenidos de humedades y Pesos volumétricos	71
Tabla 16: Cohesión y ángulos de fricción de las muestras ensayadas.....	72
Tabla 17: Datos necesarios para la introducción al software	76
Tabla 18: Criterios para análisis de taludes	77
Tabla 19: Referencia en las propiedades de los suelos estudiados	84
Tabla 20: Desviación estándar de los materiales de cada estrato	84
Tabla 21: Introducción de la desviación estándar al programa Slide	85
Tabla 22: Resultados de los factores de seguridad	88
Tabla 23: Resultados de los factores de seguridad del talud estabilizado .	100
Tabla 24: Resultados de los factores de seguridad	101
Tabla 25: Resultados de las probabilidades de falla	102
Tabla 26: Aumento porcentual de los factores de seguridad	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Identificación de zonas de pendientes. INGEMMET. (2020)	8
Figura 2. Método para las perforaciones en un talud. Romero M. (2011)....	17
Figura 3: Formaciones cilíndricas en talud por actividad eólica. Díaz J. (2008)	
.....	21
Figura 4. Tipo de falla circular de talud en suelos. Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002).....	25
Figura 5. Tipo de falla circular profunda de talud en suelos. Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002).....	25
Figura 6. Tipo de falla circular poligonal de talud en suelos. Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002).....	26
Figura 7. Tipos de caídas en los taludes. Corominas, J. y García, A. (1997)	
.....	27
Figura 8. Tipos de falla por vuelco. Corominas, J. y García, A. (1997).....	28
Figura 9. Análisis por criterio del deslizamiento de suelo. Suárez, J. (2003)	29
Figura 10. Falla por expansión lateral. Corominas, J. y García, A. (1997)...	31
Figura 11. Tipos de falla por flujo. Corominas, J. y García, A. (1997).....	31
Figura 12. Gráfica Mohr – Coulomb. Adaptado de los autores Sanz, R., Sobrecases, S., & Diaz, A. (2015)	33
Figura 13. Esquema de fuerzas actuantes en talud. Elaborado por el Autor. (2022)	34
Figura 14. Talud seccionado en dovelas. Elaborado por el Autor. (2022) ...	37
Figura 15. Análisis de una dovela método Spencer. Ferrás J. (2012)	39
Figura 16. Gráfica FS vs θ . Ferrás J. (2012).....	40
Figura 17. Análisis de una dovela método Morgenstern Price. (2012).....	42
Figura 18. Esquema de talud estabilizado por método soil nail. Yepes V. (2020)	44
Figura 19. Localización de la población de estudio. Google Earth (2021) ...	52
Figura 20. Localización de la muestra de estudio. Google Earth (2021).....	53
Figura 21. Reconocimiento en campo del área de investigación. El Autor (2022)	55
Figura 22. Observación de los taludes más críticos. El Autor (2022).....	55

Figura 23. Levantamiento topográfico de los taludes. El Autor (2022).....	58
Figura 24. Plan de extracción de muestras. El Autor (2022).....	59
Figura 25. Proceso de extracción de muestras. El autor (2022)	59
Figura 24. Definición de estratos para la extracción de muestra de suelo, progresiva KM 0+300. El Autor (2022).....	61
Figura 27. Plano en planta del área de estudio. El Autor (2022)	62
Figura 28. Perfil longitudinal de la progresiva 0+150 al 0+330. El Autor (2022)	63
Figura 29. Sección transversal progresiva 0+205. El Autor (2022).....	63
Figura 30. Recepción de JBO Ingenieros SAC. El Autor (2022).....	64
Figura 31. Ensayo granulométrico: muestra E-3. El Autor (2022).....	65
Figura 32. Ensayo del peso volumétrico de los suelos: muestra E-2. El Autor (2022)	69
Figura 33. Obtención de la deformación unitaria de la muestra E-4	71
Figura 34. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)	73
Figura 35. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+260. El autor (2022)	73
Figura 36. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+300. El autor (2022)	74
Figura 37. Calculo del FS estático del talud natural de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)	78
Figura 38. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)	78
Figura 39. Calculo del FS estático del talud natural de la progresiva KM 0+260. El autor (2022)	79
Figura 40. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural de la progresiva KM 0+260. El autor (2022).....	80
Figura 41. Calculo del FS estático del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2022)	81
Figura 42. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2022).....	82
Figura 43. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	85

Figura 44. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	86
Figura 45. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+260. El autor (2024)	86
Figura 46. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+260. El autor (2024)	87
Figura 47. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2024)	87
Figura 48. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2024)	88
Figura 49. Diseño de estabilidad del talud con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	89
Figura 50. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	90
Figura 51. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	91
Figura 52. Cálculo de la PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	91
Figura 53. Cálculo de la PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)	92
Figura 54. Vista en planta de la progresiva KM 0+155 al KM 0+225	92
Figura 55. Diseño de estabilidad del talud con progresiva KM 0+260	93
Figura 56. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)	94
Figura 57. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)	94
Figura 58. Cálculo del PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)	95
Figura 59. Cálculo del PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)	95
Figura 60. Vista en planta de la progresiva KM 0+250 al KM 0+280	96
Figura 61. Diseño de estabilidad del talud con progresiva KM 0+300	96
Figura 62. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2024)	97

Figura 63. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)	98
Figura 64. Cálculo del PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)	98
Figura 65. Cálculo del PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)	99
Figura 66. Vista en planta de la progresiva KM 0+290 al KM 0+320	99

RESUMEN

En la presente tesis se analiza geotécnicamente la estabilidad de los taludes más críticos, propensos a movimientos de tierra, ubicados en la playa Chorrillos del distrito de Chancay, provincia de Huaral, en la región Lima - Perú. A través de un estudio retrospectivo del área, se identificaron las causas del peligro y sus consecuencias, las cuales pueden comprometer la integridad de las personas, así como ocasionar daños a infraestructuras cercanas, como carreteras y edificaciones.

El tipo de estudio es aplicado y de diseño metodológico no experimental. Para el análisis de la estabilidad de los taludes más críticos, se empleó una metodología que integró datos topográficos, observaciones geológico-geotécnicas in situ y los resultados del estudio de mecánica de suelos. Se caracterizaron los taludes considerando tres tipos de suelos predominantes en sus estratos: GP, CL y GP-GM, cuyas propiedades mecánicas más relevantes fueron el peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción. Con estos datos, se procedió al modelamiento en el software SLIDE, con el propósito de evaluar la inestabilidad actual de los taludes seleccionados como unidades de análisis. Se propusieron métodos de estabilización mediante abatimiento y claveteado de suelos, acompañados de sus respectivos modelamientos en el software mencionado. La aplicación simultánea de dichos métodos brindó a los taludes analizados factores de seguridad superiores al mínimo establecido por la norma CE.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

En conclusión, la caracterización de los taludes, basada en estudios topográficos, observaciones geológicas y ensayos de laboratorio de suelos, permitió realizar el análisis geotécnico de los taludes más críticos. Asimismo, se validó que los métodos de estabilización, propuestos por el autor, logran estabilizar los taludes, reduciendo significativamente los riesgos geológicos presentes en el área estudiada.

Palabras claves: Taludes, movimiento de tierra, Caracterización del talud, abatimiento, estabilidad.

ABSTRACT

This thesis presents a geotechnical analysis of the stability of the most critical slopes prone to landslides, located at Chorrillos beach in the district of Chancay, province of Huaral, in the Lima region of Peru. Through a retrospective study of the area, the causes of the hazard and its consequences were identified, which may compromise the safety of individuals and cause damage to nearby infrastructure, such as roads and buildings.

The type of study is applied and employs a non-experimental methodological design. For the analysis of the stability of the most critical slopes, a methodology was applied that incorporated topographic data, in-situ geological-geotechnical observations, and the results of the soil mechanics study. The slopes were characterized based on three predominant soil types in their strata: GP, CL, and GP–GM, with the most relevant mechanical properties being unit weight, cohesion, and friction angle. With this data, slope stability modeling was performed using the SLIDE software, in order to assess the current instability of the slopes selected as units of analysis. Stabilization methods were proposed through slope flattening and soil nailing, each with corresponding models developed in the aforementioned software. The simultaneous application of these methods provided the analyzed slopes with safety factors greater than the minimum required by Standard CE.020 of the National Building Regulations (RNE).

In conclusion, the slope characterization, based on topographic surveys, geological observations, and laboratory soil testing, enabled the geotechnical analysis of the most critical slopes. Furthermore, the stabilization methods proposed by the author were validated, effectively stabilizing the slopes and significantly reducing the geological risks in the studied area.

Keywords: Slopes, earthworks, Slope characterization, abatement, stability.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

Los taludes se definen como superficies de suelo o roca que presentan una inclinación (pendiente), la cual forma un ángulo con respecto a la horizontal. Cuando la masa de suelo presente en un talud alcanza una gran dimensión, existe una alta probabilidad de que ocurra una falla geológica, generando el movimiento de dicha masa y su deslizamiento hacia abajo. (Braja, D., 2015).

Los movimientos de masas de suelo, así como los desprendimientos presentes en los taludes, son actividades geológicas peligrosas que causan la destrucción de estructuras en construcciones aledañas, exponiendo a las personas a riesgos que comprometen su vida e integridad, además de generar considerables pérdidas económicas. Un ejemplo de ello, en la ciudad de Lima Metropolitana, fue el caso del puente María Reiche en el distrito de Miraflores. Debido a un deficiente análisis y diseño de las características del talud sobre el cual se construyó dicho puente, este presentó serios problemas tras su inauguración, como fisuras, grietas considerables y desprendimientos de rocas, lo que expuso a la población a un peligro constante. Por esta razón, las autoridades no tuvieron otra opción que clausurarlo y rehacer el análisis empleando otros métodos de estabilización, aceptando las pérdidas que ello implicaba. (Mendoza, J., 2016).

Como el ejemplo anterior, hay muchos casos de inestabilidad de taludes en el Perú que es necesario e imprescindible sus estudios y análisis para poder detectarlos con anticipación cuando hay riesgo alto de probabilidad falla, y así

poder diseñar soluciones que puedan ayudar a minimizar o mitigar esta probabilidad en términos teóricos.

En el presente tema de investigación se realizó la evaluación de los taludes más críticos, que se encuentran adyacentes a la carretera de la Playa Chorrillos en el distrito de Chancay en la provincia de Huaral, departamento de Lima – Perú, para la evaluación geotécnica y poder realizar un análisis con sus posibles estabilizaciones.

La zona de investigación ha sido elegida debido a que, según el estudio de Lara J. & García B. (2020), titulado “Evaluación de peligros geológicos en taludes de la playa Chorrillos del distrito de Chancay”, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), esta área fue evaluada técnicamente, comprendiendo el estudio del peligro geológico de acantilados y taludes. Se determinó que la geología de estos taludes y acantilados corresponde a unidades aflorantes generadas por procesos de depósito aluvial, marino y antropogénico. Sobre estas unidades se encuentran cimentadas zonas urbanas pertenecientes a la ciudad de Chancay. Las características de los suelos de los taludes están definidas, en su mayoría, por GW (grava bien graduada), S (arena), M (limo), SC (arena arcillosa), y en algunas zonas están constituidas por depósitos de desmontes de construcción. El problema identificado son las inclinaciones o pendientes que poseen la mayoría de los taludes, las cuales superan los 40° , concluyéndose que estas pendientes podrían ser el principal factor de deslizamientos de suelo.

Con las características observadas anteriormente, la zona elegida en el presente proyecto de investigación fue definida como Zona Crítica, esta se refiere a la probabilidad alta de peligro de deslizamiento y derrumbes, que podría generarse por diversos factores: la construcción de nuevas edificaciones, eventos sísmicos, las bajas propiedades físicas y mecánicas de los materiales que componen los taludes, etc.

Con lo expuesto, los taludes de la playa Chorrillos del distrito de Huaral representan un peligro latente para la población asentada sobre ellos, además

de los daños a las estructuras expuestas que los deslizamientos y/o derrumbes podrían ocasionar. Debido a ello, los análisis geotécnicos de los taludes, así como las propuestas de estabilización, contribuirían a mitigar y/o reducir estos desastres, generando una mayor seguridad para la población que habita cerca de esta Zona Crítica del distrito de Chancay.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida el análisis geotécnico, define las estabilidades de los taludes más críticos, de la progresiva 0+000 al 0+664 de la carretera playa Chorrillos del distrito de Chancay de la provincia de Huaral en el departamento de Lima?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo se determina, mediante el análisis geotécnico, el factor de seguridad estática y pseudoestática de los taludes de tramos señalados?
- b) ¿Cómo se determina, mediante el análisis geotécnico, la probabilidad de falla de los taludes de los tramos señalados?
- c) ¿Cuál es el método de estabilización de los taludes inestables encontrados?

1.3. Justificación de la Investigación

Al pasar los años el desarrollo de la población del distrito de Chancay tiende aumentar y con ello las edificaciones informales, esto sería un problema común si las características geológicas del lugar no representarían un riesgo; sin embargo, la población se asienta en la planicie aluvial que se delimita por

taludes con altos pendientes, esto llevó a diversos organismos, como la Municipalidad del distrito de Chancay y el INGEMMET, a evaluar el riesgo sobre la estabilidad de los taludes que conforman esta delimitación.

Al realizar las evaluaciones técnico-geológicas correspondientes, se identificó que los taludes ubicados en la playa Chorrillos del distrito de Chancay presentan un alto riesgo de deslizamientos de suelo, lo cual representa una amenaza significativa para la integridad de las personas, así como para la infraestructura existente, incluyendo vías de acceso y edificaciones. A pesar de haberse reconocido previamente el nivel de riesgo geológico y haberse clasificado la zona como crítica, hasta antes del desarrollo de la presente tesis no se había realizado un análisis geotécnico detallado ni se habían evaluado posibles métodos de estabilización que contribuyan a mitigar dicho riesgo.

Por ello, la realización de este proyecto de investigación es justificada, porque se busca identificar las propiedades geotécnicas de los tramos de los taludes más críticos, para poder conocer sobre los tipos de suelos y sus propiedades físicas y mecánicas que los componen en cada uno de estos, y seguidamente con estos resultados, identificar los factores de seguridad actuales y las probabilidades de falla y proponer un diseño de estabilidad de los taludes, con ayuda del software SLIDE 6.0, hasta obtener la minimización o la mitigación del riesgo.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el análisis geotécnico de taludes más críticos para definir sus estabildades, progresiva 0+000 al 0+664 de la carretera playa Chorrillos del distrito de Chancay de la provincia de Huaral en el departamento de Lima.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar, mediante el análisis geotécnico, el factor de seguridad estática y pseudoestática de los taludes de los tramos señalados.
- b) Determinar, mediante el análisis geotécnico, la probabilidad de falla de los taludes de tramos señalados.
- c) Proponer un método de estabilización de los taludes inestables de las secciones seleccionadas.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

Para realizar el marco epistemológico de la presente tesis de investigación, se ha debido conocer previamente el significado de esta. Según los autores Federico, W., Cuenca, C. & Chaves, A. (2019) dentro de una de las ramas de la filosofía se encuentra la epistemología el cual, según dichos autores, significa el conocimiento, que se encarga diversos aspectos, los principales de estos: análisis de la naturaleza, las limitaciones de los conocimientos y los métodos para la obtención de estos, Por ello se puede afirmar que la epistemología implica abordar el proceso de conocer.

Se sabe qué es el conocimiento, sin embargo también se necesita saber qué es la verdad y su vinculación de ambos. Para los autores Federico, W., Cuenca, C. & Chaves, A. (2019), la verdad y el conocimiento no son aspectos similares o iguales, esto debido a que, la verdad es una creencia de las personas y lo comparten socialmente, y lo otro se desarrolla o evoluciona con una idea nueva. Cuando se comparan creencias, se logra entender a profundidad, y esto permite reformular la creencia antigua con una nueva, conduciendo a un conocimiento más avanzado.

De acuerdo con Quispe N. (2024), los investigadores geotecnistas como parte de la interacción entre el ser humano y la naturaleza, a través de la industria de la construcción, en muchos años, han buscado ampliar su conocimiento y entendimiento para lograr encontrar el porqué de los problemas de la geología, y con ello encontrar métodos de estudio a fin que puedan lograr una posible solución que pueda resolver problemas de inestabilidad geológica.

Para que esto se pueda lograr, ha sido necesario desarrollar metodologías y modelamientos, para que estos se sometan a pruebas mediante ensayos con el análisis de fenómenos geotécnicos.

Para los autores Federico, W., Cuenca, C. & Chaves, A. (2019) la importancia de la ciencia como objetivo final abarca comprender mejor el entorno real en el que nos encontramos, y para el marco epistemológico, la ciencia es igualmente importante. La ciencia se basa en dos categorías que son las pruebas empíricas y las pruebas teóricas. La primera se centra en explicar los hechos observables reales dentro de la realidad comprobada; mientras lo segundo se desarrollan mediante el uso pruebas abstractas: uso de cálculos matemáticos y uso de la lógica.

Para la presente tesis se adopta una postura epistemológica basada en el racionalismo. Donde el conocimiento sobre los tipos de suelos que tienen los taludes estudiados se emplea para desarrollar una metodología científica que permita optimizar el diseño de estabilización. El método se apoya en el razonamiento lógico y en cálculos matemáticos para determinar los Factores de seguridad (estática y pseudo estática), probabilidades de falla y propuesta de estabilización, de acuerdo con el conocimiento adquirido sobre los suelos in situ.

2.2. Antecedentes del Problema

2.2.1. Antecedentes nacionales

En la investigación de Lara, J. & García, B. (2020) titulada “Evaluación de peligros geológicos en taludes de la playa Chorrillos del distrito de Chancay” presenta como objetivo el estudio de las zonas con presencia de acantilados o taludes que pueden representar peligro por movimientos de masa, además de reconocer, caracterizar y diagnosticar los peligros geológicos, mediante el uso de instrumentos y trabajos de campo, la

cartografización geodinámica y geológica y finalmente la recopilación de datos de trabajos ya existentes por el INGEMMET.

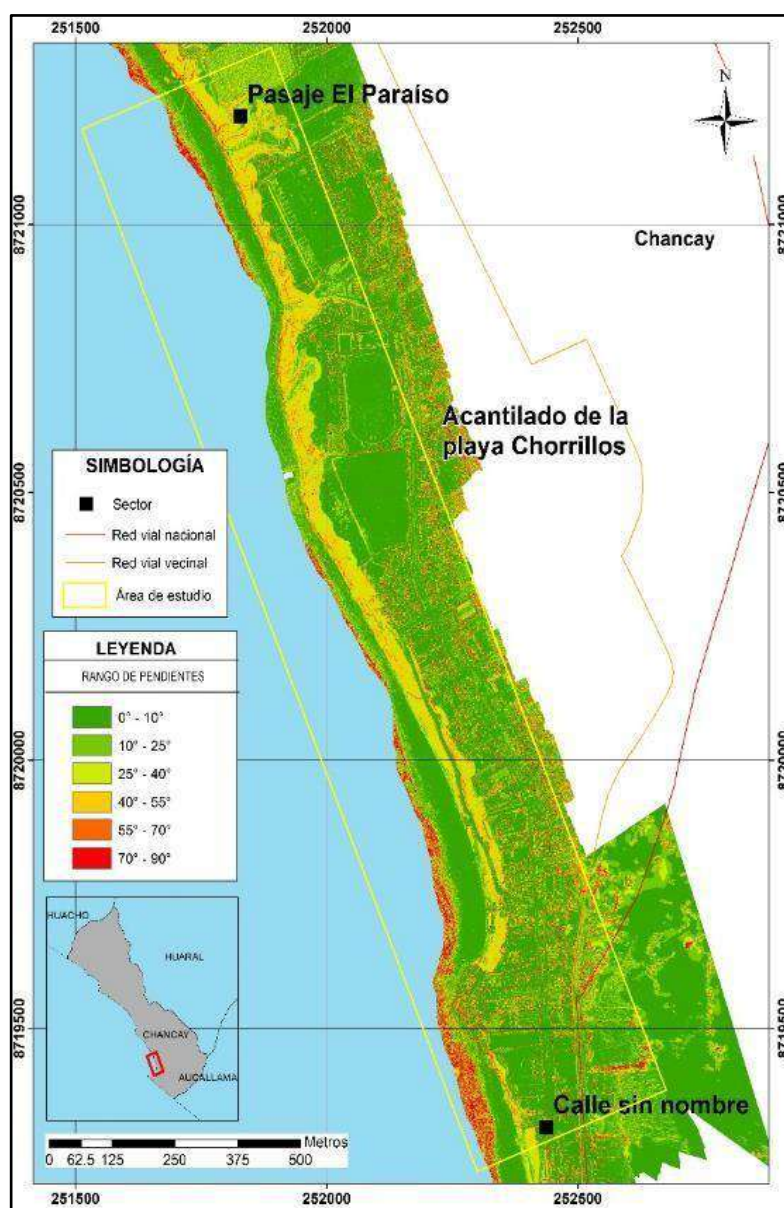


Figura 1. Identificación de zonas de pendientes. INGEMMET. (2020)

Mediante el uso de estas herramientas se logró detallar que la playa Chorrillos, de acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, presenta un clima medianamente cálido; la temperatura promedio anual es de 18° a 19° con cielo nuboso, pero sin presencia de lluvias, clasificándose así como zona árida. La geología del lugar presenta diversas unidades litoestratigráficas: depósitos aluviales,

marinos y antropogénicos; además, su geomorfología muestra pendientes de 0° a 10° correspondientes a la planicie aluvial, mientras que en sus taludes y acantilados próximos se observan altas pendientes de 40° a 55° (Figura 1). Estas pendientes comprenden distintas unidades geomorfológicas: subunidad planicie aluvial, subunidad acantilada, subunidad borde litoral y playas, y subunidad de relleno artificial. La evaluación de los peligros geológicos se realizó mediante la observación de derrumbes en el acantilado de la playa Chorrillos. Las características de los acantilados a lo largo de la playa son diversas: ancho promedio de 50 m, forma de superficie de rotura irregular y dirección del movimiento orientada hacia N 45° .

Se concluye que, la playa Chorrillos se ubica en una zona susceptible a desplazamiento de tierras, también tiene depósitos no consolidados formados por las diferentes unidades litoestratigráficas, presenta suelos antropógenos, ello hace que la zona sea considerada como zona crítica.

Luque, G; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020). "Peligro geológico en la región de Lima". Este antecedente de investigación tiene como objetivo el reconocimiento como también la clasificación de unidades geomorfológicas de diversos sectores de la región de Lima, como es el caso del distrito de Chancay, para poder ser analizados en el ámbito de la susceptibilidad; en ese sentido, Chancay, presenta colinas con planicies costeras que están constituidos por rocas volcánicas producto de la sedimentación, sin embargo están en erosión constante por las principales actividades hídricas y marinas. La composición de los ambientes con desierto es generalmente de mantos de arena que tienen como pendiente entre 0% a 15%, las partículas están en constante movimiento y se arrastran, por ello estas acumulaciones son consideradas activas. En el ámbito hidrogeológico el distrito de Chancay cuenta unidades hidrogeológicas como la unidad acuitardo sedimentario, que está constituido por materiales impermeables, estos materiales en su mayoría son limosarcillitas, caliza, conglomerados y arenisca, que son rocas fracturadas, que favorecen la filtración de agua subterránea a la superficie.

En los estudios donde se encuentra la urbanización de Chancay, se encontró depósitos aluviales que no están consolidados, estas se formaron por actividad aluvial y fluvial, esta información se obtuvo mediante trabajos en campo y de gabinete, con ello también se obtuvo la identificación de 4329 riesgos geológicos, entre los más principales los movimientos de masas con un 75.6% y los geohidrológicos con un 10.3% del total de los riesgos.

Con ello se concluye que la zona de estudio elegida para el presente proyecto de investigación es una zona vulnerable para obtener peligros geológicos.

Villacorta, S.; et al. (2015), en su estudio “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao”, tuvo como finalidad evaluar la geología de Lima Metropolitana y de la región Callao, con el objetivo de identificar los peligros que podrían presentarse, determinando así riesgos geológicos y geohidrológicos. Se identificaron e inventariaron 848 de estos peligros, además de hallarse 107 zonas con alta probabilidad de ocurrencia de movimientos de tierra. Estas zonas, que incluyen una parte considerable de Chancay, son propensas a fallas inducidas por movimientos sísmicos. Esto se debe a que la costa del Perú se encuentra próxima a la zona de subducción, lo que significa que la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana genera terremotos potencialmente desastrosos para la población, como ocurrió con el sismo de 1937, que causó daños significativos a la geología del lugar, así como la destrucción de edificaciones.

En conclusión, según la investigación, el distrito de Chancay es afectado por actividades geológicas como derrumbes de tierra y roca, así como por el proceso de erosión de los acantilados que se extienden a lo largo del litoral del distrito.

En el artículo de investigación nacional de Tafur C. (2019) titulado “Estudio para la estabilización del talud del tramo km 318+000 hasta km 318+300

de la carretera Cajamarca – Chachapoyas” tuvo como objetivo principal proponer un método de estabilización para solucionar los problemas de movimientos de tierra a lo largo de un tramo de la carretera Cajamarca – Chachapoyas. Las herramientas que utilizó para poder recolectar datos fueron los estudios topográficos, ensayos de suelos mediante la extracción de muestras por 2 calicatas de los taludes N°1 y N°2. Los resultados de la investigación fueron que los suelos estudiados de los taludes N°1 y N°2 se componen de grava arcillosa (GC) y areno – limoso (SP-SM) respectivamente, además los factores de seguridad que se ha determinado fueron:

Del talud N°1

$$FS \text{ máximo} = 0.807 \text{ y } FS \text{ mínimo} = 0.757$$

Del talud N°2

$$FS \text{ máximo} = 1.275 \text{ y } FS \text{ mínimo} = 1.131$$

La conclusión este artículo, se basa que el método de abatimiento de talud es el más adecuado para poder estabilizar el talud con factor de seguridad menor a 1, con adición de una protección anti-erosión en la superficie: para el tipo de suelo GC el manto permanente TMR 15 y para el tipo de suelo SP-SM, fibra de coco.

En la tesis de Breña C. (2019) titulada “Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba – Cutervo – Chiple, Cajamarca – Perú” busca la proposición de métodos correctivos para la estabilización de los taludes adyacentes a la carretera que pueden evitar el tránsito vehicular y de las personas, teniendo como objetivo principal la evaluación de los resultados geotécnicos de los taludes que presenten inestabilidad de la interacción de Roca y Suelo a lo largo de la carretera de los tramos Cochabamba – Cutervo y Chiple – Cajamarca. Para poder recolectar información se utilizaron instrumentos como la estación total y el GPS, esto ayudó a caracterizar geométricamente el talud; para la recolección de muestras como suelo y roca, se realizó trincheras,

seguidamente con la obtención de las muestras se realizó el análisis geotécnico para conocer las propiedades mecánicas mediante ensayos de laboratorio: ensayo de corte directo entre otros; finalmente con los resultados obtenidos se realizó los modelamientos respectivos en el software SLIDE 6.0.

En conclusión, mediante la determinación de la caracterización de los taludes, el autor propone como métodos de estabilización para los taludes críticos: el método de relleno del talud inferior con enrocado y el método de claveteado o anclaje, considerándolos como las alternativas óptimas de estabilización.

En el proyecto de tesis de Blas J. (2023) titulado “Caracterización geotécnica para determinar el modelo de estabilización de talud a escala reducida, barrio Los Olivos, Independencia, Huaraz, Ancash, Perú – 2021” busca la comparación de resultados de factores de seguridad que se obtiene mediante la caracterización geotécnica del talud estudiado con los factores de seguridad que resulta del modelamiento con maquetas ensayadas a escala reducida. Con el fin de lograr la caracterización del talud se procedió a realizar métodos similares a los adoptados por la presente tesis de investigación, para los trabajos en campo se realizaron: Levantamiento topográfico del lugar de los taludes, análisis del perfil estratigráfico y extracción de muestras en situ para sus ensayos, y para los trabajos de laboratorio se optaron por realizar pruebas que abarcó los ensayos de clasificación de suelos, peso específico y ensayo de corte directo entre los más importantes, para determinar los valores de peso específico, ángulo de fricción y cohesión siendo estos parámetros imprescindibles para el modelamiento en el programa Slide 6.0. El criterio para la obtención de parámetros y determinación de los factores de seguridad, mediante la caracterización del talud, concuerdan con lo presentado en la presente tesis, debido a la obtención de resultados fiables que se obtiene mediante la elección de este criterio.

En conclusión, Los criterios en el método para obtener los resultados que realiza el autor, es un antecedente importante y refuerzan la validez del procedimiento elegido en la presente tesis de investigación.

2.2.2. Antecedentes internacionales

En la investigación de Hurtado M. (2009) titulada “Modelo para la estabilización de taludes en la carretera selva alegre – Saguangal que permita disminuir costos de mantenimiento” (Ecuador) tiene como objetivo el estudio geotécnico de los taludes, para poder definir su estabilización más efectiva en la carretera Selva Alegre – Saguangal que va desde la progresiva 0+000 a la progresiva 37+720, estos estudios comprenden: analizar los taludes más críticos del tramo definido como también realizar la zonificación de estos mismos, seguidamente proponer sistemas para la prevención y mantenimiento, y por último elegir el métodos de estabilización más adecuados a la economía de la región.

Para poder realizar el trabajo mencionado, se hizo uso de diversas herramientas: el estudio de mecánica de suelos para clasificarlos según su tipo y obtener sus propiedades mecánicas; también se realizó la topografía del área determinada y, por último, la estratigrafía. Debido a esto, se obtuvo como resultado que los suelos estaban conformados por arenas limpias, sin mucha cohesión, lo cual generaría inestabilidad en el talud. En la topografía del lugar, se determinó una morfología accidentada e irregular, con pendientes muy elevadas; esto, en combinación con el tipo de suelo que compone los taludes, representa un riesgo crítico. Por último, se concluyó que los deslizamientos se producen por la erosión regresiva continua. Los resultados, como los factores de seguridad de los cortes de taludes señalados, van desde 0.599 a 0.643 (Tabla 1), en diversas secciones (progresivas) a lo largo del tramo definido. Como los taludes se componen mayormente de arena poco cohesiva, no se identificaron secciones donde esa composición varíe y permita optar por el método de pernos de anclaje para una mayor estabilización.

Tabla 1: Factores de seguridad resultantes de los taludes evaluados

ABSICISA	LADO	FATOR DE SEGURIDAD (EN LA FALLA)
9+605.32	Lado Derecho	0.623
11+439.39	Lado Derecho	0.599
16+454.04	Lado Derecho	0.628
17+231.01	Lado Derecho	0.601
20+327.98	Lado Derecho	0.643

Fuente. Datos tomados de Hurtado M. (2009)

Por lo anteriormente expuesto, se propusieron los métodos de estabilización mediante abatimiento del talud y sembrado de gras para las progresivas: 9+540 a 9+690, 11+380 a 11+480, 17+160 a 17+460 y 20+240 a 20+408.94; y para la progresiva 16+400 a 16+580 se optó por un sistema adicional, consistente en la construcción de muros de pie. Para los cortes o abatimientos de taludes se consideraron tres ángulos (25°, 30°, 35°) que debían presentar los planos de falla a fin de ser evaluados. En los resultados obtenidos para las propuestas brindadas con los tres ángulos de plano de falla, se determinó que los factores de seguridad correspondientes a 25°, 30° y 35° fueron de 1.019, 0.866 y 0.756, respectivamente.

En conclusión, el método más adecuado para estabilizar los taludes compuestos por arenas no cohesivas es el abatimiento con un plano de falla de 25° y el sembrado de gras.

Morales B. (2012), en su investigación titulada “Metodología de estabilización de taludes de carreteras” (Ecuador), plantea como objetivo central contribuir en las etapas iniciales del estudio, diseño y ejecución de la estabilización de taludes inestables para prevenir deslizamientos de tierra. Esta metodología, de enfoque cuantitativo, abarca y define los pasos necesarios para identificar taludes inestables ubicados en la carretera Loja – Zamora, específicamente en los tramos comprendidos entre las progresivas 17+950 y 18+450. Este antecedente servirá como referencia

para realizar los cálculos de cortes en la evaluación de taludes de la presente tesis.

Para llevar a cabo la investigación, se emplearon métodos y herramientas como la evaluación de las características de los taludes en dos cortes: A-A' y B-B', ubicados en las progresivas 18+156 y 18+345, respectivamente. Se estudiaron las propiedades del suelo y subsuelo, incluyendo sus características físicas y mecánicas a través de ensayos de laboratorio. Asimismo, se identificaron los estratos presentes en los taludes mediante ensayos geofísicos, se evaluó el contenido de agua dentro del talud, se calcularon los factores de seguridad ante deslizamientos, y se propuso un método de protección para la estabilidad de los taludes, entre otros aspectos.

Al analizar los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos, se identificó que los taludes analizados presentan una capa superficial de 1.80 m de profundidad compuesta por suelo limo arenoso (ML) con humedad, además de dos depósitos coluviales con estratos de 10 cm formados por bloques, compuestos por suelo limo arenoso y suelo arenoso pobremente gradado. Finalmente, se halló la presencia de roca fracturada con contenido de calcio y signos de oxidación. Las propiedades mecánicas se determinaron con muestras extraídas a profundidades de 1.50 m cada una (Tabla 2).

Tabla 2: Propiedades mecánicas de los suelos encontrados en los taludes

Muestra	Prof. (m)	Peso Unitario (g/cm ³)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
LZ17 P-1	1.50	1.68	21.5	31.49
LZ17 P-2	1.50	1.70	20.0	24.83

Fuente. Datos tomados de Morales B. (2012)

En los resultados del ensayo de refacción geofísica se identificaron 3 tipos de capas: la primera capa es superficial, se ensayó con potencia variable que va desde 0.00 m hasta 15.00 m, la formación de esta capa estudiada resulto regular en el sentido de la línea sísmica, se obtuvo que la resistividad eléctrica está en el rango de 650 – 1100 (ohm-m) y las velocidades longitudinales (V_p) y de cortante (V_s) van en rangos de 351 – 551 (m/s) y 175 – 180 (m/s) respectivamente; la segunda capa tiene un espesor que va de 0.20 m hasta los 22.00 m, en esta capa se obtuvo que la resistividad eléctrica está en el rango de 1800 – 2000 (ohm-m) y las velocidades longitudinales y de corte van en rangos de 742 – 1289 (m/s) y 435 -620 (m/s) respectivamente; la tercera y última capa se hizo con una potencia que se extiende a una profundidad del total del talud, de esta se obtuvo que la resistividad eléctrica fue de 3000 (ohm-m) y las velocidades V_p y V_s fueron de 2939 – 3618 (m/s) y 1650 (m/s) respectivamente.

Los resultados de la evaluación del contenido de agua fue que no se detectó porcentaje de humedad en los sondeos ejecutados hasta la profundidad que se ha investigado.

Mediante la obtención de los datos hallados por ensayos de laboratorio y geofísicos, se calculó los factores de seguridad de los cortes de taludes A-A' y B-B' estos factores resultaron: para el corte A-A' tiene un factor de seguridad estática de 1.30 y pseudoestática mayor a 1.00. Y para el corte B-B' el factor de seguridad estática fue de 1.61 y pseudoestática de 1.13, como los factores de seguridad son mayor a 1 quiere decir que los taludes cuentan con estabilidad.

Por tanto, como conclusión, se propone un método de protección para ambos cortes como es el método de la colocación de malla de acero con clavos anclados en la superficie de los taludes.

En la tesis de Romero M. (2011), titulada "Propuesta metodológica para la evaluación de estabilización de taludes y terraplenes en proyectos de carreteras" (Guatemala), se propuso como objetivo general establecer una

metodología para la evaluación e identificación de las características y causas que generan fallas en los taludes ubicados en la zona CA – 1 Occidente, tramo Tecpán – Los Encuentros, comprendido entre el kilómetro 89 y el kilómetro 124.

Como técnica de recolección de datos, se utilizaron antecedentes documentados sobre la geología de la zona de estudio, como estudios topográficos, registros sísmicos, entre otros. Posteriormente, se realizaron trabajos de campo que incluyeron ensayos in situ para evaluar las propiedades del suelo que compone el talud a analizar. Luego de ello, las muestras fueron examinadas en laboratorio para determinar propiedades cuantitativas como la resistencia al corte y el ángulo de fricción.

Para los trabajos de campo, se seleccionaron tres secciones de taludes localizadas en las progresivas 95+780, 102+590 y 108+450, consideradas las más representativas para la realización de ensayos triaxiales. Para evaluar cada sección, se efectuaron tres perforaciones distribuidas estratégicamente a fin de obtener información adecuada del talud: una perforación a 1.5 veces la altura del talud desde la cresta, otra al centro del talud con una altura equivalente a la del mismo, y una última excavación al pie del talud con una profundidad de $1/3$ de su altura. Estas especificaciones se detallan en la Figura 2.

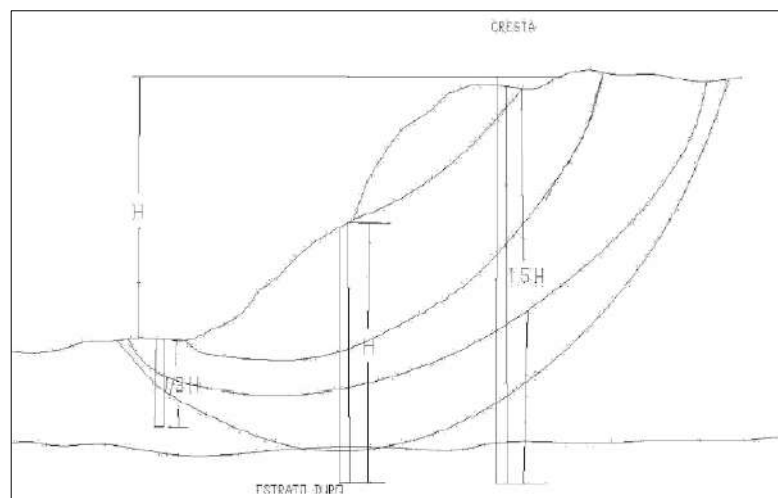


Figura 2. Método para las perforaciones en un talud. Romero M. (2011)

Para los estudios de laboratorio, se realizaron ensayos granulométricos para clasificar los suelos extraídos del talud, así como los ensayos de Límites de Atterberg, pesos unitarios y gravedad específica. Para evaluar las propiedades mecánicas, se efectuaron ensayos triaxiales y de corte directo; los resultados de estos últimos se encuentran detallados en la Tabla 3.

La conclusión de la investigación fue que las causas de las fallas en los taludes se atribuyen a la variación de estos, debido a procesos constructivos recurrentes cada año. Otras causas identificadas incluyen la presencia de agua en los suelos, producto del exceso de lluvias, así como la realización de cultivos en la cresta de los taludes y la existencia de instalaciones sanitarias deterioradas, las cuales generan filtraciones que provocan presiones intersticiales.

Tabla 3: Resultados de los ensayos triaxiales de las secciones señaladas

ESTACION	ANGULO DE FRICCIÓN	COHESION	DESCRIPCION
95+780	25.42	2.8 kg/cm ²	limo arcilloso color café
102+590	16.21	4.2 kg/cm ²	limo arcilloso color café
108+450	33.79	6 kg/cm ²	arena limosa color gris

Fuente. Datos tomados de Romero M. (2012)

El artículo de investigación de Oliva A. y Gallardo R. (2018), titulado “Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México”, tiene como objetivo principal la evaluación de la probabilidad de riesgo asociado al movimiento de tierra en un talud urbano ubicado en el centro de la ciudad de Tijuana, México. Las herramientas y métodos empleados para la recolección de datos incluyeron, para la caracterización geométrica del talud, un levantamiento topográfico y cartografía que permitieron observar tanto las grietas geotécnicas como las estructuras existentes. Para el análisis geotécnico se realizaron dos sondeos mecánicos de 25 metros cada uno, además de ensayos de

penetración estándar (SPT) en profundidad. Para el análisis de estabilidad, se utilizaron los métodos de equilibrio límite y análisis tensodeformacional. Como conclusión, mediante los análisis de distintos perfiles de taludes con apoyo de lecturas inclinométricas, se determinó que el talud presenta tres direcciones de desplazamiento, lo que indica un alto riesgo de movimiento de tierras. Las estructuras construidas, como las edificaciones, generan una sobrecarga adicional que incrementa la probabilidad de deslizamientos.

El artículo de investigación de Gallardo R. (2019), titulado “Análisis de falla de un talud en un sector urbano del municipio de Ocaña, Colombia”, tuvo como objetivo principal analizar los diversos factores que provocaron la falla de un talud en el barrio San Fermín, ubicado en el sector sur de la ciudad de Ocaña, mediante análisis de sensibilidad y retrocálculo, y determinar medidas de estabilización para prevenir futuros deslizamientos. Para obtener los datos se utilizaron diversas herramientas de campo, como trabajos topográficos, inspección visual del sitio y cinco sondeos (2 de rotación y 3 de percusión) con profundidades entre 2.65 m y 11.65 m. Se extrajeron muestras alteradas e inalteradas y, mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, se determinaron las propiedades mecánicas para modelar y diseñar los taludes, obteniendo los factores de seguridad con el programa SLOPE/W.

La conclusión del artículo fue que el análisis de sensibilidad y el método de retrocálculo resultaron fundamentales para simular de forma precisa un talud estable previo a la falla. Los resultados obtenidos son valiosos para el análisis de estabilidad posterior a un deslizamiento. Asimismo, al determinar los factores de seguridad tras la ocurrencia del deslizamiento, se concluyó que el talud posee una alta probabilidad de falla, clasificando la zona de estudio como una zona crítica.

Según Pérez R. (2007), en su artículo de investigación titulado “Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuitlapa, Guerrero”, se plantea como objetivo determinar el grado de vulnerabilidad

de los taludes del poblado de Tlacuitlapa frente a los movimientos de tierra y elaborar un mapa de vulnerabilidad de dicha zona. Estos taludes presentan pendientes mayores a los 39° , lo cual los hace propensos a peligros geológicos. Como herramientas y métodos de investigación se emplearon trabajos de cartografía utilizando la carta topográfica Teloloapan E14A77 con escala 1:50000, lo que permitió determinar las características de los taludes. Asimismo, se realizó un censo a la población para evaluar la intensidad de los daños ocasionados en sus infraestructuras.

La conclusión de la investigación señala que en la zona analizada se encuentran materiales geotécnicos no consolidados, como calizas, lutitas y areniscas, sobre los cuales se asientan infraestructuras, principalmente viviendas de los pobladores. La mayoría de estas construcciones que resultaron afectadas por eventos geológicos presentaron fracturas y fallas en paredes y losas, y estos daños podrían incrementarse en otras viviendas. Los movimientos de tierra son provocados por la interacción entre las elevadas pendientes de los taludes, la naturaleza de los materiales geotécnicos que los componen, los depósitos existentes y, especialmente, la infiltración de agua de lluvia.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Factores causantes de la inestabilidad de los taludes

Según Gonzales de Vallejo (2002), los movimientos de tierra que se presentan en los taludes son fenómenos frecuentes, ocasionados por una serie de factores que constituyen riesgos geológicos, los cuales representan un peligro significativo para la sociedad. El autor de la presente tesis identifica como principales factores: el viento, el agua, la temperatura, los eventos sísmicos y, finalmente, la intervención antrópica.

a) Factor del viento

El viento es uno de los factores principales que contribuyen a la inestabilidad de un talud, ya que provoca erosiones eólicas que desprenden el material fino del material más grueso, dejando expuestos materiales como la grava. Esta exposición puede causar desprendimientos, dado que estos materiales carecen de cohesión. En el caso de un talud ubicado en el litoral, la acción eólica transporta sales hacia la base del talud, lo que provoca un degradamiento progresivo de los materiales.

Cuando se producen remolinos de viento, estos pueden impactar directamente en el talud, acelerando su erosión y generando variaciones en la pendiente.

Las formaciones que produce la actividad eólica en los taludes suelen adoptar configuraciones cilíndricas; un ejemplo de ello se muestra en la Figura 3.

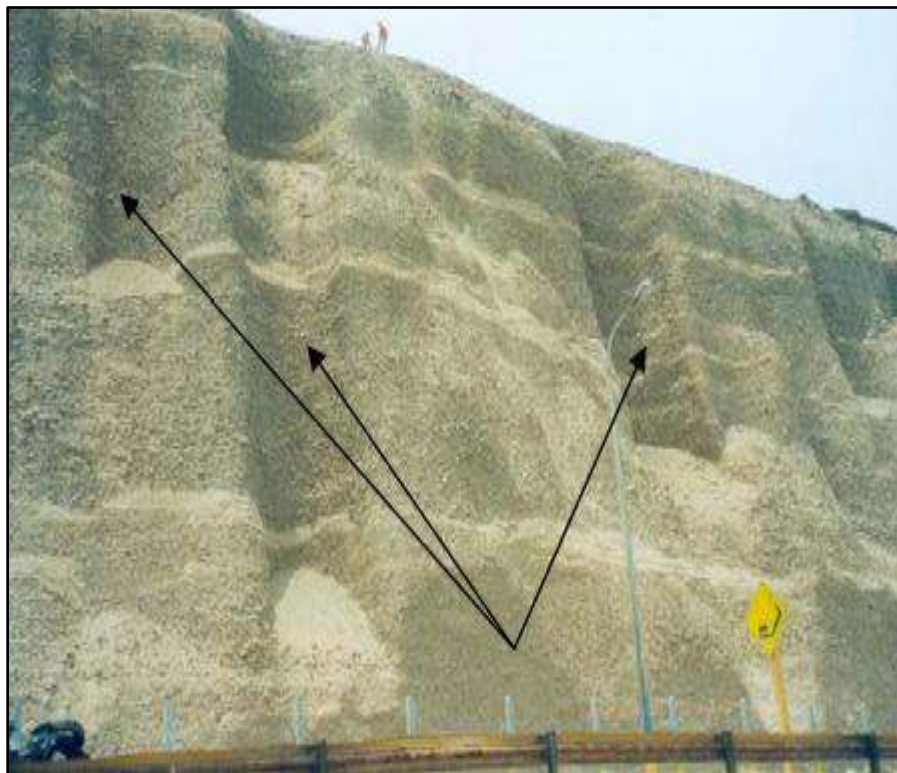


***Figura 3: Formaciones cilíndricas en talud por actividad eólica.
Díaz J. (2008)***

b) Factor del agua

El agua presente en un talud provoca la disminución del esfuerzo de los materiales que lo conforman, ya que este esfuerzo se reduce debido al efecto del esfuerzo efectivo generado por la presión hidrológica, lo cual debilita la resistencia del talud y puede conducir a desprendimientos o movimientos de tierra.

Asimismo, el agua ocasiona procesos de erosión cuando ocurren precipitaciones intensas o prolongadas, arrastrando el material fino cohesivo y dejando expuesto el material granular sin soporte estructural.

c) Factor de la temperatura

La temperatura afecta a las características físicas y mecánicas del talud cuando esta realiza un cambio drástico de temperatura, esto genera el intemperismo del talud.

El intemperismo genera fallas geológicas que pueden conllevar a desprendimientos de masas de tierras con la secuencia estacional con la humedad luego el secado rápido y con ello la contracción y desprendimiento del talud estudiado.

d) Factor Sísmico

En los eventos sísmicos, provoca a un talud perder cualidades mecánicas que lo hace ser estable, ya que estos eventos pueden generar ruptura o separación de su estructura interna del talud, las consecuencias más evidentes son los desprendimientos y movimientos de masa generando la obstrucción y daños en las vías aledañas.

Siendo la condición estructural de un talud de borde y sin tener confinamiento, hace que el factor sísmico sea una principal causa de inestabilidad de taludes.

e) Factor por la acción del hombre

Al pasar de las décadas las acciones del hombre se convirtieron en un factor importante en la inestabilidad de los taludes, debido a la manipulación de estos para la construcción y agricultura. Estas acciones que vuelven inestables a los taludes mayormente son: cortes o abatimientos, para habilitar el terreno para la construcción de carreteras, elevando la pendiente sin un estudio geotécnico previo; la construcción de edificaciones en la cabeza o también llamada cresta del talud, generando cargas más altas que las permitidas y otros depósitos de basura y desmonte.

2.3.2. Materiales y tipos de fallas en los taludes en suelos y rocas

2.3.2.1. Materiales que conforman un talud

Al realizar cualquier análisis de estabilidad de taludes, un parámetro imprescindible para dicho estudio es la identificación del tipo de material presente en los estratos que conforman el talud. Según Corominas, J., & de Caminos, I. (2004), se pueden distinguir tres tipos: roca maciza, agregados gruesos o derrubios, y tierra. Estos materiales se diferencian en que la roca maciza presenta características sólidas en su estructura; los derrubios son una combinación de materiales gruesos y finos cohesivos, predominando los primeros, como gravas con bloques de roca maciza; mientras que un talud compuesto por estratos de tierra contiene, en mayor proporción, materiales finos y granulares cohesivos, como limos, arcillas y arenas.

Para Cruden y Varnes (1996), un talud conformado por tierra posee aproximadamente más del 80% de material fino, con diámetros inferiores a los 2 mm.

2.3.2.2. Tipos de fallas de taludes en suelos

Según Sanz, R, Sobrecases Marti, S., & Diaz, A. (2015) antes del análisis de un talud por cualquier criterio de estabilización, se debe saber el comportamiento del deslizamiento y clasificarlo por tipo de falla o rotura. La correcta clasificación optimiza la precisión en la estabilización, por el contrario, se puede obtener resultados incorrectos, ineficaces y hasta contraproducentes.

En la presente investigación se abordará con mayor interés en los tipos de fallas de los taludes en suelos, debido a que en el área de investigación está compuesta en su mayoría por estos materiales, sin embargo, se abordará además de manera general los diferentes tipos principales de fallas en macizos rocosos y flujos.

Para Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002) las fallas de taludes en suelos se pueden distinguir de las fallas de rocas, ya que éstas tienden, en su mayoría, actuar en forma curvilínea, en algunos casos condicionados a la estratigrafía y la morfología de los suelos que conforman el talud. Estos tipos de fallas son: Tipo de falla circular de pie, Tipo de falla circular profunda, Tipo de falla según una poligonal.

a) Tipo de falla circular de pie

La falla o rotura circular de pie como su mismo nombre lo indica es aproximadamente circular, esta superficie de falla se presenta frecuentemente cuando el material que conforma el talud es homogéneo o presenta estratos con materiales diferentes, pero con propiedades geotécnicas similares. El extremo inferior de la falla se presenta aproximadamente en el pie del talud (Figura 4).

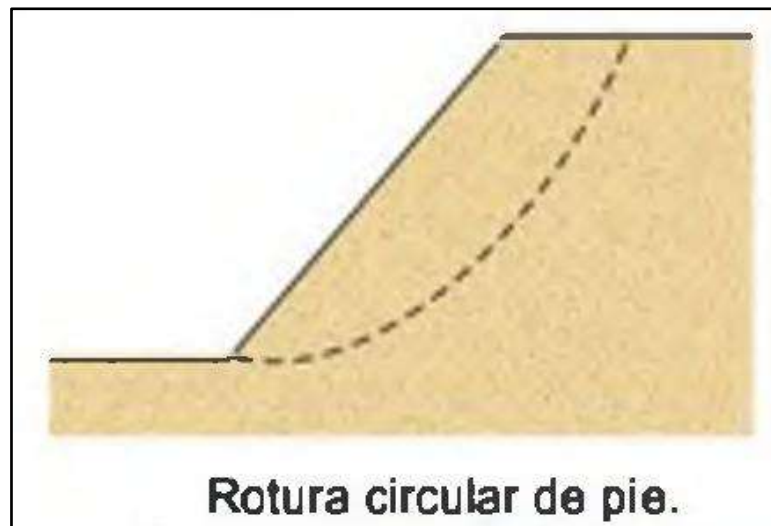


Figura 4. Tipo de falla circular de talud en suelos. Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002)

b) Tipo de falla circular profunda

Este tipo de falla se comporta como el anterior tipo abordado, pero el extremo inferior del talud se encuentra por debajo del pie del talud, esta falla se observa en la Figura 5.

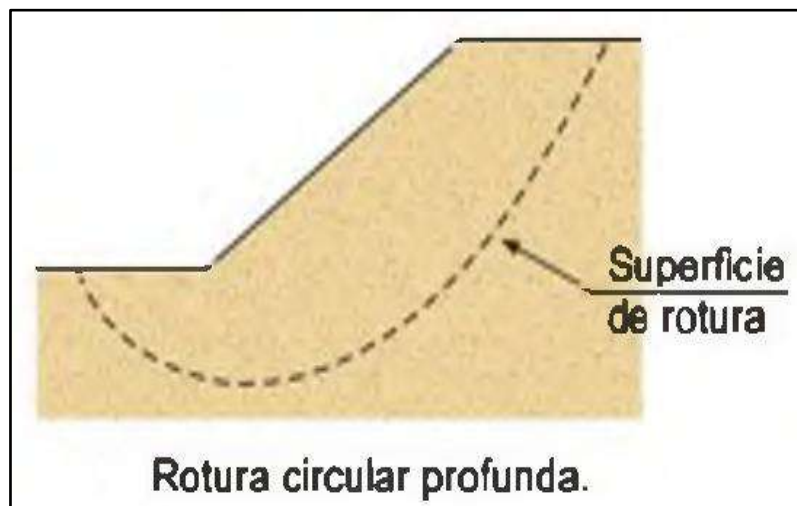


Figura 5. Tipo de falla circular profunda de talud en suelos. Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002)

c) Tipo de falla según una poligonal

Si el talud posé estratos de diferentes propiedades geotécnicas, la forma de la falla puede tener un comportamiento de una superficie planar que se asemeja mucho a una superficie poligonal, esta es conformada por diferentes tramos de planos, esto puede ser observado en la Figura 6.



Figura 6. Tipo de falla circular poligonal de talud en suelos.

Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002)

2.3.2.3. Tipos de fallas de taludes en rocas

Corominas, J., & de Caminos, I. (2004) clasifican a las fallas de taludes en rocas como caídas de tierras, vuelcos de estratos rocosos, deslizamientos rotacionales y transnacionales y flujos.

Para Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M. (2002) estas fallas generalmente se dan en macizos rocosos que se condicionan por sus grados de fracturación, orientación y distribución de sus discontinuidades del talud.

a) Caídas de tierras

Las caídas de bloques de macizos rocosos son la desunión de materiales que generalmente están en la cabeza de un talud, este desprendimiento se da en pendientes muy elevados ($>76^\circ$).

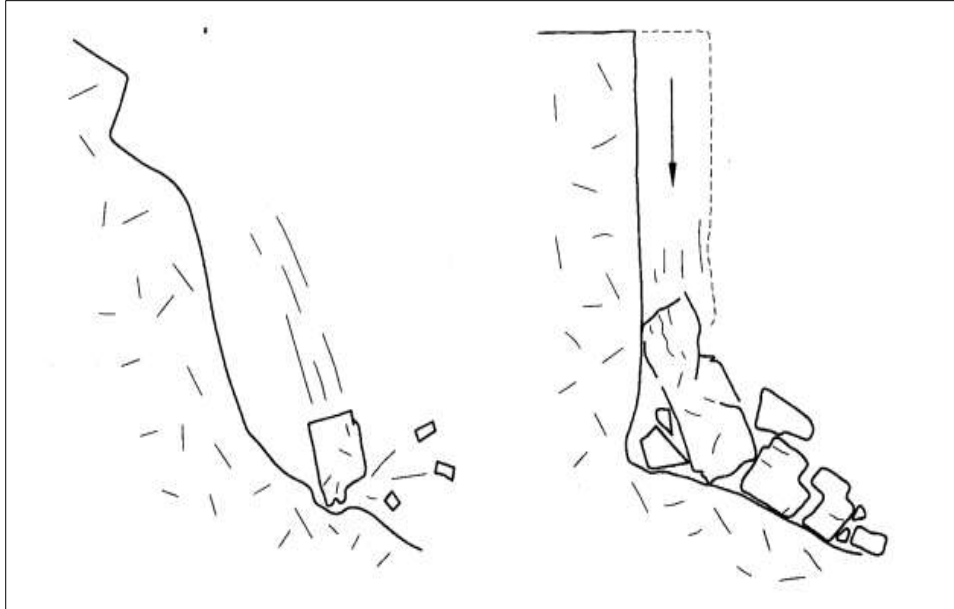


Figura 7. Tipos de caídas en los taludes. Corominas, J. y García, A. (1997)

Según Varnes, D. J. (1978) el material desprendido realiza caída libre hasta el rebote y finalmente ruedan en el pie del talud, en la mayoría de los casos no se llega al rebote, debido a que en el impacto de bloques de tierras se rompen en fragmentos y caen alrededor del pie del talud, en casos en el que el talud presenta una pendiente menor, los materiales desprendidos solo llegan a realizar rodadura (Figura 7).

b) Vuelcos de bloques de tierra

Los vuelcos se denominan a la rotación de los materiales hasta llegar al exterior del talud, esta rotación se da en un eje que se encuentra en un punto del centro de gravedad, es decir el desprendimiento es desde la cabeza hasta el pie del talud; dentro de este tipo de falla de talud se encuentran dos tipos de vuelcos:

- Vuelco por flexión

Este tipo de falla por vuelco es generado por material de roca maciza, estos materiales en forma de vigas verticales en voladizo ejercen esfuerzo hasta el punto de llegar al punto de rotura por flexión (Figura 8).

- Desplome

Este tipo de falla es generado por movimientos de giro bruscos, los materiales que lo generan son los materiales rocosos como también los materiales cohesivos como las arenas con arcilla, los giros rotan con el eje al pie del talud (Figura 8).

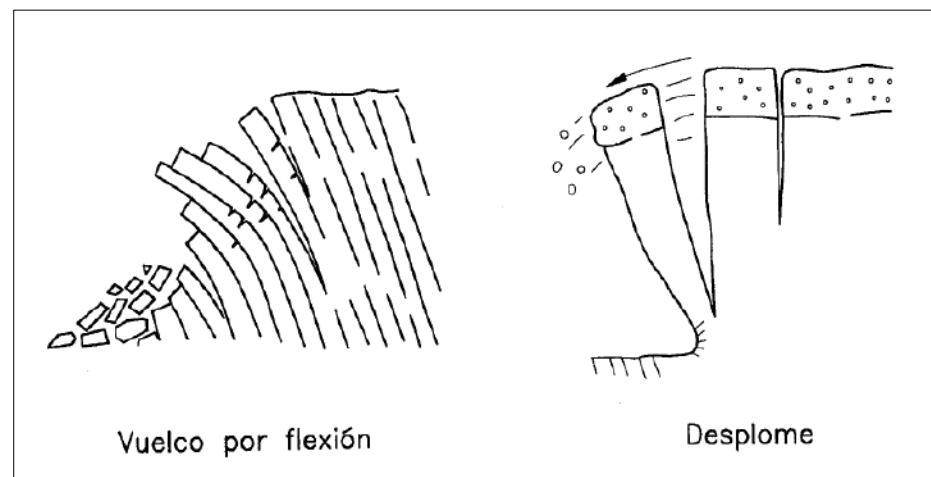


Figura 8. Tipos de falla por vuelco. Corominas, J. y García, A. (1997)

c) Deslizamientos de tierra rotacional y transnacional

En conceptos generales un deslizamiento puede definirse en el movimiento de tierras o rocas sobre una superficie de corte, este tipo de falla se puede caracterizar por la simple observación de superficies de cortes notorias como también la forma preservada del deslizamiento del material.

Este tipo de falla de talud se distingue en dos tipos: rotacionales y transnacionales que son importantes identificarlos para realizar los análisis y los modelamientos respectivos.

- Deslizamientos traslacionales

Los deslizamientos traslacionales se definen a los movimientos de tierra en el cual la superficie de corte o la trayectoria del desplazamiento es plana y paralela a la inclinación del plano del talud.

- Deslizamientos rotacionales

Estos deslizamientos se caracterizan por poseer la superficie de corte de forma parabólica, esto produce que la masa en desplazamiento realice un giro sobre eje del centro de gravedad. El material del talud que generalmente realiza este desplazamiento son los materiales finos cohesivos o materiales granulares con finos cohesivos también los macizos rocosos triturados.

- Criterio para la definición del deslizamiento traslacional o rotacional

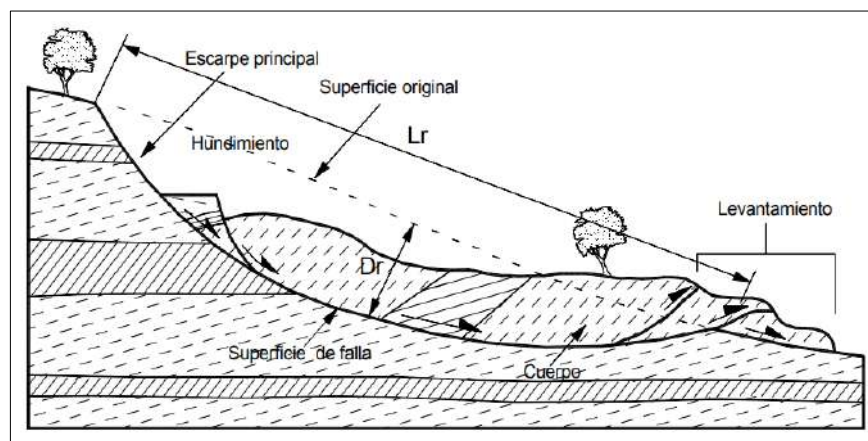


Figura 9. Análisis por criterio del deslizamiento de suelo.

Suárez, J. (2003)

Existe un criterio para definir los movimientos traslacionales o rotacionales, este criterio es propuesto según la investigación de Skempton, A. W. & Hutchinson, J. N. (1969) del cual define que la relación de las dimensiones de los materiales deslizados en conjunto esté dentro dos rangos para la definición de su deslizamiento.

Para el deslizamiento traslacional se debe cumplir:

$$Dr / Lr < 0.10$$

Y para el deslizamiento rotacional se debe cumplir:

$$0.15 < Dr / Lr < 0.33$$

Conociéndose que, según la Figura 9:

Dr = Es la longitud distancia máxima entre la superficie de falla y la superficie original.

Lr = Es la longitud entre la corona del deslizamiento o el inicio del escarpe principal y el pie de la superficie de rotura.

d) Expansiones laterales

Dentro de esta falla por expansión lateral se cuenta con dos tipos: la primera es la extensión por la fractura del suelo o roca, esto es generada por la licuefacción (Figura 10). El segundo tipo comprende de movimientos que afecta al material que compone un talud sin que se puede identificar plenamente las zonas de corte, generalmente este tipo de expansión se realiza en materiales deformables y blandos.

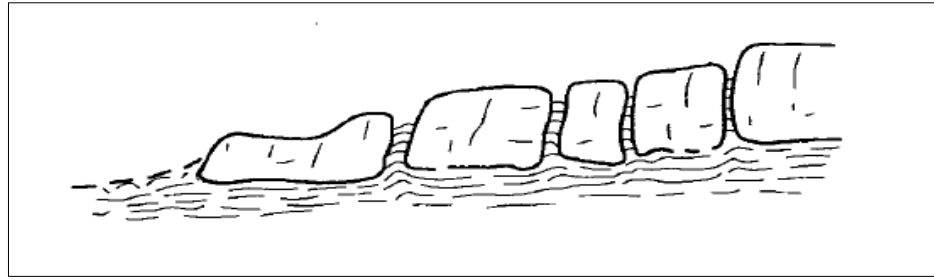


Figura 10. Falla por expansión lateral. Corominas, J. y García, A. (1997)

e) Flujos

Los flujos son fallas continuas que no cuentan con una superficie de falla permanente. Estos movimientos de masa no cuentan con una forma definida, por ello sus velocidades de movimiento son aproximadamente como de un fluido viscoso. Dentro de esta falla se encuentra tipos como: Reptación, Solifluxión, Colada de tierra, Corriente de derrubios, Golpe de arena y Avalancha de derrubios (Figura 11).

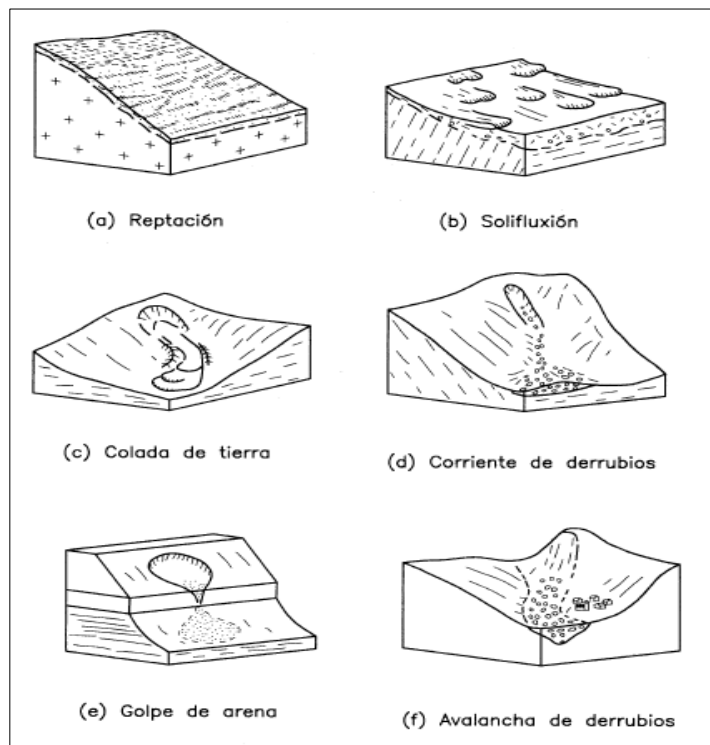


Figura 11. Tipos de falla por flujo. Corominas, J. y García, A. (1997)

2.3.3. Análisis de estabilidad de taludes

Al momento de estabilizar un talud, deben considerarse diversos aspectos, como los factores geométricos que se determinan mediante actividades in situ, como la topografía, la cual permite conocer las pendientes y alturas de los taludes; también se deben considerar las características geológicas, como los contactos litológicos y el número de estratos; además, las características hidrogeológicas para la evaluación de la presión de poros; y, lo más importante, el factor geotécnico, fundamental para realizar las respectivas evaluaciones del comportamiento mecánico de los materiales que conforman el talud que se desea analizar.

Asimismo, se consideran los temas desarrollados en los acápites 2.2.1 y 2.2.2 del presente subcapítulo, como los factores de inestabilidad del talud y los tipos de rotura o falla, con el fin de lograr un mejor modelamiento.

Los propósitos del análisis de estabilidad de taludes son identificar un método óptimo de estabilización constructiva y garantizar que este sea seguro para minimizar o mitigar los daños.

a) Criterio de rotura: Mohr – Coulomb

Existen diversos criterios de rotura que son necesarios para definir parámetros fundamentales en la estabilidad de taludes. Estos criterios incluyen: Mohr–Coulomb, Hoek–Brown, Barton–Bandis, entre otros. La elección del criterio adecuado se determina mediante la caracterización y clasificación de los materiales predominantes que componen el talud, ya sea suelo o macizo rocoso.

Cuando el material predominante en el talud es el suelo, se recomienda utilizar el criterio de Mohr–Coulomb, ya que, según los autores Sanz, R., Sobrecases, S., y Díaz, A. (2015), este criterio se emplea comúnmente para la determinación de las propiedades mecánicas del suelo. Esto permite definir propiedades como la cohesión (c) y el ángulo de fricción

(ϕ), mediante la representación gráfica de esfuerzo cortante frente a esfuerzo normal (Figura 12). Antes de obtener dichos parámetros, es necesario considerar algunos aspectos, como la presencia del nivel freático, ya que el agua genera presión de poros, representada por u_w , que se añade al esfuerzo total del suelo como un valor negativo. Al restar este valor del esfuerzo total, se obtiene el esfuerzo efectivo (σ'), el cual es uno de los componentes de la ecuación de la recta tangente al círculo de Mohr, conocida como la envolvente de Mohr. La ecuación de esta recta, denominada envolvente de Mohr, se expresa de la siguiente manera:

$$\tau = c' + \sigma_r' \tan \phi' = c' + (\sigma - u_w) \tan \phi'$$

Donde:

τ = resistencia del material al corte

c' = Cohesión

ϕ' = Ángulo de fricción efectivo

σ_r' = Esfuerzo efectivo de la superficie de falla

u_w = Presión de poros

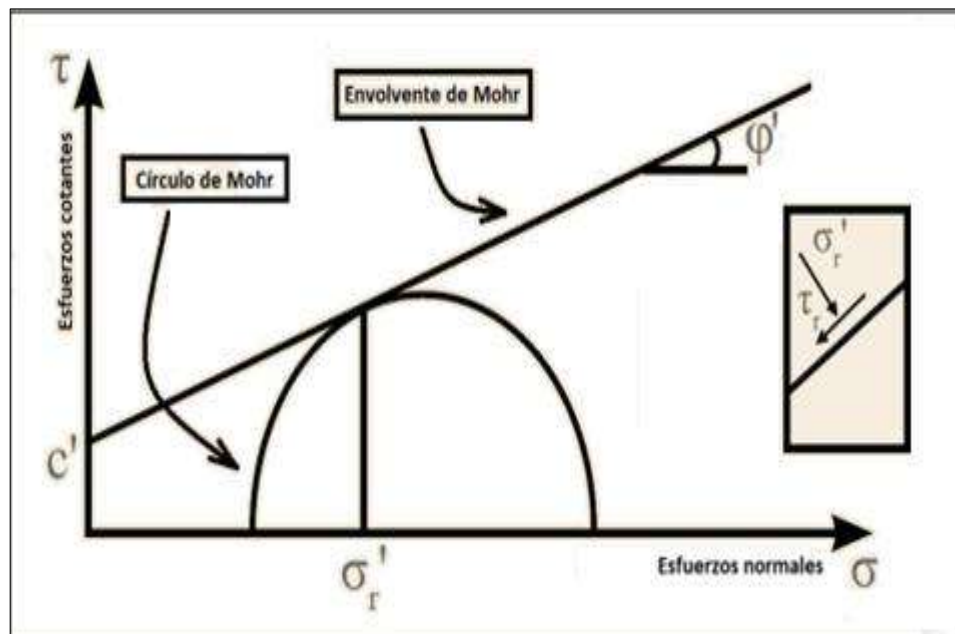


Figura 12. Gráfica Mohr – Coulomb. Adaptado de los autores Sanz, R., Sobrecases, S., & Díaz, A. (2015)

2.3.4. Métodos de evaluación para la estabilidad de taludes

Para los autores Gonzales de Vallejo, L., y Ferrer, I. M. (2002), toda evaluación de la estabilidad de taludes debe considerar un factor de seguridad, ya sea que el diseño de estabilidad sea temporal o permanente. Este factor debe garantizar la seguridad estructural frente a los riesgos asociados a los movimientos de tierra.

Teóricamente, para que un talud no genere un movimiento de tierra, el factor de seguridad (FS) debe ser igual o superior a la unidad. Esto se debe a que, para determinar dicho factor, se calcula la relación entre las fuerzas que estabilizan el talud y aquellas que lo desestabilizan. Estas fuerzas actúan a lo largo de todo el plano de falla del talud (Figura 13).

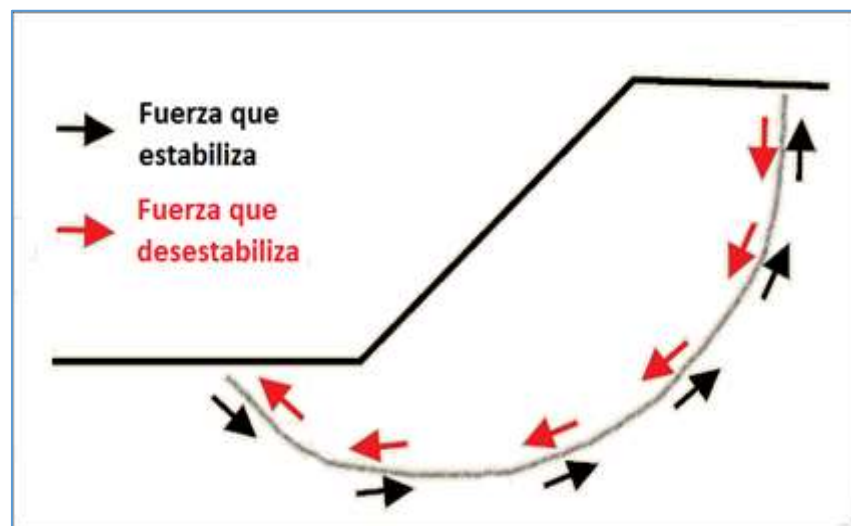


Figura 13. Esquema de fuerzas actuantes en talud. Elaborado por el Autor. (2022)

$$F = \frac{\text{Fuerzas que estabilizan}}{\text{Fuerzas que desestabilizan}}$$

Según Braja Das (2015), cuando el FS es menor a 1.00 el talud presenta inestabilidad; cuando el FS es igual a 1.00 el talud se encuentra en su estado inminente, y cuando es mayor a 1.00 presenta una cierta estabilidad.

Sin embargo, en el contexto real, no basta con que el factor de seguridad sea igual o superior a la unidad. Para garantizar la estabilidad, se deben considerar parámetros con valores mínimos exigidos según los requerimientos del proyecto de estabilización, teniendo en cuenta la temporalidad de la obra y el tipo de análisis (estático o pseudoestático). Por ejemplo, puede definirse la estabilidad de un talud como temporal o permanente. En el caso de estabilidad temporal, el coeficiente o factor de seguridad debe ser igual o superior a 1.3; mientras que, para una estabilización permanente, debe ser igual o mayor a 1.5 (Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, I. M., 2002).

Actualmente, existen numerosas normas tanto internacionales como nacionales que son reconocidas en el Perú y que regulan el valor mínimo aceptable del factor de seguridad, estableciendo criterios conservadores que garanticen la estabilidad. Los factores de seguridad mínimos contemplados en las principales normativas se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4: Factores de seguridad mínimos de las principales normativas

NORMATIVA	ESTABILIDAD TEMPORAL		ESTABILIDAD PERMANENTE	
	F.S. ESTÁTICA	F.S. SÍSMICA	F.S. ESTÁTICA	F.S. SÍSMICA
AASHTO LRFD	1,33 - 1,53	1,1	1,33 - 1,53	1,1
NAVFAC-DM7	1,3 - 1,25	1,2 - 1,15	1,5	1,2 - 1,15
FHWA-NHI-11-0,32	-	1,1	-	1,1
RNE-CE.020	-	-	1,5	1,25

Fuente. Datos tomados de Sanz, R., Sobrecases, S., & Díaz, A. (2015)

Los métodos para la evaluación de la estabilidad se componen de dos grupos: método probabilístico y método determinístico, estos métodos están basados en planteamientos Físico-matemáticos.

El método probabilístico consiste en determinar la probabilidad de falla considerando determinadas condiciones. Se toma valores que pueden ser, obtenidos por los análisis de laboratorio o ser referenciados de otros

autores, para el análisis y se señala su función de distribución para poder obtener los factores de seguridad con procedimientos iterativos.

El método determinístico consiste en seleccionar los valores de las características encontradas, tras los estudios geométricos y mecánicos de cada material que se compone el talud para poder determinar el grado de estabilidad y sus factores de seguridad. Dentro de este método se divide en dos grupos: métodos de equilibrio límite y método de tensión y deformación. Para este tipo de proyecto de tesis se optará por el método de cálculo equilibrio límite.

2.3.4.1. Análisis de Equilibrio Límite

El método de análisis de equilibrio límite es la forma más común de evaluar la estabilidad de un talud, al analizar el equilibrio de la inestabilidad del mismo. Este análisis se fundamenta en los principios de la estática.

El principal inconveniente de este método radica en la suposición de que la fuerza cortante actúa simultáneamente a lo largo de toda la longitud del plano de corte, sin considerar la complejidad inherente a las deformaciones naturales. No obstante, la generalización y suposición de estas acciones permiten una modelación rápida de geometrías complejas, acercándose con mayor probabilidad a la superficie real de corte.

El método de equilibrio límite se enfoca principalmente en el análisis de taludes finitos, los cuales presentan deslizamiento rotacional. Para este tipo de falla, se recurre al análisis mediante secciones o rebanadas, también denominadas dovelas, distribuidas a lo largo de la superficie de falla de la sección transversal del talud. Este modelo fue planteado por Fellenius, W. (1936). Las dovelas deben tener un ancho uniforme (Figura 14), y su número dependerá del nivel de precisión requerido para

el factor de seguridad (a mayor número de dovelas, mayor será la exactitud del resultado).

Por su parte, en el análisis de cada dovela, Fellenius asume que las fuerzas entre ellas se anulan entre sí, por lo que se descartan dichas interacciones.

Existen diversos métodos desarrollados por distintos autores que emplean el enfoque de dovelas para estimar el factor de seguridad con mayor rigurosidad. Por esta razón, y para facilitar su comprensión, se recomienda iniciar con el método propuesto por Fellenius, por ser el más básico.

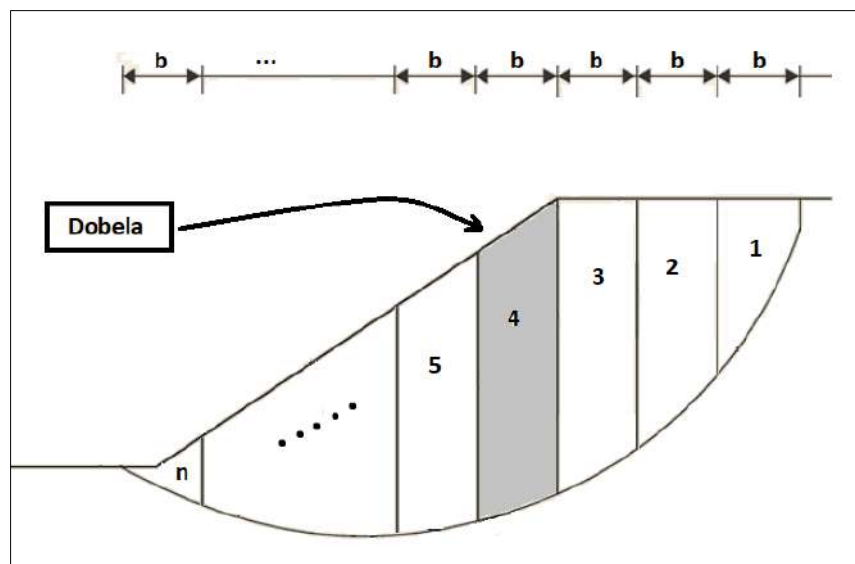


Figura 14. Talud seccionado en dovelas. Elaborado por el Autor. (2022)

2.3.5. Métodos para el cálculo de dovelas

Los métodos para el análisis de dovelas van desde métodos rigurosos para el cálculo del factor de seguridad, hasta otros que no cuentan con mucha complejidad en sus cálculos. Los principales métodos de dovelas, para el análisis de estabilidad del talud son:

- Método Ordinario
- Método Bichop
- Método Janbu simplificado y generalizado,
- Método Lowe y Karafiath,
- Método Morgenstern Price
- Método Spencer
- Método Carter
- Método Fredlund y Chugh.

Para la presente tesis se evaluará el estudio del análisis de dovelas mediante el método de Spencer y el método de Morgenstern Price por ser métodos rigurosos y aceptados, para el cálculo de los factores de seguridad.

2.3.5.1. Método Spencer (1967)

Este método considera el sistema de equilibrio entre los esfuerzos y momentos, esto se realiza mediante una suposición del cual las dovelas poseen fuerzas paralelas entre sí. (Copello V., 2015).

El análisis de una dovela por el presente método se determina que las fuerzas entre dovelas están inclinadas, estas fuerzas se representan con una resultante “Q” (Figura 15), que actúa en punto medio de la base de la dovela y genera un ángulo con la horizontal “ θ ”. Por lo general, en el presente análisis se considera que la superficie cortante, que es la base de cada dovela, sea recta y no curva.

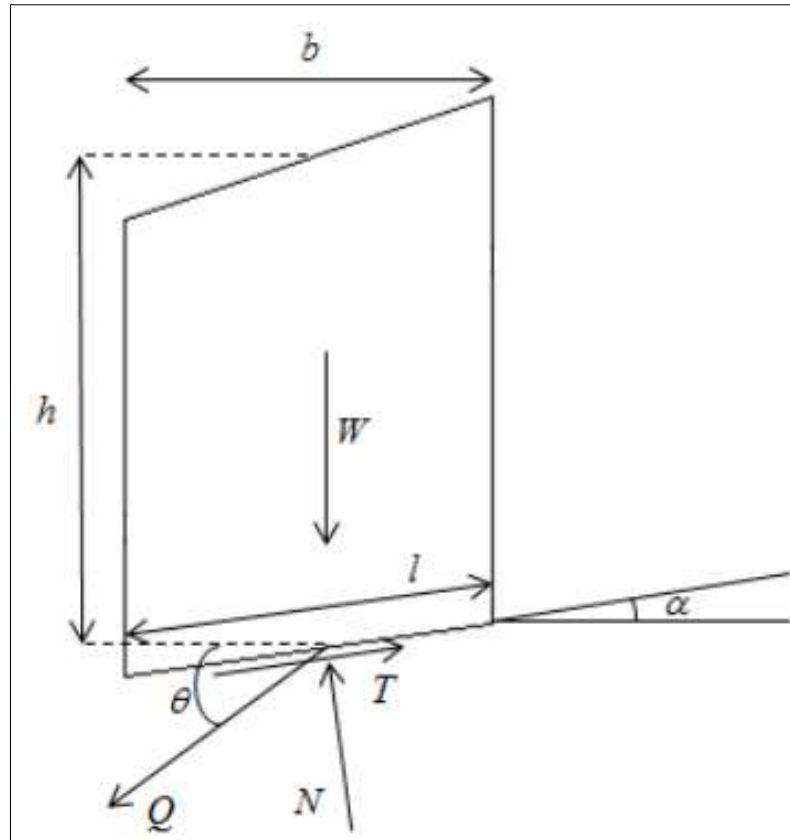


Figura 15. Análisis de una dovela método Spencer. Ferrás J. (2012)

Mediante las leyes del equilibrio la resultante Q se expresa de la siguiente manera:

$$Q = \frac{\frac{c' * l}{FS} + \frac{(W \cos \alpha - u * l)}{FS} - W \sin \alpha}{\left(1 + \frac{\tan \phi' * \tan(\alpha - \theta)}{FS}\right) * \cos(\alpha - \theta)}$$

Esta analogía se realiza en cada dovela definida en el talud que se desee estudiar.

Siguiendo con el análisis, si los momentos que generan las fuerzas externas en relación a un punto arbitrario se anulan. Esto quiere decir que los momentos de las fuerzas internas también lo hacen, quedando así la siguiente ecuación:

$$\sum (Q * r * \cos(\alpha - \theta)) = 0$$

Donde:

r = Radio de la superficie de corte del talud

Si hipotéticamente, el radio de la superficie de corte del talud es constante, las fuerzas externas del talud como también la sumatoria de las fuerzas internas están en equilibrio se obtiene que:

$$\sum Q = 0$$

Esto ayuda a determinar los Factores de Seguridad (FS) con respecto al equilibrio de fuerzas (FS_f) y al equilibrio de momentos (FS_m) dependiendo a los valores que se toman del ángulo “ θ ”. Los valores de los factores de seguridad que resultan con cada valor del ángulo “ θ ” se muestran en la gráfica FS vs θ° (Figura 16), en el cuál la intersección de las curvas FS_f con FS_m resulta el verdadero FS del criterio de dovelas de Spencer (Ferrás J., 2012).

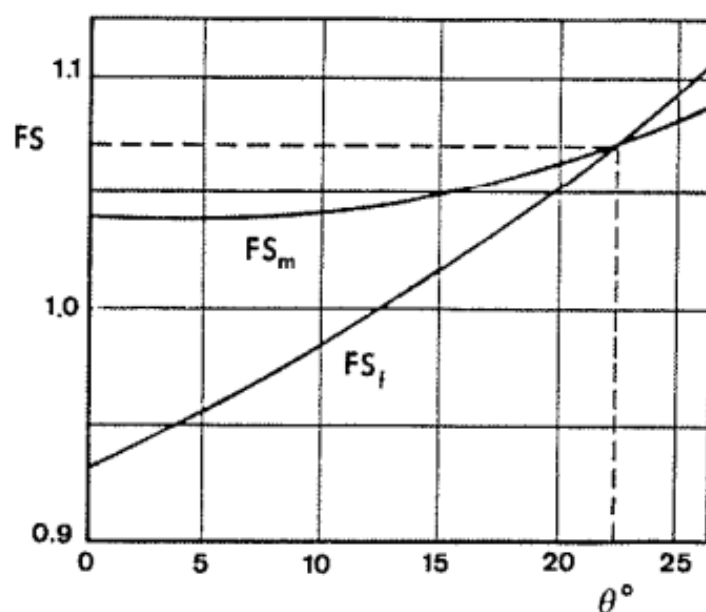


Figura 16. Gráfica FS vs θ . Ferrás J. (2012)

2.3.5.2. Método de Morgenstern Price (1965)

Este método de dovelas, como el método de Spencer, es denominado riguroso; esto se debe a que cumple completamente con las condiciones de equilibrio. Al aplicar el método se calcula con ecuaciones diferenciales que obedece el equilibrio de fuerzas y el equilibrio de momentos.

Equilibrio de fuerzas:

$$\begin{aligned} \frac{c'}{FS}(\tan\alpha^2 + 1) + \frac{\tan\phi'}{FS}\left(\frac{dW}{b} + \frac{dX}{b} - \frac{dE}{b}\tan\alpha - u(\tan\alpha^2 + 1)\right) \\ = \frac{dE}{b} + \frac{dX}{b}\tan\alpha + \frac{dW}{b}\tan\alpha \end{aligned}$$

Equilibrio de momentos:

$$(y'_1 - y_1)\frac{dE}{b} + E_1\frac{dy'}{b} - X_1 = 0$$

En las ecuaciones contienen tres variables que dificultan y las indeterminan estáticamente. Estas variables son “y”, “X” y “E”. Por ello Morgenstern Price propone una función con relación en X y E y un factor de escala, la ecuación sería la siguiente:

$$X = \lambda * f(x) * E$$

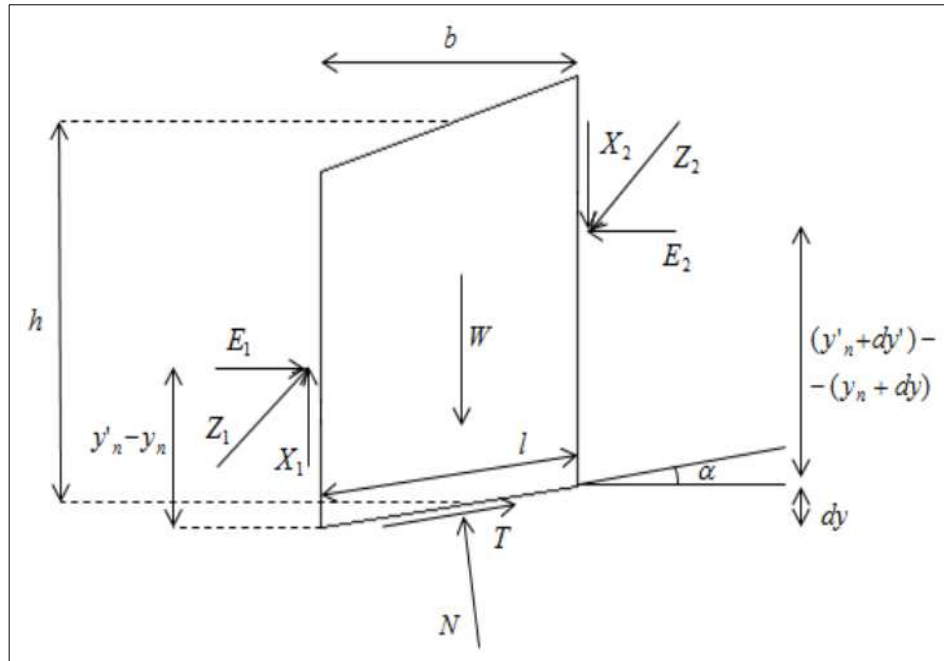


Figura 17. Análisis de una dovela método Morgenstern Price. (2012)

2.3.6. Alternativas de estabilidad

La estabilidad de los taludes tiene como finalidad la reducción de fuerzas desestabilizadoras y la disminución de agentes internos, con el propósito de incrementar las fuerzas estabilizadoras del material que compone el talud.

Existen diversos métodos para estabilizar un talud: mediante la eliminación de una sección de este para reducir las fuerzas que lo desestabilizan (abatimiento de talud), el reforzamiento del suelo (claveteado de suelos), la disminución del contenido de agua, la implementación de sistemas de contención, entre otros procedimientos.

Para la presente tesis, se optó por considerar el diseño de estabilización aplicando dos métodos de forma simultánea; estos son: abatimiento de talud y sistema de reforzamiento del suelo mediante el método de claveteado de suelos o Soil Nailing.

a) Método de abatimiento de talud

Esta alternativa de estabilización es la más recurrente como también la más económica, debido que es la eliminación de la sección de un talud para poder reducir su pendiente, esto genera una reducción significativa de fuerzas hasta llegar al equilibrio estático, esto también reduce la parábola de falla que causan los deslizamientos aumentando los factores de seguridad.

b) Método de claveteado de suelos o soil nail

El método de estabilización por claveteado es una técnica de reforzamiento de suelos que garantiza la estabilidad de taludes, elevaciones artificiales de terreno (terraplenes), cortes de terreno con pendientes considerables, sistemas de contención, entre otros (Yepes V., 2020).

Los anclajes del método de claveteado son elementos estructurales de acero que refuerzan pasivamente el talud. Generalmente, estos se ubican en posición subhorizontal, interactuando con el suelo mediante la aplicación de fuerzas de tracción, además de soportar esfuerzos de corte y flexión. Para evitar el desplazamiento del suelo entre los puntos de anclaje, su colocación debe realizarse junto con refuerzos superficiales, los cuales suelen ser revestimientos flexibles o rígidos. Esta estabilización del talud incrementa su capacidad para resistir esfuerzos de corte a lo largo de su línea potencial de falla (Figura 18).

El proceso constructivo de instalación de las barras de acero estructural se basa principalmente en su colocación dentro de perforaciones previamente ejecutadas. Estas perforaciones, por lo general, presentan un diámetro que varía entre 50 mm y 150 mm. Posteriormente, se procede a la inyección de mortero, rellenando así la perforación junto con la barra de acero estructural. Una vez instaladas las barras, se incorpora el revestimiento entre los puntos

de anclaje para evitar desplazamientos superficiales de masas de tierra.

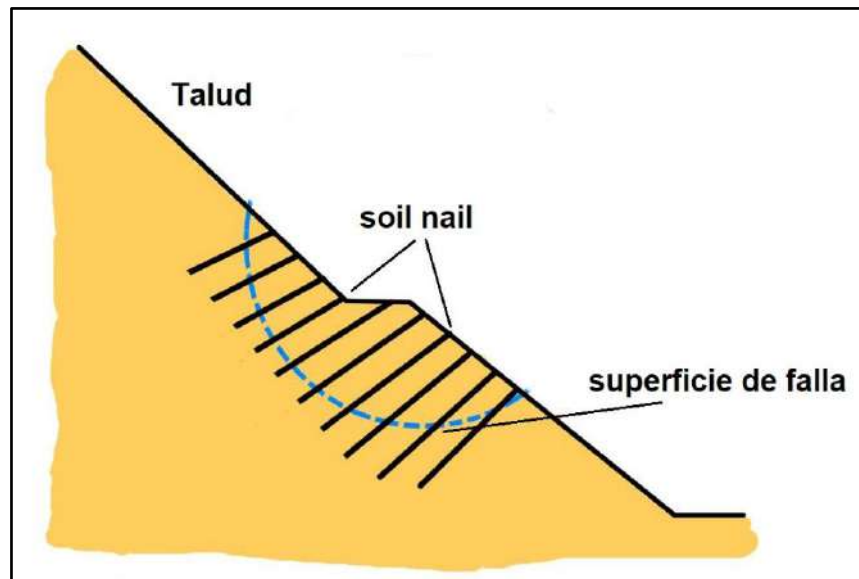


Figura 18. Esquema de talud estabilizado por método soil nail. Yepes V. (2020)

Según Yepes V. (2020) las características del revestimiento se componen de concreto lanzado (Shotcrete), el cual deben tener un espesor recomendable de 5 cm a 15 cm, este espesor debe ser evaluado dependiendo al porcentaje de pendiente en el que se encuentra el talud que se requiere reforzar, optando por un espesor máximo cuando se tiene una pendiente pronunciada.

Para las especificaciones de los anclajes, las características técnicas importantes que se deben tomar en cuenta, dependiendo al tipo de suelo del talud, son:

Separación de anclajes: 1,00 m - 1,50 m

Grado de inclinación con la horizontal: 10° - 20°

Longitud del acero estructural: 4 m – 20 m

Cabe señalar que este método de estabilización no es compatible aplicarlo para suelos bajo el nivel freático, como también para suelos no cohesivos ($c'=0$ km/m²).

2.4. Glosario

Acantilado: Formación geológica que posee un ángulo de inclinación muy alta.

Talud: Se denomina talud a la inclinación de una superficie de suelo mayormente hecha por el hombre.

Ladera: Se denomina ladera a la pendiente de una superficie natural no intervenida por el hombre.

Depósitos aluviales: Depósitos de Sedimentos que fue transportada por aluvión.

Depósitos coluviales: Depósito de material transportado por aguas de escorrentía

Dovelas: Secciones o rebanadas de un talud de perfil transversal que empieza desde el inicio del escarpe principal y el pie de la superficie de rotura.

Planicie aluvial: Extensión de material producto de la actividad aluvial que carece de pendientes.

Progresivas: Estas detallan las distancias de la vía observada.

Sedimentación: Es el proceso de la transportación de un material mediante diferentes actividades geológicas.

Falla: Movimientos de ruptura de dos bloques de suelo.

Presiones intersticiales: Presiones que se encuentran en los vacíos de los suelos del talud que es generado por la actividad del agua.

Calicata: Excavación de suelo que permite observar y analizar sus características como son la estratificación, composición, toma de muestras para determinar sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Abatimiento: Reducción de la inclinación de un talud para mejorar su estabilidad y disminuir el riesgo de deslizamientos o fallas.

Anclaje claveteado: Barras de acero en el talud, para mejorar su estabilidad, reforzando el suelo contra deslizamientos en su línea de falla.

Estrato: Capa de suelo o macizo rocoso con características homogéneas, que compone un talud y afecta su estabilidad y comportamiento.

Plano de falla: Superficie de debilidad en el suelo o roca, donde ocurre un deslizamiento o desplazamiento debido a esfuerzos geológicos gravitacionales.

CAPÍTULO 3: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis General

Al evaluar, con el análisis geotécnico, se podrá analizar los taludes de alto riesgo y con ello se propondrá un método de estabilización, en la carretera de la playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664 del distrito de Chancay de la provincia de Huaral en el departamento de Lima.

3.2. Hipótesis Específicas

- a) La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar el factor de seguridad estática y pseudo – estática de los taludes de los tramos señalados.
- b) La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar la probabilidad de falla de los taludes de tramos señalados.
- c) Al aplicar el método de reducción de pendiente por abatimiento y la estabilización por claveteado de suelos, a los taludes inestables encontrados, se podrá aumentar el porcentaje de los factores de seguridad, con respecto a sus factores iniciales.

3.3. Identificación de Variables

3.3.1. Variable independiente

Evaluación geotécnica de los taludes de carretera de la playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664 del distrito de Chancay de la provincia de Huaral del departamento de Lima.

3.3.2. Variable dependiente

Método de estabilización más óptimo para los taludes inestables de la playa Chorrillos del distrito de Chancay.

3.4. Operacionalización de Variables

Tabla 5: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES
<u>VARIABLE INDEPENDIENTE "X"</u> (Evaluación geotécnica de taludes de la carretera playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664, Chancay-Huaral-Lima.)	Es definido como la recopilación de información de forma cuantitativa que comprende en las observaciones de las características litológicas del talud, la topografía y la extracción de muestras, estos se agrupan como análisis directos de campo (in situ). Por otra parte, los ensayos del estudio de mecánica de suelo (EMS) de los taludes se agrupan como análisis indirectos de laboratorio.	Con ayuda de antecedentes investigativos de la geología del lugar, los estudios de campo y de laboratorio y el estudio retrospectivo que se realizó en el presente proyecto, se determinó los materiales que componen a los taludes, los contactos litológicos, como también el peligro ante un posible movimiento de tierra.	X1. Parámetros Geométricos	X1.1. Altura de talud
				X1.2. Pendiente del talud
			X2. características del suelo	X2.1. Peso unitario
				X2.2. Cohesión
				X2.3. Clasificación granulométrica
				X2.4. Clasificación SUCS
			X3. Contactos del suelo	X3.1. Números de estratos en el talud
<u>VARIABLE DEPENDIENTE "Y"</u> (Método de estabilización más óptimo para los taludes inestables de la playa Chorrillos del distrito de Chancay)	Los métodos de estabilización de taludes son definidos por minimizar el riesgo de un posible movimiento de suelo. Los propósitos de estos métodos son la optimización de construcción de estabilización y que estos sean seguros para minimizar o mitigar los daños.	Se considera diversos métodos de estabilización de taludes que minimicen el riesgo de un deslizamiento de tierra, estos dependen de los resultados de evaluación geotécnica directa (in situ) e indirecta (EMS) del presente proyecto.	X4. hidrogeología del suelo	X4.1. Nivel freático en el talud
			Y1. Factores de seguridad (FS) y Probabilidad de falla (PF)	Y1.1. FS estáticas
				Y1.2. FS pseudo-estáticas
				Y1.3. Probabilidades de falla
			Y2. Deformación admisible	Y2.1. 1% a 2% de la altura

Fuente. El autor (2024)

3.5. Matriz de Consistencia

Tabla 6: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
EVALUACIÓN GEOTECNICA DE TALUDES PARA DEFINIR SUS ESTABILIDADES, EN LA CARRETERA DE LA PLAYA CHORRILLOS DEL DISTRITO DE CHANCAY						
ELABORADO POR: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		METODOLOGÍA	
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente (X)	Variable dependiente (Y)		
¿En qué medida el análisis geotécnico define las estabilidades de los taludes más críticos, de la progresiva 0+000 al 0+664 de la carretera de playa Chorrillos del distrito de Chancay de la provincia de Huaral – Lima?	Evaluar el análisis geotécnico de taludes más críticos, para definir sus estabilidades, de la progresiva 0+000 al 0+664 de la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay de la provincia de Huaral – Lima.	Al evaluar, con el análisis geotécnico, se podrá detectar los taludes de alto riesgo y con ello se propondrá un método de estabilización más adecuado, en la carretera de la playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664 del distrito de Chancay de la provincia de Huaral – Lima.	X: Evaluación geotécnica de taludes de la carretera playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664, Chancay-Huaral-Lima.	Y: Método de estabilización más óptimo para los taludes inestables de la playa Chorrillos del distrito de Chancay.		-Enfoque de investigación: Cuantitativo -Tipo de investigación: Aplicada -Diseño de investigación: No experimental
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones de la variable independiente	ÍNDICE	Dimensiones de la variable dependiente	ÍNDICE
a. ¿Cómo se determina, mediante el análisis geotécnico, el factor de seguridad estática y pseudo – estática de los taludes de tramos señalados?	a. Determinar, mediante el análisis geotécnico, el factor de seguridad estática y pseudo – estática de los taludes de tramos señalados.	a. La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar el factor de seguridad estática y pseudo – estática de los taludes de los tramos señalados.	X1: Parámetros geométricos	-	Y1: Pendiente del talud	-
b. ¿Cómo se determina, mediante el análisis geotécnico, la probabilidad de falla de los taludes de los tramos señalados?	b. Determinar mediante el análisis geotécnico, la probabilidad de falla de los taludes de tramos señalados.	b. La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar la probabilidad de falla de los taludes de tramos señalados.	X2: Características del suelo	-	Y2: Clasificación de materiales por estratos	-
c. ¿Cuál es el método de estabilización más óptimo de los taludes inestables encontrados?	c. Proponer métodos de estabilización de taludes inestables de las secciones seleccionadas.	c. Al aplicar el método de reducción de pendiente por abatimiento y la estabilización por claveteado de suelos, a los taludes inestables encontrados, se podrá aumentar factores de seguridad, con respecto a sus factores iniciales.	X3: Estabilidad del talud	-	Y3: Factor de seguridad estática, pseudo – estática y probabilidad de falla	-

Fuente. El autor (2024)

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1. Tipo de Estudio y Diseño Metodológico

4.1.1. Tipo de estudio

Este proyecto de investigación, con respecto al nivel, es de tipo de estudio aplicada; debido a que, busca la solución de los problemas específicos mediante el uso de los conocimientos y teorías de la ingeniería geotécnica con el fin de obtener los resultados y con ello soluciones prácticas.

Este tipo de estudio aplicada tiene carácter científico ya que tiene objetivos predictivos que sirve para poder tener un pronóstico en el comportamiento de los taludes inestables que es necesario para minimizar los peligros de deslizamiento.

Con respecto al enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo, debido a que, es necesario la obtención de datos numéricos, para la obtención de resultados que con ayuda de la estadística sirve para determinar posibles soluciones y la verificación de hipótesis dadas en el presente proyecto de tesis.

4.1.2. Diseño metodológico

Este proyecto, según el propósito de la investigación, tiene una clasificación de diseño metodológico no experimental, debido a que no es posible la manipulación de la variable independiente: se analizaran las características

y propiedades de los suelos del lugar estudiado sin alterar su composición natural.

Según la cronología del proyecto, es de carácter retrospectivo; debido a que los datos de antecedentes que fueron encontrados en diferentes investigaciones del lugar, como también datos hallados in situ y en ensayos de laboratorio, se utilizan para realizar un estudio retrospectivo, y poder determinar la influencia que condiciona la estabilidad actual de los taludes del área de estudio.

Además, se denomina correlacional, ya que examina cómo la variable independiente (la evaluación geotécnica de los taludes) está relacionada con la variable dependiente (método de estabilización más óptimo). Este análisis correlacional se refiere a cómo los resultados de la evaluación geotécnica condicionan o influyen en la elección del método de estabilización.

4.2. Población de Estudio

La población o universo de estudio son los taludes adyacentes a la carretera de la playa Chorrillos, ubicado en la prolongación de la Calle 28 de Julio, que se encuentra en la jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima – Perú.



Figura 19. Localización de la población de estudio. Google Earth (2021)

La carretera tiene como progresivas que van de norte a sur y empieza de la progresiva KM 0+000 al KM 0+664 (Figura 19).

4.3. Tamaño de Muestra

El tamaño de muestra son los taludes más críticos encontrados con el análisis de la observación por criterio del autor, por el análisis topográfico y por el material que se componen los taludes, este tamaño es la parte más relevante y representativo de la población de estudio.

La muestra se ubica desde la progresiva KM 0+150 hasta la progresiva KM 0+320 (Figura 20).



Figura 20. Localización de la muestra de estudio. Google Earth (2021)

4.4. Unidad de Análisis

Para la unidad de análisis se eligió tres secciones de taludes más críticos y representativos, esta elección se dio por ciertos parámetros: pendiente, litología, material encontrado y que se observen altamente inestables.

Las secciones escogidas y sus coordenadas UTM se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7: Unidades de análisis del proyecto: coordenadas (UTM)

SECCIONES TRANSVERSALES MÁS CRÍTICOS				
SECCIONES	PROGRESIVA	ESTE	NORTE	ZONA
SEC-1	KM 0+205	252246.009	8720016.204	18L
SEC-2	KM 0+260	252267.410	8719963.622	18L
SEC-3	KM 0+300	252276.232	8719925.035	18L

Fuente. El Autor (2022)

4.5. Selección de Muestra

Para la selección de la muestra se comenzó por obtener la población de estudio, para este caso se encontró un problema geológico – geotécnico previamente, este problema es detallado en el informe de Lara J. & García, B. titulado: Evaluación de peligros geológicos en taludes de la playa Chorrillos del distrito de Chancay (2020) del instituto INGEMMET, en el cual indica que la mayoría de los acantilados o taludes del distrito de Chancay son críticos a deslizamiento y derrumbes de tierra y roca. Los detalles de este antecedente de investigación son abordados en el Acápite 2.1.1. del Subcapítulo 2.1. del Capítulo 2 del presente proyecto de investigación.

Debido al antecedente mencionado, se procedió a investigar y revisar información relevante, como la cartografía existente y el plano catastral del distrito, con el fin de localizar el área de estudio y conocer los accesos disponibles. Posteriormente, se realizó una visita de inspección y reconocimiento del área para una observación directa del problema, logrando identificar, mediante criterio teórico y del autor, los taludes más representativos y propensos al deslizamiento de tierra.

Como primer aspecto, para la delimitación de una parte de la población conocida como muestra, se consideraron la geometría del talud, la geología

mediante la identificación visual de estratos, la pendiente, y el número de edificaciones construidas en la cabeza del talud (Figura 21 y Figura 22).



Figura 21. Reconocimiento en campo del área de investigación. El Autor (2022)



Figura 22. Observación de los taludes más críticos. El Autor (2022)

4.6. Técnicas de Recolección de Datos

Para poder cumplir con la realización de los objetivos que se han propuesto en el presente trabajo de investigación, se hizo una visita de inspección y reconocimiento al lugar determinado para el estudio, definiendo así la población y la muestra del cual se va a realizar el trabajo. Luego de ello, para poder realizar los análisis directos (in situ), se ha requerido realizar los procedimientos burocráticos en la Municipalidad Distrital de Chancay, que consistió en la realización y entrega de un Formulario Único de Trámites (FUT), memoria descriptiva, cronograma de avance de las actividades y un plano de ubicación, estos requisitos se pueden observar en el Anexo 3 al Anexo 7, con el fin de obtener el permiso de uso de los espacios públicos con fines de investigación.

Con la autorización burocrática (Anexo 7), se realizó un estudio más amplio, que consistió en el estudio topográfico del lugar: definiendo los parámetros de la muestra y hallando así las unidades de análisis. Seguidamente se extrajeron muestras de suelo de cada estrato del talud, con el propósito de ser trasladados a un laboratorio para su posterior análisis geotécnico, con el fin de obtener sus propiedades físicas y mecánicas.

Los resultados de los análisis directos (Topografía) e indirectos (ensayos de laboratorio), fueron muy importantes en el procesamiento informativo para determinar los factores de seguridad y la probabilidad de falla, mediante el programa de estabilización de taludes: SLIDE 6.0.

4.6.1. Trabajos de campo: topografía y extracción de muestras

Al iniciar la investigación, previamente definiendo la muestra, se realizó el levantamiento topográfico, por el cual se ha requerido contar con una estación total de marca LEICA TS06 PLUS con una precisión de 5", perteneciente a la empresa GEOMAP SERVICE KUELAP S.R.L., esta estación cuenta con un certificado de calibración vigente a la fecha de la

realización del proyecto de investigación (Anexo 8), además se contó con personal de apoyo y diferentes herramientas y equipos que se enlistan a continuación:

- Personal de apoyo
 - 2 ayudantes
 - 1 profesional de seguridad personal privada

- Equipos y Herramientas
 - GPS Navegador
 - Medidor laser: BOSH profesional GLM 20
 - Radios FRS (Family Radio Service)
 - Trípode
 - EPP (Equipos de Protección Personal)
 - Conos de transito
 - Prisma y Porta prisma
 - Útiles para apuntes de campo (Laptop, Celular, Cuadernos etc.)
 - Plano del lugar (Anexo 34)

El levantamiento se realizó con la coordinación de los ayudantes de topografía, ubicando los equipos en los puntos de control anteriormente generados por el GPS Navegador (Figura 23), estos puntos son precisos, ya que es requisito indispensable para la topografía. El procedimiento fue por levantamiento topográfico tradicional, este procedimiento toma los datos topográficos a través del método por radiación que trabaja conjuntamente con los prismas, para poder codificar las lecturas, y para la georreferenciación se necesitó la realización de una poligonal tomando 4 puntos de control (PC – 1, PC – 2, PC – 3 y PC – 4), estos puntos conforman la estructura del levantamiento del cual se señalan con pintura para el mejor posicionamiento de las herramientas, el vértice de inicio de la poligonal es el punto PC – 1 y el vértice final es el punto PC – 4.

El trípode se ubicó y se niveló en los puntos de control, para la colocación de la Estación Total, con ello en cada punto de control se realiza una vista al punto adyacente para la obtención de una línea de referencia, el uso del GPS fue importante, para asegurar que los puntos estén en la orientación del norte geográfico.



Figura 23. Levantamiento topográfico de los taludes. El Autor (2022)

Para definir el plano topográfico se tuvo que medir continuamente las coordenadas de los puntos, de forma vertical y horizontal, siendo registrados y almacenados en el equipo topográfico. Teniendo los datos topográficos necesarios para poder analizarlos en el gabinete; seguidamente, se extrajo las muestras de suelo de cada estrato del talud.

Con la observación de la geometría y características notables, se observó que los taludes fueron cortados para la construcción de la carretera de la playa Chorrillos, esto facilitó la perfecta visualización de la ubicación de los estratos que se compone el talud, por ello se ha procedido a extraer las muestras de suelo a 10 cm de profundidad perpendicular a la superficie del talud correspondiente a la ubicación de cada estrato (Figura 24) para sus respectivos análisis.

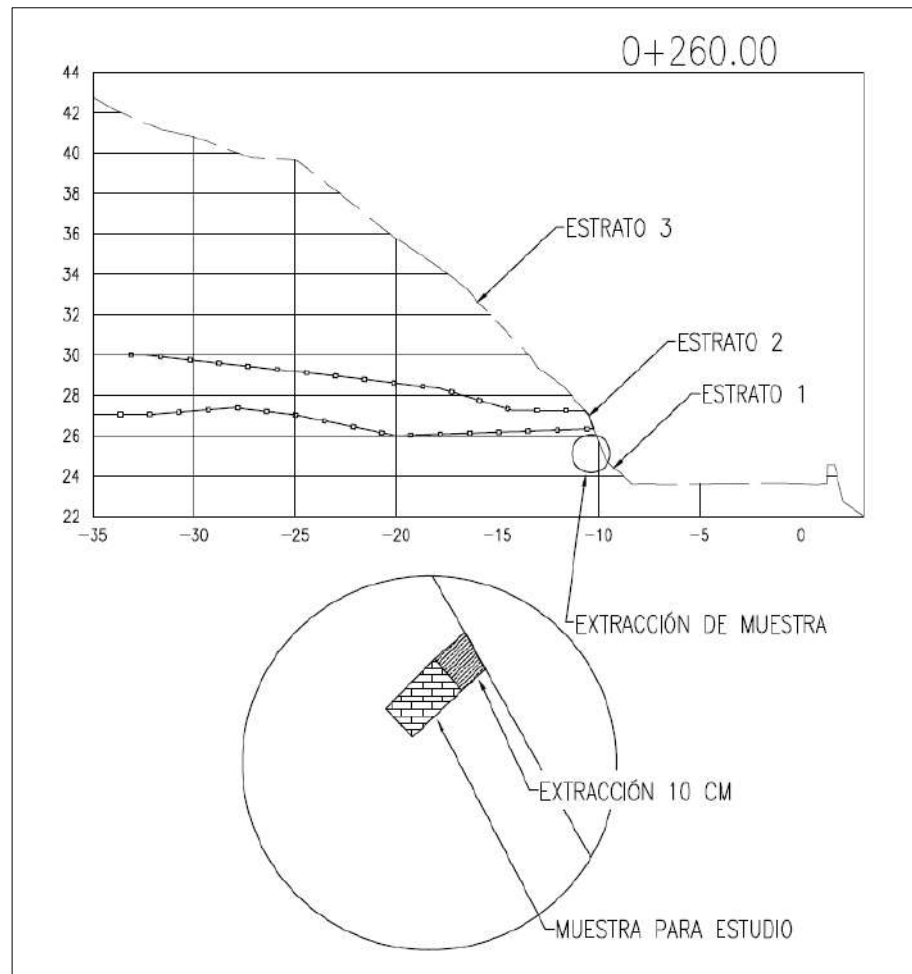


Figura 24. Plan de extracción de muestras. El Autor (2022)



Figura 25. Proceso de extracción de muestras. El autor (2022)

Con el fin de que el estudio sea más conservador, en el análisis de las muestras extraídas que se pretenden demostrar, se ha corroborado con el estudio del Instituto Geofísico del Perú (IGP) titulado Programa presupuestal N 068: reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres, el objetivo de esta investigación fue conocer la zonificación sísmica y geotécnica generalizada del distrito de Chancay, para ello se tuvo que realizar diversos estudios geotécnicos en diferentes puntos de la ciudad; dos de los puntos está situado cerca al área de estudio de taludes como se puede apreciar en la Tabla 8. Las calicatas CHA-04 y CHA-05 tienen una profundidad entre 3.2 m hasta los 3.3 m, esto ayudó a determinar y corroborar, junto a los análisis de laboratorio del presente proyecto, el tipo de suelo que se ha definido, para hallar los factores de seguridad en el programa para la estabilización de taludes.

Tabla 8: Datos de las calicatas realizadas en la ciudad de Chancay

CALICATA	UTM ESTE (m)	UTM NORTE (m)	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO A (m)
CHA-01	252469	8721623	55	3.00	N.P.
CHA-02	252138	8720755	40	3.00	N.P.
CHA-03	253213	8720862	50	3.10	N.P.
CHA-04	252558	8719381	25	3.20	N.P.
CHA-05	253227	8719607	35	3.30	N.P.
CHA-06	253399	8718046	30	1.90	N.P.
CHA-07	254059	8723135	45	3.10	2.20
CHA-08	254542	8723056	50	2.00	N.P.

Fuente. Instituto Geofísico del Perú (2016)

Gracias a los antecedentes de investigación y criterio visual, se definieron los estratos, estos se señalan en la Figura 24. Ciertamente, la composición de un estrato no es 100% de un solo material definido; sin embargo, si se toma en cuenta todos los materiales de suelo se contaría con diversos y numerosos materiales en muy pocas cantidades y los cálculos serían muy complejos; por ello, se tomó y generalizó el material más abundante y representativo de un estrato para la simplificación de estos problemas.



Figura 26. Definición de estratos para la extracción de muestra de suelo, progresiva KM 0+300. El Autor (2022)

Se observó el tipo de material y los posibles estratos existentes en todos los taludes; sobre todo, de las zonas donde se encuentran las unidades de análisis, que son las progresivas: Km 0+205, Km 0+260, Km 0+300. Con ello, se llegó a clasificar a estas secciones, por el número de estratos para la extracción de muestras (Tabla 9), las secciones de las progresivas Km 0+260 y Km 0+300, por la cercanía presentaron características similares en los números de estratos y composición de los materiales, por ello se extrajo 3 muestras representativas de estas secciones.

Tabla 9: Clasificación y descripción de estratos por sección

SECCIONES	PROGRESIVAS	Nº DE ESTRATOS	NOMENCLATURA DE CADA ESTRATO
SEC-1	KM 0+205	1	E-4
SEC-2	KM 0+260	3	E-3
SEC-3	KM 0+300		E-2
			E-1

Fuente. El Autor (2022)

4.6.2. Operaciones en oficina y ensayos de laboratorio

4.6.2.1. Análisis de datos topográficos en oficina

Previamente, tras finalizar los trabajos topográficos in situ, se procedió a la descarga de la información, con el propósito de organizar los datos e ingresarlos a los softwares CivilCAD y AutoCAD.

Una vez introducidos los datos en los programas mencionados, se procedió al cálculo de los puntos de control: coordenadas cartesianas, longitud, medida angular en grados de dos alineamientos, dirección, alturas y secciones transversales.

Finalmente, se completaron los levantamientos topográficos, representándolos mediante planos en planta con curvas de nivel y perfil longitudinal en escala 1/400 (Figura 27 y 28), así como en secciones transversales en escala 1/250. Las secciones transversales están espaciadas cada 5 metros.

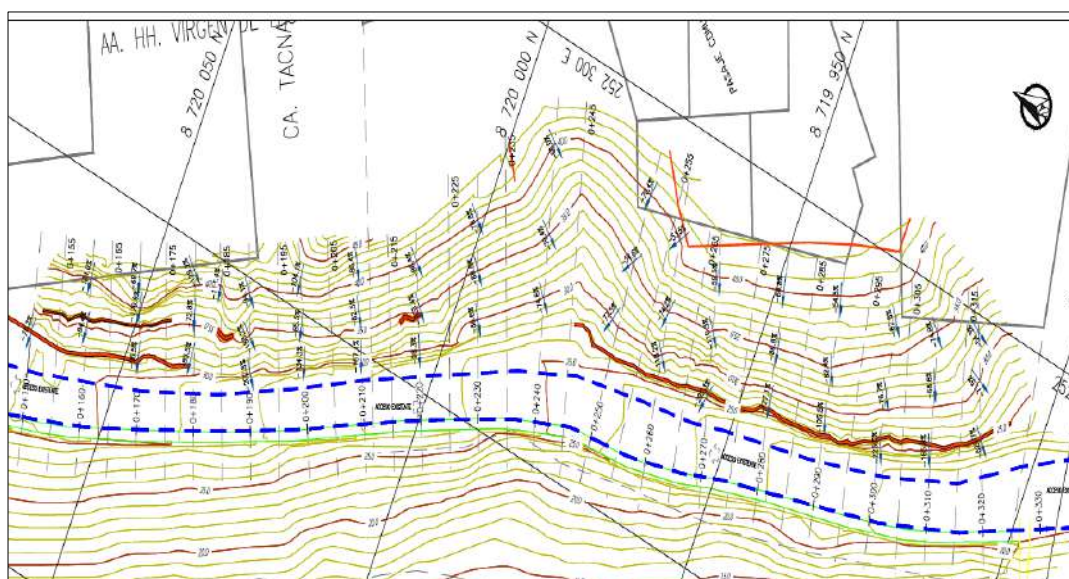


Figura 27. Plano en planta del área de estudio. El Autor (2022)

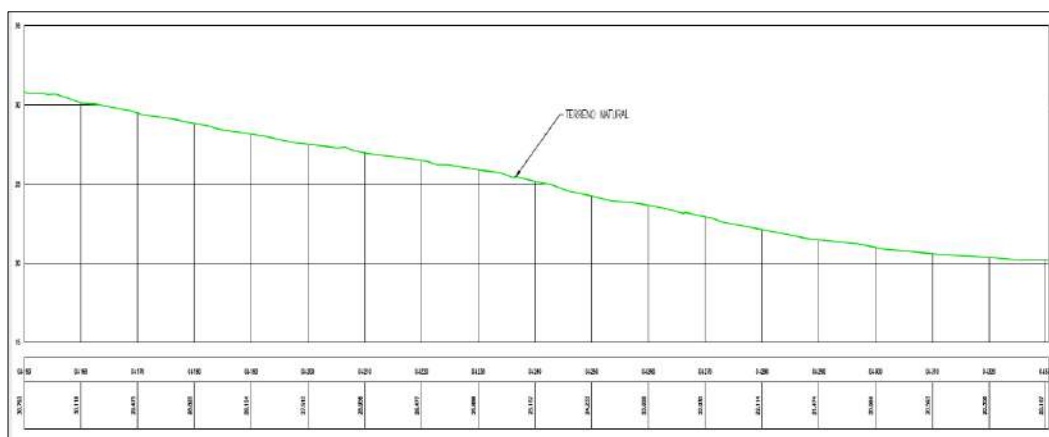


Figura 28. Perfil longitudinal de la progresiva 0+150 al 0+330. El Autor (2022)

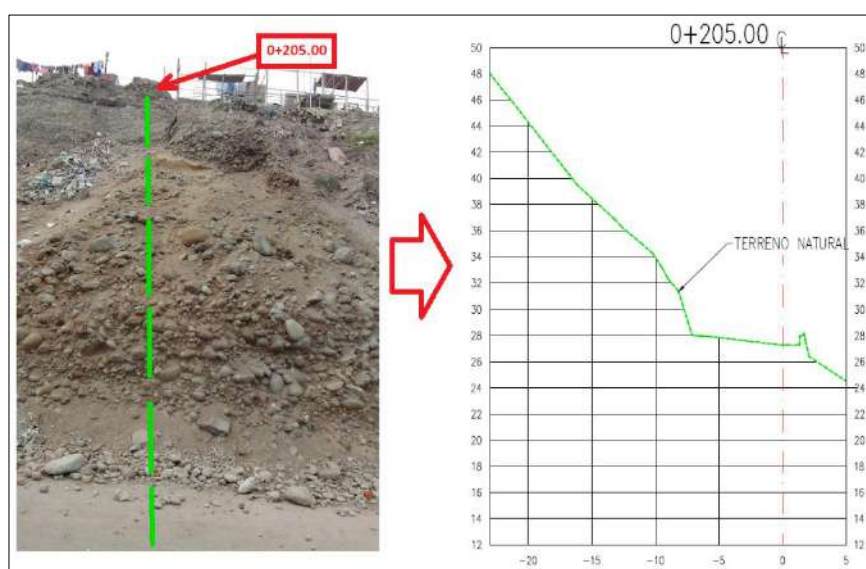


Figura 29. Sección transversal progresiva 0+205. El Autor (2022)

Finalizando se obtuvo los datos requeridos para la caracterización de los taludes. Estos se presentan en siguiente Tabla 10.

Tabla 10: Datos de la caracterización de los taludes

CARÁCTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS TALUDES SELECCIONADOS						
PROGRESIVA	INCLINACIÓN		PENDIENTE	ALTURA (m)	LONGITUD (m)	N° ESTRATOS
	(%)	(°)				
KM0+205	125%	51.34°	5V:4H	20 m	16 m	1
KM 0+260	74,23%	36.59°	3V:4H	19,30 m	26 m	3
KM 0+300	81.99%	39.35°	3V:4H	19,16 m	23,37 m	3

Fuente. El Autor (2022)

Para los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se ha requerido contar con una empresa privada que cuente con requisitos mínimos como: instrumentos y máquinas de calidad que tengan certificación de calibración (Anexo 9) y, sobre todo, acepte la supervisión del cliente a cada uno de los ensayos de laboratorio de cada muestra, para la verificación del correcto procedimiento del uso de las normas vigentes a la fecha. Por este motivo, se ha decidido contar con los servicios de la empresa JBO Ingenieros S.A.C. con R.U.C.: 20508317019; que está ubicado en la calle Valladolid 149, Urb. Mayorazgo II Etapa, del distrito de Ate - Lima, para la realización de los ensayos de mecánica de suelos del presente proyecto.



Figura 30. Recepción de JBO Ingenieros SAC. El Autor (2022)

Los datos y resultados obtenidos de los ensayos, fueron verificados por el autor de esta investigación y por los ingenieros de la empresa JBO Ingenieros S.A.C. que se sustenta con entregables sellados y firmados, estos se presentan desde el Anexo 13 al Anexo 33.

4.6.2.2. Ensayos laboratorio: granulometría por tamizado y Límites de atterberg

Por el motivo de clasificar los suelos de las muestras extraídas de cada estrato, se tomó como referencia las normas: MTC E 107, MTC E 110 y

MTC E 111 del Manual de Ensayo de Materiales (2016) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), como también las normas ASTM D – 422 y ASTM D – 4318, para determinar el tamaño de las partículas de la muestra por el ensayo granulométrico por tamizado, y para los suelos finos se realizó los ensayos de Límites de Atterberg obteniendo datos que fueron usados para clasificación de suelos por el método de Sistema Unificado de Suelos (SUCS).



Figura 31. Ensayo granulométrico: muestra E-3. El Autor (2022)

Mediante la determinación de cada muestra señalada en la Tabla 9 y gracias al procedimiento que indican dichas normas, al uso de instrumentos normalizados y a la recopilación de datos, se identificó 3 diferentes tipos de suelo:

- Suelo GP: Este suelo se presenta en la muestra E-1, está conformado mayormente por material grueso: gravas pobremente gradadas, estos también contienen pequeños porcentajes de arena y partículas de material fino; debido a que en la distribución las gravas representan más del 74% y las arenas pasantes del tamiz N° 4 representan el 23% aproximadamente; por ello este tipo de suelo no presentó plasticidad.
- Suelo CL: Este suelo se presenta en la muestra E-2, representa mayormente a un material fino como es la arcilla, pero también presenta arena en su composición; debido a que, el 55.6% del

- Tabla 11: Resultados de tipos de suelos por ensayo granulométrico y clasificación SUCS**

Fuente. El Autor (2022)

En el estudio de suelos para la zonificación del distrito de Chancay, que fue realizado por el Instituto Geofísico del Perú en el año 2016; se puede corroborar el resultado del ensayo de laboratorio con las muestras extraídas por criterio del autor como se puede observar en Tabla 12, encontrándose las calicatas: CL-05 y CL-04 cercanas al área de estudio del presente proyecto.

Tabla 12: Tipos de suelos encontrados por calicata

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO (m)	GRAVAS % (>4.76 mm)	ARENAS % (>0.074 mm, <4.76 mm)	FINOS % (<0.074 mm)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CLASIFICACION SUCS	DENOMINACION
CHA - 01	3.00	N.P.	80	19	1	N.P.	N.P.	GP	Grava pobremente graduada
CHA - 02	3.00	N.P.	78	19	3	N.P.	N.P.	GP	Grava pobremente graduada
CHA - 03	3.10	N.P.	78	20	2	N.P.	N.P.	GP	Grava pobremente graduada
CHA - 04	3.20	N.P.	76	22	2	N.P.	N.P.	GP	Grava pobremente graduada
CHA - 05	3.30	N.P.	75	22	3	N.P.	N.P.	GP	Grava pobremente graduada
CHA - 06	1.90	N.P.	12	83	5	N.P.	N.P.	SP	Arena fina limosa
CHA - 07	3.10	2.20	69	27	4	N.P.	N.P.	GW	Grava bien graduada
CHA - 08	2.00	N.P.	17	80	3	N.P.	N.P.	SW	Arena bien graduada

Fuente. Datos tomados del Instituto Geofísico del Perú (2016)

4.6.2.3. Ensayo para la determinación del contenido de humedad de los suelos

En el presente ensayo se determinó el contenido de humedad de las muestras de suelo; para ello, se ejecutaron los procedimientos referenciados en las normas MTC E 108 y ASTM D 2216, con el fin de obtener datos relevantes que fueron útiles para el cálculo del parámetro requerido. El método de ensayo establece determinar el porcentaje de humedad mediante la eliminación total del agua contenida en la muestra analizada.

Para llevar a cabo el ensayo, se seleccionaron cantidades de muestra de cada estrato, superando las cantidades mínimas exigidas por las

normas vigentes (Tabla 13). Las cantidades húmedas de cada muestra ensayada se presentan en la Tabla 14.

Tabla 13: Cantidades mínimas de muestra para el ensayo

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente. Datos tomados del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)

Tabla 14: Cantidades usadas de muestra para el ensayo

MUESTRA	PESO HÚMEDO
E-1	5346.0 g
E-2	542.9 g
E-3	4052 g
E-4	3181.2 g

Fuente. El autor

Una vez pesadas mediante una balanza de precisión de 0.1 g en recipientes metálicos previamente pesados y apropiados para el ensayo, inmediatamente se trasladaron a un horno, con capacidad de mantención de temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas, para la extracción total del agua contenida en cada muestra y pesarla para la obtención del peso de la muestra seca. Después de realizado los procedimientos descritos y usando los datos obtenidos para el cálculo, se obtuvieron los resultados del contenido de humedad de cada muestra ensayada del cual se puede observar en la Tabla 15.

4.6.2.4. Ensayo para la determinación del peso volumétrico de los suelos

El procedimiento para obtener los datos y resultados del presente ensayo fue referenciado por la Norma Técnica Peruana N.T.P. 339.139. Esta norma, basada en protocolos y lineamientos, determina el peso volumétrico del suelo mediante la extracción de muestras inalteradas. Los pesos volumétricos de los suelos de cada estrato que conforma el talud son fundamentales y permiten realizar los cálculos de los factores de seguridad, con el fin de observar y definir la estabilidad del talud analizado.

Este ensayo fue ejecutado mediante el método de inmersión en agua con cada muestra inalterada, extraída en forma de cubos de aproximadamente 0.10 cm de arista. Es necesario pesarla previamente en una balanza calibrada con precisión de 0.01 g. Al realizar el pesado de la muestra en forma de prisma, se cubrió toda la superficie de cada muestra con parafina fundida para impermeabilizarla, y una vez enfriada se procedió a pesarla nuevamente. Luego, con ayuda de un contenedor con agua, se pesó en su interior una rejilla suspendida en el líquido, con el fin de tarar su peso y obtener el peso neto de cada muestra colocada en su interior; esta acción se observa en la Figura 32.



Figura 32. Ensayo del peso volumétrico de los suelos: muestra E-2. El Autor (2022)

Con los procedimientos antes descritos, y determinando la densidad de la parafina en 0.92 (g/cm³), se obtuvo los datos requeridos para poder hallar el volumen de la muestra analizada (V_s) con la siguiente ecuación:

$$V_s = (m_w - m_g) - \left(\frac{m_w - m_f}{\rho_p} \right)$$

Donde:

m_w (g) = Peso de la muestra cubierta con parafina

m_g (g) = Peso de la muestra cubierta con parafina sumergida en agua

m_f (g) = Peso de la muestra

ρ_p $\left(\frac{g}{cm^3} \right)$ = Densidad de la parafina

Teniendo el volumen de la muestra analizada se procede a calcular su peso volumétrico con la siguiente ecuación:

$$\rho \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \left(\frac{m_f}{V_s} \right)$$

Este dato anteriormente hallado representa al peso volumétrico de la muestra analizada en su estado húmedo; sin embargo, se requiere el contenido de humedad en su estado seco; por ello y teniendo el valor del contenido de humedad de las muestras, se procede a hallar el peso volumétrico seco de la siguiente manera:

$$\rho_d \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \left(\frac{100 * \rho}{100 + w} \right)$$

Donde:

ρ_d $\left(\frac{g}{cm^3} \right)$ = Peso volumétrico seco

w (%) = Contenido de humedad

Teniendo los contenidos de humedad y los pesos volumétricos de cada muestra. Se obtiene finalmente los pesos volumétricos secos (Tabla 15).

Tabla 15: Contenidos de humedades y Pesos volumétricos

MUESTRA	TIPO DE SUELO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO (g/cm ³)	PESO VOLUMÉTRICO SECO (g/cm ³)
E-1	GP	2.7	1.902	1.852
E-2	CL	3.7	1.745	1.683
E-3	GP-GM	0.8	1.802	1.788
E-4	GP-GM	5.4	1.833	1.739

Fuente. El autor

4.6.2.5. Ensayo de corte directo

Para conocer los últimos parámetros obtenidos en el laboratorio, requeridos en el presente proyecto, se tomaron como referencia los procedimientos establecidos en las normas vigentes: MTC E 123 y ASTM D 3080. El objetivo del presente ensayo de laboratorio es evaluar la resistencia del suelo frente a la fuerza cortante, lo cual se logra mediante la aplicación de cargas verticales y horizontales sobre la muestra analizada. Los parámetros que permiten estimar esta resistencia son la cohesión y el ángulo de fricción, los cuales son determinados mediante el uso de equipos de corte debidamente calibrados. Este equipo emplea un contenedor de sección cuadrada, dividido en dos partes, que permite ejecutar el procedimiento de corte. Durante la aplicación de las cargas en el equipo, se obtienen las deformaciones unitarias registradas en intervalos definidos por la norma, siendo estos tiempos medidos con precisión mediante un cronómetro (Figura 33).



Figura 33. Obtención de la deformación unitaria de la muestra E-4

Cabe resaltar que las muestras ensayadas, fueron muestras pasantes de la malla N°4 como indica las normas mencionadas. Luego del cálculo de los datos obtenidos se obtuvieron los parámetros cohesión y ángulo de fricción de cada muestra que se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Cohesión y ángulos de fricción de las muestras ensayadas

MUESTRA	COHESIÓN (Kg/cm ²)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
E-1	0.05	30.2
E-2	0.13	19.8
E-3	0.11	25.4
E-4	0.07	33.1

Fuente. El autor

4.7. Análisis e interpretación de la información

Con los resultados obtenidos de los trabajos en campo y laboratorio, se caracterizó los taludes interpretando los parámetros del estudio topográfico y los estudios de la investigación retrospectiva encontrados.

4.7.1. Caracterización de los taludes señalados

La ubicación y alturas de los estratos se han referenciado en base a los estudios de campo del IGP y a los estudios de campo realizados por el propio investigador.

Cabe resaltar que no se encontró el nivel freático durante los estudios de campo ejecutados por el autor. Además, de acuerdo con los estudios geotécnicos realizados mediante las calicatas CHA – 4 y CHA – 5 del IGP, tampoco se logró identificar el nivel freático in situ. En particular, el estudio de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), titulado “Monitoreo de las aguas subterráneas en el valle Chancay – Huaral”, indica que la napa freática se encuentra a una profundidad superior a los 22 metros en el

distrito de Chancay, específicamente en el sector Las Salinas. Por tal motivo, no se consideró el nivel de la napa freática en la caracterización de los taludes analizados.

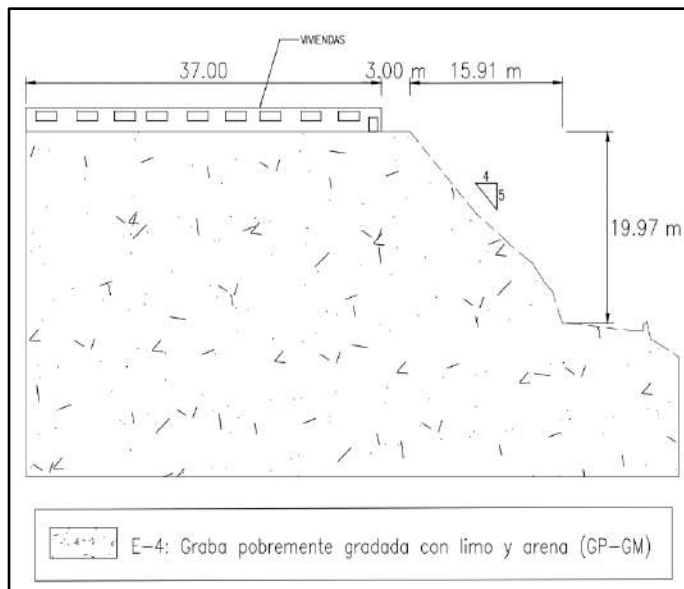


Figura 34. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)

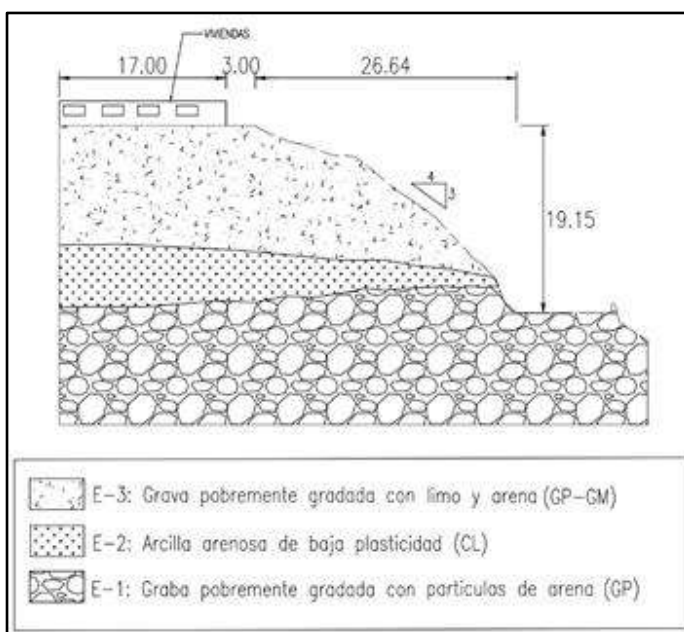


Figura 35. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+260. El autor (2022)

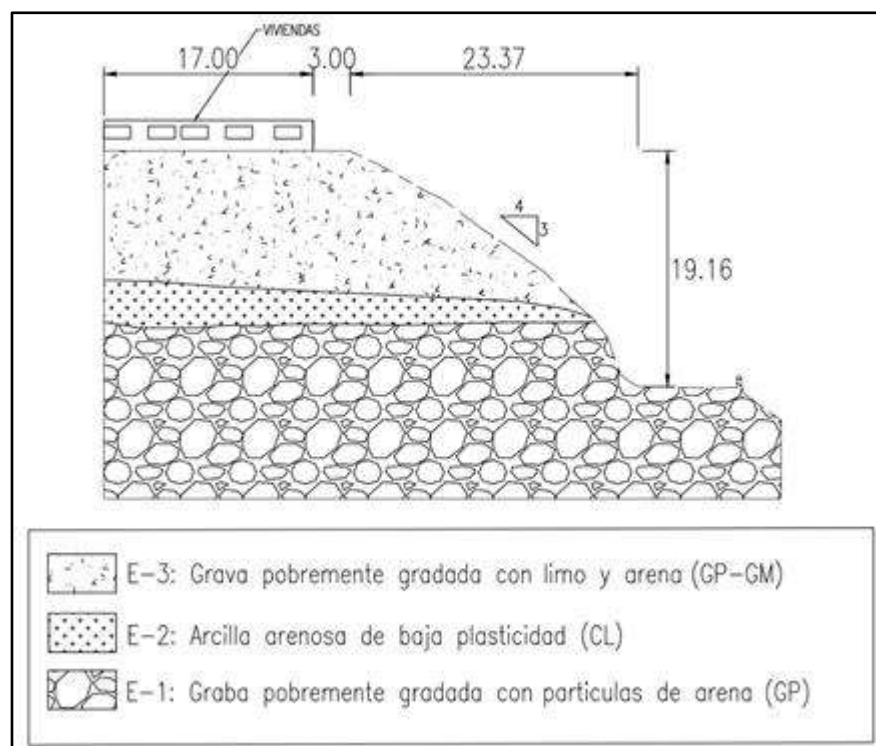


Figura 36. Caracterización del talud de la progresiva KM 0+300. El autor (2022)

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación y análisis de resultados

En el presente capítulo se logra la realización del objetivo principal con los objetivos específicos que fueron planteados para este proyecto de investigación, obteniendo sus resultados de cada uno de ellos.

5.1.1. Factores de seguridad estáticos actuales de los taludes

Para comenzar con la realización del primer objetivo específico, se procedió a determinar los factores de seguridad estáticos, en su estado normal, de las secciones correspondientes a las progresivas seleccionadas por el autor dentro de la unidad de análisis.

Se hizo uso del software especializado para análisis geotécnico de taludes en 2D, mediante el método de equilibrio límite: SLIDE, en su versión 6.0.

Los datos y resultados que permitieron caracterizar los materiales que conforman los taludes analizados —Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción— fueron recopilados y convertidos a las unidades requeridas por el software para el respectivo análisis. Estos se presentan en la Tabla 17.

Los criterios de análisis utilizados como referencia para obtener el Factor de Seguridad Estático y el Pseudoestático, tanto en el estado normal como en los taludes estabilizados propuestos por el autor, fueron el modelo de Spencer y el modelo de Morgenstern–Price, con el fin de garantizar la

confiabilidad de los valores obtenidos. Otros criterios considerados se describen en la Tabla 18.

Para incorporar la acción que generan las viviendas sobre los taludes, se recopiló información sobre las distancias entre los linderos de las viviendas y el escarpe superior de los taludes. Estos datos fueron obtenidos mediante el estudio topográfico realizado durante la exploración de campo y se muestran junto a la caracterización de taludes en las Figuras 34, 35 y 36. Por otro lado, para estimar la carga generada por dichas construcciones sobre el talud, se tomó como referencia el tipo de edificación de acuerdo con la norma RNE E.030. En el estudio de campo se observó que las edificaciones situadas sobre los taludes más críticos y analizados en esta investigación corresponden a construcciones de un nivel. Por ello, según la norma mencionada, estas edificaciones son clasificadas como de tipo “C”: construcciones comunes. Se estimó una carga de 1 ton/m², que al convertirla a kN/m² resulta en 9.81 kN/m² para viviendas de un piso construidas con albañilería confinada.

Tabla 17: Datos necesarios para la introducción al software

COMPILACION DE DATOS PARA EL PROGRAMA SLIDE					
PROGRESIVA	SUELO POR ESTRATO	CLASIFICACIÓN SUCS	PESO UNITARIO (KN/m ³)	COHESIÓN (KN/m ²)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)
KM 0+205	E-4	GP-GM	17.25	6.86	38.58
KM 0+260	E-3	GP-GM	17.53	10.79	38.58
	E-2	CL	16.50	12.75	19.80
	E-1	GP	18.16	4.90	30.20
KM 0+300	E-3	GP-GM	17.53	10.79	38.58
	E-2	CL	16.50	12.75	19.80
	E-1	GP	18.16	4.90	30.20

Fuente. El autor (2022)

Tabla 18: Criterios para análisis de taludes

Descripción	Características/ Cantidades	Referencias	Utilización
Criterio de rotura	Mohr Coulomb	Definido por el Autor	FS estático, Fs pseudo-estático, Probabilidad de falla
Modelo de cálculo de dovelas	Spencer	Definido por el Autor	FS estático, Fs pseudo-estático
	Morgenstern - Price		
Método de análisis probabilístico	Montecarlo	Definido por el Autor	Probabilidad de falla
Periodo de retorno	475 años	Mapa isoaceleraciones sísmicas del Perú, Norma RNE CE.0.20	Fs pseudo-estático, Probabilidad de falla
Aceleración pico del terreno (PGA)	0.40	Mapa isoaceleraciones sísmicas del Perú	Fs pseudo-estático, Probabilidad de falla
Coeficiente sísmico ($0.5 \cdot \text{PGA}$)	0.20	Estudios de Geología y Geotécnica	Fs pseudo-estático, Probabilidad de falla

Fuente. El autor (2022)

5.1.1.1. FS estático y pseudo – estático con los Métodos de Spencer y Morgenstern Price

Para determinar los factores de seguridad estático y pseudo – estático por el método de dovelas: Spencer y Morgenstern – Price de los taludes de progresivas: KM 0+205, KM 0+260 y KM 0+300; se consideraron 100 dovelas para el análisis, con una longitud de cada dovela que están comprendidos desde los 0.16 m hasta 0.27 m, con el fin de que el porcentaje de error sea el mínimo posible, considerando este dato, la caracterización de la geometría de los taludes, propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman los estratos y los criterios mencionados en la Tabla 18 se procedieron a hallar el factor estático y pseudo – estático en su estado natural de los taludes.

- Progresiva KM 0+205

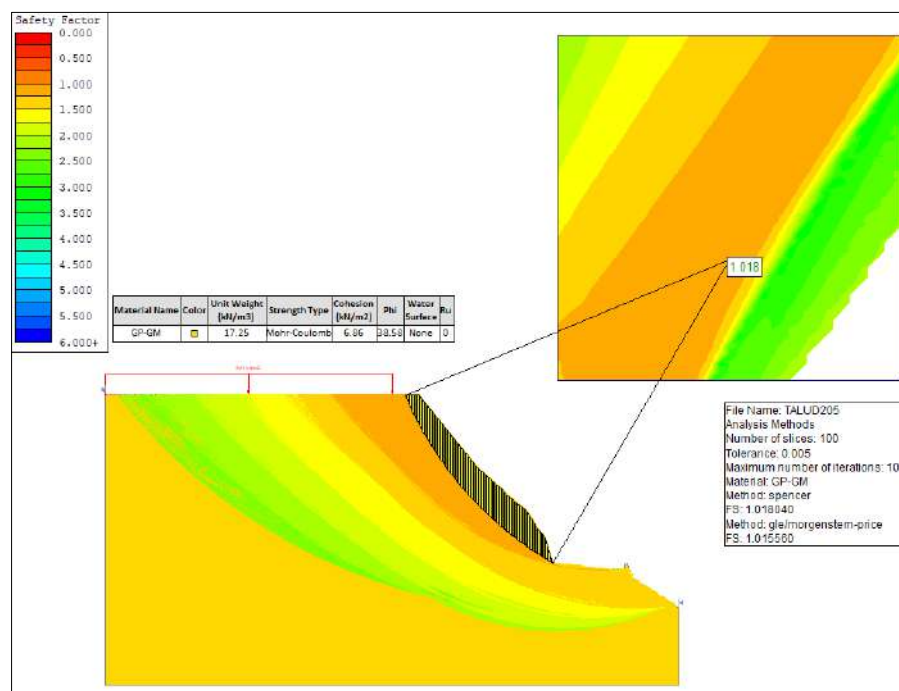


Figura 37. Calculo del FS estático del talud natural de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)

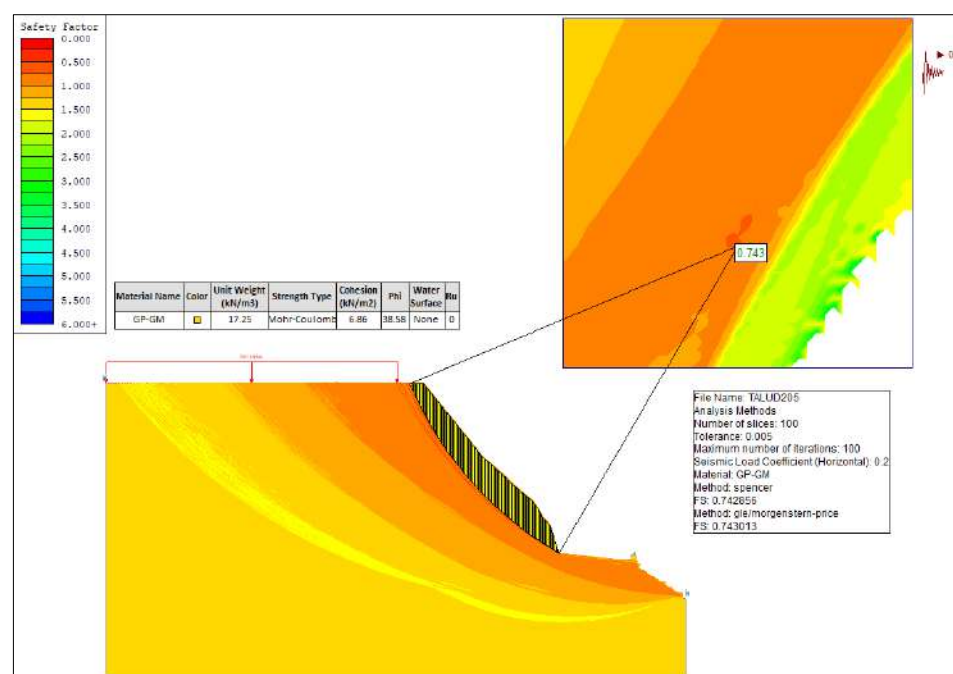


Figura 38. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural de la progresiva KM 0+205. El autor (2022)

Interpretando los resultados, se tiene que el factor de seguridad estático y pseudo estático son de 1.018 y 0.743 respectivamente, este valor demuestra geotécnicamente que el talud, a pesar que estos factores sea mayor a la unidad y esté en equilibrio estático, es crítico a deslizamientos; debido a que, las fuerzas que desestabilizan al talud tienen una variación mínima a las fuerzas que lo estabilizan, sin mencionar que en el ámbito pseudo – estático tiene mayor incidencia a la falla del talud en el plano corte.

En conclusión, se verifica el grado de peligro crítico al movimiento de tierras indicado por el INGEMMET y se requiere un método y diseño de estabilización que incremente los factores hallados y que estén dentro de los parámetros de estabilidad exigidos en la norma RNE CE0.20.

- **Progresiva KM 0+260**

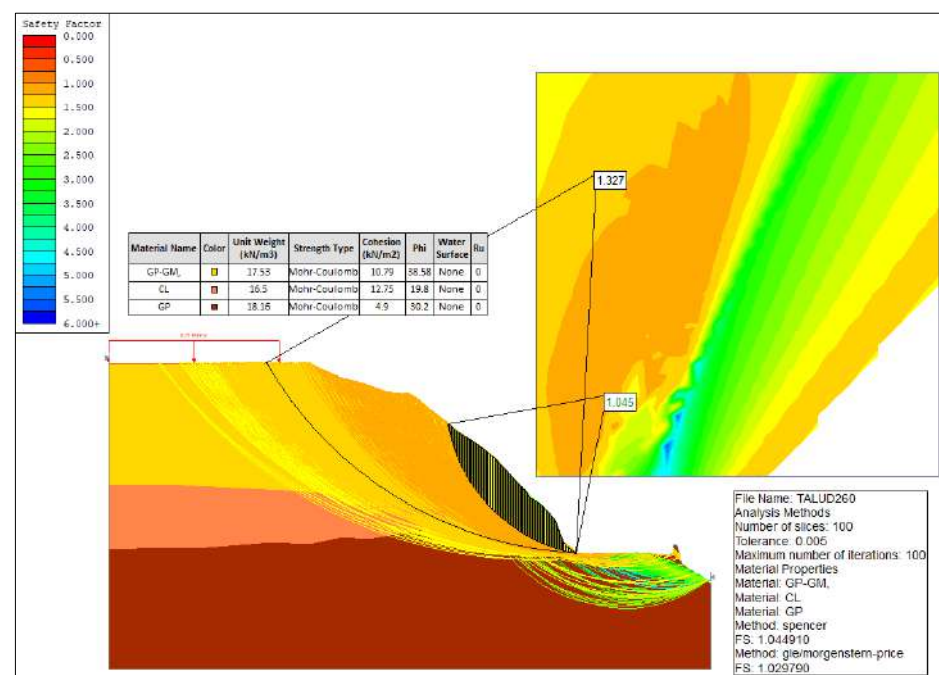


Figura 39. Calculo del FS estático del talud natural de la progresiva KM 0+260. El autor (2022)

En la sección del talud de la progresiva KM 0+260, presenta que el plano de falla, con el factor mínimo de seguridad (FS = 1.045) de todos los factores de seguridad posibles, no interviene dentro del área de las viviendas en la cabeza del talud; sin embargo, al analizar el factor del plano de falla que comienza con el lindero de la vivienda más próxima del escarpe superior del talud, se obtiene un factor estático de 1.327; esto indica que está en equilibrio, pero no está dentro de lo establecido por la norma.

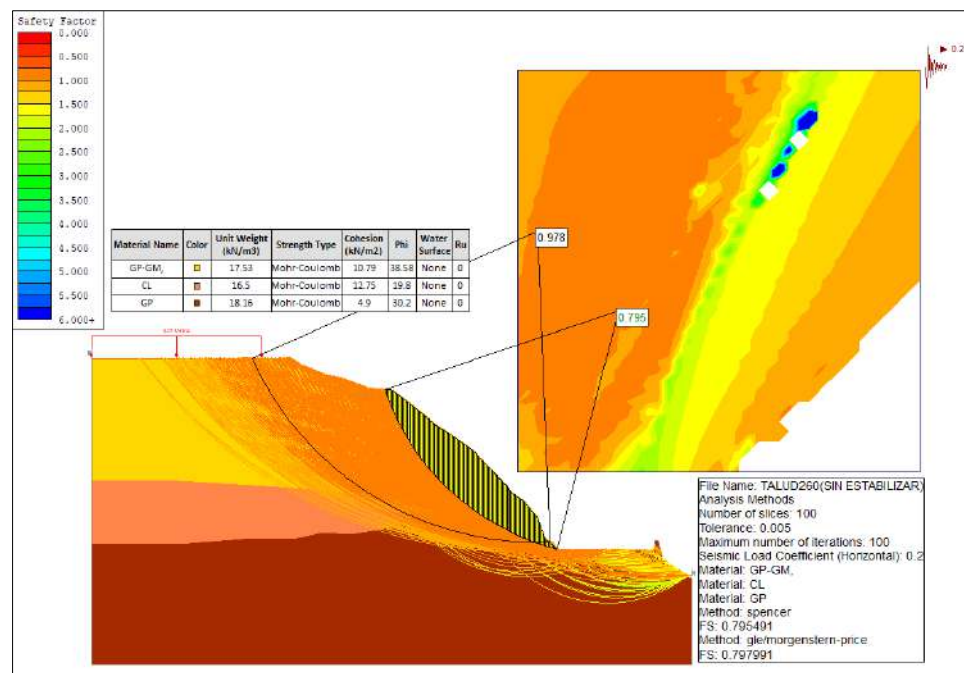


Figura 40. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural de la progresiva KM 0+260. El autor (2022)

El resultado del factor de seguridad pseudo – estático tiene como resultado 0.795 este factor es el mínimo de todos factores de los planos de falla posibles que existe en el presente talud, al analizar el plano de falla que interviene en el área de las viviendas tiene como factor pseudo – estático: 0.978. Siendo este un valor inestable por estar debajo de la unidad y muy considerablemente por debajo de los parámetros de la norma.

En conclusión, el talud KM 0+260 presenta factores que no están en los rangos permitidos de estabilidad de taludes. Por ello se verifica el grado de peligro crítico al movimiento de tierras indicado por el INGEMMET y se requiere un método y diseño de estabilización que incremente los factores mencionados.

- **Progresiva KM 0+300**

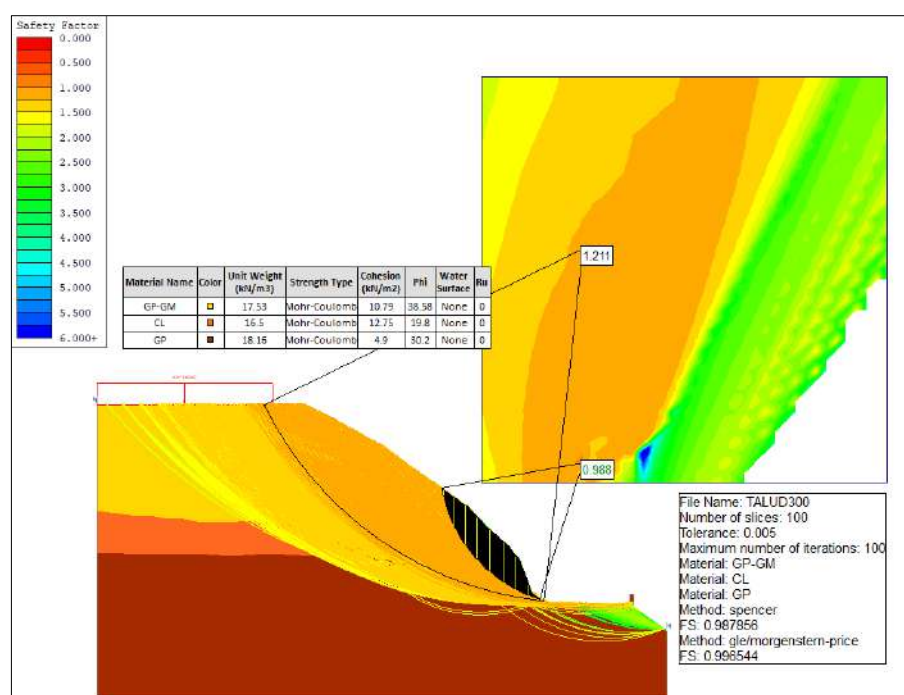


Figura 41. Cálculo del FS estático del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2022)

Como se explicó en los resultados de la sección de talud con progresiva KM 0+260, este talud presenta similares características con respecto a la ubicación del plano de falla con el menor factor de seguridad calculado, en este caso se presta más atención a los planos de falla que están dentro del área de las viviendas, estos planos tienen un factor de seguridad estático de 1.211 y pseudo – estático de 0.940 (Figura 42), que son menores a los factores mínimos de seguridad requerido en la norma.

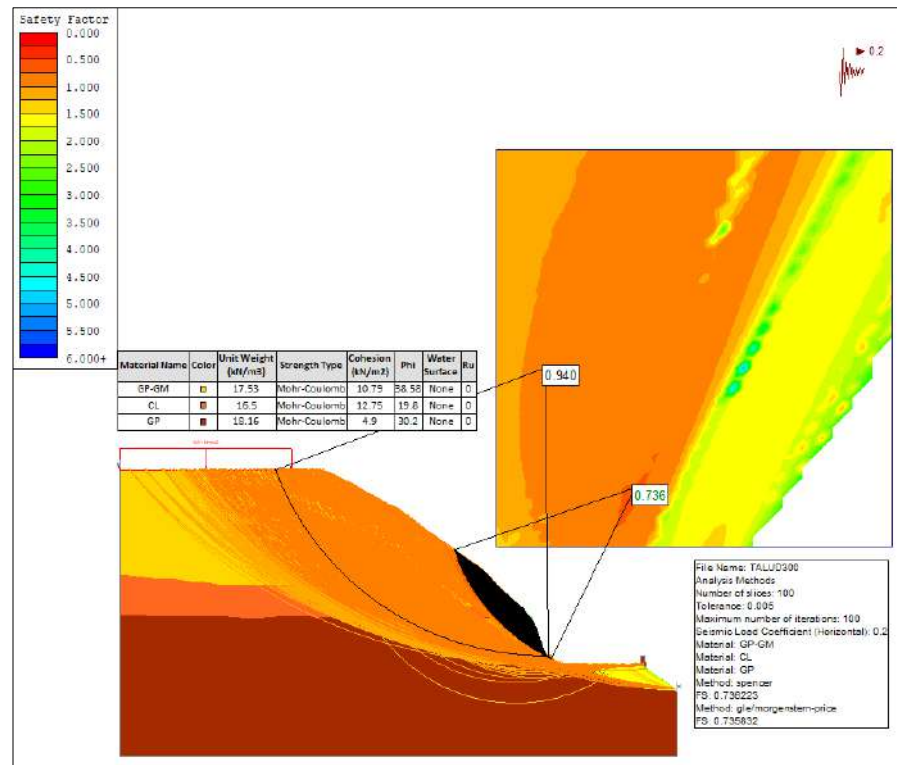


Figura 42. Calculo del FS pseudo – estático del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2022)

En conclusión, al analizar las unidades de análisis del presente proyecto todos los taludes presentan inestabilidad crítica en su condición estática, como también y, sobre todo, en su condición pseudo – estática; por ello, se requiere un método y diseño que aumente los parámetros de estabilidad para proteger la infraestructuras (carretera y viviendas) y sobre todo la integridad de las personas.

5.1.2. Probabilidades de falla actuales de los taludes

Para determinar la probabilidad de falla de un talud, es fundamental contar con información detallada sobre las propiedades mecánicas y físicas del suelo en cuestión. Estas propiedades incluyen la cohesión, el ángulo de fricción y el peso unitario. Sin embargo, simplemente tener un único valor para cada una de estas propiedades no es suficiente para realizar un análisis confiable de probabilidad. Es necesario contar con al menos dos valores para cada propiedad, lo que permite calcular la desviación

estándar y realizar los cálculos apropiados para determinar cuán probable es que ocurra un deslizamiento de tierras del talud.

En el contexto de esta tesis de investigación, se ha obtenido información sobre las propiedades mencionadas para cada estrato de suelo presente, mediante ensayos de laboratorio, en los taludes estudiados. Sin embargo, se reconoce que es necesario contar con datos adicionales para cada material con el fin de obtener una estimación más precisa de la desviación estándar. En ausencia de estos datos secundarios, se ha optado por recurrir a referencias de otras investigaciones. Se busca que estos datos secundarios se aproximen al valor de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio de la presente tesis y provengan de materiales que tengan la misma clasificación bajo el mismo sistema (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS) de cada estrato que se presentan en los taludes estudiados: km 0+205, km 0+260 y km 0+300.

El propósito de esta estrategia es asegurar que las muestras de suelo utilizadas en el análisis posean una desviación estándar confiable. Este enfoque garantiza una mayor precisión en los cálculos y, en última instancia, aumenta la fiabilidad de los resultados obtenidos. Una vez que se han recopilado los datos necesarios, se procederá a introducirlos en el programa SLIDE 6.0.

Para el tipo de suelo GP-GM, GP y CL se consideró los datos secundarios, para determinar la desviación estándar, de los hallados en las muestras de los estratos E-3, E-2 y E-1. Las investigaciones realizadas por el autor Tavera H. (2016), como parte del informe del Instituto Geofísico del Perú (IGP), y de los autores: Blas & Melendez (2022), Mori (2022) y Masias & Veneros (2023) se centran en estudios de zonificación sísmica-geotécnica. Estos estudios identifican tipos de suelos con las mismas clasificaciones SUCS que los materiales hallados en los taludes objeto de esta investigación. Estos proyectos proporcionaron información sobre datos aproximados a lo obtenidos por los ensayos de mecánica de suelos de la presente tesis, estos son: peso unitario, cohesión y ángulo de fricción

de los materiales, datos fundamentales para nuestra evaluación de la probabilidad de falla, los cuales se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19: Referencia en las propiedades de los suelos estudiados

Talud	Estrato	SUCS	Propiedades de los suelos Según Referencia					
			Peso Unitario (KN/m ³)		Cohesión (KN/m ²)		Ángulo de fricción (°)	
Km 0+205	E-4	GP-GM	17.25 (Por el autor)	17.53 (Por el Autor)	6.86 (Por el autor)	7.26 (Masias & Veneros, 2023)	38.58 (Por el autor)	38.58 (Por el autor)
Km 0+260	E-3	GP-GM	17.53 (Por el autor)	17.25 (Por el autor)	10.79 (Por el autor)	7.26 (Masias & Veneros, 2023)	38.58 (Por el autor)	38.58 (Por el autor)
	E-2	CL	16.50 (Por el autor)	15.10 (Tavera, 2016)	12.75 (Por el autor)	14.71 (Mori, 2022)	19.80 (Por el autor)	20.30 (Tavera, 2016)
	E-1	GP	18.16 (Por el autor)	19.52 (Tavera, 2016)	4.90 (Por el autor)	2.65 (Blas & Melendez, 2022)	30.20 (Por el autor)	36.52 (Tavera, 2016)
Km 0+300	E-3	GP-GM	17.53 (Por el autor)	17.25 (Por el autor)	10.79 (Por el autor)	7.26 (Masias & Veneros, 2023)	38.58 (Por el autor)	38.58 (Por el autor)
	E-2	CL	16.50 (Por el autor)	15.10 (Tavera, 2016)	12.75 (Por el autor)	14.71 (Mori, 2022)	19.80 (Por el autor)	20.30 (Tavera, 2016)
	E-1	GP	18.16 (Por el autor)	19.52 (Tavera, 2016)	4.90 (Por el autor)	2.65 (Blas & Melendez 2022)	30.20 (Por el autor)	36.52 (Tavera, 2016)

Fuente. El autor (2024)

Teniendo los valores de la tabla anterior (Tabla 19), se procedió hallar la desviación estándar de cada material de los estratos estudiados de los taludes: km 0+205, km 0+260 y km 0+300, estos datos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20: Desviación estándar de los materiales de cada estrato

Talud	Estrato	SUCS	Desviación Estándar de las propiedades de los materiales (Std. Dev.)		
			Peso Unitario	Cohesión	Ángulo de fricción
Km 0+205	E-4	GP-GM	0.20	0.28	0
Km 0+260	E-3	GP-GM	0.20	2.50	0
	E-2	CL	0.99	1.39	0.35
	E-1	GP	0.96	1.59	4.47
Km 0+300	E-3	GP-GM	0.20	2.50	0
	E-2	CL	0.99	1.39	0.35
	E-1	GP	0.96	1.59	4.47

Fuente. El autor (2024)

Tabla 21: Introducción de la desviación estándar al programa Slide

#	Material Name	Property	Distribution	Mean	Std. Dev.	Rel. Min	Rel. Max
1	GP-GM _i	Cohesion	Normal	10.79	2.50	7.5	7.5
2	GP-GM _i	Phi	Normal	38.58	0	0	0
3	GP-GM _i	Unit Weight	Normal	17.53	0.20	0.6	0.6
4	CL	Cohesion	Normal	12.75	1.39	4.17	4.17
5	CL	Phi	Normal	19.8	0.35	1.05	1.05
6	CL	Unit Weight	Normal	16.5	0.99	2.97	2.97
7	GP	Cohesion	Normal	4.9	1.59	4.77	4.77
8	GP	Phi	Normal	30.2	4.47	13.41	13.41
9	GP	Unit Weight	Normal	18.16	0.96	2.88	2.88

Fuente. El autor (2024)

Para los cálculos probabilísticos, mediante el software, se optó por elegir una cantidad de número de cálculos de 20000 intentos, para obtener una exactitud confiable del parámetro deseado. Los porcentajes de probabilidades de falla están calculados en los mismos planos de falla del cual se han obtenido los factores de seguridad mínimos, estos se presentan a continuación.

- Probabilidades de falla progresiva KM 0+205**

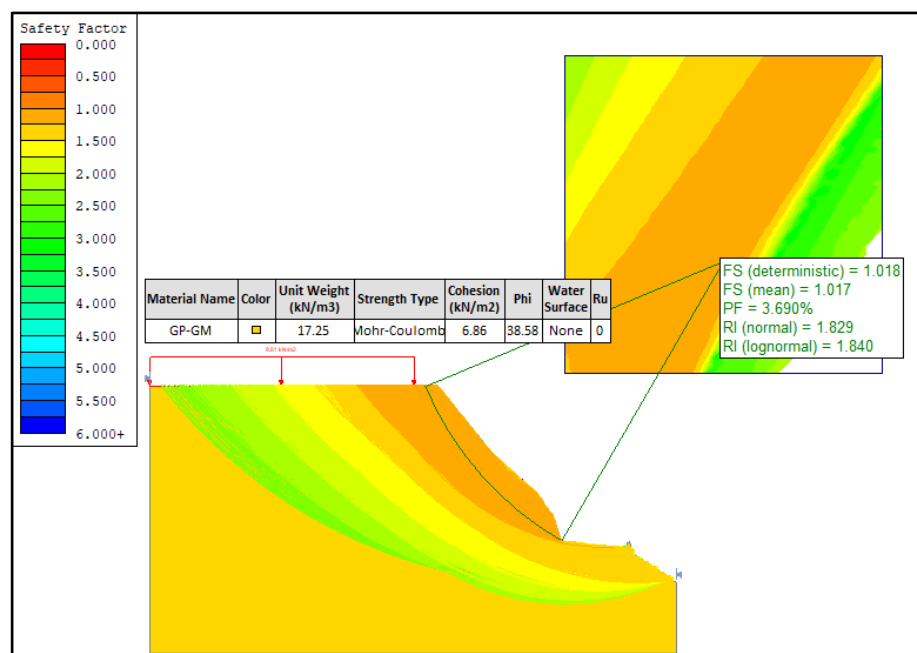


Figura 43. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

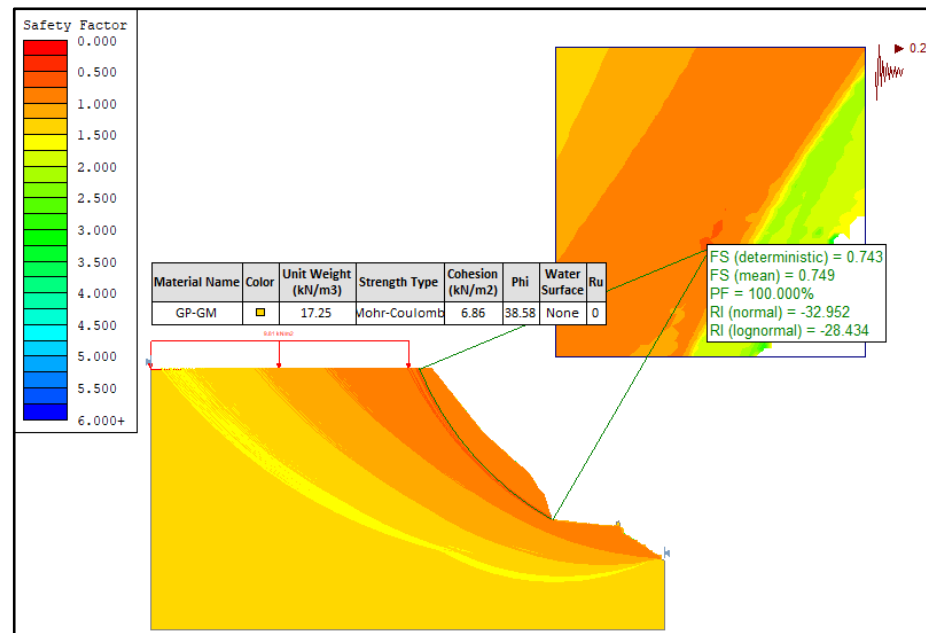


Figura 44. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

- Probabilidades de falla progresiva KM 0+260**

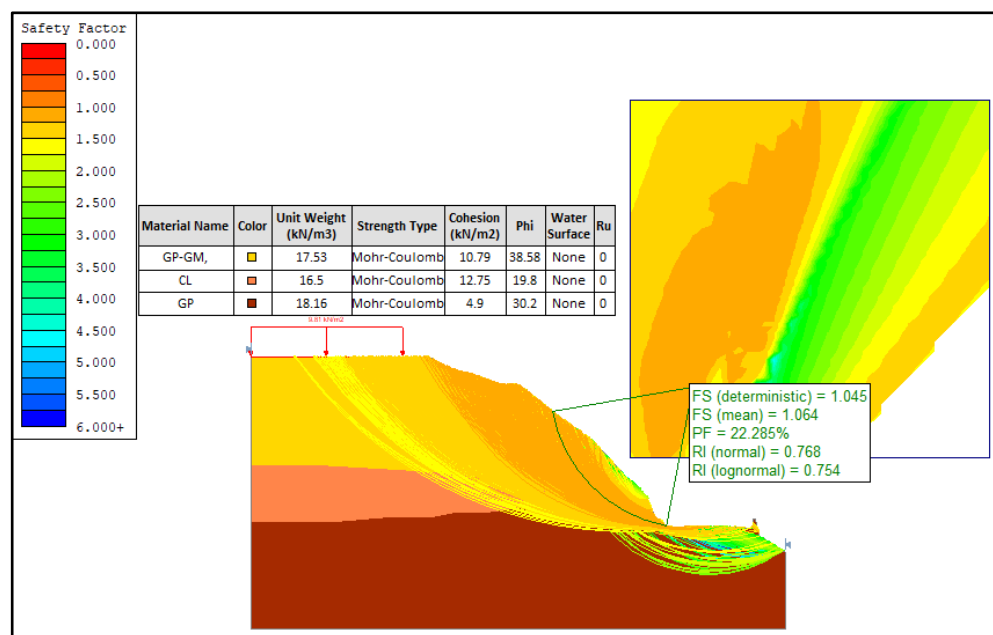


Figura 45. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+260. El autor (2024)

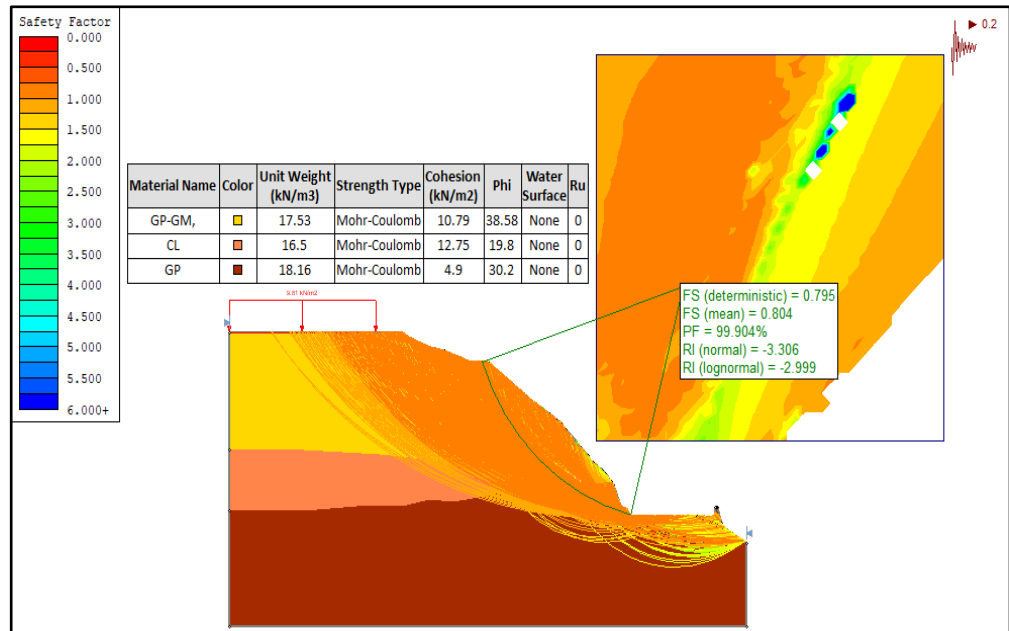


Figura 46. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+260. El autor (2024)

- Probabilidades de falla progresiva KM 0+300**

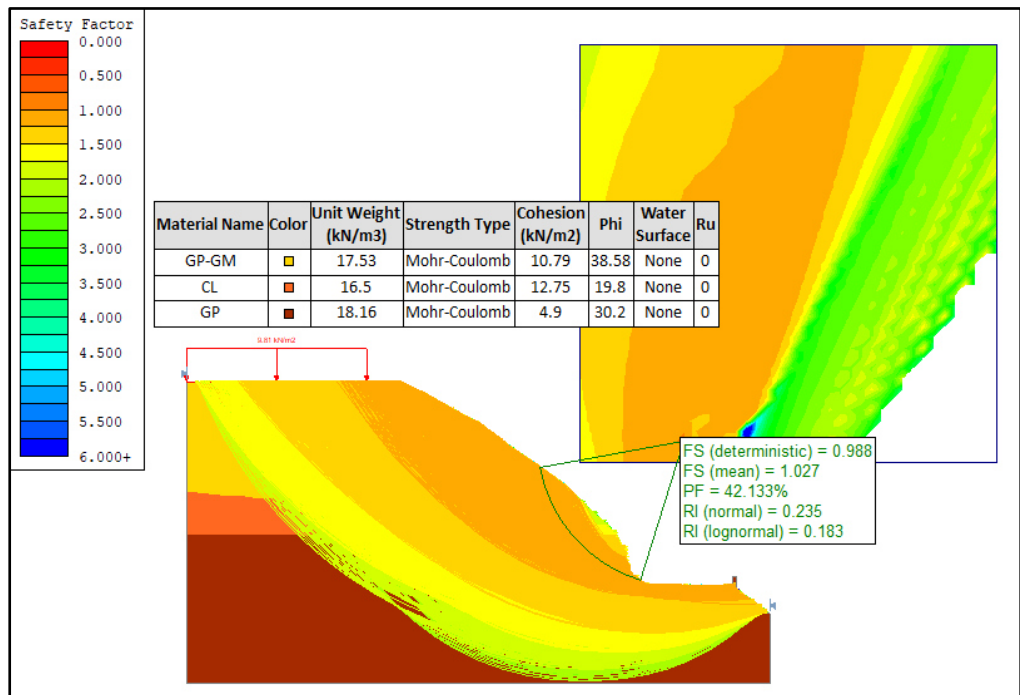


Figura 47. Calculo de la PF estática del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2024)

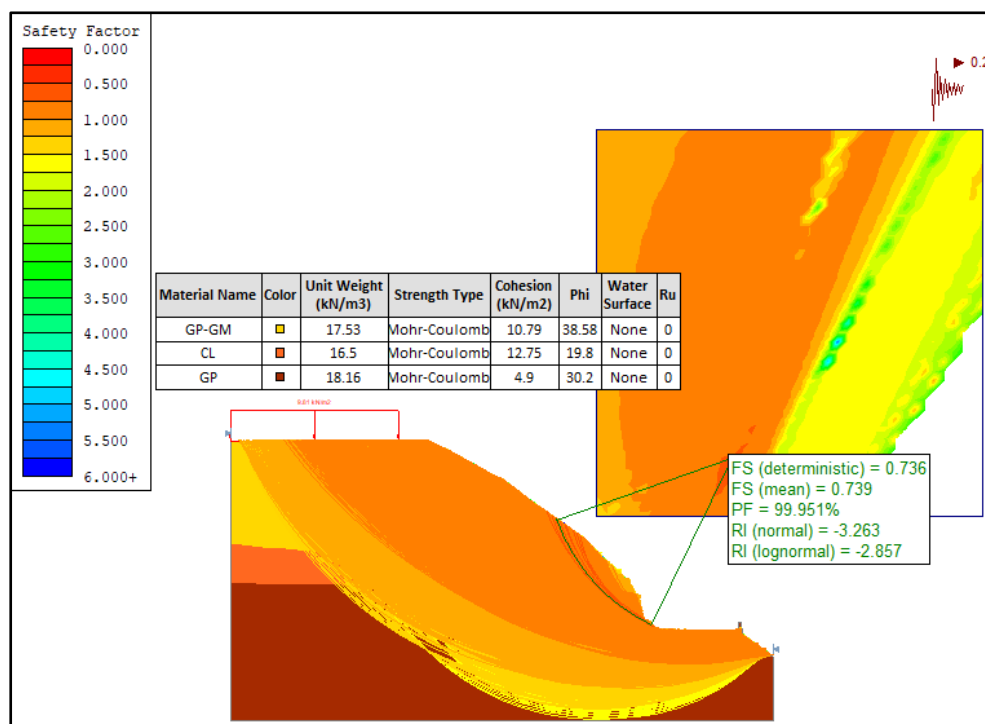


Figura 48. Calculo de la PF pseudo – estática del talud natural con progresiva KM 0+300. El autor (2024)

En los análisis anteriores de los taludes se obtuvieron resultados, para la condición estática, de probabilidades de falla de 3.69%, 22.29% y 42.13%; siendo la más crítica el talud con progresiva KM 0+300. Además, en condiciones pseudo – estáticas todos los taludes presentan más del 99.90% de probabilidad de falla estos resultados se presentan en la Tabla 22, siendo esta un indicador de la condición altamente inestable de los taludes ante movimientos sísmicos considerables.

Tabla 22: Resultados de los factores de seguridad

PROGRESIVA DE TALUD	TALUD NATURAL			
	FS estático	FS pseudo-estático	Probabilidad de falla estático	Probabilidad de falla Pseudo – estáticas (%)
KM 0+205	1.02	0.74	3.69%	100.00%
KM 0+260	1.05	0.80	22.29%	99.90%
KM 0+300	0.99	0.74	42.13%	99.95%

Fuente. El autor (2024)

5.1.3. Métodos de estabilización

Al observar los resultados del análisis geotécnico de los taludes en su estado normal, se concluye que estas necesitan una propuesta de estabilización que aumente sus parámetros como los factores de seguridad y reduzca las probabilidades de falla, sobre todo la probabilidad de falla inminente ante un sismo severo.

Por ello y realizando el objetivo específico propuesto de la presente tesis, se realizó el diseño de estabilización con los métodos de abatimiento de taludes y claveteado de suelos. Para tener la seguridad de estabilidad mínima, se referenció en la norma CE.020 Suelos y Taludes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual indica considerar, para el factor de seguridad estático: 1.5 y para el pseudo – estático: 1.25 como factores mínimos para que la estabilidad de un talud sea segura.

Teniendo las consideraciones previamente mencionadas, como también presentes en la Tabla 18, las propuestas de estabilización por cada talud se muestran a continuación.

5.1.3.1. Diseño de estabilidad propuesto para talud KM 0+205

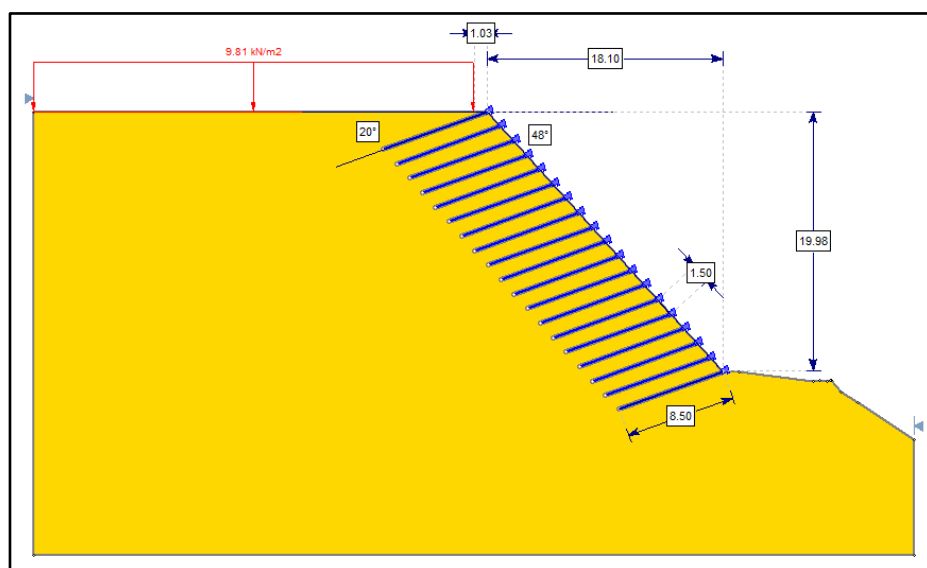


Figura 49. Diseño de estabilidad del talud con progresiva KM 0+205.
El autor (2024)

El presente diseño consta de reducir el ángulo de inclinación, mediante el método de abatimiento, de la pendiente a 48° perfilándolo hasta el pie del talud, reduciendo la distancia del lindero de las viviendas más próximas al escarpe superior del talud en 1.00 m. Luego inmediatamente se empieza a instalar el claveteado con anclajes de longitud de 8.50 m, cada uno de estos anclajes deben tener un espaciamiento de 1.50 m y deben tener un ángulo de 20° con respecto a la horizontal a la superficie del talud previamente abatido y perfilado, este diseño respeta los parámetros establecidos por Yepes V. (2020).

Para verificar la estabilidad que provee el diseño propuesto por el autor al talud Km 0+205, se analizó geotécnicamente y obtuvo los factores de seguridad y probabilidad de falla por los criterios mencionados en la Tabla 18 que a continuación se presentan.

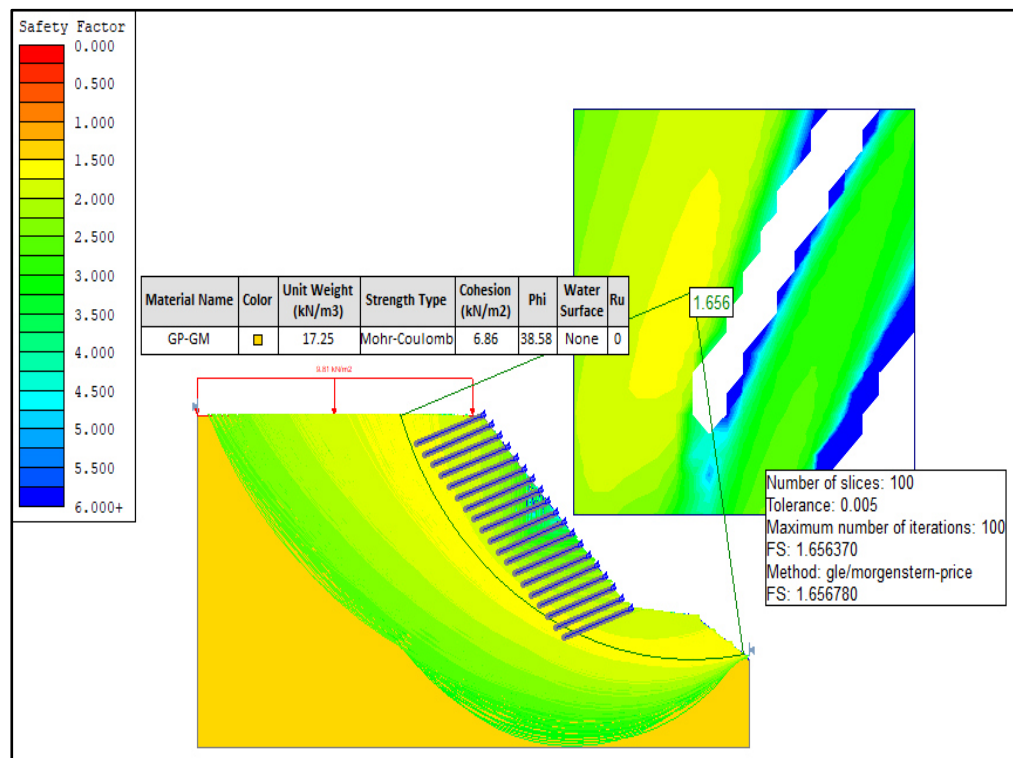


Figura 50. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

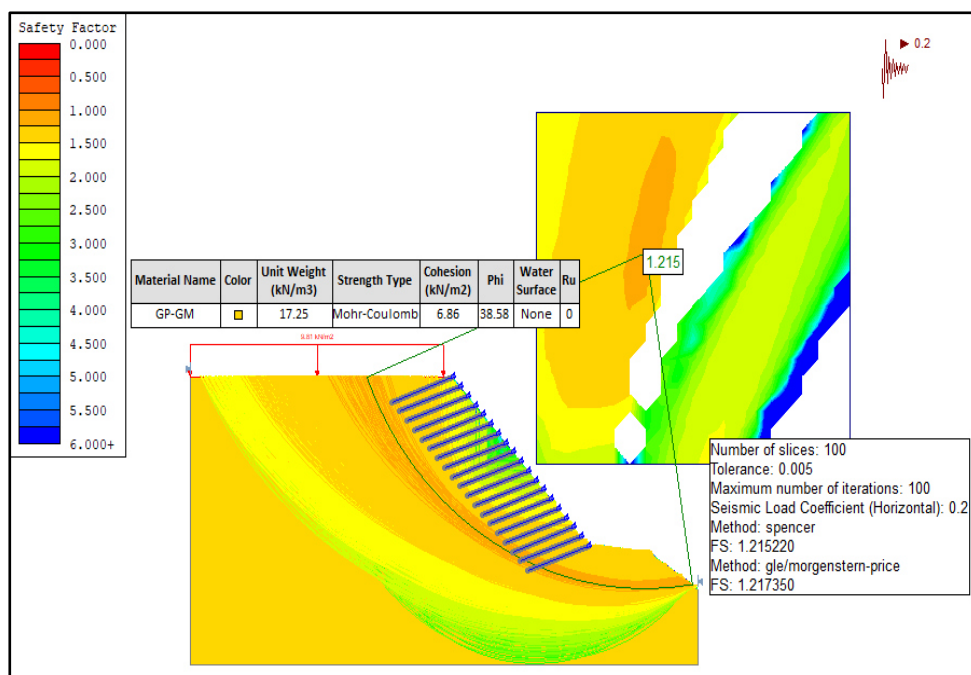


Figura 51. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

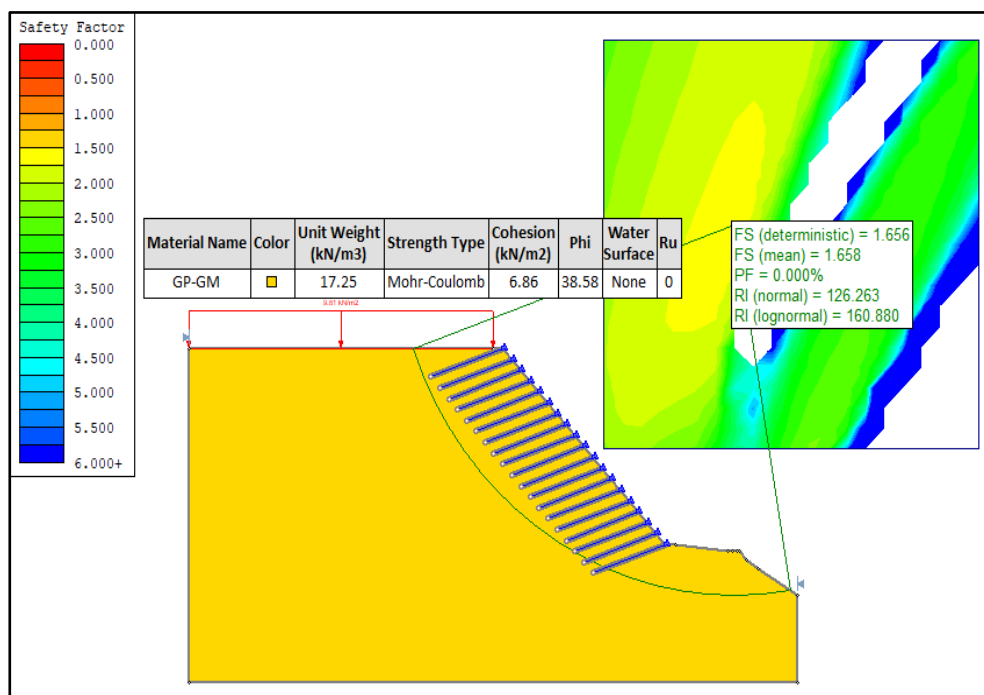


Figura 52. Cálculo de la PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

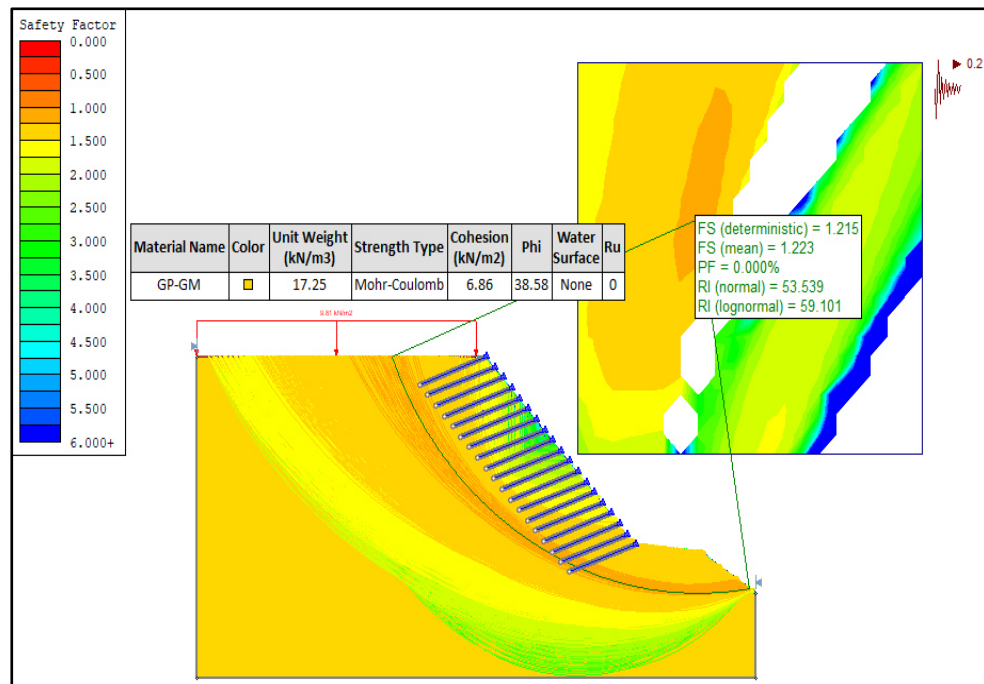


Figura 53. Cálculo de la PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+205. El autor (2024)

Este talud es representativo y el más crítico de las progresivas KM 0+155 al KM 0+225; por ello, el método propuesto es factible, con algunas variaciones, para ser realizado en los taludes dentro de las progresivas mencionadas.

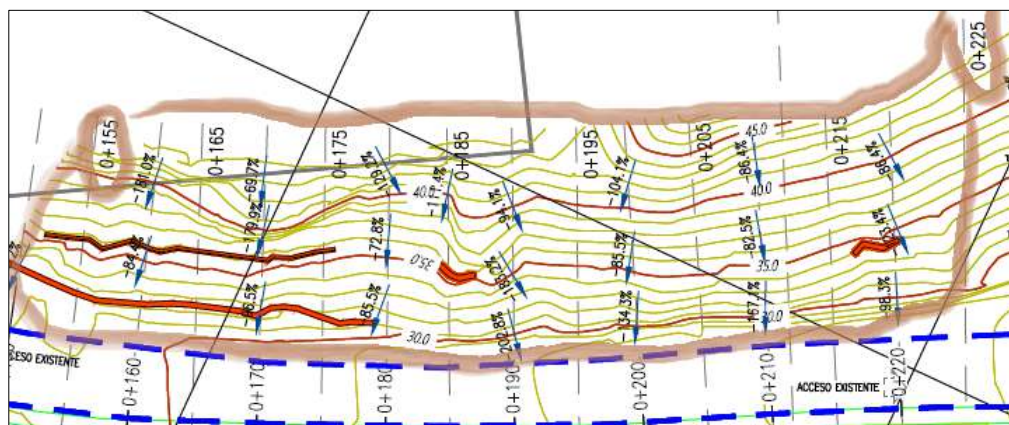


Figura 54. Vista en planta de la progresiva KM 0+155 al KM 0+225

5.1.3.2. Diseño de estabilidad propuesto para talud KM 0+260

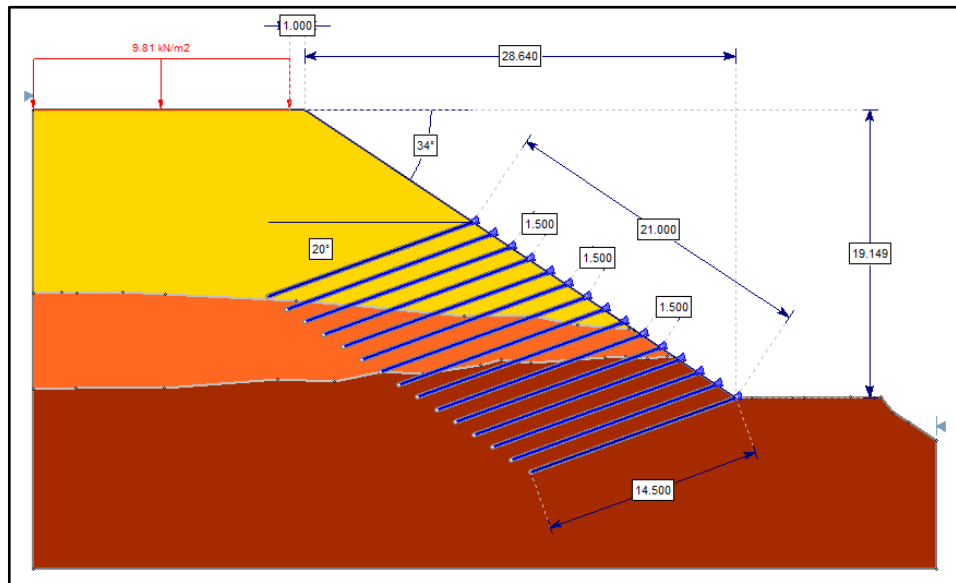


Figura 55. Diseño de estabilidad del talud con progresiva KM 0+260

El presente diseño consta de reducir el ángulo de inclinación de la pendiente a 34° , con respecto a la horizontal, perfilándolo hasta el pie del talud, reduciendo la distancia del lindero de las viviendas más próximas al escarpe superior del talud en 1.00 metro. Luego inmediatamente se empieza a instalar el claveteado con anclajes de longitud 14.50 m, cada uno de estos anclajes deben tener un espaciamiento de 1.50 m. Este diseño está dentro de los parámetros dictados por Yepes V. (2020) en el cual recomienda que los anclajes deben tener de 4.00 m a 20.00 m de longitud máxima.

Para verificar la estabilidad que provee el diseño propuesto por el autor al talud Km 0+260, se analizó geotécnicamente y obtuvo los factores de seguridad y probabilidad de falla por los criterios mencionados en la Tabla 18 que a continuación se presentan.

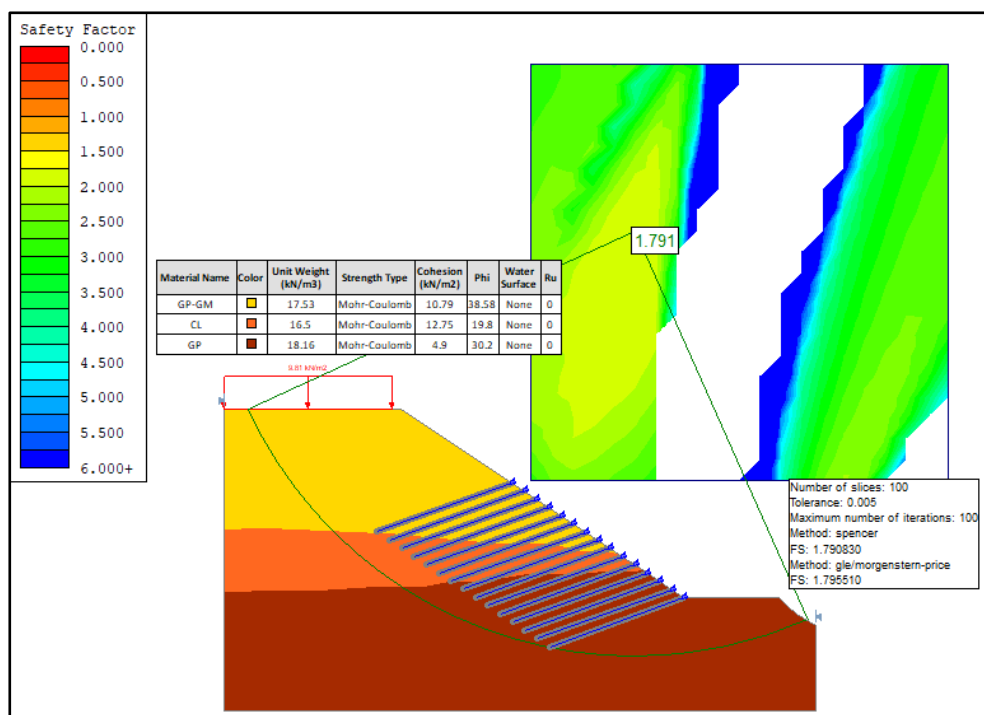


Figura 56. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)

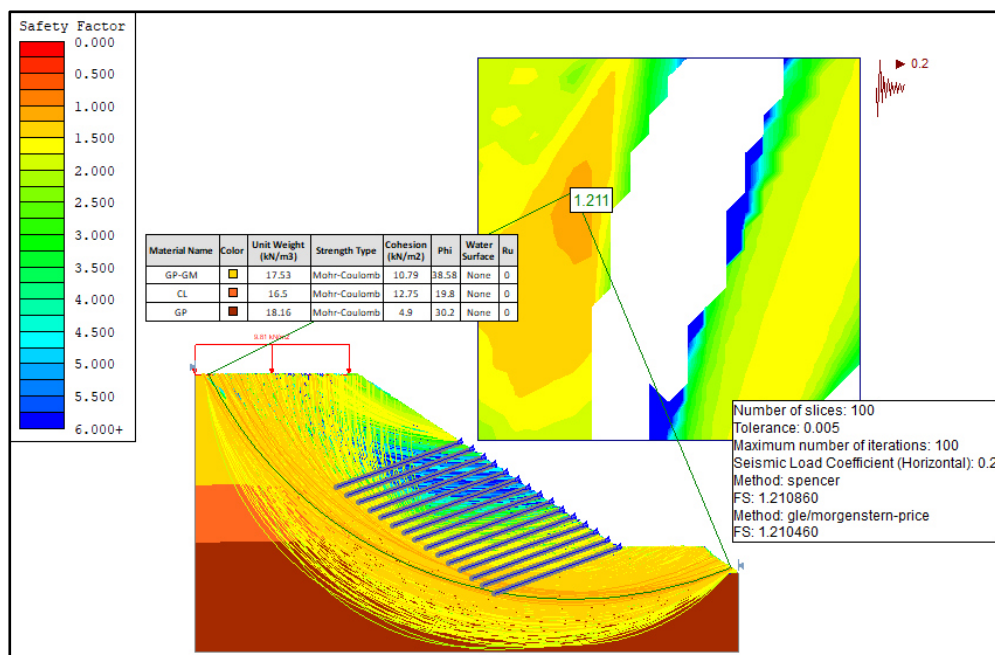


Figura 57. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)

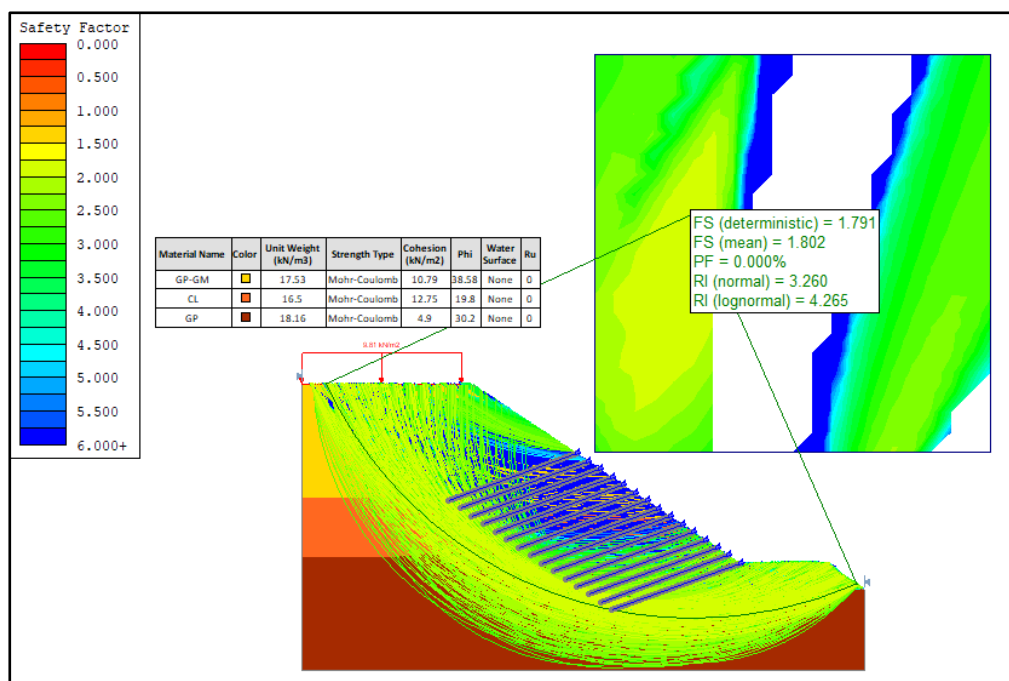


Figura 58. Cálculo del PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)

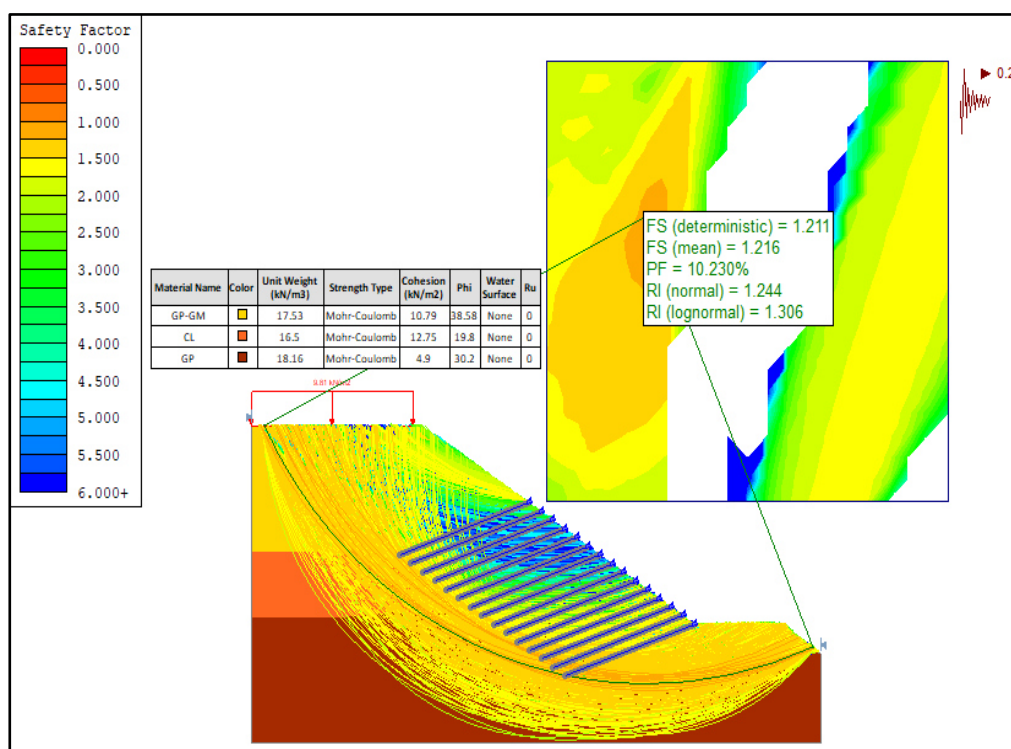


Figura 59. Cálculo del PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+260. El autor (2022)

El presente diseño consta de reducir el ángulo de inclinación de la pendiente a 37° perfilándolo hasta el pie del talud, reduciendo la distancia del lindero de las viviendas más próximas al escarpe superior del talud en 1 metro. Luego inmediatamente se empieza a instalar el claveteado con anclajes de longitud de 14.50 m, cada uno de estos anclajes deben tener un espaciamiento de 1.50 m y deben tener un ángulo de 20° con la horizontal del talud previamente abatido y perfilado.

Para verificar la estabilidad que provee el diseño propuesto por el autor al talud Km 0+300, se analizó geotécnicamente y obtuvo los factores de seguridad y probabilidad de falla por los criterios mencionados en la Tabla 18 que a continuación se presentan.

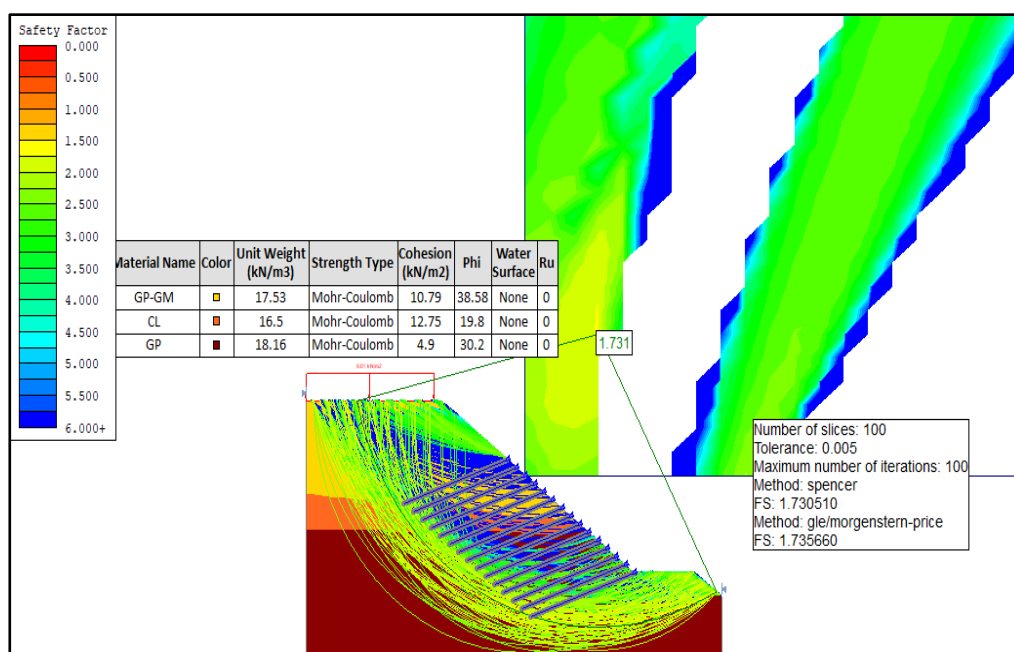


Figura 62. Cálculo del FS estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2024)

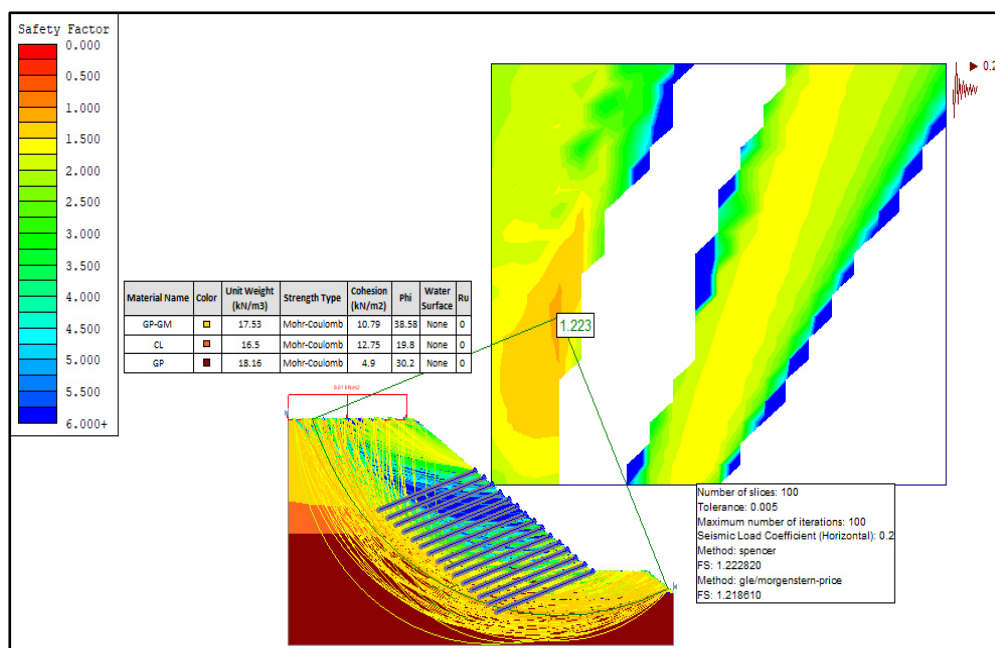


Figura 63. Cálculo del FS pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)

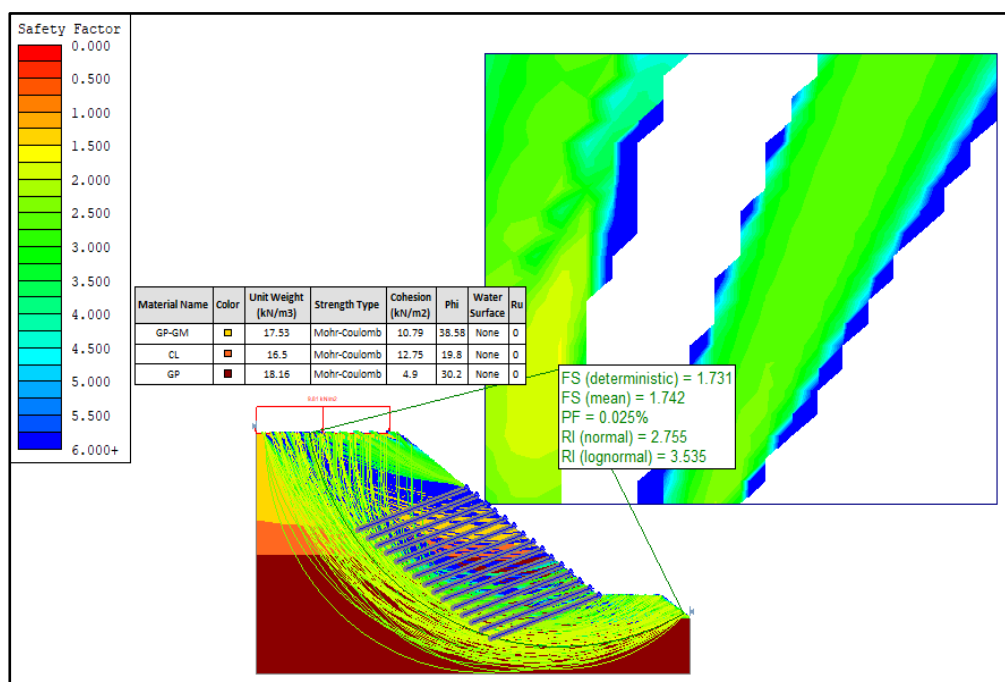


Figura 64. Cálculo del PF estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)

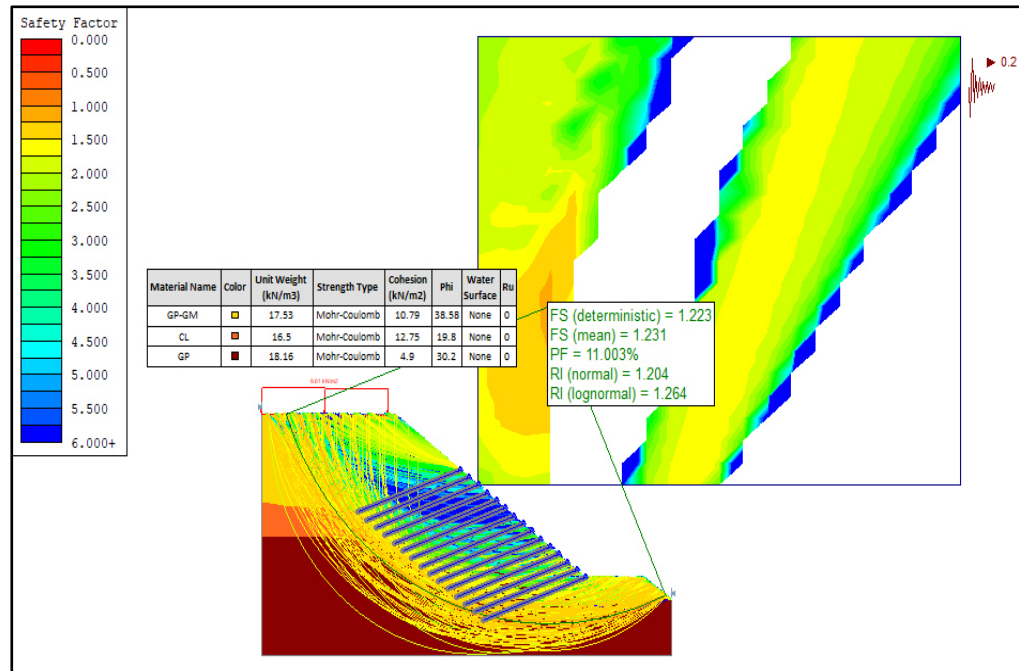


Figura 65. Cálculo del PF pseudo – estática del talud estabilizado con progresiva KM 0+300. El autor (2022)

Este talud es representativo y el más crítico de las progresivas KM 0+290 al KM 0+320 (Figura 66); por ello, el método propuesto es factible, con algunas variaciones, para ser realizado en los taludes dentro de las progresivas mencionadas.

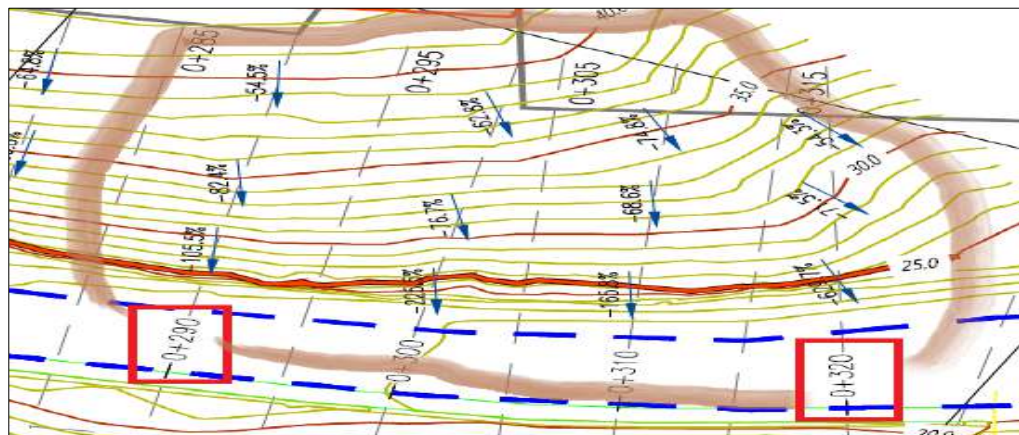


Figura 66. Vista en planta de la progresiva KM 0+290 al KM 0+320

Tabla 23: Resultados de los factores de seguridad del talud estabilizado

PROGRESIVA DE TALUD	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD			
	FS estático	FS pseudo-estático	Probabilidad de falla estático	Probabilidad de falla Pseudo – estáticas (%)
KM 0+205	1.66	1.22	0.00%	0.00%
KM 0+260	1.79	1.21	0.00%	10.23%
KM 0+300	1.73	1.22	0.03%	11.00%

Fuente. El autor (2024)

5.2. Pruebas de hipótesis

En el presente subcapítulo se verificó las hipótesis planteadas. La verificación comenzó por las hipótesis específicas, obteniendo estas conclusiones, se procede a verificar la hipótesis general con su respectiva sustentación.

5.2.1. Verificación de la hipótesis específica 1

Hipótesis específica: La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar el factor de seguridad estática y pseudo – estática de los taludes de los tramos señalados.

Mediante los procedimientos geotécnicos: exploración y mapeos de campo mediante levantamiento topográfico, estudios de mecánica de suelos y los análisis en gabinete respectivos se pudo caracterizar los taludes para luego ser analizados geotécnicamente por criterios definidos por el autor; con esta información de análisis se pudo dar una propuesta de estabilización, el cual se ha procedido a ser analizado geotécnicamente nuevamente para la obtención de los parámetros: Factores de seguridad estático y pseudo estático.

Por lo cual, se llegó a obtener dichos factores, del talud normal y del diseño propuesto que lo estabiliza, estos resultados se pueden observar compilados en la siguiente tabla.

Tabla 24: Resultados de los factores de seguridad

PROGRESIVA DE TALUD	TALUD NATURAL		TALUD ESTABILIZADO	
	FS estático	FS pseudo- estático	FS estático	FS pseudo- estático
KM 0+205	1.02	0.74	1.66	1.22
KM 0+260	1.05	0.80	1.79	1.21
KM 0+300	0.99	0.74	1.73	1.22

Fuente. El autor (2024)

En conclusión, se valida la hipótesis específica 1 planteada en la presente tesis.

5.2.2. Verificación de la hipótesis específica 2

Hipótesis específica: La aplicación del análisis geotécnico permitirá determinar la probabilidad de falla de los taludes de tramos señalados.

Las probabilidades de falla se lograron obtener, gracias a los parámetros que fueron extraídos de análisis geotécnicos en el laboratorio de mecánica de suelos de la presente investigación, como también los datos extraídos de diversos autores.

Por lo cual, se llegó a obtener las probabilidades de falla, del talud normal y del diseño propuesto que lo estabiliza, estos resultados se pueden observar compilados en la siguiente tabla.

Tabla 25: Resultados de las probabilidades de falla

PROGRESIVA DE TALUD	TALUD NATURAL		TALUD ESTABILIZADO	
	PF estático	PF pseudo- estático	PF estático	PF pseudo- estático
KM 0+205	3.69%	100.00%	0.00%	0.00%
KM 0+260	22.29%	99.90%	0.00%	10.23%
KM 0+300	42.13%	99.95%	0.03%	11.00%

Fuente. El autor (2022)

En conclusi3n, se valida la hip3tesis espec3fica 2 planteada en la presente tesis.

5.2.3. Verificaci3n de la hip3tesis espec3fica 3

Hip3tesis espec3fica: Al aplicar el m3todo de reducci3n de pendiente por abatimiento y la estabilizaci3n por claveteado de suelos, a los taludes inestables encontrados, se podr3 aumentar el porcentaje de los factores de seguridad, con respecto a sus factores iniciales.

Para el dise1o de estabilidad de los taludes se tom3 en cuenta varios aspectos importantes, como por ejemplo: el factor m3nimo de estabilizaci3n de la norma CE 0.20, y las consideraciones que se deben tener para el dise1o del m3todo de estabilizaci3n elegido como el claveteado de suelos. Con estos aspectos se logr3 obtener el aumento porcentual de cada factor de seguridad est3tico y pseudo – est3tico (Tabla 26).

Tabla 26: Aumento porcentual de los factores de seguridad

PROGRESIVA DE TALUD	TALUD NATURAL		TALUD ESTABILIZADO			
	FS estático	FS pseudo- estático	FS estático		FS pseudo-estático	
KM 0+205	1.02	0.74	1.66	Aumentó 62.75%	1.22	Aumentó 64.86%
KM 0+260	1.05	0.80	1.79	Aumentó 70.48%	1.21	Aumentó 51.25%
KM 0+300	0.99	0.74	1.73	Aumentó 74.75%	1.22	Aumentó 64.86%

Fuente. El autor (2024)

En conclusión, se valida la hipótesis específica 3 planteada en la presente tesis.

5.2.4. Verificación de la hipótesis general

Hipótesis general: Al evaluar, con el análisis geotécnico, se podrá analizar los taludes de alto riesgo y con ello se propondrá un método de estabilización, en la carretera de la playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664 del distrito de Chancay de la provincia de Huaral en el departamento de Lima.

Mediante la verificación de la validación de todas las hipótesis secundarias planteadas, se puede llegar a concluir que la hipótesis general de la presente tesis es válida.

CONCLUSIONES

1. Mediante el análisis geotécnico, se determinó que los factores de seguridad en los tramos críticos definidos en la presente tesis, ubicados en las progresivas: Km 0+205, Km 0+260 y Km 0+300, son los siguientes: para el análisis estático, los valores obtenidos fueron: 1.02, 1.05 y 0.99, y para el análisis pseudo – estático, los factores de seguridad fueron: 0.74, 0.80 y 0.74, respectivamente.
2. Mediante el análisis geotécnico, se logró determinar las probabilidades de falla en los tramos señalados como críticos a deslizamiento, ubicados en las progresivas: Km 0+205, Km 0+260 y Km 0+300; obteniéndose en condiciones estáticas, probabilidades de fallade 3.69%, 22.29% y 42.13%, y en condiciones pseudo – estáticas, probabilidades de 100.00%, 99.90% y 99.95%, respectivamente. Estos resultados han permitido identificar el nivel de riesgo asociado a cada tramo y constituyen una base técnica para definir acciones de estabilización adecuadas.
3. Mediante los métodos de estabilización propuestos, se logró estabilizar los taludes críticos inestables seleccionados por el autor. Los análisis geotécnicos realizados evidencian que, en condición estática, los factores de seguridad obtenidos superan el valor mínimo exigido por la normativa del RNE ($FS \geq 1.50$). Esta condición es necesaria debido a que, en el análisis pseudo-estático, aplicado mediante un método más flexible, los factores de seguridad resultaron inferiores al mínimo requerido por la norma del RNE ($FS \geq 1.20$). Por ello, se valida que los métodos propuestos son adecuados para garantizar la estabilidad de los taludes evaluados en ambas condiciones.
4. A partir de la evaluación del análisis geotécnico de los taludes más críticos ubicados entre las progresivas 0+000 a 0+664 de la carretera Playa Chorrillos del distrito de Chancay, provincia de Huaral, se observa que estos presentan inclinaciones muy pronunciadas, alcanzando una pendiente máxima de 125%, equivalente a 51.34° en grados

sexagesimales, lo cual representa un alto nivel de inestabilidad y permite identificar claramente los tramos más críticos. Se verifica como Zona Crítica, geológica y geotécnicamente, a los taludes de la carretera Playa Chorrillos del distrito de Chancay; debido a que los factores de seguridad estáticos son menores al mínimo requerido por la norma RNE EC 0.20, evidenciando su condición vulnerable. Además, con base en los resultados del análisis pseudo-estático, se determinó que todos los taludes en su estado actual, sin excepción, experimentarían movimientos de tierra ante un evento sísmico con una Aceleración Pico del Terreno (PGA) de 0.40g. Este nivel de aceleración se asocia de forma indirecta con un sismo de magnitud 7.5 o superior en la escala de Richter. Tomando como referencia el mayor movimiento sísmico registrado en los últimos 50 años en las costas peruanas (como el de magnitud 7.9 ocurrido en el año 2007 en la provincia de Pisco – Ica), un evento sísmico comparable, en la zona estudiada, causaría movimientos de masa considerables en estos taludes, lo que resultaría en la destrucción de las edificaciones expuestas y el peligro a la integridad de las personas que habitan estas zonas críticas. Finalmente, Mediante la evaluación del análisis geotécnico, se pudieron definir los métodos de estabilización y sus parámetros, a lo largo de la carretera Playa Chorrillos (progresiva 0+000 al 0+664) en Chancay, Huaral. Estas afirmaciones se basan en los resultados cada objetivo específico y el resultado positivo de la tercera hipótesis específica, el cual se obtuvieron mediante los modelamientos y cálculos teóricos realizados con el software SLIDE 6.0, como se detalla en la presente tesis.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio geológico-geotécnico más profundo en los taludes de la playa Chorrillos, a fin de lograr detectar causas adicionales de la inestabilidad de estos taludes.
2. Explorar otros diseños alternativos que incorporen diferentes métodos de estabilización, con el fin de identificar las soluciones más óptimas.
3. Complementar este estudio con evidencias empíricas, tales como pruebas de campo, monitoreos topográficos a largo plazo, etc., para validar la efectividad de las soluciones propuestas en condiciones reales.
4. Comparar los costos de diversos métodos de estabilización, para poder economizar al momento de decidir en un método más apropiado de estabilización de los taludes en riesgo de falla.
5. Usar casco de seguridad al momento de realizar una visita técnica al lugar estudiado, debido a que, se presencia caídas de tierras desde considerable altura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, I., & Gómez, J. (2020). *Programa presupuestal n 068: reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres*. Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
- Blas, J. (2023). *Caracterización geotécnica para determinar el modelo de estabilización de talud a escala reducida, barrio Los Olivos, Independencia, Huaraz, Ancash, Perú–2021*. [Tesis de maestría], Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de posgrado.
- Blas, H., & Melendez, E. (2022). *Propuesta de un estudio geotécnico para fines de cimentaciones de edificaciones para el sector El Tablazo distrito de Huanchaco, región La Libertad* [Tesis, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33314>.
- Breña, C. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú*, [Tesis, Grado Académico de Magíster en Geología con mención en Geotecnia]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de posgrado.
- Corominas, J., & De Caminos, I. (2004). *Tipos de rotura en laderas y taludes. Ingeniería del Terreno Ingeoter4*. Ed: López Jimeno, Carlos. Universidad Politécnica de Madrid, 191-213.
- Corominas, J. & García, A. (1997). *Terminología de los movimientos de Ladera*. IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3: 1051-1072.

- Cruden, M. & Varnes J. (1996). *Landslide types and processes*. In A. K. Turner y R.L. Schuster (Editores): *Landslides. Investigation and mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press. Washington D.C. pp. 36-75.
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. (4ta ed.) Mexico, D. F.: Cengage learning.
- Díaz, J. (2008). *Estabilización del talud de la Costa Verde en la zona del distrito de Magdalena*, Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima -Perú.
- Durán, E., Berzoza, T., & Enrique, L. (2013). *Análisis comparativo entre los métodos de estabilidad de taludes aplicados a las presas de tierra del Proyecto PACALORI* (Doctoral dissertation, Universidad De Cuenca), Cuenca - Ecuador.
- Federico, W., Cuenca, C., & Chaves, A. (2019). *Epistemología y Fundamentos de la Investigación Científica*. Loja: Ediloja Cía. Ltda.
- Fellenius, W. (1936). *Calculation of stability of earth dam*. In Transactions. 2nd Congress Large Dams, Washington, DC, 1936 (Vol. 4, pp. 445-462).
- Ferrás, J. (2012). *Análise de estabilidade de taludes pelos métodos de Janbu e Spencer* (Tesis de maestría). Portugal: Universidad do Porto.
- Gallardo, J. (2020). *Análisis de falla de un talud en un sector urbano del municipio de Ocaña*, Colombia. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada* (RCTA), 1(35), 1–8. <https://doi.org/10.24054/16927257.v35.n35.2020.35>.
- García, A. (1966). *Contribución para la clasificación de los movimientos del terreno*. *Revista de Obras Públicas*. Madrid. Diciembre 1966: 995-1003 17.

García, A. & García, J. (1988). *Clasificación tipológica de los movimientos de ladera*. Comunicaciones II Simposio sobre Taludes y Laderas Inestables. Andorra la Vella. pp. 53-64.

Gonzales de Vallejo, L., & Ferrer, M. (2002). *Ingeniería Geológica* (1ra ed.) Madrid: Pearson Educación.

Herrera, F. (2000). *Análisis de estabilidad de taludes*. Geotecnia 2000, 69, 1–31. Recuperado de https://www.academia.edu/8137365/ANÁLISIS_DE_ESTABILIDAD_DE_TALUDES

Hurtado, E. (2009). *Modelo para estabilización de taludes en la carretera Selva Alegre-Saguangala que permita disminuir costos de mantenimiento* (Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Maestría en Vías Terrestres), Ambato - Ecuador.

Lara J. & García, B. (2020). *Evaluación de peligros geológicos en el acantilado de la playa Chorrillos del distrito de Chancay*, informe técnico N° A7099, INGEMMET.

Luque, G.; Rosado, M.; Parí, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020). *Peligro geológico en la región Lima*. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 76, 298 p., 9 mapas.

Martí, V.; González, F. & Yepes, V. (2004). *Temas de procedimientos de construcción. Mejora de terrenos*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Ref. 2004.844. Valencia - España.

Masias, P., & Veneros, A. (2023). *Diseño hidráulico de la defensa ribereña en el tramo de Independencia del río Pisco usando los softwares HEC-RAS y River para el control de inundaciones en épocas del fenómeno*

El Niño. (Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil), Lima - Perú.

Mendoza, J. (2016). *Estabilidad del talud María Reiche del acantilado Costa Verde*, distrito de Miraflores, Lima – Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales (2016). Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.

Morales, B. (2012). *Metodología de estabilización de taludes de carreteras* (Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador), Quito – Ecuador.

Mori, E. (2022). *Determinación de la capacidad admisible de los suelos, por los métodos de Terzaghi y Meyerhof, del sector La Base II Cajamarca* [Tesis, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32043>

Oliva, O. & Gallardo, J. (2018). *Evaluación del riesgo por deslizamiento de una ladera en la ciudad de Tijuana, México*. Tecnura, 22(55), 34–50. <https://doi.org/10.14483/22487638.12063>

Pérez, R. (2007). *Análisis de la vulnerabilidad por los deslizamientos en masa, caso: Tlacuítlapa, Guerrero*. Boletín de La Sociedad Geológica Mexicana, 59(2), 171–181. <https://doi.org/10.18268/bsgm2007v59n2a3>

Quispe, N. (2024). *Propuesta metodológica con enfoque probabilístico para el diseño de taludes óptimos en minería superficial, zona de influencia de Huamachuco, La Libertad - Perú*, (Tesis, Grado Académico de Magíster en Geología con mención en Geotecnia). Lima: Universidad Mayor de San Marcos.

- Romero, V. (2011). *Propuesta metodológica para la evaluación de estabilización de taludes y terraplenes en proyectos de carreteras* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Sanz, V., Sobrecases S., & Diaz, A. (2015). *Estabilidad de taludes: Conceptos Básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo*. Revista CIVILIZATE N°7, 2015, 50–54. Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/76781>.
- Suárez, J. (2003). *Nomenclatura y Clasificación de los Movimientos*. Deslizamientos: Análisis Geotécnico, 1, 1-36.
- Suárez, J. (2006). *Deslizamientos: Analisis Geotecnico* - Capítulo 11 Investigación de Deslizamientos. Investigación de Deslizamientos, 588.
- Skempton, W. & Hutchinson, N. (1969). *Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations*. Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Mexico City. State of the art. Volume 2, pp. 291-340
- Tafur, F. (2021). *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, 2(3), 55. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.604>.
- Tavera, R. (2016). *Zonificación sísmica-geotécnica del área urbana de la ciudad de Chancay: Provincia de Huaral-Departamento de Lima (comportamiento dinámico del suelo)*, Instituto Geofísico del Perú.
- Tavera, R. (2016). *Zonificación sísmica-geotécnica del área urbana de la ciudad de San Vicente de Cañete: Provincia de Cañete-Departamento*

de Lima (comportamiento dinámico del suelo), Instituto Geofísico del Perú.

Vergara Flores, R. A. (2018). *Estabilización de talud por tres Métodos: Gaviones, Geomalla y Muro de Contención en el Centro Poblado San Juanito Alto Distrito de Guadalupe-Viru-La Libertad*, tesis, Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería Civil, Chimbote - Perú.

Villacorta, S.; Núñez, S.; Tatard, L.; Pari, W. & Fidel, L. (2015). *Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao*, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 59, 156 p., 07 mapas.

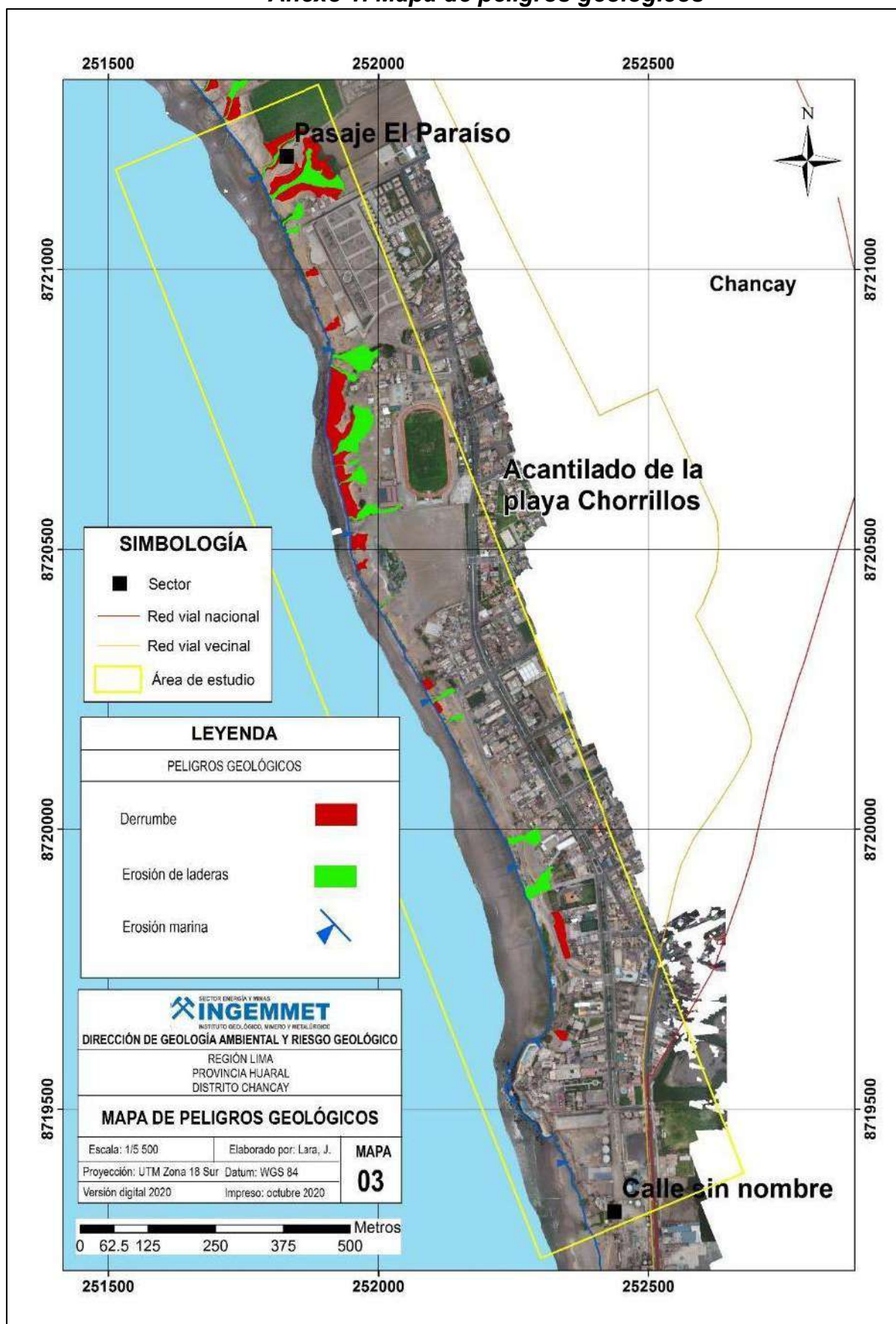
Varnes, D. (1978). *Slope movement types and processes*. Special report, 176, 11-33.

Yepes, V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. Colección Manual de Referencia, 2ª edición. Editorial Universitat Politècnica de València, 480 pp. Ref. 328. ISBN: 978-84-9048-903-1.

Zenteno, E., & Gonzales, R. (2004). *Monitoreo de las aguas subterráneas en el valle Chancay-Huaral* (departamento: Lima).

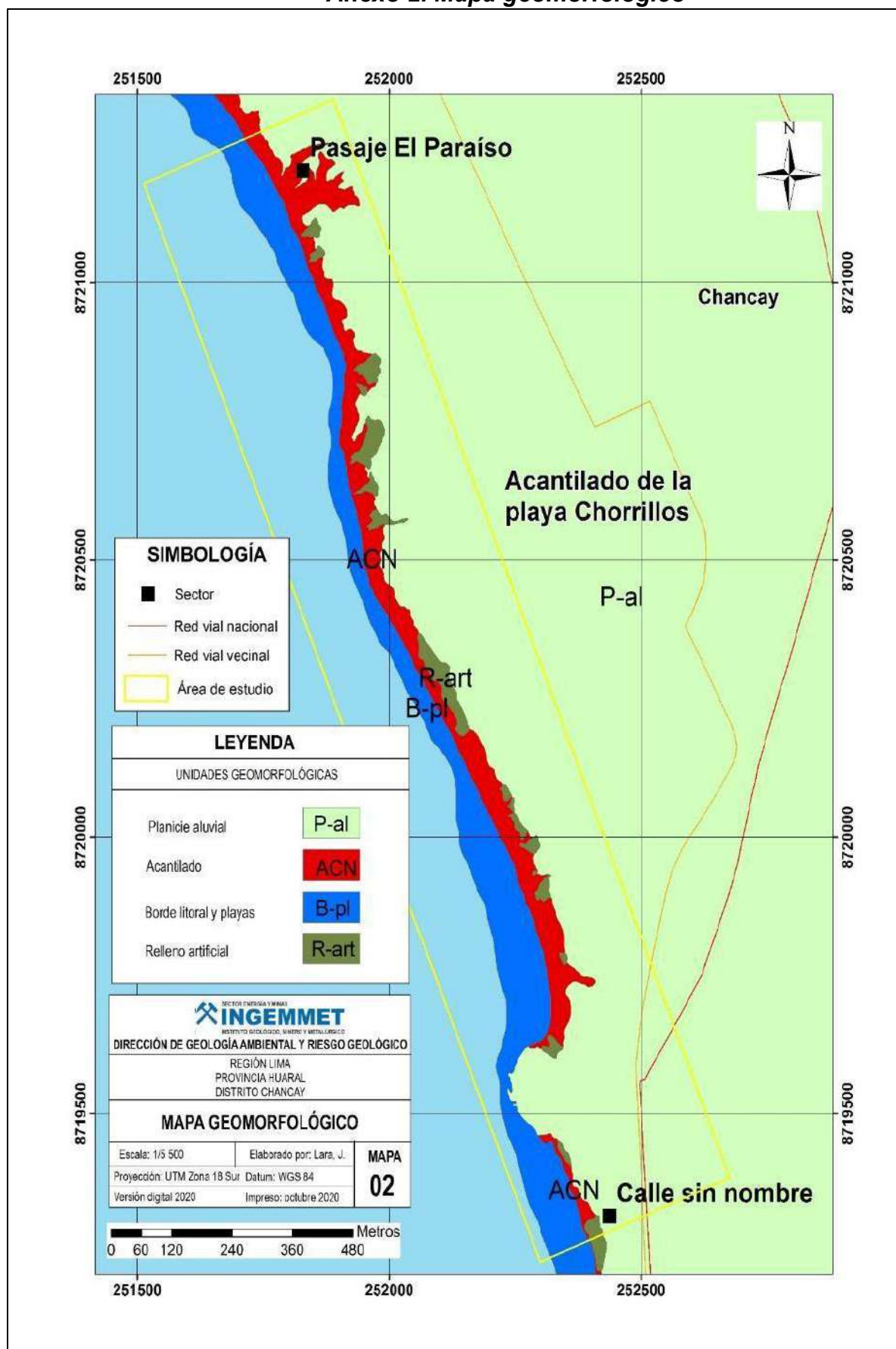
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de peligros geológicos



Fuente: INGEMMET, 2020

Anexo 2. Mapa geomorfológico

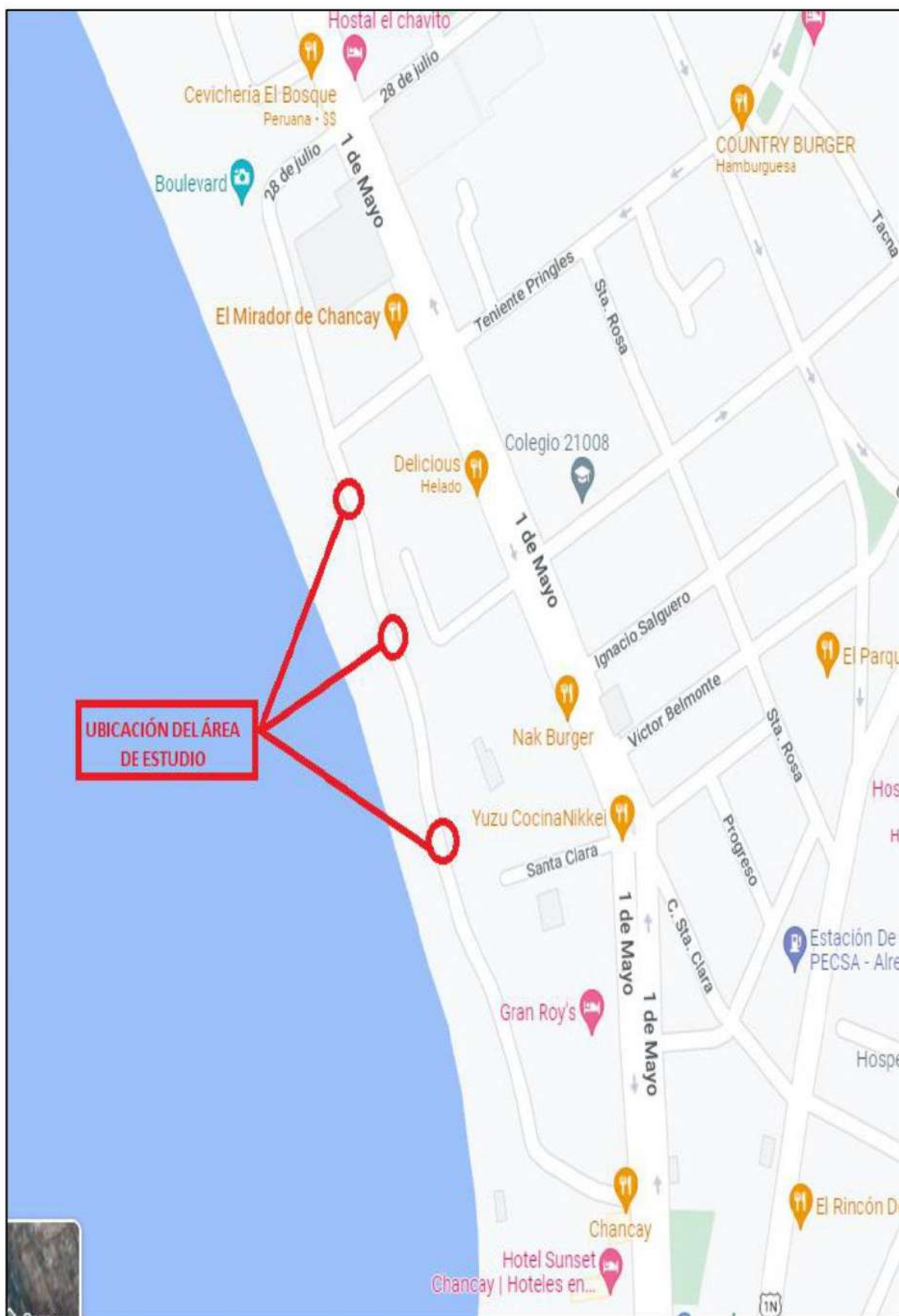


Fuente: INGEMMET, 2020

Anexo 3. Formato Único de Trámite (FUT)

 "VILLA DE ARNEADO"	FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE (F.U.T.) (Formato Gratuito)	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHANCAY OFICINA DE TRÁMITE DOCUMENTARIO Y ARCHIVO Sello de Recepción: 15:19 Folio: 15 02 SET. 2022 Expediente N°: 04261-2022 FOLIO: 1
1. SUMILLA AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE ÁREAS DE ESPACIO PÚBLICO PARA ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO		
2. AUTORIDAD A QUIEN DIRIGE: JEFE DE LA UNIDAD DE OBRAS PÚBLICAS		
3. DATOS DEL SOLICITANTE:		
3.1 Nombre y Apellido y/o Nombre de la Entidad a la que representa HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS		
3.2 D.N.I. 71230505	3.3 Carné de Extranjería	
3.4 Domicilio (Av. / Calle / Jirón / Paje. / N° / Dpto. / Mz. / Lote / Urb.) [Redacted]		
3.5 Distrito [Redacted]	3.6 Provincia LIMA	3.7 Departamento LIMA
3.8 Teléfono	3.9 Celular [Redacted]	3.10 Correo Electrónico (e-mail) hans.llacza@ciplima.org.pe
4. FUNDAMENTACIÓN DE LA SOLICITUD:		
Temo el gusto honor de dirigirme a usted con la finalidad de hacerle llegar mi cordial saludo, Asimismo para poder realizar un levantamiento topográfico y realizar extracción de muestras de suelo en zonas descritas en la memoria descriptiva adjunta. Se solicita autorización para el uso de espacios públicos que se encuentra en la calle los chorillos los activos de las zonas levantamiento topográfico y extracción de muestras de suelo NO INVASIVAS. Sin otro particular me despido de usted.		
5. DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTAN		
1.- Croquis de la ubicación 2.- Cronograma de avance, con indicación de la fecha de inicio y culminación de la misma 3.- Memoria descriptiva 4.- Plano de la ejecución 5.-		
6. TOTAL DE FOLIOS		
Chancay 02/09/2022		
7. LUGAR Y FECHA	8. FIRMA DEL SOLICITANTE / REPRESENTANTE	

Fuente: Municipalidad Distrital De Chancay, 2022

Anexo 4. Croquis de la ubicación del proyecto

Fuente: Google Maps, 2022

Anexo 5. Memoria descriptiva del estudio para la autorización de uso de espacios públicos

MEMORIA DESCRIPTIVA

A. DATOS GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO:

“Estudio topográfico y extracción de muestras de suelo para el estudio geotécnico de los acantilados de la playa chorrillos del distrito de Chancay, provincia de Huaral, Región de Lima, Perú”.

SOLICITANTE Y AUTOR DEL PROYECTO

El presente proyecto lo desarrolla y se realiza a solicitud del Ing. Hans Alexander LLACZA CARDENAS con CIP: 267217.

FECHA

Viernes 02 de setiembre del año 2022.

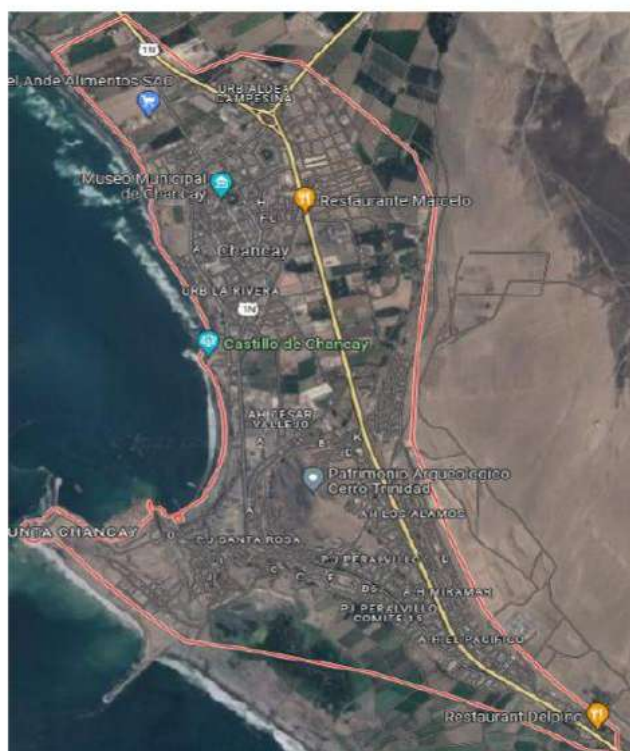
B. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Departamento : Lima
Provincia : Huaral
Distrito : Chancay
Localidad : Carretera de la playa Chorrillos

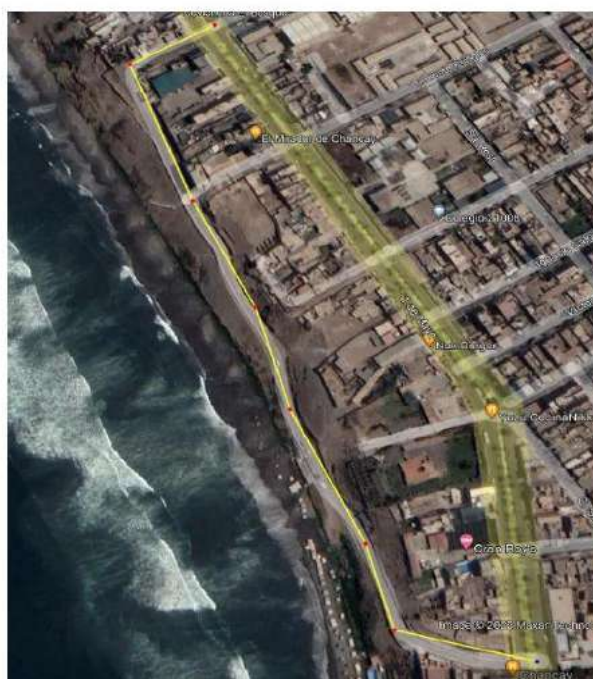
DEPARTAMENTO DE LIMA – PROVINCIA DE HUARAL



DISTRITO DE CHANCAY



CARRETERA PLAYA CHORRILLOS



C. ANTECEDENTES

Las zonas para el estudio topográfico y para la extracción de muestras de suelo se encuentra dentro de una carretera asfaltada y en los acantilados de la playa chorrillos en el distrito de Chancay.

De acuerdo con el informe técnico N° A7099 titulado: "Evaluación de peligros geológicos en el acantilado de la playa Chorrillos del distrito de Chancay" del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico INGEMMET. Al haber realizado un estudio geológico del lugar en investigación se llegó a la conclusión que las condiciones de inestabilidad y probabilidad de movimientos de tierras son latentes en los acantilados de la playa Chorrillos, esto se debe a diversos factores como es la presencia de suelos antropógenos, construcciones ubicadas en la parte alta del acantilado, los altos pendientes de los acantilados, entre otros. Por estos factores, se considera este sector como una ZONA CRÍTICA, de muy alto peligro a la ocurrencia de derrumbes, ante la ocurrencia de sismos que puede afectar en la integridad de las personas y daños considerables en las propiedades y servicios e incremento de accidentes. Además, se recomienda un estudio geotécnico a detalle por un especialista en geotecnia.

Por otro lado, como parte de la tesis titulada "Estabilización de taludes, previa evaluación geotécnica, de la carretera playa Chorrillos progresiva 0+000 al 0+664, Chancay-Huaral-Lima" de la maestría en Geología con mención en Geotecnia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en desarrollo por el tesista ing. Hans Alexander Llacza Cardenas. Se requiere la autorización para el uso de zonas públicas para proceder con el estudio topográfico y la extracción de muestras de suelo (no invasivos), para el estudio geotécnico de los acantilados que son más críticos a deslizamiento de tierra.

D. JUSTIFICACIÓN

La población aledaña a la carretera de la playa chorrillos, están ubicadas en zona de acantilados con pendientes pronunciados, considerado, así como ZONA CRÍTICA a deslizamientos de tierra, generando un peligro constante a la integridad de las personas, como también daños considerables en las infraestructuras privadas y públicas.

Por las razones indicadas, el tesista ing. Hans Alexander Llacza Cardenas busca realizar el estudio geotécnico a detalle los taludes más críticos al deslizamiento de tierra, considerados por criterio del tesista, mediante el uso de 3 tres zonas de espacio público, que se encuentra en la carretera de la playa Chorrillos. Estos estudios comprenden:

- Estudio topográfico de los taludes

- Recolección de muestras de suelo (no invasivos) de los taludes

E. OBJETIVOS

OBJETIVOS DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

- Realizar el levantamiento topográfico, correspondiente a 3 diferentes zonas donde se evaluarán, por criterio del tesista, los taludes más críticos por deslizamientos.
- Generar toda la información de los taludes, por medio de nube de puntos, detallando las características topográficas de la zona, los cambios de pendiente.
- Aplicar conocimientos básicos de topografía para la generación de información primaria usando equipos como estación total, Drones, etc.
- Elaborar planos topográficos a escalas adecuadas.
- Proporcionar información de base para los estudios hidráulicos, geológicos, canteras, fuentes de agua, suelos, y de impacto ambiental.

OBJETIVOS DE LA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

- Realizar la extracción de muestras alteradas correspondiente a 3 diferentes zonas donde se evaluarán, por criterio del tesista, los taludes más críticos por deslizamientos.
- Hacer uso de herramientas manuales (picos, espátulas, entre otros) para la extracción superficial no invasiva.
- Proporcionar esas muestras de suelo a un laboratorio de mecánica de suelos para proceder el análisis de estas.

F. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para proceder con los levantamientos topográficos se necesitará el desplazamiento de una brigada de topografía a la zona de estudio, los controles topográficos se llevarán a cabo desde el 28 de Setiembre hasta el 30 de Setiembre del 2022, el equipo y personal de ingeniería empleado comprenden:

- **Personal**

01 ingeniero Especialista
01 topógrafo

02 auxiliares de topografía
01 chofer

▪ **Equipo topográfico de nivelación y medición**

01 nivel automático
01 GPS
01 mira de madera
01 mira de aluminio retráctil 5m
01 wincha de 50m
01 estación total
01 dron
01 accesorios: Tripodes, baterías, Wincha, etc.
01 camioneta doble cabina

Para empezar con el levantamiento se tuvo que ubicar las áreas de estudio que se encuentra en la carretera de la playa chorrillos del distrito de Chancay, provincia de Huaral, Lima – Perú. Estas áreas se componen de 3 zonas: Zona 01, Zona 02 y Zona 03 estas se encuentran en las coordenadas UTM que se presentan en la siguiente tabla.

CUADRO DE COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)
ZONA 01	252217,00	8720079,00
ZONA 02	252242,00	8720011,00
ZONA 03	252268,00	8719935,00

Con el reconocimiento y localización de las áreas para el estudio y levantamiento topográfico se efectuará la instalación de los equipos dentro de las zonas localizadas sin antes, delimitando el área con redes de seguridad.

Al término de la jornada del día, se retirará todo instrumento instalado en las zonas de trabajo, dejando la vía libre de obstáculos, para la correcta circulación de vehículos y peatones.

Toda la información tomada en campo será transmitida a la computadora de trabajo, el procesamiento de la información topográfica se desarrollará en el software AutoCAD Civil 3D.

EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

Para proceder con la extracción de muestras de suelo, se necesitará el desplazamiento de una brigada en la zona de extracción, la recolección de muestras se llevará a cabo desde el 3 de octubre hasta el 4 de octubre del 2022, el equipo y personal empleado comprenden:

- **Personal**

01 ingeniero Especialista
02 asistentes de geotecnia
01 chofer

- **Herramientas**

01 pico
05 bolsas
01 camioneta

Para empezar con la extracción de muestras de suelo se tendrá que ubicar las áreas que se encuentran en los taludes adyacentes de la carretera de la playa chorrillos del distrito de Chancay, provincia de Huaral, Lima – Perú. Estas áreas en los taludes se ubican al frente de las 3 zonas: Zona 01, Zona 02 y Zona 03 estas se encuentran en las coordenadas UTM que se encuentran en tabla anterior.

El método de extracción de suelo será mediante el número de estratos encontrados en los taludes visualmente, se extraerá 1kg de muestra de suelo por estrato encontrado. La masa total extraída será aproximadamente 3kg por cada zona y en total resultará 9kg. El modo de extracción será por el método de escarificación superficial, este método no invasivo busca recolectar las muestras sin alterar la estructura del talud a estudiar.

Al término de la jornada del día, se retirará todo instrumento instalado en las zonas de trabajo, dejando la vía libre de obstáculos, para la correcta circulación de vehículos y peatones.

Finalmente, las muestras se trasladarán en un laboratorio de mecánica de suelos para sus análisis respectivos.

G. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del proyecto será 5 días calendario.

H. PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO

El presupuesto del presente proyecto asciende a la suma de: S/
2,500.00 (dos mil quinientos con 00/100 nuevos soles).

El presente proyecto será financiado por recursos económicos propios del tesista.

Anexo 6. Cronograma de avance

CRONOGRAMA DE AVANZE DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO							
DURACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO		5 días calendario					
Nº	ACTIVIDADES	Año 2022					
		Septiembre			Octubre		
		Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
		28	29	30	1	2	3
1	LAVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO						
1,1	Zona 01						
1,2	Zona 02						
1,3	Zona 03, Verificar Obs.						
2	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS						
2,1	Extracción de muestras en Zonas: 1,2,3						
2,2	Verificar Obs.						

LEYENDA	
	Fecha de inicio: miércoles 28 de setiembre del 2022
	Días para el uso del espacio público
	Fecha de culminación: martes 28 de octubre del 2022

Fuente: El Autor, 2022

Anexo 7. Autorización de la Municipalidad Distrital de Chancay para el uso de áreas públicas con fines de estudio e investigación



"VILLA DE ARNEO"
Municipalidad Distrital de Chancay

Desarrollo sostenible con inclusión social

AUTORIZACIÓN N°002-2022- SGOPIEyP-GDURel/MDCH

OBRA : AUTORIZACIÓN PARA USO DE ESPACIO PÚBLICO PARA ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS NO INVASIVOS

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

EXPEDIENTE : EXP N°014261-2022

Por medio del presente se **AUTORIZA** al Sr. HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS a realizar trabajos de estudio topográfico y extracción de muestras de suelos no invasivos en área de dominio público, ubicado en tramos de la Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima .

DESCRIPCIÓN	TRABAJO A EJECUTAR	UBICACIÓN
Uso de espacio público para estudios topográficos y extracción de muestras de suelos no invasivos	El trabajo consiste en el levantamiento topográfico ubicado en la Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, así como también de la extracción de muestras en suelos no invasivos de dicha área de dominio público	Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos

Al término de los trabajos ejecutados deberá realizar la limpieza y evacuación del material sobrante del área pública, cabe indicar que la presente no implica modificación y/o remodelación de área de uso público (sardineles, bermas, jardines de aislamiento y otros), cualquier modificación que se realice sin autorización correspondiente deja sin efecto la presente.

POR LO TANTO

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines indicados, según la Aprobación de la Subgerencia de Obras Públicas, Infraestructura, Estudios y Proyectos.

Vigencia: 360 días calendarios

Chancay, 22 de setiembre del 2022

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHANCAY
Ing. Marco Antonio Cusi Lujan
SUBGERENTE DE OBRAS PÚBLICAS, INFRAESTRUCTURA, ESTUDIOS Y PROYECTOS

López de Zúñiga N° 142 - Chancay Telf.: 01 377-1004 / 01 377-1571 Telefax: 377-1695

Fuente: Municipalidad Distrital de Chancay, 2022

Anexo 8. Certificado de calibración de la estación total utilizada



GROMAPS E.I.R.L

GEODESIA, OPTICA, MECANICA DE PRECISION, FOTOGRAMETRIA Y GPS
ALQUILER DE EQUIPOS, ESTACIONES TOTALES, TEODOLITOS ELECTRONICOS Y NIVELES

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Calibración de una estación total leica

Solicitante: GEOMAP SERVICE KUELAP SRL

Referencia: Orden de calibración de una estación total leica

Fecha : Lima 03 de Octubre de 2022

1.- Antecedentes: se recibió una estación total LEICA TS06 PLUS

de serie 1388091 con precisión a 5", con estuche

Para verificar sus parámetros de medición

2.-Normas Técnicas:

-Normas, especificaciones y procedimientos del instituto
Nacional de estándar y tecnología (NIST)
Normas Alemanas DIN 18723.

3.-Condiciones meteorológicas de ensayo: en condiciones ambientales de
Temperatura entre 13° y 25° y con una humedad relativa de 70° y 95°

4.-Patrón utilizado: colimador marca Wild (Suiza) modelo T3 N° 1147.

5.-Resultados:

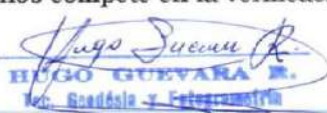
División 360°	Corrección	Lectura corregida
Patrón	Contrastado	
86°14' 36"	- 0.04"	86° 15' 30"
273°45'16"	- 0.04"	273° 44' 30"
-----	-----	-----
359°59'52"	- 0.08"	360°00'00"

6.-Conclusiones: El error de la estación total se ha corregido totalmente.

La precisión se encuentra dentro de las especificaciones técnicas del
Fabricante y en las Normas oficiales citadas.

Esta verificación tiene una validez de 06 meses.

Es todo en cuanto nos compete en la verificación de los parámetros de
Medición



HUGO GUEVARA M.
Ing. Geodésia y Fotogrametría

SERVICIO OPTICO MECANICO DE PRECISION
EX TECNICO WILD LEYCA ESPECIALIZADO EN EUROPA
Jr. Hualcan N° 1240 -Los Pinares, Los Olivos Telefax: 485-9751 Lima -Peru
Cel. 999791912 e-mail :hgr_604@hotmail.com

Fuente: Gromaps E.I.R.L., 2022

Anexo 9. Certificado de calibración del equipo de corte directo



SCM
Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 1 de 3

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LF-22073001

N° DE COTIZACIÓN : 034-SCM-2022
N° DE O.T. : OT-028-2022

1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.

2. DIRECCIÓN : Calle Valladolid 149 . Urb Mayorazgo II Etapa-Ate.

3. EQUIPO CALIBRADO : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

<table border="0"> <tr><td>Marca</td><td>:</td><td>ELE International</td></tr> <tr><td>Modelo</td><td>:</td><td>26-2114/01</td></tr> <tr><td>N° Serie</td><td>:</td><td>1885PL0044-32552</td></tr> </table>	Marca	:	ELE International	Modelo	:	26-2114/01	N° Serie	:	1885PL0044-32552	<table border="0"> <tr><td>Identificación</td><td>:</td><td>JBO-301-COI-01</td></tr> <tr><td>Tipo</td><td>:</td><td>Electrico</td></tr> <tr><td>Procedencia</td><td>:</td><td>USA</td></tr> </table>	Identificación	:	JBO-301-COI-01	Tipo	:	Electrico	Procedencia	:	USA
Marca	:	ELE International																	
Modelo	:	26-2114/01																	
N° Serie	:	1885PL0044-32552																	
Identificación	:	JBO-301-COI-01																	
Tipo	:	Electrico																	
Procedencia	:	USA																	

COMPARADOR DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL	Marca	:	ELE
	Modelo	:	88-4100
	N° Serie	:	080199020
	Identificación	:	No indica
	Alcance	:	1"
	Div esc/Resolución	:	0.001"
Tipo	:	Análogo	

COMPARADOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL	Marca	:	ELE
	Modelo	:	25-0445
	N° Serie	:	072792834
	Identificación	:	No indica
	Alcance	:	0.5"
	Div esc/Resolución	:	0.0001"
Tipo	:	Análogo	

4. PATRONES DE REFERENCIA :

PATRÓN	MARCA	MODELO	NÚMERO DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
Pie de rey	Ugustools	No Indica	LLA - 1182 - 2017	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C

5. PROCEDIMIENTO :

La Calibración se realizó tomado como referencia en la normas ASTM D 3080-98 y MTC E 123 - 2000.

6. RESULTADOS :

En la tabla N°1 se presentan los datos de tomados de desplazamiento por cada minuto.
Se adjunta un informe de calibración del anillo de carga.
La calibración está referida a las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura : 18.7 °C Humedad : 88.4 % Presión : 874.6 mbar

7. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :

Sala de Ensayos Especiales -JBO INGENIEROS S.A.C.
Lima, 30 de julio de 2022

8. FECHA DE EMISION :

Lima, 31 de agosto de 2022






JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142408

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 2 de 3

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Determinación de la velocidad programada

Programador de Velocidad (mm/min)	Desplazamientos (mm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.25	0.2487	0.4978	0.7467	0.9949	1.2438	1.4928	1.7411	1.9899	2.2389	2.4879
0.50	0.4986	0.9969	1.4938	1.9916	2.4899	2.9884	3.4874	3.9845	4.4821	4.9578
0.75	0.7501	1.4967	2.2432	2.9892	3.7367	4.4832	5.2311	5.9959	6.7259	7.4732
1.00	0.9999	5.0000	2.9989	3.9989	4.9979	5.9979	6.9979	7.9971	8.9967	9.9965

Programador de Velocidad (mm/min)	Velocidad (mm/min)										Promedio	Error
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0.25	0.2487	0.2491	0.2489	0.2482	0.2489	0.2490	0.2483	0.2488	0.2490	0.2490	0.2488	0.48
0.50	0.4986	0.4983	0.4970	0.4977	0.4983	0.5085	0.4890	0.4971	0.4978	0.4757	0.4958	0.84
0.75	0.7501	0.7466	0.7465	0.7460	0.7475	0.7465	0.7479	0.7648	0.7300	0.7473	0.7473	0.36
1.00	0.9999	4.0001	-2.0011	1.0000	0.9990	1.0000	1.0000	0.9992	0.9996	0.9996	0.9997	0.04

Tabla N°3

Valor de Comparador	Valor de patrón			Promedio (p/g)	Error
	1	2	3		
0.01	0.0099	0.0099	0.0100	0.0099	0.67
0.02	0.0209	0.0201	0.0201	0.0204	1.83
0.03	0.0299	0.0302	0.0305	0.0302	0.67
0.04	0.0397	0.0398	0.0396	0.0397	0.75
0.05	0.0500	0.0496	0.0498	0.0498	0.33
0.06	0.0599	0.0598	0.0597	0.0598	0.33
0.07	0.0698	0.0699	0.0697	0.0698	0.29
0.08	0.0799	0.0795	0.0798	0.0797	0.33
0.09	0.0902	0.0904	0.0901	0.0902	0.26
0.10	0.1026	0.1031	0.1025	0.1027	2.73

Tabla N°4

Valor de Comparador	Valor de patrón			Promedio (p/g)	Error
	1	2	3		
0.10	0.0110	0.0116	0.0115	0.011	88.63
0.20	0.2006	0.2031	0.2016	0.202	0.88
0.30	0.0309	0.3015	0.3018	0.211	29.56
0.40	0.7009	0.4008	0.4005	0.501	25.18
0.50	0.5016	0.5020	0.5015	0.502	0.34
0.60	0.6023	0.6019	0.6025	0.602	0.37
0.70	0.7018	0.7022	0.7016	0.702	0.27
0.80	0.8016	0.8012	0.8006	0.801	0.14
0.90	0.9035	0.9032	0.9022	0.903	0.33
1.00	1.0065	1.0008	1.0060	1.004	0.44

Dimensiones de Caja de Corte y Accesorios

Material: Acero

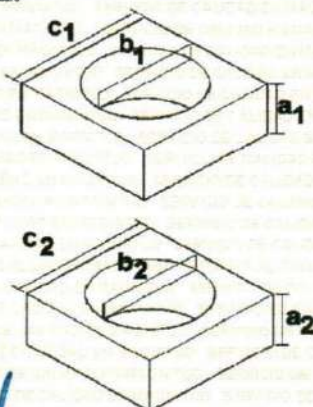


Tabla N°5

	a ₁	b ₁	c ₁
1	87.85	63.4	87.85
2	87.94	63.59	87.84
3	87.67	63.64	87.67
4	87.83	63.51	87.83
Promedio (mm)	87.80	63.54	87.80

Tabla N°6

	a ₂	b ₂	c ₂
1	21.12	63.44	87.77
2	21.14	63.39	87.78
3	21.10	63.45	87.81
4	21.1	63.48	87.79
Promedio (mm)	21.12	63.44	87.79


JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 3 de 3

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

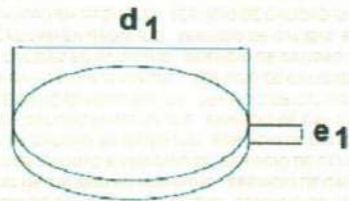


Tabla N°7

Superior		
	d_1	e_1
1	62.71	2.80
2	62.71	2.81
3	62.72	2.80
4	62.69	2.81
Promedio(mm)	62.71	2.81

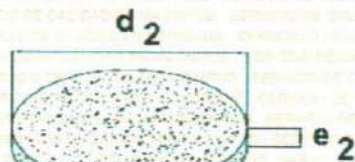


Tabla N°8

Superior		
	d_2	e_2
1	62.71	2.80
2	62.71	2.81
3	62.71	2.8
4	62.72	2.81
Promedio(mm)	62.71	2.81

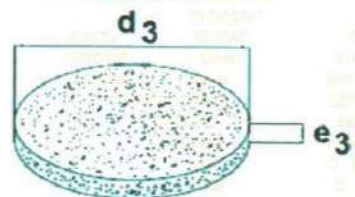


Tabla N°9

Inferior		
	d_3	e_3
1	62.72	2.83
2	62.73	2.83
3	62.74	2.83
4	62.71	2.83
Promedio(mm)	62.73	2.83

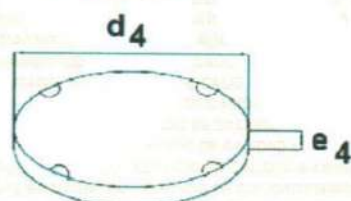


Tabla N°10

Inferior		
	d_4	e_4
1	63.05	5.53
2	63.06	5.48
3	63.05	5.49
4	63.04	5.50
Promedio(mm)	63.05	5.50



Tabla N°11

Muestreador		
	H	D
1	19.53	63.24
2	19.52	63.25
3	19.52	63.25
4	19.53	63.24
Promedio(mm)	19.53	63.25

FIN DE CERTIFICADO


JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142408

Anexo 10. Certificado de calibración del horno eléctrico de laboratorio



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio.

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 1 de 7

Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SCM LT-22031701

N° DE COTIZACIÓN : 018-SCM-2022
N° DE O.T. : OT-013-2022

1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.

2. DIRECCIÓN : Calle Valladolid149-urb.Mayorazgo II Etapa - Ate

3. EQUIPO CALIBRADO : Horno Eléctrico

Marca : FAEL **Código :** JBO-102-HOR-01
Modelo : ER-120LT **Rango de trabajo:** 100° - 110° °C
Serie : 25030112 **Procedencia :** Perú

4. PATRÓN UTILIZADO PARA LA CALIBRACIÓN :

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	SERIE	CERTIFICADO
Termohigrómetro	TRACEABLE	4247	122058580	LFP-284-2017
Sensores Tipo T	DELTA OHM	HD-32.8	12013628	LT-775-2015
Datalogger Termopar				LT-775-2015
Regla Métrica	MITUTOYO	182-309	No Indica	LLA-142-2015

5. RESULTADOS DE MEDICIÓN :
CALIBRACION PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.7	1.14
Mínima Temperatura Medida	109.9	1.37
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.5	1.77
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	3.7	1.77

La incertidumbre expandida de medición reportada en este documento es el valor de la incertidumbre estándar de medición multiplicada por un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

6. PROCEDIMIENTO :
INDECOPI - SNM PC-018 (2ª Edición Junio 2009)
Determinación de la temperatura en distintos puntos del interior del medio isoterma con un termómetro calibrado contra las indicaciones del instrumento de medición del medio isoterma.

7. CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN :

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	17.6 °C	18.6 °C
Humedad Relativa	89 %	86 %
Presión Atmosférica	953 mbar	965 mbar

8. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :
Laboratorio de Suelos - JBO INGENIEROS S.A.C.
Lima, 17 de marzo de 2022

9. FECHAS DE EMISIÓN :
Lima, 21 de marzo de 2022


JULIO REY ESTRELLA ESPINOZA
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Reg. CIP N° 142468




Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 576787, rpc: 994269668, rpm: # 419090
E-mail: informesscm@gmail.com

Fuente: JBO ingenieros, 2022

 Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio				
SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.				
Página: 2 de 7 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT-22031701				
10. OBSERVACIONES :				
a.- El instrumento de medición y el selector son accesorios del medio isoterma.				
b.- ACCESORIOS DEL MEDIO ISOTERMO :				
Marca	Modelo	Alcance de Indicación	Div. de Esc.	Serie
AUTONICS	Lab Hut Air Oven	No indica	0.1	No indica
c.- Se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación del número de certificado y la fecha de calibración. Se adjunta copia del certificado de calibración del patrón utilizado.				
d.- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento, preenfriamiento, estabilización de 2 horas y se tomaron cada 2 minutos por 60 minutos.				
e.- Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus equipos a intervalos apropiados. Este documento documenta la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados consignados en este documento se refieren únicamente al equipo sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. SCM Servicio de Calidad en Magnitud S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del equipo calibrado o de este documento.				
f.- Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.				
FIN DEL INFORME				
 JULIO BOY ESTRELLA ESPINOZA INGENIERO DE SISTEMAS Reg. CIP N° 142408				
Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, rnc: 994269669, rnm: # 419090. E-mail: informesscm@gmail.com				

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

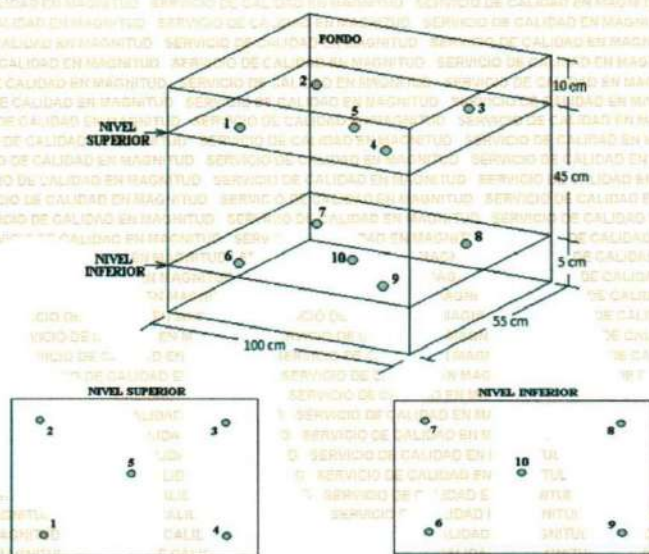
Página: 3 de 7

ANEXO A

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT- 22031701

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

El esquema de distribución de los termopares en el volumen interno y en los planos se muestra en los siguientes gráficos:



Los termopares ubicados en los niveles superior e inferior se colocaron a 15 cm de las paredes laterales y a 10 cm del fondo y frente del medio isoterma. Los termopares ubicados en el centro se encuentran ubicados a 50 cm de las paredes laterales y a 22.5 cm del fondo y frente del medio isoterma. Los termopares 5 y 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN EN EL MEDIO ISOTERMO

TEMPERATURA	POSICIÓN DEL SELECTOR	POSICIÓN DE VENTILACIÓN	% CARGA	DESCRIPCIÓN DE LA CARGA
110 °C	110	Encendido	100 %	10 tarros con muestra de suelo

J. R. P. M. A. S. D. I. N. O. Z. A.
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, rpc: 994269669, rpm: # 419090.
E-mail: inform@scm@gmail.com



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 4 de 7

ANEXO B

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT-22031701

MEDIO ISOTERMO : HORNO

MARCA : FAEL MODELO : ER-120LT SERIE : 25030112 CÓDIGO : JBO-102-HOR-01 PROCEDENCIA : Perú

CALIBRACIÓN PARA LA TEMPERATURA DE $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Tiempo (min.)	T ind. (°C) (TERMÓMETRO HORNO)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	111.2	111.5	111.2	111.4	111.5	110.6	111.1	113.5	110.0	110.4	111.2	3.5
2	110	111.2	111.4	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	110.1	110.4	111.3	3.4
4	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.8	111.0	113.5	109.9	110.4	111.3	3.4
6	110	111.2	111.4	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	110.1	110.4	111.3	3.4
8	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.6	110.2	110.4	111.3	3.4
10	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.7	110.2	110.4	111.3	3.5
12	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.6	110.0	110.4	111.3	3.6
14	110	111.2	111.3	111.5	111.4	111.6	110.7	111.1	113.5	110.0	110.6	111.3	3.5
16	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
18	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.8	111.0	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
20	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.5	111.0	113.4	109.9	110.5	111.2	3.5
22	110	111.2	111.3	111.6	111.5	111.6	110.5	111.0	113.4	110.0	110.5	111.3	3.4
24	110	111.2	111.3	111.6	111.3	111.6	110.6	111.0	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
26	110	111.2	111.3	111.8	111.5	111.4	110.7	111.0	113.6	109.9	110.5	111.3	3.7
28	110	111.3	111.3	111.7	111.3	111.3	110.7	111.1	113.6	110.2	110.5	111.3	3.4
30	110	111.2	111.6	111.8	111.4	111.2	110.6	111.1	113.6	110.2	110.7	111.3	3.4
32	110	111.4	111.5	111.7	111.4	111.4	110.7	111.2	113.6	110.1	110.7	111.4	3.5
34	110	111.3	111.6	111.6	111.4	111.5	110.7	111.0	113.5	110.2	110.7	111.4	3.3
36	110	111.5	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.6	110.1	110.7	111.4	3.5
38	110	111.4	111.6	111.5	111.4	111.5	110.7	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
40	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
42	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.7	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
44	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
46	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.1	113.7	110.2	110.6	111.4	3.5
48	110	111.3	111.6	111.5	111.6	111.6	110.8	111.2	113.7	110.2	110.5	111.4	3.5
50	110	111.3	111.4	111.5	111.7	111.6	110.7	111.1	113.6	110.1	110.5	111.4	3.5
52	110	111.3	111.3	111.5	111.8	111.5	110.7	111.1	113.5	110.1	110.5	111.3	3.4
54	110	111.5	111.5	111.6	111.7	111.4	110.6	111.1	113.5	110.1	110.5	111.4	3.4
56	110	111.4	111.4	111.5	111.6	111.6	110.7	111.1	113.6	110.0	110.5	111.3	3.6
58	110	111.3	111.3	111.4	111.6	111.5	110.6	111.1	113.6	110.0	110.3	111.3	3.6
60	110	111.6	111.4	111.3	111.6	111.3	110.6	111.1	113.5	110.0	110.3	111.3	3.5
PROM.		111.3	111.4	111.6	111.5	111.5	110.7	111.1	113.6	110.1	110.5		
MAX		111.6	111.6	111.8	111.8	111.6	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7		
T. MIN		111.2	111.3	111.2	111.3	111.2	110.5	111.0	113.4	109.9	110.3		
DTT		0.4	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4		

Temperatura ambiental promedio : 15.2°C

Tiempo de calibración del equipo : 60 min

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.7	1.1
Mínima Temperatura Medida	109.9	1.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.082
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.5	1.773
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.041
Uniformidad Medida	3.7	1.773

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 para un instante dado.

T. MAX : Temperatura máxima.

T. MIN : Temperatura mínima.

DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.


JULIO REY ESTRELLA ESPINOZA
 INGENIERO DE SISTEMAS
 Reg. CIP N° 142406

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú
 Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787. rpe: 994269669, rpm: # 419090.
 E-mail: informesscm@gmail.com

Fuente: JBO ingenieros, 2022

SCM Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio.

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 5 de 7

ANEXO B

CERTIFICADO DE CALIBRACION SCM LT- 22031701

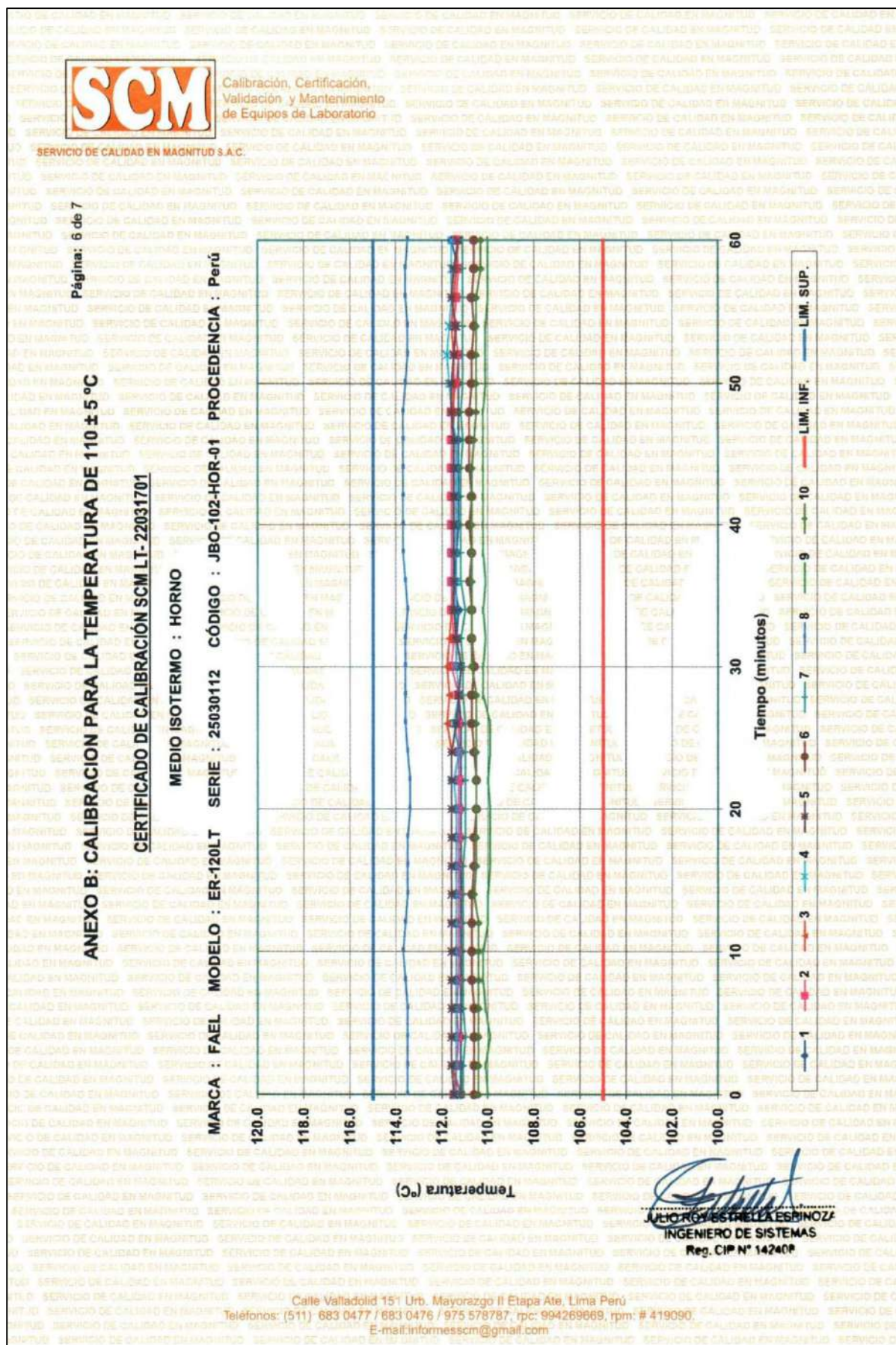
Observaciones:

- 1.- Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
- 2.- Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
- 3.- La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo. La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ máx. DTT.

JULIO ROX ESTEBAN ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142488

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, r/p: 994289669, rpm: # 419090.
E-mail: informesscm@gmail.com

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 7 de 7

ANEXO B: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT- 22031701

MEDIO ISOTERMO : HORNO



Foto de distribución de la carga y termopares dentro de cámara del Horno.

[Signature]
JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142498

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, rpc: 994269669, rpm: # 419090
E-mail: informesscm@gmail.com

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 11. Certificado de calibración de balanza electrónica de 3000 G

 Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio.		SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.	
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional			
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LM-22062701			
Página 1 de 3			
FECHA DE EMISIÓN : 2022-06-30 COTIZACIÓN N° : 026-SCM-2022 ORDEN DE TRABAJO : OT-019-2022		SCM S.A.C. es un laboratorio de calibración basado a la Norma técnica Peruana ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye como una entidad capaz de brindar un servicio integral.	
1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.		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 %.	
DIRECCIÓN : Calle Valladolid N° 149, Urb. Mayorazgo - II Et. Ala - Lima		Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA		SCM 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.	
MARCA : T-SCALE			
MODELO : TB-3000			
NÚMERO DE SERIE : 03925020015			
ALCANCE DE INDICACIÓN : 3000 g			
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0.1 g			
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g			
PROCEDENCIA : CHINA			
IDENTIFICACIÓN : JBO-102-BAL-04			
TIPO : ELECTRÓNICA			
UBICACIÓN : SALA DE SUELOS			
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-06-27			
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.			
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II: PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010.			
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN SALA DE SUELOS DE JBO INGENIEROS S.A.C.			
		 JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA INGENIERO DE SISTEMAS Reg. CIP N° 142408	
			

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-22062701

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18.4	19.3
Humedad Relativa	84.3	80.6

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	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de TEST & CONTROL S.A.	Pesas (exactitud M2)	SCM-MJG01 B444	TC-10656-2019 TC-10657-2019

7. OBSERVACIONES

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 II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

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

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD			
	Inicial	Final	
Temp. (°C)	18.4	18.9	
Humedad. (%)	84.3	82.5	

Medición N°	Carga L1= 1,500.1 g			Carga L2= 3,000.1 g		
	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	l(g)	Δl(mg)	E(mg)
1	1,499.9	10	-140	3,000.0	50	-60
2	1,500.0	40	-70	3,000.0	50	-70
3	1,499.9	10	-140	3,000.0	40	-50
4	1,499.9	10	-140	3,000.0	50	-60
5	1,499.9	10	-140	3,000.0	80	-90
6	1,499.9	10	-140	3,000.0	10	-20
7	1,499.9	10	-140	2,999.9	10	-120
8	1,499.9	10	-140	2,999.9	10	-120
9	1,499.9	10	-140	3,000.0	50	-60
10	1,499.9	10	-140	3,000.0	70	-80
Diferencia Máxima	70			100		
Error máximo permitido ±	200 mg			300 mg		



JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142408

Fuente: JBO ingenieros, 2022

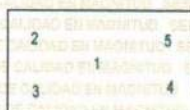


Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-22062701

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.9	18.6
Humedad. (%)	82.5	81.7

Posición de la Carga	Determinación de E_2				Determinación del Error corregido			
	Carga mínima (g)	$l(g)$	$\Delta L(mg)$	$E_2(mg)$	Carga (g)	$l(g)$	$\Delta L(mg)$	$E_2(mg)$
1	1.0	1.0	70	-20	1,000.0	999.9	10	-100
2		1.0	80	-30		999.9	10	-100
3		1.0	50	0		999.9	10	-100
4		1.0	20	30		999.9	10	-100
5		1.0	40	10		999.9	40	-130

(*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.6	19.3
Humedad. (%)	81.7	80.6

Carga $L(g)$	CRECIENTES				DECRECIENTES				$\Delta(mg)$
	$l(g)$	$\Delta L(mg)$	$E_2(mg)$	$E_2(mg)$	$l(g)$	$\Delta L(mg)$	$E_2(mg)$	$E_2(mg)$	
1.0 (*)	1.0	80	-30						100
5.0	5.0	80	-30	0	5.0	40	10	40	100
50.0	50.0	70	-20	10	50.0	40	10	40	100
100.0	100.0	70	-20	10	100.0	40	10	40	100
200.0	200.0	60	-20	10	200.0	40	0	30	100
500.0	500.0	70	-60	-30	500.0	20	-10	20	200
1,000.0	999.9	30	-120	-80	1,000.0	70	-60	-30	200
1,500.1	1,499.9	30	-160	-130	1,499.9	40	-170	-140	200
2,000.0	2,000.0	70	-40	-10	2,000.0	30	0	30	300
2,500.1	2,500.0	60	-70	-40	2,500.0	40	-50	-20	300
3,000.1	3,000.0	70	-80	-50	3,000.0	70	-80	-50	300

(*) Carga para determinar E_2

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0.000041 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0.00292333 \text{ g}^2 + 0.00000001 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza

ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_c : Error en cero

E_e : Error corregido

R: en g

Ejemplo del cálculo de $R_{\text{corregida}}$ para la capacidad máxima.

$$R_{\text{corregida}} = (3,000.1 \pm 0.2) \text{ g}$$

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA

INGENIERO DE SISTEMAS

Reg. CIP N° 142408

Anexo 12. Certificado de calibración de balanza electrónica de 600 G

 Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio		SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.	
Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional			
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LM-22092901			
Página 1 de 3			
FECHA DE EMISIÓN : 2022-09-30 COTIZACIÓN N° : 032-SCM-2022 ORDEN DE TRABAJO : OT-025-2022		SCM S.A.C. es un laboratorio de calibración basado a la Norma técnica Peruana ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye como una entidad capaz de brindar un servicio integral.	
1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.		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 %.	
DIRECCIÓN : Calle Valladolid N° 149, Urb. Moyrazgo - II Et. Ate - Lima		Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA		SCM 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.	
MARCA : T-SCALE			
MODELO : NHB-600			
NÚMERO DE SERIE : 104817014009			
ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g			
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0.01 g			
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g			
PROCEDENCIA : CHINA			
IDENTIFICACIÓN : JBO-102-BAL-05			
TIPO : ELECTRÓNICA			
UBICACIÓN : SALA DE SUELOS			
FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-09-29			
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.			
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II: PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010.			
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN SALA DE SUELOS DE JBO INGENIEROS S.A.C.			
 		 JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA INGENIERO DE SISTEMAS Reg. CIP N° 142408	

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-22092901

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	18.2	19.3
Humedad Relativa	85.2	80.6

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	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de TEST & CONTROL S.A.	Pesas (exactitud M2)	SCM-MJG01	TC-10656-2019

7. OBSERVACIONES

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 II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.2	18.4
Humedad. (%)	85.2	80.6

Medición N°	Carga L1=		300.02 g		Carga L2=		600.04 g	
	kg	ΔL(mg)	E(mg)		kg	ΔL(mg)	E(mg)	
1	299.99	3	-25		600.03	3	-3	
2	299.99	5	-30		600.02	1	-16	
3	299.99	2	-27		600.02	4	-19	
4	299.98	5	-40		600.02	1	-16	
5	299.99	3	-26		600.02	1	-16	
6	300.00	2	-19		600.02	1	-16	
7	300.00	1	-16		600.02	2	-17	
8	300.00	6	-21		600.02	1	-16	
9	300.00	5	-20		600.02	1	-16	
10	300.00	4	-19		600.02	2	-17	
Diferencia Máxima			24					11
Error máximo permitido ±			30 mg					30 mg


JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA
INGENIERO DE SISTEMAS
Reg. CIP N° 142408

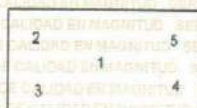


Calibración, Certificación,
Validación y Mantenimiento
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-22092901

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial 18.4	Final 18.2
Humedad. (%)	85.0	85.7

Posición de la Carga	Determinación de E_s					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL (mg)	Eo(mg)		Carga (g)	l(g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec(mg)
1	0.10	0.10	5	0		199.99	5	-20	-20	
2		0.10	3	2		199.98	2	-27	-29	
3		0.10	4	1		199.99	6	-21	-22	
4		0.10	3	2		199.99	3	-18	-20	
5	0.10	0.10	7	-2		199.98	3	-28	-26	

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: $\pm$ 30 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial 18.6	Final 19.3
Humedad. (%)	81.7	80.6

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL (mg)	E(mg)	Eo(mg)		l(g)	ΔL (mg)	E(mg)	Eo(mg)		
0.10 (*)	0.10	3	2								10
0.20	0.20	4	1	-1		0.21	1	14	12	10	
10.00	10.00	5	0	-2		10.02	5	20	16	10	
20.01	20.00	3	-8	-10		20.02	1	14	12	10	
40.00	39.99	2	-7	-9		40.01	2	13	11	10	
50.00	49.99	2	-7	-9		50.01	1	14	12	10	
100.00	99.99	2	-7	-9		100.01	5	10	8	20	
150.01	149.98	3	-18	-20		150.01	7	-2	-4	20	
200.01	199.99	5	-20	-22		200.01	2	3	1	30	
500.04	500.02	3	-18	-20		500.03	1	-6	-8	30	
600.04	600.03	4	-9	-11		600.03	4	-9	-11	30	

(*) Carga para determinar E_o

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e Incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0.000061 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0.00011387 \text{ g}^2 + 0.000000001 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL : Carga Incrementada E: Error encontrado E_o : Error en cero E_c : Error corregido

R: en g

Ejemplo del cálculo de $R_{\text{corregida}}$ para la capacidad máxima.

$$R_{\text{corregida}} = (600.07 \pm 0.04) \text{ g}$$

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA

INGENIERO DE SISTEMAS

Reg. CIP N° 142408

Anexo 13. Entrega de resultados de los análisis de laboratorio del laboratorio JBO ingenieros S.A.C

	Ingenieros S.A.C. Calle Valladolid 149 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate Lima, Perú Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476 E-mail: informes@jboingenieros.com	Lima, 17 de octubre de 2022
CARTA N° 157 - 2022 - JBO.gt. -		
Atención: Hans Alexander Llacza Cardenas		
Asunto	: Entrega de Informe de Ensayos	
Proyecto	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"	
Referencia	: Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO	
De nuestra consideración:		
Adjunto al presente, el Informe de ensayo cuyo expediente corresponde al N° 166-2022-JBO (31 folios), con los ensayos: Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 – 2016), Determinación del límite líquido de suelos (MTC E 110 – 2016), Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111 – 2016), Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108 – 2016), Peso volumétrico de suelos (NTP 339.139), Corte directo (Consolidado Drenado) (MTC E 123 – 2016); efectuado a la muestra identificada como procedente del proyecto: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay".		
Sin otro particular quedo de Ud.,		
Atentamente		
 JUAN SERGIO SANCHEZ GUANSO Gerente Técnico		
Exp. N° 166 c.c.: G. General Archivo	Página 1 de 1	

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 14. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-1



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ato
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mo-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidad en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chorrillos"

UBICACIÓN : Calle 26 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chorrillos, provincia de Huaral, departamento de Lima

FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-1

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 40 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)
	3"	75.000			
	2 1/2"	62.500			100.0
	2"	50.000	1156.0	22.2	22.2
	1 1/2"	37.500	567.2	10.7	32.9
	1"	25.000	807.1	15.5	48.4
	3/4"	19.000	614.5	11.6	60.2
	1/2"	12.500	192.7	3.7	63.9
	3/8"	9.500	197.9	3.8	67.7
	1/4"	6.250	229.1	4.4	72.1
	N° 4	4.750	98.9	1.9	74.0
	N° 6	3.350	114.6	2.2	76.2
	N° 8	2.360	76.1	1.5	77.7
	N° 10	2.000	31.2	0.6	78.3
	N° 16	1.180	63.3	1.6	79.9
	N° 20	0.850	93.7	1.8	81.7
	N° 30	0.600	167.5	3.6	85.3
	N° 40	0.425	192.7	3.7	89.0
	N° 50	0.300	171.8	3.3	92.3
	N° 60	0.177	145.8	2.8	95.1
	N° 100	0.150	31.2	0.6	95.7
	N° 200	0.075	76.1	1.5	97.2
	-200	MTC E 137	145.8	2.8	100.0

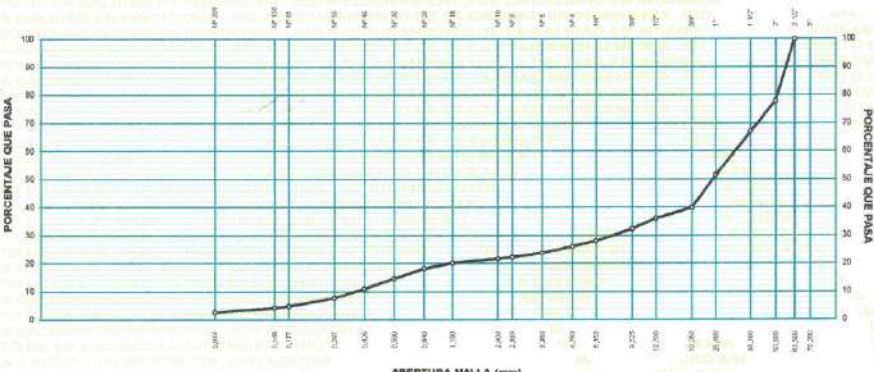
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Limite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	:	GP
Clasif. para el uso en vías de transporte	(ASTM D 3282-08)	:	A-1-a (0)

Descripción de la muestra : Grava pobremente graduada con arena

Cont. de humedad (%)	(MTC E 108 - 2016)	:	2.7
----------------------	--------------------	---	-----

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante
- Tamaño máximo: 62.5 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:

- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 µm)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Tac: E.E.A.
- Rev: P.C.C.

VF-003 (14-09-19)

Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 15. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg de la muestra E-1



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayocazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidad en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS MTC E 110 - 2016

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-1

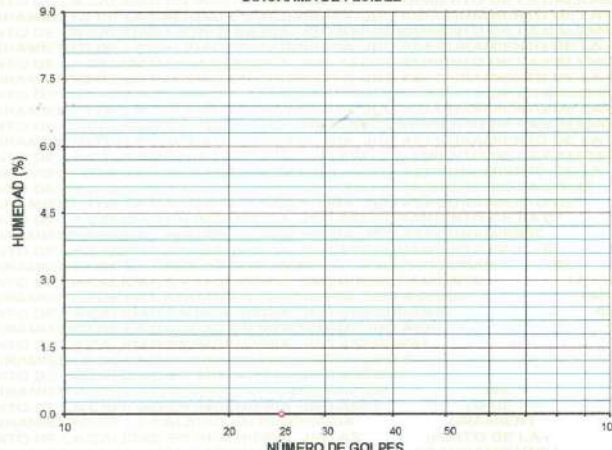
DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con arena

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

CANTIDAD : 40 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°	--	--	--	--	--	--
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
IND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material presente la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e Índice de plasticidad de suelos

VF-003 (14-09-19)


JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

Fecha de emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 16. Resultados del ensayo contenido de humedad de la muestra E-1



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA GARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA DE INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: E-1	PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Grava pobremente gradada con arena	CANTIDAD	: 40 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	E-1
Peso del suelo húmedo (g)	5346.0
Peso del suelo seco (g)	5207.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.7

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 62.5 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

VF-003 (14-09-19)



Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 17. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-1



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayocazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA DE INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN	PRESENTACIÓN
: E-1	: 01 Saco de polipropileno.
: Prof: 0.00 - 2.10 m.	

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
: Grava pobremente gradada con arena	: 40 kg aprox.

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS NTP 339.139

IDENTIFICACIÓN		E-1
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	1.902
Contenido de Humedad	(%)	2.7
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.852

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-20082501 (25-08-20)
- Horno: SCM LT-20070701 (07-07-20)
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59731

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 18. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-1



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

UBICACIÓN : Calle 26 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Hualar, departamento de Lima.

FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)
MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-1

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487)	SW-SM	Límite Líquido	(ASTM D 4318)	(%) NP
Clasificación Obras Viales	(ASTM D 3282)	A-1-b (0)	Índice Plástico	(ASTM D 4318)	(%) NP
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012)	4.750	Mat. más Fino N° 200	(ASTM D 1140)	(%) 11.0

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO				
DESCRIPCIÓN		49.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa
Diámetro	(cm)	6.323	6.323	6.323
Área	(cm ²)	31.40	31.40	31.40
Altura Inicial	(cm)	2.02	2.02	2.02
Altura Final	(cm)	1.86	1.83	1.78
Volumen Inicial	(cm ³)	63.43	63.43	63.43
Volumen Final	(cm ³)	58.40	57.39	55.92
Relación Diámetro / Altura		3.13	3.13	3.13
Condición de la Estructura del suelo		ALTERADO		
Peso Húmedo Inicial	(g)	120.6	120.6	120.6
Peso Húmedo Final	(g)	145.6	144.4	143.5
Peso Seco	(g)	117.5	117.5	117.5
Humedad Inicial	(ASTM D 2216-05) (%)	2.7	2.7	2.7
Humedad Final	(ASTM D 2216-05) (%)	23.9	22.9	22.2
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³)	1.902	1.902	1.902
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³)	2.492	2.516	2.566
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³)	1.852	1.852	1.852
Densidad Seca Final	(g/cm ³)	2.011	2.047	2.101

CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA			
MARCA	: ELE - International	N° de serie dial indicador	: S2219
Capacidad del anillo	: 4.5 kN (1000 lb ó 460 kg)	N° de serie del anillo	: 1155-17-14105
Producto N°	: 1155B0300	Factor del Anillo de Corte (N)	: 0.00002229X ² +3.960108905X + 1.144115000

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

ASTM D 422 : Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

ASTM D 4318 : Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils

ASTM D 2487 : Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)

ASTM D 2216 : Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

ASTM D 3282 : Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

ASTM D 1140 : Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente gradada con arena.

Personal:

- Téc.: E.E.A.

- Rev.: P.C.C.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-1

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena bien gradada con limo

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

ESFUERZO NORMAL				49.0 kPa			98.1 kPa			196.1 kPa		
Etapa				Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final			
Altura (cm)				2.02	1.86	2.02	1.83	2.02	1.78			
Volumen (cm³)				63.43	58.40	63.43	57.39	63.43	55.92			
Humedad (%)				2.7	23.9	2.7	22.9	2.7	22.2			
Densidad Seca (g/cm³)				1.852	2.011	1.852	2.047	1.852	2.101			
Esfuerzo Corte (kPa)				33.4			62.0			119.0		
Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	0.988	0.0	0.0	0.0	1.265	0.0	0.0	0.0	1.542	0.0	0.0	0.0
0.25	1.163	12.3	50.0	15.9	1.448	27.0	107.9	34.4	1.732	50.7	202.0	64.3
0.50	1.247	15.4	62.2	19.8	1.539	32.6	130.2	41.5	1.831	61.8	245.7	78.2
0.75	1.321	18.5	74.4	23.7	1.618	37.0	147.6	47.0	1.913	69.1	274.8	87.5
1.00	1.372	20.8	83.5	26.6	1.699	40.8	162.5	51.8	2.024	75.7	301.0	95.9
1.25	1.422	22.3	89.6	28.5	1.742	43.9	174.9	55.7	2.062	81.6	324.3	103.3
1.50	1.471	23.9	95.7	30.5	1.801	45.8	182.4	58.1	2.129	84.5	336.0	107.0
1.75	1.516	25.4	101.8	32.4	1.844	47.6	189.8	60.5	2.169	87.5	347.6	110.7
2.00	1.565	26.2	104.9	33.4	1.867	48.9	194.8	62.0	2.210	89.7	356.3	113.5
2.25	1.600	26.2	104.9	33.4	1.923	48.9	194.8	62.0	2.243	91.2	362.2	115.3
2.50					1.140	48.3	192.3	61.2	2.278	92.6	368.0	117.2
2.75									2.327	93.4	370.9	118.1
3.00									2.360	94.1	373.8	119.0
3.25									2.390	94.1	373.8	119.0

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pesante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente gradada con arena.



JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Personal: INGENIERO CIVIL
-Téc.: E.E.A. Reg. CIP N° 59781
- Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ale
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

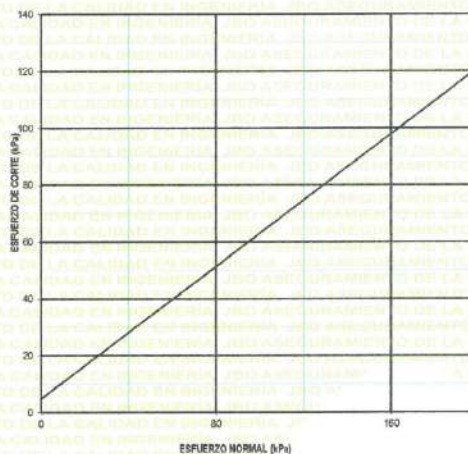
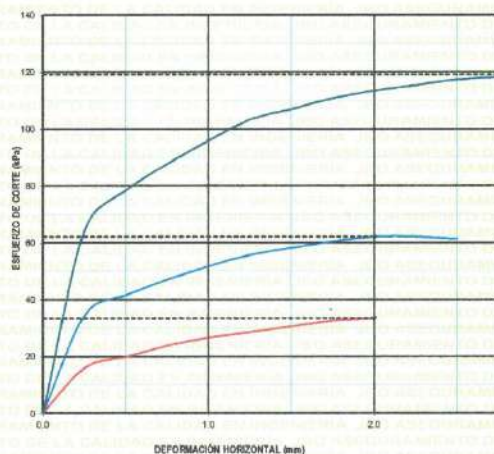
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-1
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena bien graduada con limo

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 1885PL0044-32552



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kg/cm²)	0.05	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	30.2

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente graduada con arena.



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Personal
- Téc.: E.E.A.

- Rev. P.C. **JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Anexo 19. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-2



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN: Av. Central Mz 11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA: Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN: Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidad en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chorrillos"

UBICACIÓN: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chorrillos, provincia de Huaral, departamento de Lima

FECHA DE INICIO: Lima, 5 de octubre del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: E-2

PRESENTACIÓN: 01 Saco de polipropileno

CANTIDAD: 40 kg aprox.

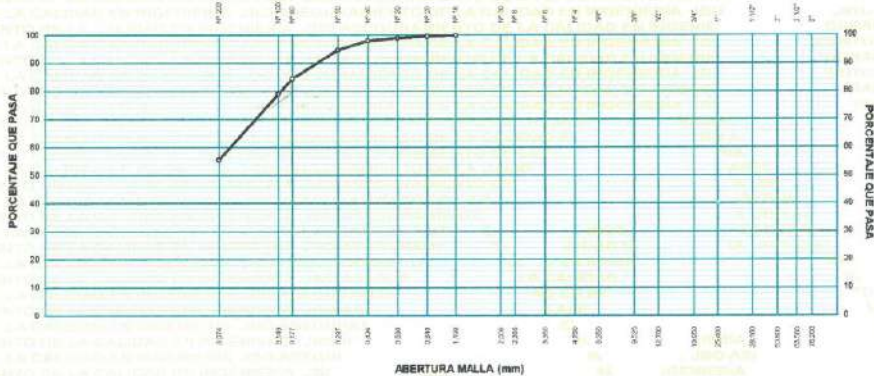
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)
	3"	75.000			
	2 1/2"	62.500			
	2"	50.000			
	1 1/2"	37.500			
	1"	25.000			
	3/4"	19.000			
	1/2"	12.500			
	3/8"	9.500			
	1/4"	6.250			
	N° 4	4.750			
	N° 6	3.350			
	N° 8	2.360			
	N° 10	2.000			
	N° 15	1.180			100.0
	N° 20	0.850	2.1	0.4	99.6
	N° 30	0.600	3.1	0.6	99.0
	N° 40	0.425	5.2	1.0	98.0
	N° 50	0.300	17.8	3.4	94.6
	N° 60	0.177	53.4	10.2	84.4
	N° 100	0.150	27.7	5.3	79.1
	N° 200	0.075	123.0	23.5	55.6
	-200	MTC E 137	251.0	55.6	100.0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido	(%)	(MTC E 119 - 2016)	28.0
Limite plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	19.0
Índice plástico	(%)	(MTC E 111 - 2016)	9.0
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)		CL
Clasif. para el uso en vías de transporte	(ASTM D 3283-99)		A-4 (2)
Descripción de la muestra: Arcilla arenosa de baja plasticidad			
Cont. de humedad	(%)	(MTC E 108 - 2016)	3.7

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 1.18 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:

- NTP 336:129 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 336:129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 336:127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 336:132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa al tamiz No 200 (75 µm)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Té: E.E.A.
- Rev: P.C.C.

VF-003 (14-09-19)

Fecha de emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Anexo 20. Resultados del ensayo límites de Atterberg de la muestra E-2



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayoreazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS
DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS

MTC E 110 - 2016

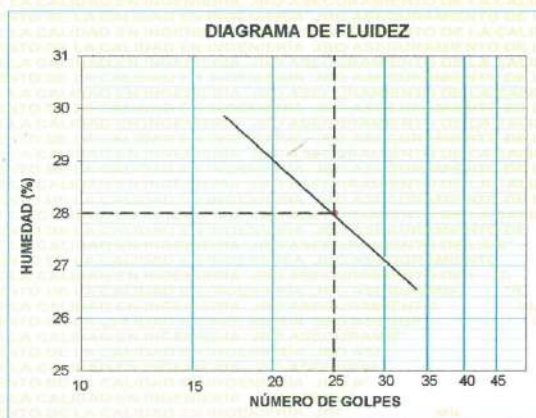
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-2
Prof. 0.00 - 2.10 m.
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad
CANTIDAD : 40 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T147	T104	T80	T101	T76	T29
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	27.64	29.15	32.42	30.49	21.06	23.42
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.51	26.09	28.71	27.26	19.98	22.19
PESO AGUA, g	3.13	3.06	3.71	3.23	1.08	1.23
PESO DE LA CÁPSULA, g	13.87	15.39	15.21	15.33	14.37	15.64
PESO SUELO SECO, g	10.64	10.70	13.50	11.93	5.61	6.55
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	29.42	28.60	27.48	27.07	19.25	18.78
NÚMERO DE GOLPES	18	23	27	30		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	28
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19
ÍND. PLASTICIDAD (%)	9

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos



VF-003 (14-09-19)

Fecha de emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:

- Té.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 21. Resultados del ensayo contenido de humedad de los suelos de la muestra E-2



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: *Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay*
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Hualar, departamento de Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA DE INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA	
IDENTIFICACIÓN	: E-2
PRESENTACIÓN	: 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN	: Arcilla arenosa de baja plasticidad
CANTIDAD	: 40 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	E-2
Peso del suelo húmedo (g)	542.9
Peso del suelo seco (g)	523.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.7

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 1.18 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

VF-003 (14-09-19)



Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:

Téc.: E.E.A.

Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 22. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-2



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-883-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	HANS ALEXANDER LLACZA GARDENAS	PROYECTO	"Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA DE INICIO	Lima, 5 de octubre del 2022

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN	PRESENTACIÓN
E-2	01 Saco de polipropileno.
Prof: 0.00 - 2.10 m.	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Arcilla arenosa de baja plasticidad	40 kg aprox.

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS NTP 339.139

IDENTIFICACIÓN	E-2
Peso Volumétrico Húmedo (g/cm ³)	1.745
Contenido de Humedad (%)	3.7
Peso Volumétrico Seco (g/cm ³)	1.683

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-20062501 (25-06-20)
- Horno: SCM LT-20070701 (07-07-20)

Fecha de Emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781





Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 23. Resultados del ensayo corte directo de la muestra E-2



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS
DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima
REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Hualar, departamento de Lima.
FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-2
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	CL	Límite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	28.0	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 3282)	A-4 (3)	Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	9.0	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400 012)	0.850	Mat. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	56	
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		49.0 kPa	98.1 kPa	196.1 kPa	
Diámetro (cm)		6.323	6.323	6.323	
Área (cm²)		31.40	31.40	31.40	
Altura Inicial (cm)		2.02	2.02	2.02	
Altura Final (cm)		1.81	1.78	1.71	
Volumen Inicial (cm³)		63.43	63.43	63.43	
Volumen Final (cm³)		56.85	55.85	53.68	
Relación Diámetro / Altura		3.13	3.13	3.13	
Condición de la Estructura del suelo		ALTERADO			
Peso Húmedo Inicial (g)		110.7	110.7	110.7	
Peso Húmedo Final (g)		139.5	137.9	136.9	
Peso Seco (g)		106.7	106.7	106.7	
Humedad Inicial (ASTM D 2216-05) (%)		3.7	3.7	3.7	
Humedad Final (ASTM D 2216-05) (%)		30.7	29.2	28.3	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm³)		1.745	1.745	1.745	
Densidad Húmeda Final (g/cm³)		2.453	2.469	2.551	
Densidad Seca Inicial (g/cm³)		1.683	1.683	1.683	
Densidad Seca Final (g/cm³)		1.878	1.911	1.989	
CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA					
MARCA : ELE - International	N° de serie dial indicador : S2219				
Capacidad del anillo : 4.5 kN (1000 lb ó 460 kg)	N° de serie del anillo : 1155-17-14105				
Producto N° : 1155B0300	Factor del Anillo de Corte (N)	0.000002229X² + 3.960108905X + 1.144115000			

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions.
ASTM D 422 : Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM D 4318 : Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
ASTM D 2487 : Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
ASTM D 2216 : Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
ASTM D 3282 : Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
ASTM D 1140 : Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Arcilla arenosa de baja plasticidad



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Personal:

- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55781

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS **PROYECTO** : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO **UBICACIÓN** : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 **FECHA INICIO** : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-2

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

ESFUERZO NORMAL		49.0 kPa			98,1 kPa			196,1 kPa				
Etapas		Inicial		Final	Inicial		Final	Inicial		Final		
Altura	(cm)	2.02		1.81	2.02		1.78	2.02		1.71		
Volumen	(cm ³)	63.43		56.85	63.43		55.85	63.43		53.68		
Humedad	(%)	3.7		30.7	3.7		29.2	3.7		28.3		
Densidad Seca	(g/cm ³)	1.683		1.878	1.683		1.911	1.683		1.989		
Esfuerzo Corte	(kPa)	30.4			48.0			83.4				
Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98,1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196,1 kPa			
	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	1.232	0.0	0.0	0.0	1.770	0.0	0.0	0.0	2.309	0.0	0.0	0.0
0.25	1.415	12.3	49.8	15.9	1.971	18.6	74.8	23.8	2.527	31.1	124.4	39.6
0.50	1.532	16.9	68.0	21.7	2.075	26.6	106.7	34.0	2.616	44.6	177.7	56.6
0.75	1.623	18.4	74.1	23.6	2.139	32.2	128.8	41.0	2.652	55.9	222.5	70.9
1.00	1.707	20.0	80.2	25.5	2.192	34.7	138.6	44.1	2.675	60.8	242.1	77.1
1.25	1.793	21.5	86.3	27.5	2.400	37.2	148.4	47.3	2.751	65.8	261.7	83.4
1.50	1.875	22.3	89.3	28.4	2.106	37.8	150.8	48.0	2.842	60.1	239.3	76.2
1.75	1.953	23.0	92.4	29.4	2.400	37.8	150.8	48.0	2.847	58.7	233.7	74.4
2.00	2.002	23.8	95.4	30.4	2.413	37.2	148.4	47.3	3.112	56.6	225.3	71.8
2.25	2.096	23.8	95.4	30.4								

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Personal:
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
- Rev.: P.C. d'INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-2

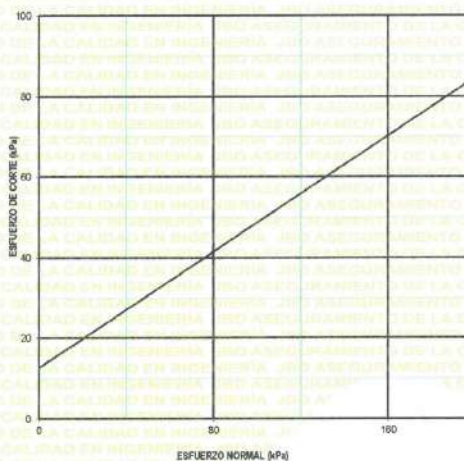
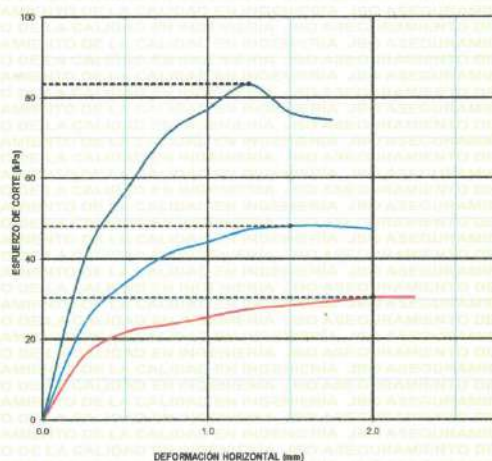
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arcilla arenosa de baja plasticidad

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552



RESULTADOS DE ENSAYO			
COHESIÓN (kg/cm²)	0.13	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	19.8

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Personal: **JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**
- Téc.: EEA.
- Rev.: P.C.C.
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Anexo 24. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-3



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS
DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidad en la carretera de la playa Chomillos del distrito de Chancay"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chomillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huanín, departamento de Lima.
FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno
CANTIDAD : 40 kg aprox.

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA					
2 1/2"	62 500				
2"	50 000				100.0
1 1/2"	37 500	651.1	16.2	16.2	83.8
1"	25 000	269.3	6.7	22.9	77.1
3/4"	19 000	245.2	6.1	29.0	71.0
1/2"	12 500	534.5	13.3	42.3	57.7
3/8"	9 500	233.1	5.8	48.1	51.9
1/4"	6 250	253.2	6.3	54.4	45.6
N° 4	4 750	100.5	2.5	56.9	43.1
N° 6	3 350	128.6	3.2	60.1	39.9
N° 8	2 360	84.4	2.1	62.2	37.8
N° 10	2 000	32.2	0.8	63.0	37.0
N° 16	1 180	92.4	2.3	65.3	34.7
N° 20	0 850	72.3	1.8	67.1	32.9
N° 30	0 600	146.7	3.7	70.8	29.2
N° 40	0 425	184.9	4.6	75.4	24.6
N° 50	0 300	249.2	6.2	81.6	18.4
N° 60	0 250	269.3	6.7	88.3	11.7
N° 100	0 150	92.4	2.3	90.6	9.4
N° 200	0 075	64.3	1.6	92.2	7.8
-200	MTC E 137	313.5	7.8	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Límite líquido (%) (MTC E 110 - 2016) : NP
Límite plástico (%) (MTC E 111 - 2016) : NP
Índice plástico (%) (MTC E 111 - 2016) : NP
Clasificación SUCS (ASTM D 3487-11) : GP-GM
Clasif. para el uso en vías transporte (ASTM D 3382-99) : A-1-a (0)

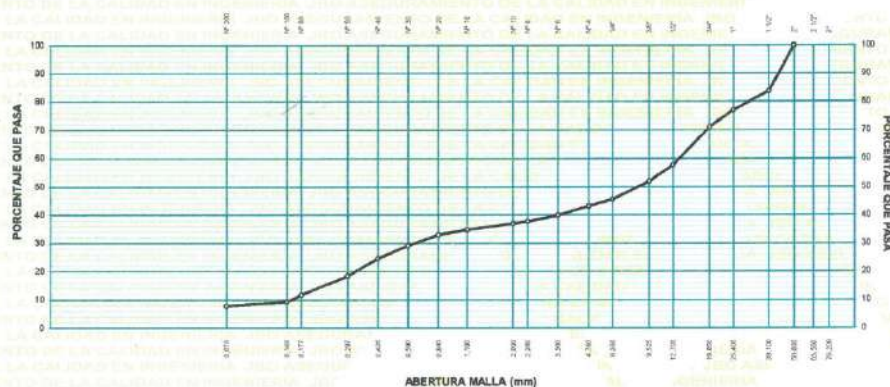
Descripción de la muestra : Grava pobremente graduada con limo y arena

Cont. de humedad (%) (MTC E 108 - 2016) : 0.8

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 50 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:

- NTP 338 126 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 338 129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 338 127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 338 132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa al tamiz No 200 (75 µm)



003 (14-09-19)

Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
-Téc. E.E.A.
-Rev. P.C.C.

Anexo 25. Resultados del ensayo de límites de Atterberg de la muestra E-3



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS
MTC E 110 - 2016
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
MTC E 111 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3

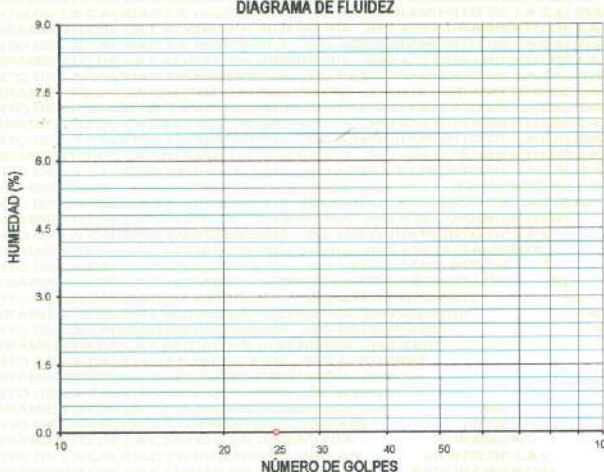
DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con limo y arena

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

CANTIDAD : 40 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Ensayo N°						
Cápsula N°						
Peso cápsula + suelo húmedo (g)						
Peso cápsula + suelo seco (g)						
Peso del Agua (g)						
Peso de la cápsula (g)						
Peso del suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Número de golpes						

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
IND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rolitos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos



VF-003 (14-09-19)

Juan Sergio Sanchez Guando

Personal: **JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**
- TéC: E.E.A.
- Rev: P.C.C.
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fecha de emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Anexo 26. Resultados del ensayo de contenido de humedad de la muestra E-3



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con limo y arena CANTIDAD : 40 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	E-3
Peso del suelo húmedo (g)	4052.0
Peso del suelo seco (g)	4018.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.8

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 50 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Personal:
Téc.: E.E.A.
Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

VF-003 (14-09-19)

Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 27. Resultados del ensayo de peso volumétrico de los suelos de la muestra E-3



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	"Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chormillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima	UBICACIÓN	Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chormillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
REFERENCIA	EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	Lima, 5 de octubre del 2022
		FECHA DE INICIO	Lima, 5 de octubre del 2022

REFERENCIAS DE LA PRUEBA		PRESENTACIÓN	01 Saco de polipropileno.
IDENTIFICACIÓN	E-3 Prof: 0.00 - 2.10 m.	CANTIDAD	40 kg aprox.
DESCRIPCIÓN	Grava pobremente gradada con limo y arena		

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS NTP 339.139

IDENTIFICACIÓN	E-3
Peso Volumétrico Húmedo (g/cm ³)	1.802
Contenido de Humedad (%)	0.8
Peso Volumétrico Seco (g/cm ³)	1.788

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-20062501 (25-06-20)
- Horno: SCM LT-20070701 (07-07-20)

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 28. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-3



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)
MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS (ASTM D 2487)	SM	Limite Líquido (ASTM D 4318)	(%)	NP	
Clasificación Obras Viales (ASTM D 326)	A-2-4 (0)	Índice Plástico (ASTM D 4318)	(%)	NP	
Tamaño Máximo (mm) (NTP 400 012)	4.750	Mal. más Fino N° 200 (ASTM D 1140)	(%)	15	

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECIMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		49,0 kPa	98,1 kPa	196,1 kPa	
Diámetro (cm)		6.323	6.323	6.323	
Área (cm²)		31.40	31.40	31.40	
Altura Inicial (cm)		2.02	2.02	2.02	
Altura Final (cm)		1.82	1.75	1.68	
Volumen Inicial (cm³)		63.43	63.43	63.43	
Volumen Final (cm³)		57.06	54.96	52.86	
Relación Diámetro / Altura		3.13	3.13	3.13	
Condición de la Estructura del suelo		ALTERADO			
Peso Húmedo Inicial (g)		114.3	114.3	114.3	
Peso Húmedo Final (g)		134.4	133.3	132.7	
Peso Seco (g)		113.4	113.4	113.4	
Humedad Inicial (ASTM D 2216-05) (%)		0.8	0.8	0.8	
Humedad Final (ASTM D 2216-05) (%)		18.5	17.8	17.0	
Densidad Húmeda Inicial (g/cm³)		1.802	1.802	1.802	
Densidad Húmeda Final (g/cm³)		2.355	2.426	2.510	
Densidad Seca Inicial (g/cm³)		1.788	1.788	1.788	
Densidad Seca Final (g/cm³)		1.987	2.063	2.145	

CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA			
MARCA	ELE - International	N° de serie del indicador	S2219
Capacidad del anillo	4.5 kN (1000 lb ó 450 kg)	N° de serie del anillo	1155-17-14105
Producto N°	1155B0300	Factor del Anillo de Corte (N)	0.00002229X²-3.960108905X + 1.144115000

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

ASTM D 422 : Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

ASTM D 4318 : Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils

ASTM D 2467 : Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)

ASTM D 2216 : Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass

ASTM D 3282 : Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes

ASTM D 1140 : Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente graduada con limo y arena.



Personal:

- Tec: E.E.A.

- Rev.: P.C.C.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

Fuente: JBO ingenieros, 2022



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

ESFUERZO NORMAL				49.0 kPa			98.1 kPa			196.1 kPa			
Etapas				Inicial		Final	Inicial		Final	Inicial		Final	
Altura		(cm)		2.02		1.82	2.02		1.75	2.02		1.68	
Volumen		(cm³)		63.43		57.06	63.43		54.96	63.43		52.86	
Humedad		(%)		0.8		18.5	0.8		17.6	0.8		17.0	
Densidad Seca		(g/cm³)		1.788		1.987	1.788		2.063	1.788		2.145	
Esfuerzo Corte		(kPa)		34.0			57.4			103.9			
Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa				
	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	
	0.00	1.224	0.0	0.0	0.0	2.090	0.0	0.0	0.0	2.893	0.0	0.0	
	0.25	1.656	15.1	61.1	19.4	2.332	21.9	88.0	28.0	3.005	42.8	170.5	54.3
	0.50	1.681	17.8	71.6	22.8	2.413	31.9	127.5	40.6	3.139	65.9	261.9	83.4
	0.75	1.699	19.6	78.7	25.1	2.469	37.2	148.6	47.3	3.239	76.1	302.6	96.4
	1.00	1.788	21.4	85.7	27.3	2.550	39.9	159.1	50.7	3.315	78.7	312.7	99.6
	1.25	1.839	22.3	89.3	28.4	2.537	42.5	169.6	54.0	3.335	79.5	316.1	100.7
	1.50	1.905	24.0	96.3	30.7	2.625	43.9	174.9	55.7	3.345	82.1	326.3	103.9
	1.75	1.956	24.9	99.8	31.8	2.654	45.2	180.1	57.4	3.353	82.1	326.3	103.9
2.00	2.004	26.7	106.9	34.0	2.681	45.2	180.1	57.4	3.358	81.2	322.9	102.8	
2.25	2.029	26.7	106.9	34.0	2.697	44.5	177.5	56.5	3.366	80.4	319.5	101.8	

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente gradada con limo y arena.



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Personal:

- Téo: **BBAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**
INGENIERO CIVIL
- Rev.: P.C.C.
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

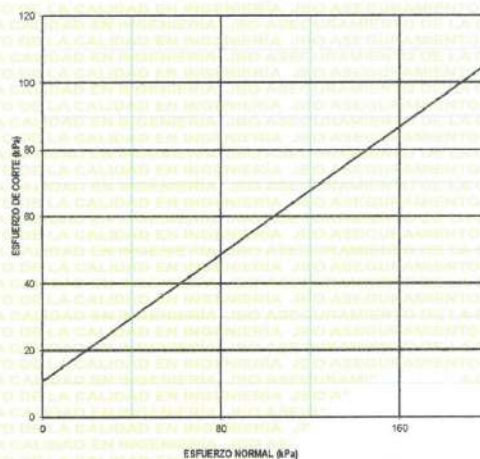
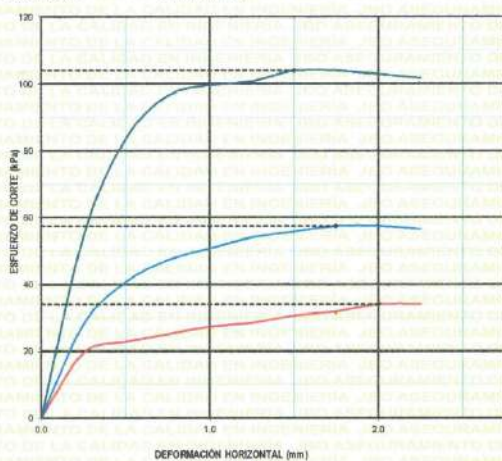
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-3
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 1885PL0044-32552



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN (kg/cm²)	0.11	ANGULO DE FRICCIÓN (°)	25.4
-------------------	------	------------------------	------

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original. Grava pobremente gradada con limo y arena.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



Anexo 29. Resultados del ensayo granulométrico de la muestra E-4



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidad en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chorrillos"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chorrillos, provincia de Huaral, departamento de Lima.
REFERENCIA	: Solitud de Servicio N° 166-2022-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022
		FECHA DE INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN : E-4

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
CANTIDAD : 40 kg aprox.

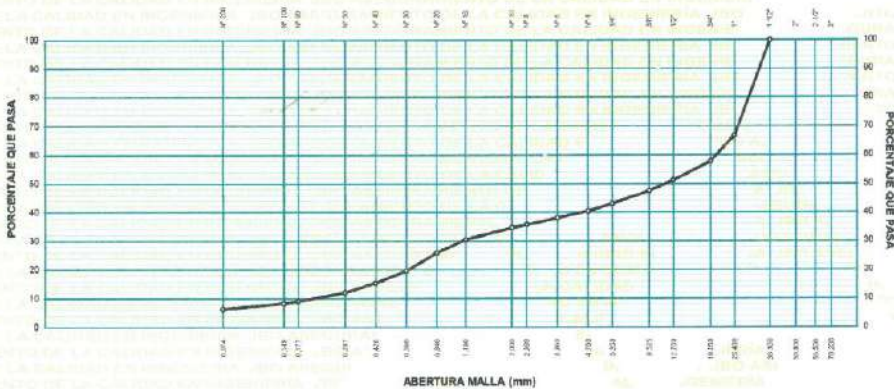
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS				
SERIE AMERICANA	MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)
3"		75.000		
2 1/2"		62.500		
2"		50.000		
1 1/2"		37.500		
1"		25.000	1002.0	33.2
3/4"		19.000	271.6	9.0
1/2"		12.500	196.2	6.5
3/8"		9.500	114.7	3.8
1/4"		6.250	138.8	4.6
N° 4		4.750	75.5	2.5
N° 6		3.350	95.4	2.3
N° 8		2.500	72.4	2.4
N° 10		2.000	33.2	1.1
N° 16		1.180	123.7	4.1
N° 20		0.850	138.8	4.6
N° 30		0.600	190.1	6.3
N° 40		0.425	129.8	4.3
N° 50		0.300	95.6	3.3
N° 60		0.250	87.5	2.9
N° 100		0.150	24.1	0.8
N° 200		0.075	50.4	2.0
-200		MTC E 137	190.1	6.3
				100.0

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Límite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	:	NP
Límite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	:	NP
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	:	GP-GM
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	:	A-1-a (0)

Descripción de la muestra : Grava pobremente graduada con limo y arena
Cont. de humedad (%) (MTC E 108 - 2016) : 5.4

OBSERVACIONES:
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 37.5 mm.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencia:
- NTP 335 126 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 335 126 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 335 127 / ASTM D 2215 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 335 132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 (75 um)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Tec. E.E.A.
- Rev. P.C.C.



VF-003 (14-09-19)

Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 30. Resultados del ensayo de límites de Atterberg de la muestra E-4



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayocrazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS

MTC E 110 - 2016

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

MTC E 111 - 2016

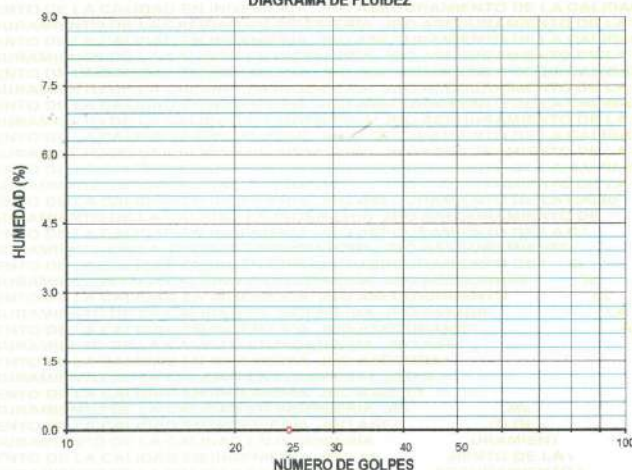
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-4 PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con limo y arena CANTIDAD : 40 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo N°	1	2	3	4	1	2
Cápsula N°	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo húmedo (g)	--	--	--	--	--	--
Peso cápsula + suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del Agua (g)	--	--	--	--	--	--
Peso de la cápsula (g)	--	--	--	--	--	--
Peso del suelo seco (g)	--	--	--	--	--	--
Contenido de humedad (%)	--	--	--	--	--	--
Número de golpes	--	--	--	--	--	--

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍND. PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- La muestra se desliza en la copa de Casagrande.
- El Límite Líquido no se puede determinar.
- No se pudo formar los rollos de 1/8" de diámetro, se desmorona.
- El límite plástico no se puede determinar.
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Referencia:

- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos



VF-003 (14-09-19)

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Personal:
- Té: E.E.A.
- Rev: P.C.C

Fecha de emisión: Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 31. Resultados del ensayo de contenido de humedad de los suelos de la muestra E-4



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informee@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 166-2022-JBO

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E 108 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-4

DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con limo y arena

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

CANTIDAD : 40 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	E-4
Peso del suelo húmedo (g)	3181.2
Peso del suelo seco (g)	3018.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.4

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- Tamaño máximo: 37.5 mm.

REFERENCIA:

- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

VF-003 (14-09-19)



Fecha de emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

Personal:

Téc.: E.E.A.

Rev.: P.C.C. **JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Anexo 32. Resultados del ensayo peso volumétrico de los suelos de la muestra E-4



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA GARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022
		FECHA DE INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

REFERENCIAS DE LA PRUEBA

IDENTIFICACIÓN : E-4 Prof: 0.00 - 2.10 m.	PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Grava pobremente gradada con limo y arena	CANTIDAD : 40 kg aprox.

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS NTP 339.139

IDENTIFICACIÓN		E-4
Peso Volumétrico Húmedo	(g/cm ³)	1.833
Contenido de Humedad	(%)	5.4
Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	1.739

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-20062501 (25-06-20)
- Horno: SCM LT-20070701 (07-07-20)
- Té.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.





JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

Fuente: JBO ingenieros, 2022

Anexo 33. Resultados del ensayo de corte directo de la muestra E-4



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS
DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Luirigencho-Lima
REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022

PROYECTO : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
UBICACIÓN : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.
FECHA INICIO : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-4
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE CORTE DIRECTO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

DESCRIPCIÓN DEL SUELO					
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487)	SM	Límite Líquido	(ASTM D 4318)	(%) NP
Clasificación Obras Viales	(ASTM D 3282)	A-1-b (0)	Índice Plástico	(ASTM D 4318)	(%) NP
Tamaño Máximo (mm)	(NTP 400.012)	4.750	Mal. más Fino N° 200	(ASTM D 1140)	(%) 15
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPECÍMENES DE ENSAYO					
DESCRIPCIÓN		49,0 kPa	98,1 kPa	196,1 kPa	
Diámetro	(cm)	6.323	6.323	6.323	
Área	(cm ²)	31.40	31.40	31.40	
Altura Inicial	(cm)	2.02	2.02	2.02	
Altura Final	(cm)	1.87	1.80	1.73	
Volumen Inicial	(cm ³)	63.43	63.43	63.43	
Volumen Final	(cm ³)	58.67	56.63	54.22	
Relación Diámetro / Altura		3.13	3.13	3.13	
Condición de la Estructura del suelo		ALTERADO			
Peso Húmedo Inicial	(g)	116.3	116.3	116.3	
Peso Húmedo Final	(g)	137.3	135.9	135.1	
Peso Seco	(g)	110.3	110.3	110.3	
Humedad Inicial	(ASTM D 2216-05) (%)	5.4	5.4	5.4	
Humedad Final	(ASTM D 2216-05) (%)	24.5	23.2	22.5	
Densidad Húmeda Inicial	(g/cm ³)	1.833	1.833	1.833	
Densidad Húmeda Final	(g/cm ³)	2.340	2.400	2.492	
Densidad Seca Inicial	(g/cm ³)	1.739	1.739	1.739	
Densidad Seca Final	(g/cm ³)	1.880	1.948	2.034	
CALIBRACIÓN DEL ANILLO DE CARGA					
MARCA	ELE - International	N° de serie dial indicador	S2219		
Capacidad del anillo	4.5 kN (1000 lb ó 460 kg)	N° de serie del anillo	1155-17-14105		
Producto N°	1155B0300	Factor del Anillo de Corte (N)	0.00002225x ² +3.960108905x + 1.144115000		

Referencias:

ASTM D 3080: Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions
ASTM D 422: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM D 4318: Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
ASTM D 2487: Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
ASTM D 2216: Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
ASTM D 3282: Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
ASTM D 1140: Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4
- Muestra Original: Grava pobremente gradada con limo y arena.



Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781



Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayoralazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS **PROYECTO** : "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabildades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"

DIRECCIÓN : Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima

REFERENCIA : EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO **UBICACIÓN** : Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 5 de octubre del 2022 **FECHA INICIO** : Lima, 5 de octubre del 2022

CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-4

PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.

DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL

N° DE SERIE : 1885PL0044-32552

ESFUERZO NORMAL				49.0 kPa			98.1 kPa			196.1 kPa		
Etapas				Inicial		Final	Inicial		Final	Inicial		Final
Altura	(cm)			2.02		1.87	2.02		1.80	2.02		1.73
Volumen	(cm³)			63.43		58.67	63.43		56.63	63.43		54.22
Humedad	(%)			5.4		24.5	5.4		23.2	5.4		22.5
Densidad Seca	(g/cm³)			1.739		1.880	1.739		1.948	1.739		2.034
Esfuerzo Corte	(kPa)			38.8			70.9			134.7		
Desplaz. Horizontal (mm)	ESFUERZO NORMAL 49.0 kPa				ESFUERZO NORMAL 98.1 kPa				ESFUERZO NORMAL 196.1 kPa			
	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)	Desplaz. Vertical (mm)	Lectura Dial Fuerza	Fuerza (N)	Esfuerzo Corte (kPa)
0.00	1.151	0.0	0.0	0.0	1.654	0.0	0.0	0.0	2.174	0.0	0.0	0.0
0.25	1.250	16.2	65.3	20.8	1.775	30.3	121.1	38.6	2.301	52.0	207.0	65.9
0.50	1.328	22.9	91.7	29.2	1.883	41.9	167.2	53.2	2.438	70.7	281.2	89.6
0.75	1.389	25.7	103.1	32.8	1.935	46.6	185.6	59.1	2.502	77.5	308.2	98.2
1.00	1.427	27.6	110.6	35.2	2.002	49.7	197.9	63.0	2.576	83.5	331.8	105.7
1.25	1.445	28.6	114.4	36.4	2.027	51.2	204.1	65.0	2.609	88.6	352.1	112.1
1.50	1.458	29.5	118.2	37.6	2.064	54.3	216.4	68.9	2.670	92.0	365.6	116.4
1.75	1.494	30.5	121.9	38.8	2.111	55.9	222.5	70.9	2.728	94.6	375.7	119.6
2.00	1.506	30.5	121.9	38.8	2.154	55.9	222.5	70.9	2.799	98.8	392.6	125.0
2.25	1.516	29.5	118.2	37.6	2.164	55.1	219.4	69.9	2.840	103.1	409.4	130.4

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasando la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente gradada con limo y arena.

Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
Personal
- Téc.: E.E.A. INGENIERO CIVIL
- Rev.: P.C.C. Reg. CIP N° 59781





Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ale
Lima, Perú
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476
E-mail: informas@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS	PROYECTO	: "Evaluación Geotécnica de taludes para definir sus estabilidades en la carretera de la playa Chorrillos del distrito de Chancay"
DIRECCIÓN	: Av. Central Mz-11 Lot 3, San Juan de Lurigancho-Lima		
REFERENCIA	: EXPEDIENTE N° 166-2022-JBO	UBICACIÓN	: Calle 28 de Julio, ruta hacia la playa Chorrillos, jurisdicción del distrito de Chancay, provincia de Huerfano, departamento de Lima.
FECHA RECEPCIÓN	: Lima, 5 de octubre del 2022	FECHA INICIO	: Lima, 5 de octubre del 2022

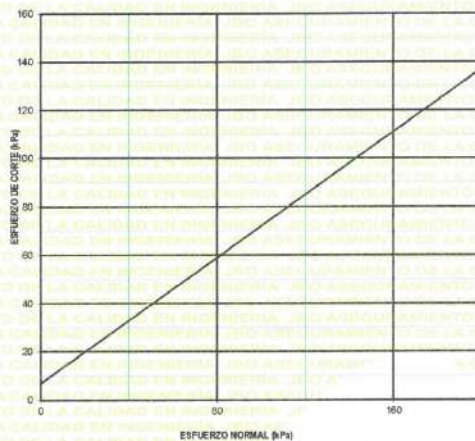
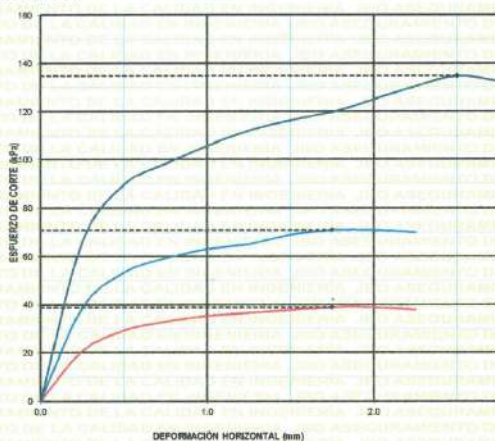
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO) MTC E 123 - 2016

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : E-4
PRESENTACIÓN : 01 Saco de polipropileno.
DESCRIPCIÓN : Arena limosa

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

MARCA : ELE INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 1085PL0044-32552



RESULTADOS DE ENSAYO

COHESIÓN (kg/cm ²)	0.07	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	33.1
--------------------------------	------	------------------------	------

Referencias:

ASTM D 3080 : Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el solicitante.
- De acuerdo a la norma MTC E 123, el presente ensayo fue realizado a la muestra pasante la malla N° 4.
- Muestra Original: Grava pobremente graduada con limo y arena.



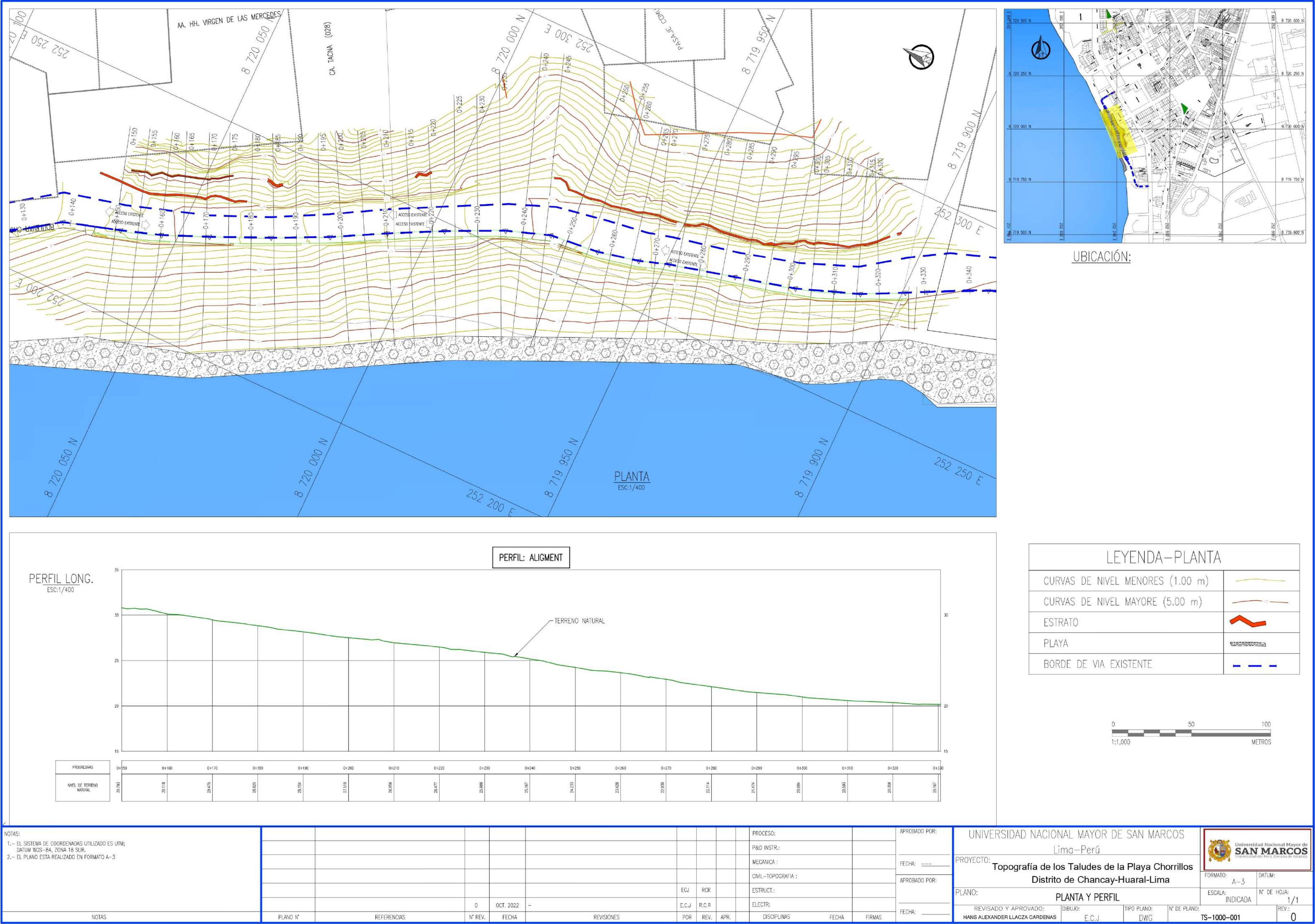
Fecha de Emisión : Lima, 17 de octubre del 2022

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 59781

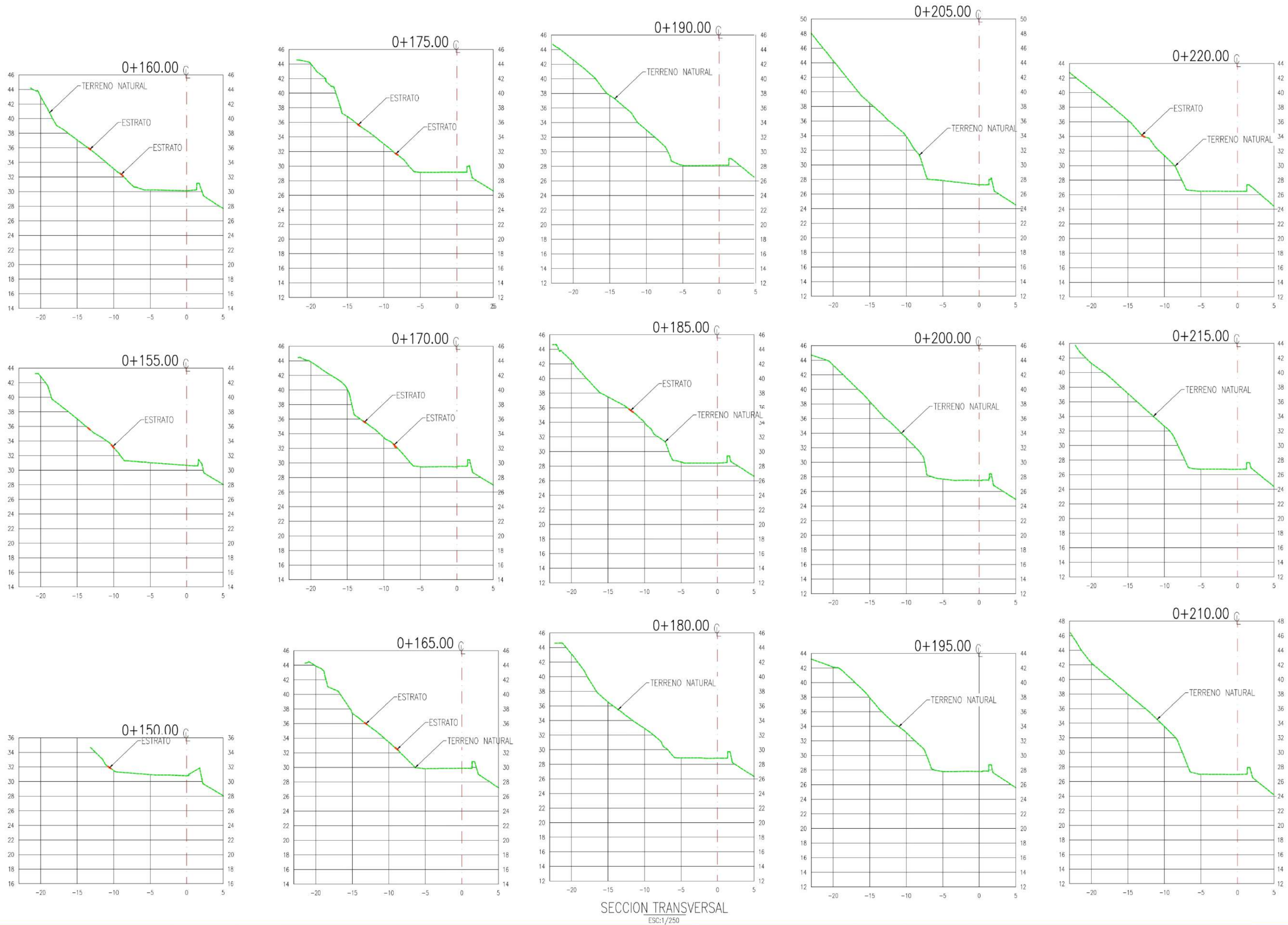
Personal:
- Téc.: E.E.A.
- Rev.: P.C.C.

Anexo 34. Plano de planta los taludes estudiados, Playa Chorrillos - Chancay



Fuente: El Autor, 2022

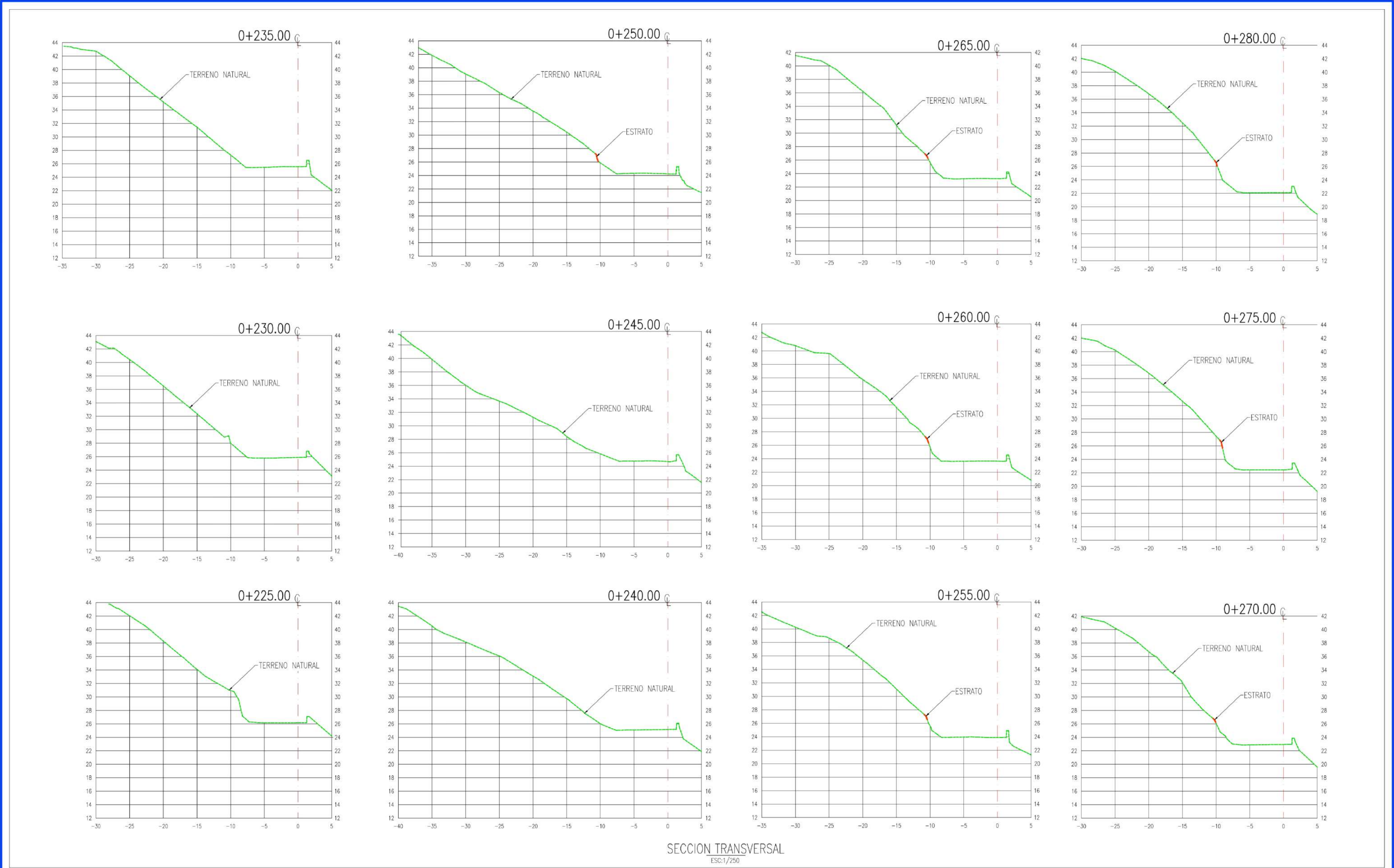
Anexo 35. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+150 al km 0+220



NOTAS: 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM WGS-84, ZONA 18 SUR. 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-3										PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:										APROBADO POR: FECHA: --- APROBADO POR: FECHA: ---										UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Lima-Perú PROYECTO: Topografía de los Taludes de la Playa Chorrillos Distrito de Chancay-Huara-Lima PLANO: SECCION TRANSVERSAL REVISADO Y APROBADO: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS DIBUJO: E.C.J TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: TS-1000-002 REV.: 0  Universidad Nacional Mayor de SAN MARCOS Universidad del Perú, fundada en 1550 FORMATO: A-3 DATUM: ESCALA: INDICADA N° DE HOJA: 1/4																																																																																									
NOTAS										PLANO N°										REFERENCIAS										N° REV.										FECHA										REVISIONES										POR										REV.										APR.										DISCIPLINAS										FECHA										FIRMAS									

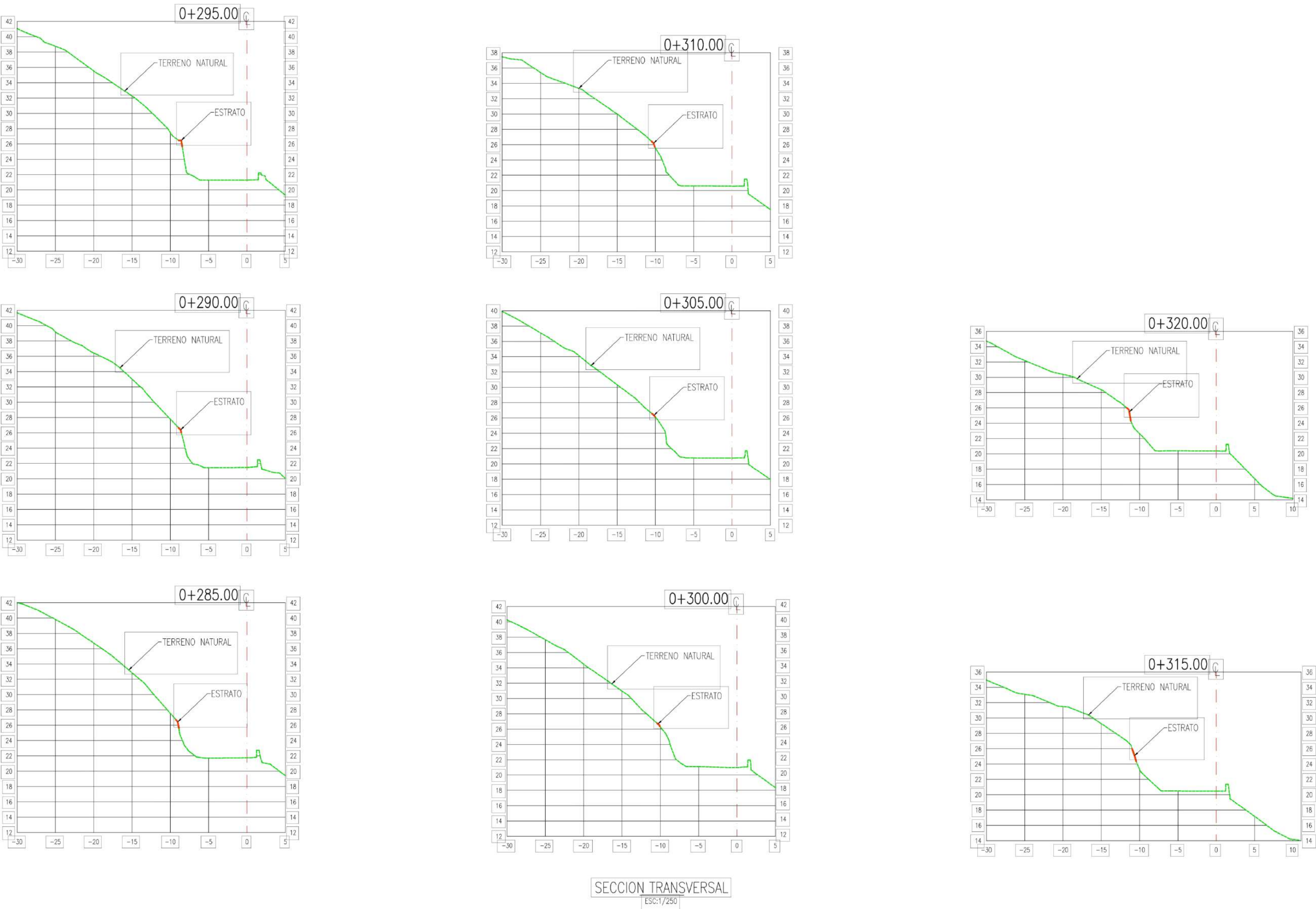
Fuente: El Autor, 2022

Anexo 36. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+225 al km 0+280



NOTAS: 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM WGS-84, ZONA 18 SUR. 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-3												PROCESO:		APROBADO POR:	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Lima-Perú PROYECTO: Topografía de los Taludes de la Playa Chorrillos Distrito de Chancay-Huaral-Lima PLANO: SECCION TRANSVERSAL REVISADO Y APROBADO: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS DIBUJO: E.C.J TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: TS-1000-003 REV.: 0  Universidad Nacional Mayor de San Marcos FORMATO: A-3 DATUM: ESCALA: INDICADA N° DE HOJA: 2/4
												P&D INSTR.:			
												MECANICA :		FECHA: ---	
												CIVIL-TOPOGRAFIA :		APROBADO POR:	
									-	-		ESTRUCT.:			
				0	OCT. 2022	-			E.C.J	H.L.L.C		ELECTR:		FECHA: ---	
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	POR	REV.	APR.		DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS	FECHA: ---		

Anexo 37. Plano de secciones transversales de la progresiva km 0+285 al km 0+320



NOTAS: 1.- EL SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO ES UTM; DATUM WGS-84, ZONA 18 SUR. 2.- EL PLANO ESTA REALIZADO EN FORMATO A-3										PROCESO: P&D INSTR.: MECANICA : CIVIL-TOPOGRAFIA : ESTRUCT.: ELECTR:		APROBADO POR: FECHA: APROBADO POR: FECHA:		UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Lima-Perú PROYECTO: Topografía de los Taludes de la Playa Chorrillos Distrito de Chancay-Huaral-Lima PLANO: SECCION TRANSVERSAL REVISADO Y APROVADO: HANS ALEXANDER LLACZA CARDENAS DIBUJO: E.C.J. TIPO PLANO: DWG N° DE PLANO: TS-1000-004		 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS FORMATO: A-3 DATUM: ESCALA: INDICADA N° DE HOJA: 3/4 REV.: 0	
NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	E.C.J	H.L.L.C	POR	REV.	APR.	DISCIPLINAS	FECHA	FIRMAS				