

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Implementación de gaviones para optimizar la
estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5,
del puente Fortaleza en el distrito de Madrigal,
provincia de Caylloma, Arequipa 2021**

Walter Tito Quispe Chancolla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Informe final de tesis - Quispe Chancolla

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

18%

★ repositorio.ucv.edu.pe

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 15 words

Exclude bibliography On

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme una familia muy querida, por darme salud y guíame para alcanzar mis metas.

A la Universidad Continental, que fue mi casa de estudios, por haberme brindado los conocimientos necesarios para alcanzar la meta profesional trazada.

A mi asesor el Dr. Juan Rosas Bullón por haberme guiado en el desarrollo de mi tesis

Al Ing. Gerardo Pari Quispe, por haberme apoyado en el proceso de realización mi proyecto de tesis.

DEDICATORIA

A mi querida madre Antonia Chancolla Flores, a mis tíos Richard, Efraín, Nelson, por el apoyo incondicional brindado. Por darme la fuerza que necesitaba para poder desarrollar mis estudios universitarios, a mi esposa Tatiana y a mi querido hijo Sebastián, por ser el motor y motivo de todo logro realizado.

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.2. Formulación del Problema	1
Problema general	1
Problemas específicos	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación e importancia.....	2
1.4. Limitaciones de la siguiente investigación	3
1.4.1. Limitación temporal o de tiempo	3
1.4.2. Limitación espacial o territorial	3
1.4.3. Limitación de recursos.....	3
1.5. Hipótesis y descripción de las variables	3
1.5.1. Hipótesis General	3
1.5.2. Hipótesis Específicos.....	3
1.5.3. Variables	4
1.6. Operacionalización de variables.....	5
CAPITULO II MARCO TEORICO	8
2.1. Antecedentes del Problema	8
2.1.1. A Nivel Internacional.....	8
2.1.2. A Nivel nacional.....	10
2.2. Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Estabilidad de taludes.....	13
Levantamiento Topográfico	13

Mecánica de suelos	14
Geotecnia.....	14
Análisis Granulométrico por mallas	14
Clasificación de Suelos	14
Límites de Atterberg	15
Ensayo de Corte Directo.....	15
Cohesión.....	17
Peso específico de suelos.....	17
Talud	17
Estabilidad de taludes.....	18
Resistencia cortante del Suelo	18
Falla	19
Deslizamientos.....	19
Falla por Deslizamiento Superficial.....	19
Falla por Deslizamiento Rotacional.	19
Falla Local.	19
Falla por Traslación.....	20
2.2.2. Gaviones.....	20
Método de Bishop.	20
Método de Spencer.....	20
Método de Jambu.	21
Transitabilidad y Seguridad.....	21
Software geo5 – Estabilidad de Taludes.	21
Características del software geotécnico:	22
Manual de gaviones	22
Gavión tipo caja	22
Colchones de gaviones	23
Alambres galvanizados	24
Protección contra la corrosión	25
Las mallas.....	26
Estudio y análisis de las estructuras.....	26
2.3. Definición de Términos Básicos	27
Clasificación de los Movimientos.....	27
Factores que influyen en la Inestabilidad.....	28

Factor de Seguridad	29
Métodos para Determinar la Estabilidad de Taludes	30
Métodos de Equilibrio Límite.....	31
Estructuras de Contención	32
Muro de Contención Reforzados con Geosintéticos.....	32
CAPITULO III METODOLOGIA	35
3.1. Métodos y alcance de la investigación	35
3.1.1. Método	35
3.1.2. Tipo de investigación:.....	35
3.1.3. Nivel de investigación:	35
3.2. Diseño de investigación	36
3.3. Población y muestra.....	36
3.3.1. Población.....	36
3.3.2. Muestra	36
3.3.3. Marco Muestral	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.4.1. Técnicas	37
3.4.2. Instrumentos	37
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
4.1. 4Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	38
4.1.1. Diseñar estructuralmente los muros de gavión	38
Estudio topográfico	38
4.2. Técnicas de exploración de Campo para ITS y EMS	42
4.2.1. Técnicas de Exploración de Campo:	42
4.2.2. Ensayo de Corte Directo:	44
4.3. Hidrología Máxima con información existente.....	52
4.3.1. Información Hidrológica.....	52
4.3.2. Registro de precipitaciones	52
4.3.3. Diseño de Gaviones Utilizando el GEO 5	60
4.4. Determinar los Factores de Seguridad	62
4.5. Prueba de Hipótesis	65
4.5.1. Diseño Estructural de Gaviones	66
4.5.2. Los Factores de Seguridad	68
4.6. Discusiones de Resultados	69

4.6.1. Diseñar Estructuralmente los Muros de Gavión para el Mejoramiento de la Estabilidad de Taludes.	69
4.6.2. Determinar los factores de seguridad que cumplan con los parámetros de estabilidad de los gaviones.	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
ANEXOS	75
Anexo 1: Matriz De Consistencia	76
Anexo 2: Plano de Ubicación	78
Anexo 3: Plano topográfico	80
Anexo 4: Plano del perfil longitudinal A-A y B-B	82
Anexo 5: panel fotográfico	85
Anexo 6: Estudio de Mecánica de Suelos	91
Anexo 7: Reporte del GEO5 Perfil A-A	136
Anexo 7: Reporte del GEO5 Perfil B-B	162

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ensayo de Corte Directo	16
Tabla 2 Alambres Galvanizados	24
Tabla 3 Alambres Galvanizados	25
Tabla 4 Revestimientos en Zinc para diversos diámetros de alambre	25
Tabla 5 Medidas en centímetros de la malla	27
Tabla 6 Descripción de movimientos del suelo	28
Tabla 7 Agentes condicionantes y desencadenantes	28
Tabla 8 Ecuaciones estáticas.....	31
Tabla 9 Superficie de falla poligonal	32
Tabla 10 BM´s del levantamiento topográfico	39
Tabla 11 Clasificación de suelo, contenido de humedad, Gravedad específica y densidad máxima y mínima	43
Tabla 12 Ensayo límite de consistencia del suelo	44
Tabla 13 Resultados del ensayo de Corte Directo.	45
Tabla 14 Perfil estratigráfico de la calicata 1.	46
Tabla 15 Perfil estratigráfico de la calicata 2.	48
Tabla 16 Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares.	48
Tabla 17 Diámetro de los alambres para gaviones tipo colchón	49
Tabla 18 Cargas de ruptura de las mallas hexagonales de doble torsión (kg/m)	51
Tabla 19 Diámetro de los alambres para gaviones tipo caja	51
Tabla 20 Registro de precipitaciones Máximas de 24 horas – Estación las Salinas	52
Tabla 21 Registro de precipitaciones Máximas de 24 horas – Estación salamanca	54
Tabla 22 Precipitación máxima de 24 horas- estación madrigal	56
Tabla 23 Análisis de la Velocidad Máxima del Cauce	59
Tabla 24 Parámetros para Diseño	59
Tabla 25 Factores de seguridad en condición estática	62
Tabla 26 Factores de Seguridad en condición Sísmica	62
Tabla 27 Factores pseudoestática.....	63
Tabla 28 Factor de seguridad de los gaviones en condición pseudoestática	64
Tabla 29 Altura del gavión en función al caudal.	66
Tabla 30 Capacidad portante del suelo en función al % Humedad.....	67
Tabla 31 Factor de seguridad en función de la capacidad portante.	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados de consistencia	15
Figura 2. Aparato de Corte Directo.....	16
Figura 3. Ángulo de fricción $\phi\mu$	17
Figura 4. Denominación de ladera y talud.	18
Figura 5. Componentes del deslizamiento	20
Figura 6. Gavión Tipo caja.....	23
Figura 7. Gavión tipo colchón Fuente: (Maccaferri 1995).....	23
Figura 8. Mallas utilizadas en gaviones	26
Figura 9. Dimensiones de malla hexagonal.....	26
Figura 10. Esquema estabilidad de talud.....	29
Figura 11. Coeficientes de seguridad	30
Figura 12. Métodos en el cálculo de estabilidad de taludes	31
Figura 13. Estructura de contención de suelo reforzado con geomalla.....	33
Figura 14. Funciones del geotextil.....	34
Figura 15. Levantamiento Planimétrico en el tramo del Puente Fortaleza	38
Figura 16. Planimetría del puente fortaleza.....	39
Figura 17. Sección A-A (calicata 1) Perfil Longitudinal 0+00 – 0+25.00.....	40
Figura 18. Sección B-B (calicata 2) Perfil Longitudinal 0+00 – 025+60.00	40
Figura 19. Excavación de la calicata 01– Prof.=2.10 m en el tramo 0+00 – 0+25.00.....	41
Figura 20. Excavación de la calicata 02– Prof.=1.80 m en el tramo 0+00 – 025+60.....	41
Figura 21. Extracción de 6 kg de muestra inalterada	42
Figura 22. Resultado del análisis granulométrico con tamices.	42
Figura 23. Ensayo de corte directo	45
Figura 24. Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares para el diseño en el GEO5	49
Figura 25. Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares	50
Figura 26. Recubrimiento del alambre de la malla de gaviones4.	51
Figura 27. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion de Salinas.....	53
Figura 28. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion de Salamanca	56
Figura 29. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion Madrigal	58
Figura 30. Sección de la Velocidad Máxima del Cauce.	59
Figura 31. Perfil Longitudinal sección A-A en el GEO5 con escalones externos.....	60
Figura 32. Asignación del tipo de suelo	60

Figura 33. Perfil Longitudinal sección B-B en el GEO5 con escalones externos	61
Figura 34. Asignación del tipo de suelo	61
Figura 35. Asignación del caudal Máximo	62
Figura 36. Condición pseudoestática del talud reforzado con Gaviones de la sección A-A..	63
Figura 37. Condición pseudoestática de los Gaviones de la sección B-B.....	64
Figura 38. Verificación del factor de seguridad de la sección A-A.....	64
Figura 39. Verificación del factor de seguridad de la sección B-B	65
Figura 40. Correlación de Pearson para determinar la altura del Gavión en función al caudal máximo	66
Figura 41. Correlación de Pearson para determinar capacidad portante del suelo en función al % Humedad.	67
Figura 42. Correlación de Pearson para determinar el factor de seguridad en función de la capacidad portante.....	68

RESUMEN

Ante la problemática por los deslizamientos de las zonas con pendiente como consecuencia, los taludes se hacen inestables, generando un peligro latente para la superestructura (Puente Fortaleza). Razón por el cual, el objetivo de la investigación se determinó cómo utilizar gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.

El nivel de la presente investigación es Explicativa, dado que su único objeto es exponer la causa y efecto de la conducta de la variable dependiente (estabilidad de taludes) en función de la variable independiente (gaviones). Para esta investigación, el universo poblacional este compuesto por 120.00 m que corresponde al total de la zona vulnerable ubicado en el puente fortaleza, distrito de madrigal, provincia de Caylloma, región de Arequipa. Se toma como muestra 65.00 m. en la zona vulnerable que necesita de mejoramiento de estabilidad de talud mediante la implementación de gaviones, en el instrumento de recolección de datos que se utilizó fueron las fichas técnicas utilizadas para generar los datos, que luego se introducen en el software GEO5 para determinar el factor de seguridad. Además, se utilizaron herramientas informáticas como hojas de cálculo de Excel para probar la solución.

Según los resultados de la investigación, se obtuvo la comprobación del método Bishop obteniendo un coeficiente de 1.56 y en el método de Janbú Generalizado un coeficiente de 1.55, siendo estos resultados mayores a 1.50 por lo que en los perfiles analizados si cumplen lo solicitado por el software, calificando así el muro de gavión diseñado como estable. Se llegó a la conclusión que el diseño de muro de gaviones, optimiza la estabilidad de taludes del puente fortaleza, dado que presentan mayor, rigidez ante los deslizamientos que estas actúan como fuerzas externas, de igual manera son flexibles ante los movimientos sísmicos, evitando que estas se fisuren, tienen una facilidad constructiva, por ende, es una solución para la estabilidad de taludes más usadas en el Perú.

Palabras Clave: Deslizamientos, Estabilidad de taludes y factor de seguridad.

ABSTRACT

Faced with the problem of landslides in sloping areas, as a consequence, the slopes become unstable, generating a latent danger for the superstructure (Fortaleza Bridge). Reason for which, the objective of the investigation was determined how to use gabions to optimize the stability of slopes, of the Fortaleza Bridge in the District of Madrigal, Province of Caylloma, Arequipa 2021.

The level of the present investigation is Explanatory, given that its sole purpose is to expose the cause and effect of the behavior of the dependent variable (slope stability) based on the independent variable (gabions). For this research, the population universe is made up of 120.00 m, which corresponds to the total vulnerable area located in Puente Fortaleza, Madrigal district, Caylloma province, Arequipa region. 65.00 m is taken as a sample. In the vulnerable area that needs to improve slope stability through the implementation of gabions, the data collection instrument used was the technical sheets used to generate the data, which are then entered into the GEO5 software to determine the factor of security. In addition, computer tools such as Excel spreadsheets were used to test the solution.

According to the results of the investigation, the verification of the Bishop method was obtained, obtaining a coefficient of 1.56 and in the Generalized Janbú method a coefficient of 1.55, these results being greater than 1.50, so that in the profiles analyzed they do comply with what was requested by the software, thus qualifying the designed gabion wall as stable. It was concluded that the gabion wall design optimizes the slope stability of the fortress bridge, since they present greater rigidity against landslides that act as external forces, in the same way they are flexible before seismic movements, preventing them from these are cracked, they are easy to construct, therefore, it is a solution for the stability of slopes most used in Peru.

Keywords: Landslides, slope stability and safety factor.

INTRODUCCION

En la siguiente investigación se evaluaron las condiciones del talud para determinar su factor de seguridad y se propusieron técnicas de estabilización en el caso de estructuras inestables, se ha planteado técnicas de solución aceptadas, el problema de estudio se realizó en el sector Chimpa. El objetivo del estudio es determinar cómo la implementación de un gavión puede optimizar la estabilidad de taludes del Puente Fortaleza 2021 en el distrito de Madrigal de la provincia de Caylloma en Arequipa 2021. Para el avance de la investigación se realizó visita a campo para el reconocimiento de los tramos más críticos del talud del Puente Fortaleza, también se realizó el levantamiento topográfico del cual se obtuvo 2 secciones críticas a estudiar, siendo la distancia del talud 60 m lineales con una altura de 3.00 m, de igual manera se realizaron 2 calicatas a cielo abierto a profundidades de 1.80 m - 2.10 m, a partir de la cota de terreno natural, durante la exploración pudo verificarse que la estratigrafía del subsuelo en las calicatas presentan una capa disturbada de materiales ya sea orgánicos o desechos (raíces), hasta las profundidades excavadas casi las calicatas mencionadas presentan el mismo estrato, de igual manera, se realizó un perfil histórico del caudal del río Madrigal, dando como resultado estimaciones de caudal para un periodo de 100 años atrás, información con la que se propuso realizar el diseño, y análisis de estructura de gaviones, el análisis y diseño estructural se realizó en el software GEO5.

La investigación cuenta con cuatro capítulos.

1. En el capítulo I se presentó el planteamiento del estudio, donde se describe el planteamiento y formulación del problema, objetivos, justificación e hipótesis de la investigación y la descripción de las variables.
2. En el capítulo II de marco teórico, se presentaron los antecedentes del problema, bases teóricas de la investigación y definición de términos básicos.
3. El capítulo III de metodología, contiene el método, alcance, tipo, diseño, población y

muestra de la investigación; también se presentó el procedimiento de la investigación donde se muestra el procedimiento detallado de la obtención de los resultados.

4. El capítulo IV de resultados y discusión, contiene los resultados obtenidos del procedimiento detallado, la prueba de hipótesis en la que se utilizó la correlación de Pearson para verificar la relación entre las variables de la investigación, y la discusión de resultados, finalmente se tiene. conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Muchas obras de ingeniería civil requieren la ejecución de pendientes temporales y permanentes, por ejemplo, en excavaciones para edificios, abiertas cortes para carreteras, reservorios de suelo, terraplenes, puentes. Por lo tanto, es interesante evaluar la estabilidad del talud en busca de posibles fallas por deslizamiento. El método de diseño determinista comúnmente utilizado en geotecnia. la ingeniería se caracteriza por la alta incertidumbre de las variables considerado. Las propiedades del suelo varían de un lugar a otro y también pueden cambiar con el tiempo por factores naturales, tales como la lluvia; como consecuencia, los taludes se hacen inestables, generando un peligro latente para la infraestructura aledaña de igual manera la integridad física del ser humano.(FERNÁNDEZ, VILLALOBOS y KING, 2018) (1 pág. 5)

De acuerdo a lo mencionado el presente estudio se realiza en el puente fortaleza, ubicado en el distrito de madrigal, departamento de Arequipa, el cual se encuentra en contacto directo con el flujo natural del Río; que actualmente presenta socavación, como consecuencia de avenidas máximas. Indudablemente, esto indica una situación de alto riesgo, es por ello que se realizará el estudio de estabilización de taludes, que nos permitirá dar una solución técnica.

1.1.2. Formulación del Problema

Problema general

¿De qué forma la Implementación de gaviones optimiza la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021?

Problemas específicos

- ¿De qué manera el diseño estructural de gaviones mejora la estabilidad taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal,

Provincia de Caylloma, Arequipa 2021?

- ¿Cuáles son los factores de seguridad que cumplen con los parámetros de estabilidad, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021?

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar como la Implementación de gaviones optimiza la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diseñar estructuralmente los muros de gavión para el mejoramiento de la estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.
- Determinar los muros de gaviones de acuerdo a los factores de seguridad que cumplan con los parámetros de estabilidad de los gaviones, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.

1.3. Justificación e importancia

La presente investigación “Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021” se justifica teóricamente ya que esta investigación busca contribuir a la generación de material de estudio mediante la recopilación de datos y nuevas tecnologías relacionadas al tema en el ámbito de la ingeniería.

Posee justificación práctica, ya que ayudará a gestionar las estructuras sísmicas mediante la introducción de gaviones como una alternativa viable para hacer frente a taludes inestables y ayudará a mejorar su uso.

Además, se justifica metodológicamente porque se refleja la secuencia y aplicación de los métodos o técnicas utilizadas en mi proyecto de investigación, permitiéndome seleccionar el material teórico y los instrumentos y las herramientas adecuadas para justificar la solución al problema.

1.4. Limitaciones de la siguiente investigación

1.4.1. Limitación temporal o de tiempo

En este proyecto de investigación, se ha demorado 4 meses en la recopilación de datos y redacción final. Los datos de máximas avenidas se obtuvieron del SENAMI, para procesar, en el software GEO5.

1.4.2. Limitación espacial o territorial

En el presente proyecto de investigación, se ha delimitado en el sector chimpa, exactamente en el Puente Fortaleza, del Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma y Departamento de Arequipa.

1.4.3. Limitación de recursos.

En el presente proyecto de investigación, para todo el proceso de investigación del proyecto se ha utilizado recursos propios.

1.5. Hipótesis y descripción de las variables

1.5.1. Hipótesis general

- La Implementación de gaviones optimiza la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- El diseño estructural de gaviones mejora significativamente la estabilidad taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.
- Los factores de seguridad cumplen con los parámetros de estabilidad de taludes,

aplicando el software GEO 5, la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021.

1.5.3. Variables

Variable independiente:

Gaviones.

Esta variable es independiente ya que es una de varias opciones que se pueden utilizar para resolver el problema de estabilidad de taludes, pero se considera la solución idónea dado a las bondades de diferente índole que ofrecen las estructuras de gaviones.

Variable dependiente:

Estabilidad de Taludes

En este estudio, esta variable depende del desempeño de los gaviones, ya que son la solución ideal al problema de deslizamientos y pueden prevenir daños materiales e incluso humanos en caso de un desastre por deslizamiento.

1.6. Operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
INDEPENDIENTE	Gaviones	<p>La palabra gavión proviene del idioma italiano (gabbioni) cuya traducción al español significa jaula. (YEPES PIQUERAS, 2016) “Procedimiento de construcción de cimentación y estructuras de contención”. (2) Los gaviones están conformados por unidades de forma prismática y sección cuadrada, rectangular, o cilíndrica, confeccionados con mallas de alambres, distribuidos en secciones por medio de diafragmas o láminas interiores del mismo tipo de mallas y llenados con piedras o bloques de rocas. (Corporación de Desarrollo Tecnológico.”</p>	<p>Los gaviones mejorarán la estabilidad de taludes cuya verificación se realizará mediante la medición de sus dimensiones a través de sus respectivos indicadores utilizando instrumentos como son los ensayos de laboratorio, ficha técnica y análisis estructural.</p>	<p>Composición del gavión</p> <p>Diseño estructural de los muros de gaviones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alambres • Malla • Unidad de gaviones 	<ul style="list-style-type: none"> •Hoja de Cálculo /GEO5

		Estructuras de contención en gaviones” (2)				
--	--	--	--	--	--	--

DEPENDIENTE	Estabilidad de Taludes	<p>Se establece como el corte en todo el largo del espacio de rotura más notable a la renuencia del suelo por corte (DAS y GONZALES, 2015) (3 págs. 1-2)</p> <p>Este procedimiento, denominado análisis de estabilidad del talud, involucra determinar y comparar el corte que se desarrolla a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia del suelo al corte. (DAS y GONZALES, 2015)“Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. (3)</p>	<p>La Estabilidad de taludes será Comprobada mediante la medición de sus dimensiones a través de sus respectivos indicadores utilizando instrumentos como son los ensayos de laboratorio y ficha técnica.</p>	<p>Mecánica de suelos del talud.</p> <p>Factores de seguridad del deslizamiento y al volteo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Angulo de fricción • Cohesión • Peso específico • Granulometría • Resistencia del suelo al corte 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de Laboratorio
--------------------	------------------------	---	---	---	--	--

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del Problema

2.1.1. A Nivel Internacional.

(BARRERO SANCHEZ, CARDONA CORTES y SOTO MARROQUIN, 2018); en la tesis titulada “análisis de estabilidad del talud ubicado en el sector “predio la cascada” (zona veredal del municipio de ibagué – corregimiento cay vereda la cascada)”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cooperativa de Colombia, con su objetivo general de realizar el análisis de estabilidad del talud ubicado en el sector “predio La Cascada”, el cual pertenece a la zona veredal del municipio de Ibagué-Tolima (Colombia), específicamente en La vereda La Cascada, perteneciente al corregimiento Cay - Microcuenca de la quebrada Cay). Para lograr el objetivo, el investigador realizó una visita de campo por la cual se evidenció que en caso de un deslizamiento o falla del talud la escuela veredal de la zona estaría en alto riesgo. Se obtuvo como resultado lograr establecer que el suelo corresponde a una arena pobremente graduada (SP) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).. Llegando a la conclusión que se determinó el factor de seguridad para la estabilidad del talud, mediante el software GEO5 usando los métodos de Janbú y Bishop, dicho software estableció que el factor de seguridad fue mayor a 1 en cada una de las superficies de falla; no obstante, el criterio para la aceptabilidad de la estabilidad de taludes según el software GEO es que su factor de seguridad sea mayor 1.5, por lo que algunas superficies de falla no cumplen este criterio haciendo que el software califique el talud como inestable. Adicionalmente, la escuela se encuentra en riesgo y se vería afectada en caso de que el talud falle y más aún si se encuentra habitada en el momento del siniestro, por lo que se deben establecer medidas preventivas para esta ocurrencia.

(MESÍAS BASURTO, 2018), en su tesis titulada “estabilización de taludes aplicando el programa geotécnico geo & soft y aplicación práctica en talud de la vía

pifo”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Pontificie Universidad Católica del Ecuador, tuvo como objetivo Realizar los estudios para la estabilización de talud del Km 24 de la vía E35 Colibrí-Pifo utilizando el programa geotécnico GEO & SOFT. Para el desarrollo del objetivo el investigador utilizo la metodología de un estudio descriptivo sobre el talud a estabilizar, así como de la metodología a utilizarse para la realización de este propósito, adquiriendo la información de la topografía y de los ensayos obtenidos en campo, así como de la modelación del mismo en el programa GEO & SOFT, y de necesitarse en otros programas, que serán utilizado para el diseño. Se compararán los resultados con la utilización de métodos manuales para validar la información arrojada por el programa. Llegando a la conclusión

Se realizó una perforación de 12 metros mediante SPT, de la cual se obtuvieron muestras cada metro para la caracterización del terreno más dos calicatas para obtener muestras inalteradas, datos que pueden observarse en la Tabla 4 correspondiente a la clasificación manual-visual y las Figuras 14 y 15 correspondientes a los resultados de los ensayos de corte directo (Estrato inferior) y triaxial (Estrato superior), obteniéndose el ángulo de fricción, cohesión y tipo de suelo, siendo estos los datos mínimos para la modelación del talud.

(ERRÁZURIZ RIVAS, 2013), en la tesis titulada “aplicación de los gaviones en la protección y estabilización de taludes y su utilización en el proyecto conservación borde costero de corral, región de los ríos”, para optar el Título Profesional de Ingeniero constructor en la Universidad Austral de Chile, tuvo como objetivo principal describir la aplicación de los gaviones en la protección y estabilización de taludes y su utilización en el proyecto Conservación Borde Costero de Corral, Región de los Ríos. Para el desarrollo del objetivo, el investigador empleó la metodología descriptiva para describir la ejecución de gaviones como protección y estabilización de taludes. Se obtuvo como resultado, que los gaviones en el proyecto de conservación borde costero de corral, fue la mejor opción tal como se presentó, se

recomendaría emplear gavión tipo colchoneta, por la fácil aplicación en terreno. Llegando a la conclusión que, con la aplicación de los gaviones como protección y estabilización de los taludes, es más recomendable el revestimiento para sacar el máximo de provecho al talud de manera confiable y viable (4).

(PIÑAR VENEGAS, 2008), en la tesis titulada “Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³” para la obtención del grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Construcción en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Planteo como objetivo principal estabilizar taludes inestables próximos al proyecto de la urbanización La Estefanía, ubicada en El Carmen de Guadalupe. En el desarrollo de la investigación empleo la metodología empleada comenzó con un estudio bibliográfico relacionado a las estructuras de gaviones y simultáneamente se participó activamente en la construcción de dos muros de esta naturaleza en la Empresa Gaviones Bekaertp, para dotar de experiencia en la ejecución de futuras obras de construcción de muros de gaviones. Se obtuvo como resultados que los factores de seguridad contra el volcamiento están entre 3.58 y 8.45 y que la utilidad estimada del proyecto es en un 50%. Llego a la conclusión de que fue que es importante contar previamente con un estudio de suelos, las mallas constituyen el 75 % del valor general del proyecto, la facilidad constructiva y economía son peculiaridades de los muros de gaviones, es fundamental la aplicación de geo textil para asegurar la filtración y finalmente que los asentamientos en exceso no afectaran la puesta en servicio de las estructuras de gaviones del proyecto La Estefanía (5).

2.1.2. A Nivel nacional.

(YAÑEZ PECHE, 2021), en la tesis titulada análisis comparativo del proceso constructivo del sistema erdox y sistemas tradicionales para estabilización de taludes - carretera iirsa sur tramo 2 – Lima 2021, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Ignacio de Loyola, con el objetivo general Analizar el proceso constructivo del sistema ERDOX en la estabilización de taludes en la carretera IIRSA Sur – Tramo 2,

comparado con otros sistemas tradicionales, llegando a la conclusión El sistema Erdox es muy práctico para la estabilización de taludes, ofrece muchos beneficios como: optimización de costos, optimización de tiempo de ejecución del proyecto, bajo impacto ambiental, porque se puede revegetar en la parte superior del Erdox, bajo impacto social, porque en la gran mayoría de casos donde se ha instalado el sistema Erdox, el tránsito solo fue perjudicado parcialmente, es decir mitad de carril. El procedimiento constructivo y colocación de un sistema Erdox no es complicado, se arma de forma sencilla y al momento de colocarlo en el terreno es rápido además se rellena con material in-situ, lo cual lo hace muy práctico.

(CORREA CHAPA, 2018), en la tesis titulada Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima 2018, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo principal determinar como la implementación de gaviones mejora la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018. En el desarrollo de la investigación empleo la metodología aplicada porque hizo uso de métodos ya conocidos que no pueden ser modificadas y muy por el contrario son de fiel cumplimiento en la solución del problema planteado. Obtuvo como resultado, los gaviones en el proyecto conservación borde costero de corral, fue la mejor opción tal como se presentó, se recomendaría emplear gavión tipo colchoneta, por la fácil aplicación en terreno. Llego a la conclusión que, con la aplicación de los gaviones como protección y estabilización de los taludes, es más recomendable el revestimiento para sacar el máximo de provecho al talud de manera confiable y viable (6).

(LUJÁN LÓPEZ, 2017), en la tesis titulada “Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo principal determinar como el uso de gaviones mejora la resistencia a la erosión del río

Huaycoloro, zona Huachipa distrito de Lurigancho - Chosica 2017. En el desarrollo de la investigación es cuasi experimental, específicamente se utilizó el diseño de pre prueba y post prueba con un solo grupo de series cronológicas. Los resultados fueron en la mejora de defensas ribereñas con un sistema de muro de soporte que cumplen con las normas de fuerza de seguridad al deslizamiento y al volcamiento de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Llegó a la conclusión que, este proyecto de tesis se llegó a la conclusión que, si es necesario construir el muro de gaviones para mejorar la protección ribereña el río Huaycoloro, por el peligro de que nuevamente ocurra desbordamientos sin que estas riberas estén protegidas. (7)

(Camacho Macedo, 2021), en la Tesis Titulada: “Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2020.”; para obtener el Título Profesional de Ingeniera Civil en la Universidad Cesar Vallejo, con el objetivo principal de la presente tesis fue la determinación del factor de seguridad para la comparación de técnicas de estabilización del talud ubicado en el parque El Milagro, Huaraz – Ancash. Para dicho propósito se resolvieron los objetivos específicos para la solución de la presencia de deslizamientos en la zona de estudio.

1. El talud del parque El Milagro se encuentra ubicado en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Se verifico la condición de inestabilidad en campo por la presencia de deslizamientos en la zona y el desplazamiento del pie de talud al gavión de la defensa ribereña del rio Santa. El origen principal de la problemática se debe al cumplimiento de su vida útil, la infiltración de agua por las fuertes precipitaciones en épocas de avenida y la construcción de viviendas aledañas afectando la cimentación del suelo.

2. Se realizo el levantamiento topográfico para conocer las condiciones geométricas del talud y el estudio de mecánica de suelos para conocer las propiedades físicas y mecánicas del

suelo a intervenir. Ambos estudios fueron necesarios para determinar los factores de seguridad en condición estática y pseudoestática del talud. Para ello se detectaron 02 zonas con mayores deslizamientos, todos los datos fueron ingresados al software geotécnico Geo5 para la determinación del coeficiente de seguridad, al correr el análisis de cálculo la inestabilidad del talud mediante el Método de Equilibrio Limite (Método Morgenstern Price, Método Spencer y Método Janbu Generalizado) para una superficie de deslizamiento poligonal.

3. Se realizó el análisis comparativo de las técnicas de estabilización: Muro de concreto reforzado, Muro reforzado con geosintéticos y Muro Suelo Reforzado Sistema Terramesh.

- El Muro de concreto reforzado no satisface las condiciones del terreno se obtuvo un valor menor a 1.50 en condición estática y menor a 1.00 en condición pseudoestática del factor de seguridad, por ello esta técnica no es la más adecuada técnicamente para la estabilidad del talud.

4. Se concluyó, la mejor alternativa de solución para la estabilización del talud ubicado en el parque El Milagro es el muro reforzado con geosintéticos, el cual es admisible técnicamente con un factor de seguridad mayor a lo establecido en la norma CE.020: Estabilización de suelos y taludes, además en el análisis económico es el más óptimo por la reducción de costos a comparación del Sistema de Muro Terramesh. Bases Teóricas.

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Estabilidad de taludes.

Levantamiento topográfico

La topografía se clasifica en planimetría y altimétrica, la primera concierne a las características del terreno en superficie plana con sus detalles y el sentido horizontal de los puntos tomados; mientras la segunda corresponde a la altura del levantamiento topográfico permitiendo conocer las características del relieve (Del Río Santana, et al., 2020, pp. 1-2)

Mecánica de suelos

Consiste en el manejo de principios de mecánica e hidráulica para resolver las dificultades presentadas en el campo de la ingeniería que frecuentemente se encuentra con la presencia de sedimentos y otros depósitos como consecuencia de la disgregación mecánica o la desintegración química de las rocas, aisladamente si contiene o no material orgánico. El suelo se utiliza como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil y con cimientos estructurales (DAS y GONZALES, 2015)

Geotecnia

Implica las ramas de la mecánica de suelos y rocas, evaluándose las condiciones internas y externas mediante la determinación de sus propiedades hidráulicas y mecánicas, siendo estas aplicadas en la conformación de tierra, cálculo de cimientos y estructuras de contención (Das y Gonzáles, 2015, p. 1).

Análisis granulométrico por mallas

El análisis granulométrico según la norma AASHTO T 88, se analiza las características del suelo mediante tamices considerando el porcentaje retenido y el pasante (Quimis-Guerrido, 2019, p.4).

Clasificación de suelos

El suelo está compuesto por material suelto entre sus poros almacena agua, aire y nutrientes. Se ha incrementado los sistemas de clasificación considerando parámetros agrológicos y geotécnicos en base a los materiales que lo constituyen. Para la clasificación del suelo se considera la geometría de los estratos, la forma del manto estratigráfico, los materiales por los que está integrado, el espesor y la extensión a lo largo de la superficie (Cruz, et al., 2020, p. 83).

Los datos son evaluados en el Sistema American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y System Unified Soil Classification (SUCS).

Límites de Atterberg

(Sánchez, 2019) menciona que “Los estados de consistencia al contenido de humedad a través de los poros en la masa de suelo, delimitando los límites”.

El índice de plasticidad se calcula de la siguiente manera:

$$IP = LL - PL$$

(Sánchez, 2019) alude que “La deformación de los suelos alcanza límites sin fragmentarse denominándose como plasticidad. De este modo, se puede predecir el comportamiento de la masa de suelo en diferentes estaciones”.

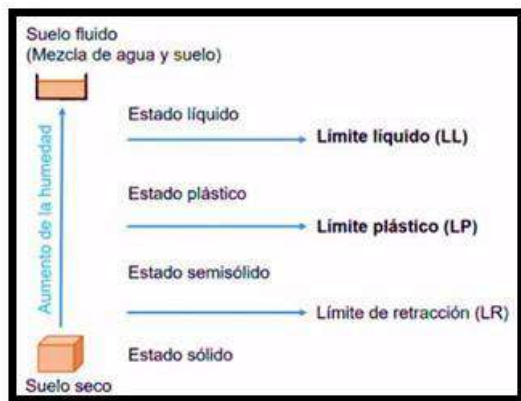


Figura 1. Estados de consistencia

Fuente: Límites de Atterberg: límite líquido y límite plástico gráfico de plasticidad de Casagrande . Sánchez, F., 2019. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/120398>

Ensayo de corte directo

(Bowles, 1981) relata que “Un plano es sometido al esfuerzo normal vertical y esfuerzo cortante horizontal para generar la falla, generándose el desplazamiento lateral del área. Mediante este ensayo podemos determinar la cohesión y el ángulo de fricción del suelo” p.175.

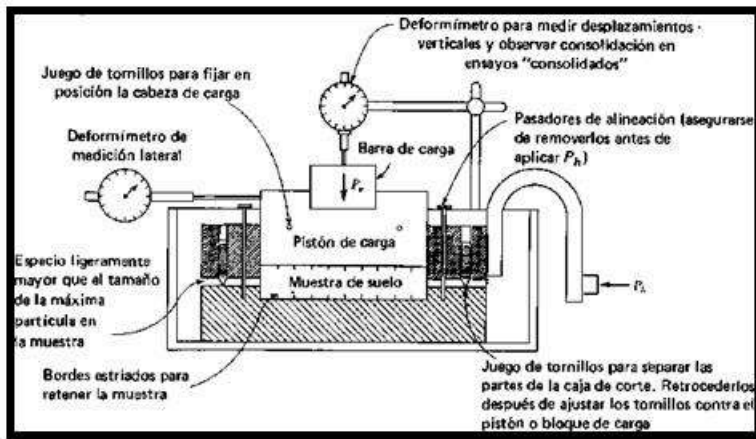


Figura 2. Aparato de Corte Directo

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil, Bowles, J., 1981, p. 177.

Tabla 1

Ensayo de corte directo

Ensayo da corte directo	Descripción
No consolidado - No drenado	Se inicia el corte antes de ejercer la fuerza normal En suelo cohesivo-saturado aumenta la presión de poros.
Consolidado - No drenado	Se ejerce la fuerza normal y se percibe el desplazamiento vertical hasta que se detenga el asentamiento antes de ejercer la fuerza de corte.
Consolidado - Drenado	Se ejerce la fuerza normal manifestándose todo el asentamiento, se aplica la fuerza de corte lentamente reduciendo la presión de poros.

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil, bowles, J., 1981, p. 178.

Ángulo de fricción

La interacción de partículas en un punto de contacto se ve influenciada por la fuerza normal sometida y la resistencia tangencial al corte entre ambas superficies relacionadas proporcionalmente, originando de este modo la fricción (Lambe y Whitman, 1993, p. 75).

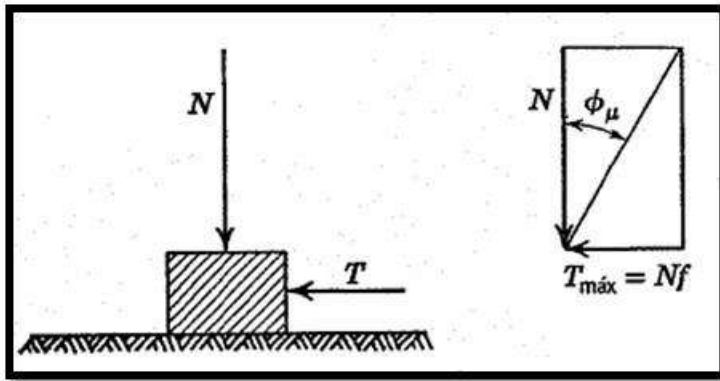


Figura 3. Ángulo de fricción ϕ_μ

Fuente: Mecánica de Suelos. Lambe, T., Whitman, V. 1993. p. 76.

Cohesión

(Lambe y Whitman, 1993) mencionan que “Si la fuerza normal cesa la resistencia al deslizamiento toma el nombre de cohesión, por la interacción entre cuerpos solidos a largo plazo, el aporte a la resistencia del suelo es mínima”p.75.

Peso específico de suelos

(Lambe y Whitman, 1993) nombran que “El peso específico relación entre el peso del suelo y su volumen, el peso específico seco relación entre el peso de minerales con el volumen y el peso específico relativo relación entre el peso del suelo y el agua”p.42.

Talud

Se denomina ladera a formaciones naturales y talud a formaciones artificiales de pendiente de suelo. Se comprende por talud a la masa de suelo o roca inclinada (Suárez, 2009, p.3).

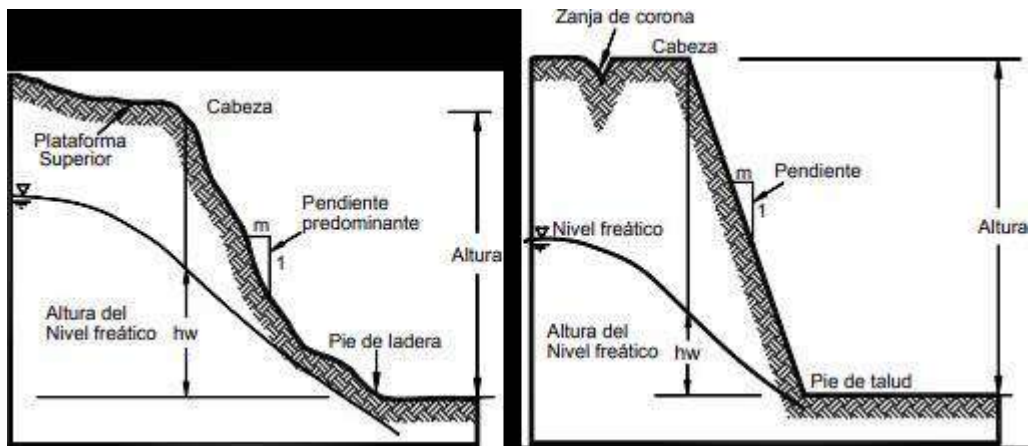


Figura 4. Denominación de ladera y talud.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 3.

Estabilidad de taludes

La estabilidad de taludes se define como el equilibrio entre las fuerzas actuantes y resistentes, se evalúan en condición estática (equilibrio entre fuerzas) y pseudoestática (intervención del movimiento dinámico). El análisis pseudoestático en el método de equilibrio limite sustituye la fuerza aplicada dinámica por aceleración constante estática (Bazzi, Noforesti y Farhadian, 2020, pp. 591-592).

Diseño en taludes inestables, evaluando el coeficiente de seguridad, objetivo de la excavación y duración de la estructura contrastándolo con la seguridad, costos de inversión y riesgos por rotura.

Resistencia cortante del suelo

Durante el movimiento sísmico los flujos de corte atraviesan el suelo a lo largo de la zona de deslizamiento, originando de este modo tensión entre las partículas internas del suelo al corte, desarrollándose la deformación de la estructura y las partículas toman una forma densa. La acción sísmica ocurre esporádicamente, impidiendo la salida de agua entre poros incrementando su presión y disminuyendo la resistencia al corte del suelo (Fouché, 2020, pp. 22-23).

Falla

Las fallas son originadas por los movimientos sísmicos internos de las placas tectónicas, su determinación se ve influenciada por los antecedentes sísmicos, la geomorfología del suelo y la topografía del mismo (Ortega, et al., 2019, p.152).

Las fallas se suscitan esporádicamente en taludes con gran pendiente no interviniendo la geología, mientras los deslizamientos se caracterizan la masa deslizante para establecer medidas de protección interviniendo la topografía, geología y estructura del movimiento.

Deslizamientos

Los deslizamientos superficiales son pronunciados en zonas con reducida vegetación como resultado de la deforestación, en laderas con ángulo de inclinación entre 18° hasta 25° y en áreas

Falla por deslizamiento superficial.

F. de Matteis Álvaro (2013, p.5) menciona que, “Este tipo de falla no presenta una superficie de falla definida y afecta mayormente a grandes áreas de terreno. Se produce con una transición lenta entre la parte superficial móvil y la masa inmóvil más profunda.”.

Falla por deslizamiento rotacional.

Rico del Castillo (2005, p.290) menciona que “Existen diferentes formas de representarse, donde influye mayormente la naturaleza de los materiales, la secuencia geológica local, y el perfil estratigráfico. Esta falla se presenta mediante una falla curva en la superficie, a lo largo de la cual se origina el deslizamiento del talud.”.

Falla Local.

Castañón, Garay (2011, p.132) menciona que “Se origina cuando la superficie de falla intersecta al plano inclinado del talud entre el hombre y el pie, sin cortar el pie del talud y no corresponde a una falla catastrófica. A este tipo de falla también se le conoce como desconchamiento”.

Falla por traslación.

Rico del Castillo (2005, p.292) menciona que “consisten en deslizamientos traslacionales importantes de masa sobre superficies de falla mayormente llanas, acompañadas de la existencia de estratos de baja resistencia, ubicados cerca la superficie del talud”.

Con gran cantidad de agua producto de las fuertes precipitaciones. Los flujos de agua en el interior de la masa de suelo afectan la resistencia al corte (Teófilo- Salvador,2019, p.2).

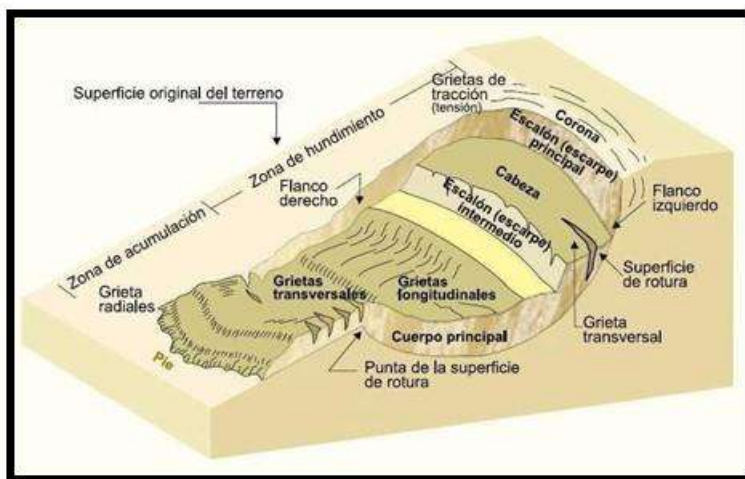


Figura 5. Componentes del deslizamiento

Fuente: <https://docplayer.es/docs-images/64/51318926/images/26-1.jpg>

2.2.2. Gaviones

Método de Bishop.

Gerscovich, Denise (2012, p.99) menciona que “En este método se realiza en cada tajada, el equilibrio de fuerzas en las direcciones verticales y horizontales para obtener el valor de la fuerza normal, al margen del método adoptado, en relación de sus condiciones de campo, se calculan las presiones de poros en cada base de las tajadas”.

Método de Spencer.

Gerscovich, Denise (2012, p.99) menciona que “Este método es minucioso, ya que se exige en satisfacer todas las ecuaciones de equilibrio y no descartar las fuerzas entre tajadas”.

En los métodos de superficies planares, descritos anteriormente, el factor de seguridad

se calcula principalmente a través de las ecuaciones de equilibrio de fuerzas.

Método de Jambu.

Gerscovich, Denise (2012, p.100) menciona que “Este método se utiliza con el objetivo de disminuir el esfuerzo computacional exigido por el método riguroso, permitiendo la obtención del factor de seguridad a través de cálculos menos complejos”.

Este método se utiliza en taludes homogéneos, pero no brinda resultados confiables para superficies en forma de cuña.

Transitabilidad y seguridad

Diseño Del Sistema De Estabilización

Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p.105) especifica que “Para el diseño de los sistemas de estabilización, primero se deberá evaluar la condición de estabilidad del talud, para solicitaciones estáticas y sísmicas. El FS mínimo del talud para solicitaciones estáticas deberá ser 1.5 y para solicitaciones sísmicas deberá ser 1.25. Si no son cumplidos estos factores de seguridad, se deberá elegir un método de estabilización o la combinación de diferentes métodos y probarlos hasta que ambos factores de seguridad sean aceptables”.

Será esencial realizar los estudios de mecánica de suelos, que permitan determinar los materiales y evaluar los parámetros de diseño que se consideren necesarios, con el objetivo de lograr la estabilidad de talud en suelos y/o roca.

Software geo5 – estabilidad de taludes.

El GEO5 es la agrupación de software para la solución de problemas geotécnicos, ampliamente usado por su facilidad y multiplicidad de herramientas.

La cohesión puede ser calculada con el software GEO5, comparando el resultado con los factores entre los que varía, para distinguir el tipo de regolito como cohesivo rígido (Hernández, et al., 2019, p. 308).

Características del software geotécnico:

- Incluye el estudio geológico y en simultáneo el diseño avanzado.
- Vinculación de los programas.
- Contiene gran cantidad de normas y permite configuración propia.
- Genera reportes y gráficos para la interpretación de resultados.
- Soporte técnico y material de capacitación.

Manual de gaviones

“Consiste en la estabilización de cárcavas con el uso de gaviones para controlar la erosión; estas estructuras reducen la velocidad de deterioro en los taludes de la cárcava tratada. De igual manera se recomienda el diseño de gaviones para la estabilidad de taludes” (HERNÁNDEZ CAMARGO, 2001)

Gavión tipo caja

(Ogonda, 2015, pág.16), “se puede definir como un contenedor prismático realizada mediante una caja paralelepípedo de diferentes mallas. Dentro de los materiales utilizados son la malla simple torsión, malla galvanizado o malla electrosoldada”.

Por otro lado, para Quiliche (2014, p.53), “estas estructuras son unidades eficientes, económicas y técnicas como soluciones de ingeniería para encauzamiento de ríos, defensas ribereñas, estabilidad de taludes y muros de contención”.

El diámetro para los alambres utilizados para el tipo de malla varía entre 5 a 12mm. Según la Norma UNE el relleno para el gavión tipo caja o recubrimiento es que este sea 1 o 2 veces más ancho de la malla a utilizar.

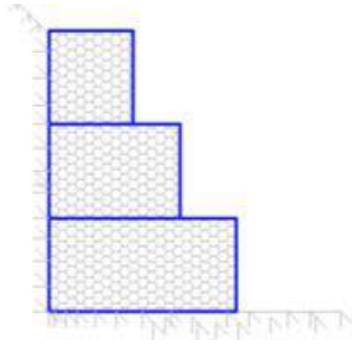


Figura 6. Gavión Tipo caja

Fuente: Elaboración propia

Cuando los gaviones son construidos cerca de las riberas de los ríos es recomendable revestir a la malla galvanizada con zinc. Es por ello que para Luján (2017, p.25), “está demostrado ampliamente que el zinc es el metal de sacrificio por excelencia para este tipo de protecciones”

(Pachas, 2017, p.11) el revestimiento con zinc o galvanización permite mitigar efectos para protección de corrosión y abrasión.

Para mantener en óptimas condiciones cuando el gavión está expuesto al agua es necesario revestirlo con zinc para evitar que la corrosión debilite al alambre y dañe su integridad de toda la estructura (Pachas, 2017, p.11).

Colchones de gaviones

Los colchones son cuadrados en forma de un colchón convencional y están compuestos de malla galvanizada. Listas para rellenar.

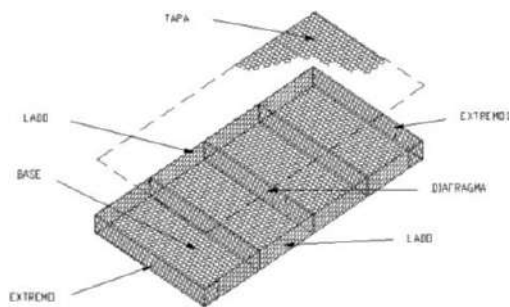


Figura 7. Gavión tipo colchón Fuente: (Maccaferri 1995)

Fuente: Rafael Piñar Venegas

Alambres galvanizados

Los alambres galvanizados son como su nombre nos dice, alambres, pero protegidos por ende son de mayor calidad y resistencia para ser usados en obras el cual es nuestro material principal en este proyecto.

Su recubrimiento es con zinc, el cual será el protector del alambre ante cualquier fenómeno principalmente a la corrosión.

Tabla 2

Alambres Galvanizados

Calibre	Díámetro		Sección	Longitud y peso		
	BWG	mm.		Pulg.	mm2	m/Kg
1		7.62	0.3	45.6	2.79	358
2		7.21	0.28	40.83	3.12	321
3		6.58	0.26	34	3.74	267
3 1/2		6.35	0.25	31.67	4.02	249
4		6.04	0.23	28.65	4.44	225
5		5.59	0.22	24.54	5.2	193
5 1/2		5.5	0.22	23.75	5.36	186
6		5.16	0.2	20.91	6.1	164
7		4.57	0.18	16.4	7.77	129
8		4.19	0.17	13.79	9.24	108
9		3.76	0.15	11.1	11.47	87
9 1/2		3.6	0.14	10.18	12.51	80
10		3.4	0.13	9.08	14.02	71
11		3.05	0.12	7.3	17.45	57
12		2.77	0.11	6.02	21.16	47
12 1/2		2.5	0.1	4.91	25.94	38
13		2.41	0.1	4.56	27.93	36
14		2.11	0.08	3.5	36.39	27
15		1.83	0.07	2.65	48.43	21
16		1.65	0.07	2.14	59.52	17

17	1.47	0.06	1.7	74.93	13
18	1.24	0.05	1.2	106.2	9
19	1.07	0.04	0.9	141.5	7
20	0.89	0.04	0.62	205.5	5
21	0.81	0.03	0.51	249.8	4
22	0.71	0.03	0.4	318.5	3

Fuente. (GAVIONES 2018, Pág. 228)

Protección contra la corrosión

Como se menciona la calidad del alambre o mallas tiene procedimiento de cuidado y así su vida útil sea mayor.

Tabla 3

Alambres Galvanizados

Calibre	Diámetro nominal del cable	Recubrimiento mínimo del Zing
	(mm)	(gr/m²)
13 1/2	2.2	220
12	2.09	230
10	3.43	260

Tabla 4

Revestimientos en Zinc para diversos diámetros de alambre

Diámetro nominal de alambre	Peso mínimo del revestimiento
(mm)	(gr/m²)
2.2.	240
2.4.	260
2.7.	260
3.0.	275
3.4.	275
3.9.	290

Fuente: (GAVIONES 2018)

Las mallas

Se emplean tres tipos generales de malla (Figura 13

- Hexagonal o de torsión
- De eslabonado simple
- Electro soldada

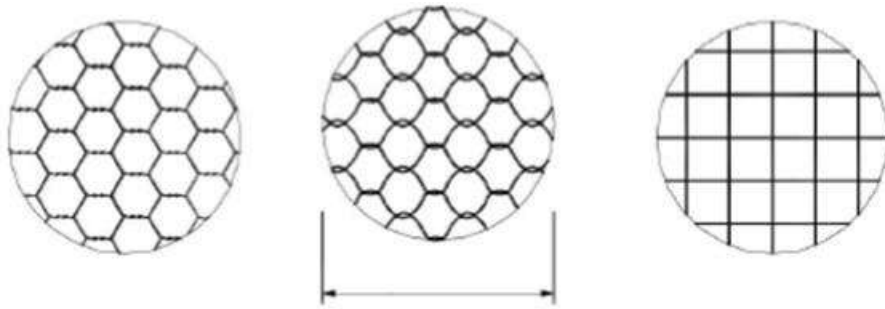


Figura 8. Mallas utilizadas en gaviones

Fuente: (Bianchini ingenieros 1960)

Estudio y análisis de las estructuras

Análisis estructural de la malla

La malla es un elemento capaz de soportar bastante carga.

Además de su vida útil también que son económicas y son ecológicos, ayudan al medio ambiente y se pueden plantar plantas a su alrededor.

Se muestra en la imagen el detalle de los cocos de cada cuerpo de la malla con las dimensiones solicitadas por cada obra o proyecto.

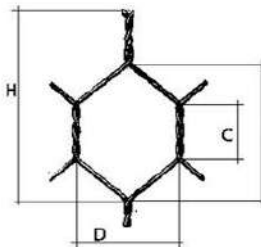


Figura 9. Dimensiones de malla hexagonal

Fuente: (Maccaferri 1995)

Tabla 5

Medidas en centímetros de la malla

Tipo de malla	D	B promedio	C	H promedio
13 1/2	2.2	220	3	12.55
12	2.09	230	4	16.25
10	3.43	260	4	17.75

Fuente: (Maccaferri 1995)

2.3. Definición de Términos Básicos

Clasificación de los movimientos

(Suárez, 2009) nombra que “La identificación entre el diagnóstico del deterioro (antes del deslizamiento) y los factores fundamentales de movimiento en el talud son imperceptibles” p.8.

La susceptibilidad al deslizamiento de la masa de suelo hace referencia a la reiteración de la posibilidad del movimiento en el terreno, es decir, en el caso de una determinada zona haya ocurrido un movimiento en el pasado esta zona es propensa a suscitar el mismo movimiento en la actualidad con las mismas condiciones, por ello estas zonas críticas son detectadas en el espacio y evaluadas para evitar deslizamientos. La técnica de detección de estas zonas son los mapas de susceptibilidad mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) indicando los lugares con mayor o menor incidencia a un proceso geológico devastador en los parámetros cuantitativos y cualitativos del deslizamiento (Barella, Rosa y Sobreira, 2021, p. 2).

Tabla 6

Descripción de movimientos del suelo

Movimiento	Descripción
Caído	Desprendimiento de rocas de variado tamaño y con declive pronunciado, sin advertencia previa de movimiento.
Inclinación o Volcamiento	Rotación hacia el frente de formaciones rocosas, suelo cohesivo y residual generadas por las grietas de tensión, cohesión de materiales, altura y pendiente.
Reptación (Creep)	Movimiento lento desarrollado en laderas de pendiente baja a media, no cuenta con una extensión de falla determinada y es causada por alteraciones climáticas.
Deslizamientos en masa	Traslado de corte en toda la longitud de una o más superficies en una zona fina. En el deslizamiento rotacional la falla tiene forma cóncava en la parte superior y el movimiento se efectúa en el eje paralelo y transversal al deslizamiento. En el deslizamiento translación el suelo se traslada hacia abajo o hacia afuera en una superficie ligeramente ondulada o plana.
Hundimiento	Por la reducción en masa de suelo se genera el movimiento vertical originada en procesos naturales.
Flujo	El movimiento parcial de partículas o diminutos bloques de rocas en el interior de la superficie con un flujo laminar o turbulento.

Fuente: Elaboración propia

Nota. Recuperada de “Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico”, Suárez, J., 2009, pp. 8-25.

Factores que influyen en la Inestabilidad

Cuanalo et al. (2011), nos menciona que “Los factores que influyen en la inestabilidad son: condicionantes sometidos a las características del suelo y desencadenantes sometidos a factores externos” (p.40).

Tabla 7

Agentes condicionantes y desencadenantes

Agentes	Descripción
Condicionantes	Topografía y Morfología Geología Condiciones hidrogeológicas Vegetación
Desencadenantes	Vulcanismo Lluvias Deshielo y congelación Terremotos Socavación y erosión Actividad humana

Fuente: Elaboración propia

Nota. Recuperada de “Inestabilidad de laderas influencia de la actividad humana”,
 Cuanalo, et al., 2011, p. 40.

La resistencia al corte establece las causantes de los taludes en su estabilidad, las cimentaciones en su capacidad de carga admisible y en los muros de contención por el empuje interno de suelo.

Factor de seguridad

La determinación del coeficiente de seguridad, se evalúa la confrontación entre los esfuerzos que producen el deslizamiento y los esfuerzos que lo contrarrestan (Valiente et al., 2016, p.51).

$$FS = \frac{R}{T}$$

Se identifica como:

FS = coeficiente de seguridad en relación a la resistencia.

τ_f = resistencia de la superficie al corte.

τ_d = esfuerzo cortante a lo largo del suelo en la falla.

La estabilidad de un talud es determinada con el factor de seguridad, el cual se define como la interacción entre la resistencia al cizallamiento verdadero de la masa de suelo y los esfuerzos opositores induciendo al corte, en una superficie de falla. El resultado permite diagnosticar la zona más propicia al quiebre y el riesgo de falla en el talud (Cartaya, Mucuta y Watson, 2020, p.442).



Figura 10. Esquema estabilidad de talud.

Fuente: Estabilidad Taludes, Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo,

Díaz, A., et al., 2016, p. 51.

Actualmente, se cuenta con diversas normativas regulando el coeficiente de seguridad. Se debe tomar en cuenta la duración de la obra (temporal o permanente) y el escenario de cálculo (estática o sísmica) (Valiente et al., 2016, p.52).

Normativa	Talud Temporal		Talud Permanente	
	Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
AASHTO LRFD	1.33 – 1.53	1.1	1.33 – 1.53	1.1
NAVFAC-DM7	1.3 – 1.25	1.2 – 1.15	1.5	1.2 – 1.15
FHWA-NHI-11-032	-	1.1	-	1.1
CE. 020	-	-	1.5	1.25

Figura 11. Coeficientes de seguridad

Fuente: Estabilidad Taludes, Conceptos Básicos, Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo, Díaz, A., et al., 2016, p. 52.

La interacción entre el talud y el factor de seguridad es el siguiente:

- $FS > 1$, talud estable

Mientras el FS sea mayor a 1 es improbable la rotura del talud en condiciones críticas.

- $FS = 1$, condición límite del talud

Mientras el FS sea igual a 1, la rotura del talud es próximo.

- $FS < 1$, talud inestable

Mientras el FS sea menor a 1, en cualquier momento se suscitará la rotura del talud o el desprendimiento de la masa de suelo (Cartaya, Mucuta y Watson, 2020, p.443).

Métodos para determinar la estabilidad de taludes

El análisis de estabilidad de taludes busca detectar las inclinaciones con mayor altura y reforzarlas para su seguridad y evitar las fallas como: volteo, deslizamiento, desprendimiento, etc. Para el diagnóstico es necesario los siguientes datos: describir la resistencia a la rotura del suelo, dibujar el perfil longitudinal del talud, escoger la superficie más propicia al corte y

determinar el coeficiente de seguridad (Álvarez, Chávez y Mesa, 2020, p.2).

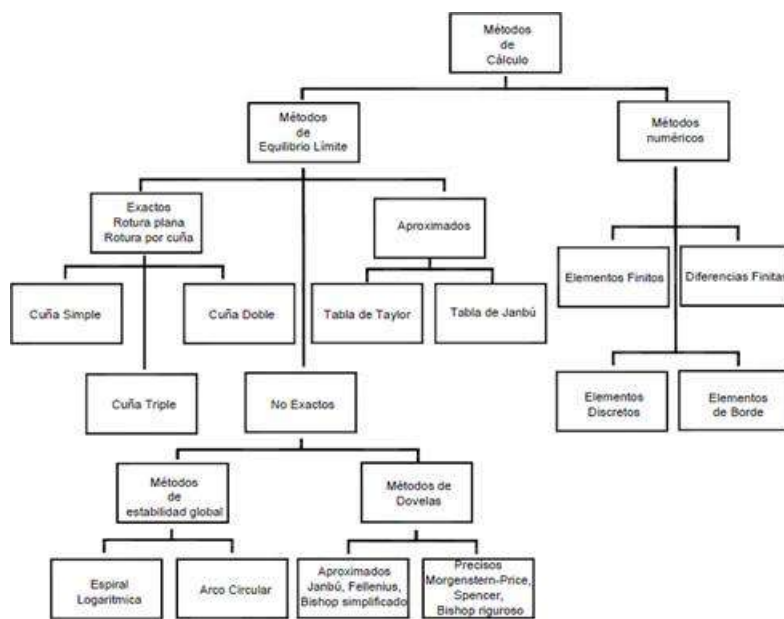


Figura 12. Métodos en el cálculo de estabilidad de taludes

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 137.

Métodos de equilibrio límite

Suárez (2009) plantea que “El equilibrio se desarrolla cuando los esfuerzos de corte y resistencia son iguales en la longitud de la superficie de falla, teniendo como factor de seguridad la unidad” p.135.

Tabla 8

Ecuaciones estáticas

Método	$\sum F = 0$	$\sum M = 0$
Fellenius u Ordinario	No satisface	Si satisface
Bishop Simplificado	No satisface	Si satisface
Janbu Simplificado	Si satisface	No satisface
Spencer	Si satisface	Si satisface
Morgenstern - Price	Si satisface	Si satisface
Janbu Generalizado	Si satisface	Si satisface (por rebanada)
Sarma – rebanadas verticales	Si satisface	Si satisface

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 136.

Tabla 9

Superficie de falla poligonal

Método	Características
Janbú Simplificado (Janbu 1986)	Los esfuerzos cortantes entre dovelas es 0.
Spencer (1967)	Las fuerzas en pendiente a los costados son las mismas en cada rebanada, pero son inciertas.
Morgenstern y Price (1965)	Varían subjetivamente las fuerzas entre dovelas.
Sarma (1973)	Se determina el coeficiente sísmico con el método de dovelas para originar el deslizamiento.

Fuente: Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico, Suárez, J., 2009, p. 136.

Estructuras de contención

Los muros de contención son construidos para sostener estructuras inestables; en carreteras, inclinaciones de suelo y muros de defensa. Su función es resistir la presión lateral del suelo, la infiltración del agua, el peso del mismo muro, peso de sobrecargas y los coeficientes de sismicidad. El diseño concierne a la estabilidad interna (equilibrio entre momento flector y fuerza cortante) y la estabilidad externa (equilibrio de fuerzas externas). (Brasil y Rodríguez, 2017, pp. 9-10).

Los muros son utilizados como contención de las masas de suelo, en rellenos naturales o hechas por el hombre.

Muro de contención reforzados con geosintéticos

Los geosintéticos son ampliamente conocidos como material de suelos reforzados, aportan mayor resistencia al corte desacelerando el flujo de agua en situación de presión intersticial negativa; esta condición se denomina infiltración unidimensional entre geotextil-suelo (Gallego, García y Vega, 2016, pp. 105-111).

Los geosintéticos están compuestos por poliéster, polipropileno, polietileno y poliamida representada en forma de lámina, manto o filtro, en contacto con la superficie de suelo.

La infiltración en geosintéticos tejidos como: geotextiles no tejidos y tejidos compuestos no tejidos, se determinó con la presión entre los poros de agua y la capacidad

volumétrica en un periodo de tiempo. Los geosintéticos fueron impermeables en suelo insaturados, sin embargo, la masa de suelo saturado empieza a drenar el agua por los costados de la estructura en condición de presión positiva y culminara la infiltración cuando la presión de suelo es negativa o se acerca al cero (Gallego, García y Vega, 2016, pp. 105- 111).

Los muros con geosintéticos son utilizados en reducida capacidad portante del suelo o en características geométricas de inclinación mayor al ángulo de reposo, brindando menor volumen al área de construcción.

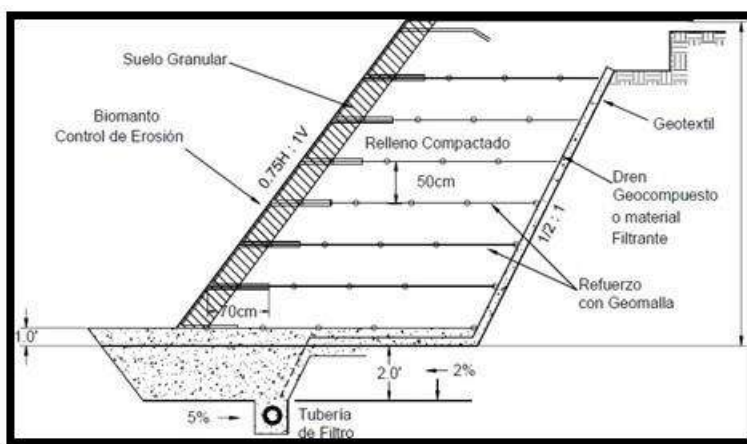


Figura 13. Estructura de contención de suelo reforzado con geomalla.

Fuente. Deslizamientos. Tomo I: Análisis Geotécnico. Suárez, J. 2009. p. 216.

Criterios de diseño en muros de geosintéticos

- La estructura no contiene presiones hidrostáticas.
- La falla activa en superficie plana será determina con el método Rankine.
- El espaciamento, longitud y distancia entre geosintéticos (estabilidad interna).
- Verificación por volteo, deslizamiento y falla de fundación (estabilidad externa).

Existen diferentes tipos de geosintéticos como; geomallas, geotextiles, geomembranas, etc. Además, cumplen las siguientes funciones:

- Separador: entre distintos materiales y su función es proporcionar tensión en un periodo largo.
- Refuerzo: estabiliza la masa de suelo y aporta resistencia a la tracción.

- Contención: control del líquido producto de la percolación de sólidos almacenados (lixiviado) en un relleno sanitario.

Filtración: retiene las pequeñas partículas en el movimiento del flujo y propicia el flujo de agua en todo el material (Ganesh-Kumar y Sivapriya, 2019, p.39).

Los geotextiles son ampliamente usados en actividades de construcción como carreteras, presas, sistema de drenaje, etc. Posee diferentes funciones como dividir, resguardar, drenar e impedir el agrietamiento del componente de construcción como hormigón o plástico. Los geotextiles son materiales duraderos, resistentes y escasa impregnación de humedad (Caicedo, et al., 2019, p. 290).

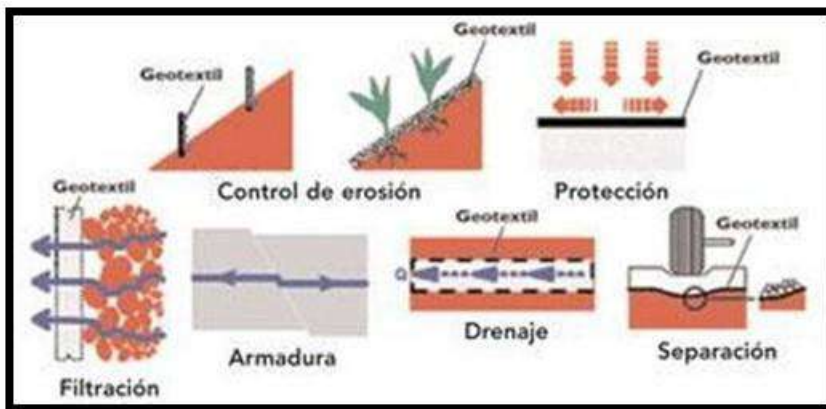


Figura 14. Funciones del geotextil

Fuente: <http://www.ciaindumentaria.com.ar/plataforma/wpcontent/uploads/2015/01/Geotexopener.jpg>

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Métodos y alcance de la Investigación

3.1.1. Método:

Según (RUIZ, 2007), menciona que al hablar del método científico se refiere a la ciencia (básica y aplicada) como un conjunto de pensamientos universales y necesarios, y que en función de esto surgen algunas cualidades importantes, como la de que está constituida por leyes universales que conforman un conocimiento sistemático de la realidad.

3.1.2. Tipo de Investigación:

Según (ARIAS, 2012), menciona que la investigación aplicada crea un conocimiento nuevo, este puede estar enfocado a ampliar las supuestas hipótesis de una establecida ciencia este puede ser una investigación pura o básica; por otro lado, puede dar una solución rápida a los problemas.

El tipo de la investigación del título: “Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021” es aplicada, porque haré uso de métodos ya conocidos que no pueden ser modificadas y muy por el contrario son de fiel cumplimiento en la solución del problema planteado.

3.1.3. Nivel de Investigación:

Según (HERNÁNDEZ SAPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO y BAPTISTA LUCIO, 2014), sostienen que el nivel explicativo no solo se centraliza en la descripción de los hechos, sino que se propone a revelar las causas, el porqué, de los fenómenos (sociales o físicos).

El nivel de la presente investigación es Explicativa, dado que su único objeto es exponer la causa y efecto de la conducta de mi variable dependiente (estabilidad de taludes) en función de otra variable independiente (gaviones).

3.2. Diseño de Investigación

La metodología de la presente investigación. Como dice Hernández en su libro de la metodología de la investigación: “La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. El diseño del proyecto de investigación es No experimental dado que mis variables, gaviones y estabilidad de taludes, no pueden ser manipuladas, no obstante se realizara la Correlacional debido que posee una muestra con dos variables relacionadas linealmente con la finalidad de ser asociadas explicativa y comparativamente, (HERNÁNDEZ SAPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO y BAPTISTA LUCIO, 2014)

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Según (GAGO OSEDA et al., 2018), en una investigación la población está conformada por todos los sujetos del conjunto a los que se puede hacer extensivo el resultado de la investigación”.

Para esta investigación, el universo poblacional este compuesto por 120.00 m que corresponde al total de la zona vulnerable ubicado en el puente fortaleza, distrito de madrigal, provincia de Caylloma, región de Arequipa

3.3.2. Muestra

Para (BERNAL, 2010), es una fracción de la población que se separa, de la cual puntualmente se extraen las informaciones para el proceso del estudio y sobre la cual se aplicará la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

Esta investigación se toma como muestra 65.00 m. en la zona vulnerable que necesita de mejoramiento de estabilidad de talud mediante la implementación de gaviones, objeto del proyecto de investigación.

3.3.3. Marco Muestral

Según Valderrama (2013, p.p. 176) las muestras no probabilísticas son aquellas en la que “la selección de los elementos no obedece de la probabilidad, sino por motivos vinculados con las características de la investigación o las intenciones del investigador”.

En esta investigación corresponde un muestreo por conveniencia, debido a que se optó por la zona más representativa y la que mejor facilita el proceso del presente estudio y cuyos resultados garantizan su aplicación en forma satisfactoria al total de la población.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

La técnica utilizada fue la observación debido a la inspección de campo para la determinación de las propiedades de suelo y las características geométricas del talud ubicado en el puente fortaleza.

3.4.2. Instrumentos

El instrumento utilizado fueron las fichas técnicas de recolección de datos, generando datos que posteriormente serán ingresados en el software GEO5 para la determinación del factor de seguridad. Además, se utilizó herramientas informáticas como hojas de Excel para la verificación de la solución.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Diseñar estructuralmente los muros de gavión

Estudio topográfico

Los equipos usados para el levantamiento topográfico fueron los siguientes:

Estación Total Leica con dos primas, nivel de precisión Leica, GPS Navegador, equipo de radio comunicación, winchas, cordel, jalones, eclímetros.



Figura 15. Levantamiento Planimétrico en el tramo del Puente Fortaleza

Fuente: elaboración propia.

Comenzó desde la Progresiva 0+000 aguas abajo del Puente Fortaleza del margen izquierdo y llegando al eje del puente Fortaleza en el Km. 00+025, posteriormente se procedió al levantamiento topográfico aguas arriba del margen izquierdo desde la progresiva Km. 00+025 hasta la progresiva Km. 00+060, cual la longitud de la implementación de los gaviones será de 60 m, desde el eje del puente Fortaleza aguas abajo 25 m del margen izquierdo y desde el eje aguas arriba del margen izquierdo 35 m.

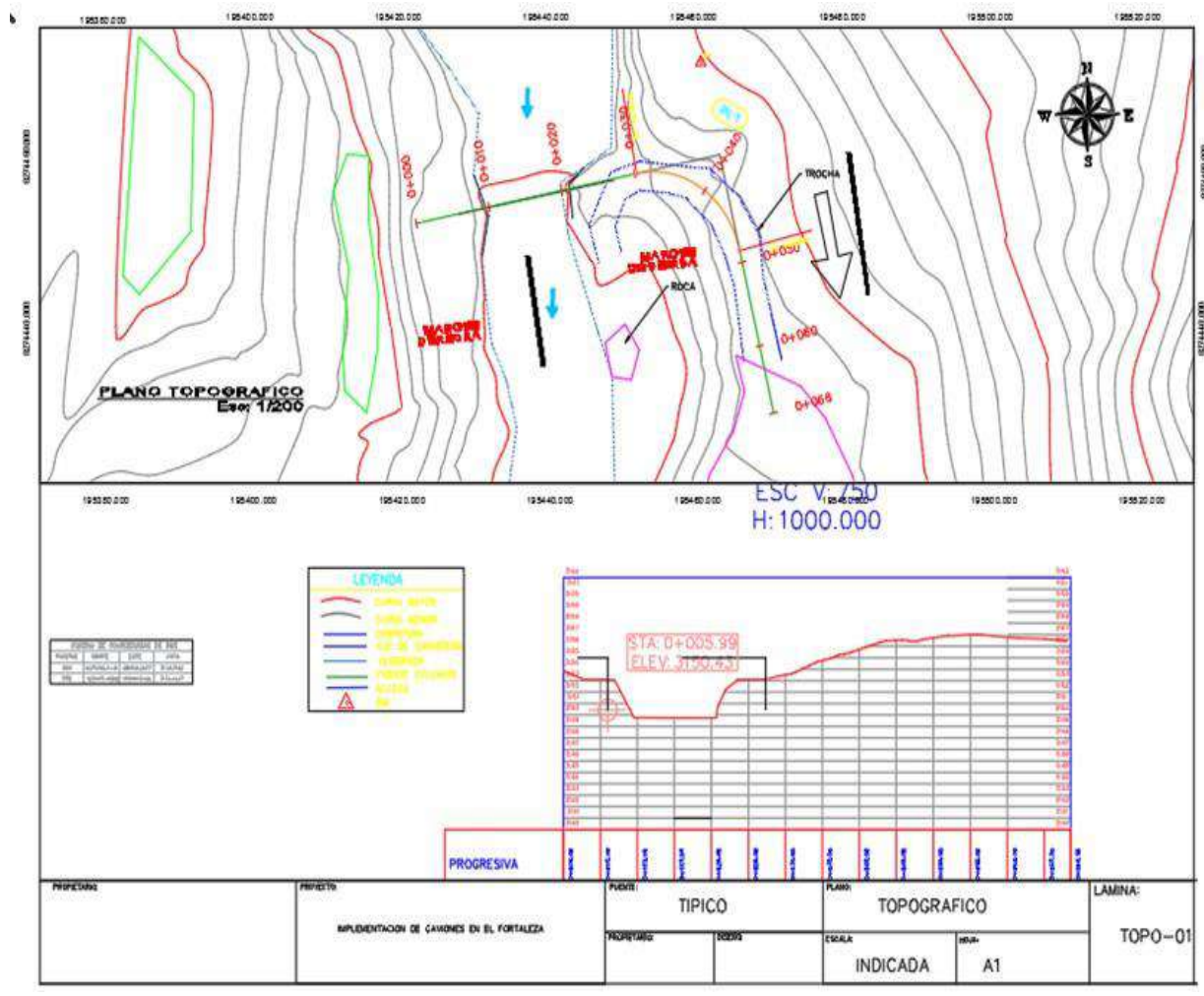


Figura 16. Planimetría del puente fortaleza

Fuente: elaboración propia.

Se evaluaron las áreas más propensas a deslizamientos por lo cual se realizó el levantamiento topográfico siendo los cambios de estación lo siguiente:

Tabla 10

BM's del levantamiento topográfico

BMS	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD (m.s.n.m.)	ALTURA NETA (m)	DESCRIPCIÓN
BM1	195459.2873	8274410.5118	3149.00		Pie del talud
BM2	195460.8622	8274471.0392	3149.50		Pie del talud
BM1-2	195459.9230	8274471.5698	3152.00	3.00	Corona del talud
BM2-2	195459.1530	8274471.9875	3152.50	3.00	Corona del talud

Fuente elaboración propia.

Perfil del primer tramo:

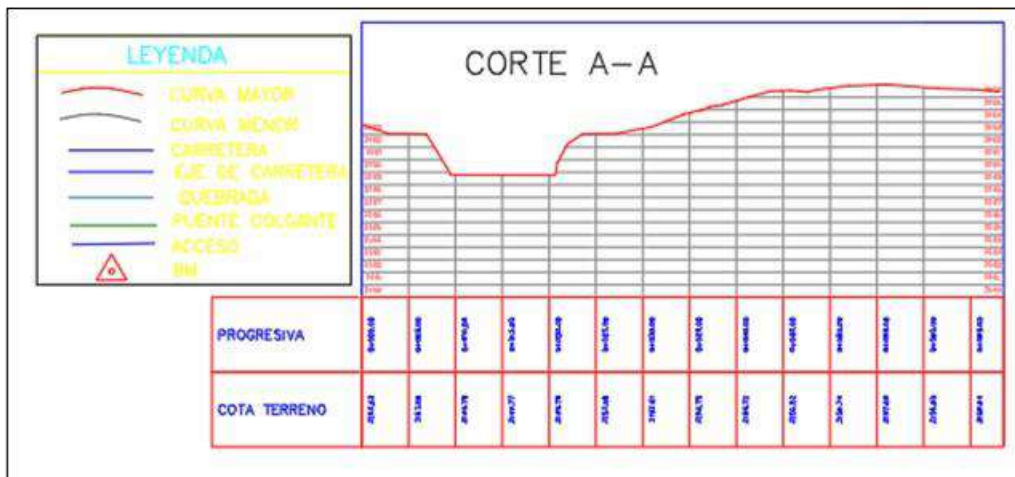


Figura 17. Sección A-A (calicata 1) Perfil Longitudinal 0+00 – 0+25.00

Fuente elaboración propia.

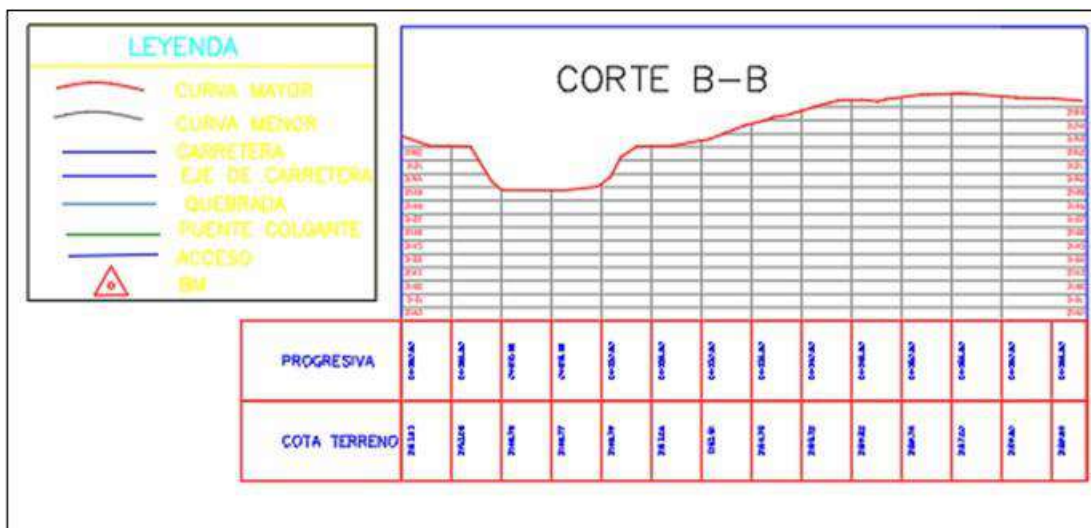


Figura 18. Sección B-B (calicata 2) Perfil Longitudinal 0+00 – 0+25+60.00

Fuente elaboración propia.

Estudio de mecánica de suelos

El tramo a estudiar está comprendido de la progresiva inicial 0+00.00 m hasta la progresiva final 0+60.00 m desde aguas arriba del margen derecho, el cual se tendrá 02 puntos (calicatas) de exploración para el estudio de mecánica de suelos, se realizó en las zonas más propensas a deslizamiento siendo las siguientes:

- ✓ Zona de deslizamiento 01: Calicata 01 – Prof.=2.10 m en el tramo 0+00 – 0+25.00

(Fig. 20)

- ✓ Zona de deslizamiento 02: Calicata 02 – Prof.=1.80 m en el tramo 0+00 – 025+60.00

(Fig. 21)



Figura 19. Excavación de la calicata 01– Prof.=2.10 m en el tramo 0+00 – 0+25.00

Fuente elaboración propia.



Figura 20. Excavación de la calicata 02– Prof.=1.80 m en el tramo 0+00 – 025+60.

Fuente elaboración propia.

4.2. Técnicas de Exploración de Campo para ITS y EMS

4.2.1. Técnicas de Exploración de Campo:

La exploración de campo se realiza de acuerdo a lo indicado en la Norma E-050, respetando las cantidades, valores mínimos y limitaciones que se indican en esta Norma y adicionalmente, en todo aquello que no se contradiga, se aplica lo indicado en la NTP 339.162. (Norma E-050).



Figura 21. Extracción de 6 kg de muestra inalterada

Fuente elaboración propia.

Se procedió a la extracción de la muestra de los suelos inalteradas en dos calicatas (C-1) y (C-2). Las muestras fueron llevadas a laboratorio para la determinación de sus parámetros y propiedades físicas-mecánicas:



Figura 22. Resultado del análisis granulométrico con tamices.

Fuente elaboración propia.

En la tabla 11 se muestra los resultados obtenidos de laboratorio como: la clasificación de suelo, el contenido de humedad y gravedad específica.

Tabla 11

Clasificación de suelo, contenido de humedad, gravedad específica y densidad máxima y mínima

Tramo	Calicata	Estrato	H	Gravedad Especifica	% de Humedad	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
0+00– 0+25.00	C-1	E-1	-0.60 m	2.79	5.6 %	A-3 Arena Fina	SP-SM Arena mal graduado con limo
		E-2	-1.10 m	2.69	4.3 %	A-4 Suelos principalmente Finos	SP Arena mal graduado
		E-3	-1.60 m	2.72	8.2 %	A-3 Arena Fina	SP-SM Arena mal graduado con limo
		E-4	-2.00 m	2.69	14.5 %	A-3 Arena Fina	SP-SM Arena mal graduado con limo
Densidad Máxima						1.154 g/cm ³	
Densidad Mínima						1.100 g/cm ³	
0+00– 025+60.	C-2	E-1	-0.60 m	2.75	4.2 %	A-3 Arena Fina	SM Arena limosa
		E-2	-1.20 m	2.75	7.1 %	A-3 Arena Fina	SP-SM Arena mal graduado con limo
		E-3	-1.80 m	2.62	9.4 %	A-3 Arena Fina	SM Arena

	limosa
Densidad Máxima	1.109 g/cm ³
Densidad Mínima	1.040 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, se muestra los resultados del ensayo de Límites de Atterberg, para caracterizar el comportamiento de suelos finos.

Tabla 12

Ensayo límite de consistencia del suelo

Tramo	Calicata	Estrato	H	Límite plástico	Límite líquido	Índice de plasticidad
0+00–0+25.00	C-1	E-1	-0.60 m	-	NP	-
		E-2	-1.10 m	-	NP	-
		E-3	-1.60 m	-	NP	-
		E-4	-2.00 m	-	NP	-
0+00–025+60.	C-2	E-1	-0.60 m	-	NP	-
		E-2	-1.20 m	-	NP	-
		E-3	-1.80 m	-	NP	-

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Ensayo de Corte Directo:

El ensayo de Corte Directo consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento. (Norma E-050)



Figura 23. Ensayo de corte directo

Fuente elaboración propia.

En la tabla 13, se muestra los resultados del ensayo de Corte Directo obteniendo los siguientes parámetros geotécnicos: ángulo de fricción y cohesión del talud como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 13

Resultados del ensayo de corte directo.

Tramo	Calicata	Estrato	H	Angulo de Fricción (\emptyset)	Cohesión (KPa)
0+00–0+25.00	C-1	E-1	-0.60 m	33.13°	-
		E-2	-1.10 m	32.15°	-
		E-3	-1.60 m	31.60°	-
		E-4	-2.00 m	32.21°	-
0+00–025+60.	C-2	E-1	-0.60 m	33.60°	-

E-2	-1.20 m	32.09°	-
E-3	-1.80 m	34.50°	-

Fuente: Elaboración propia

Nivel de Napa freática

(Alsina et al., 2020) mencionan que “La Napa freática es el límite del área saturada en una masa de suelo” p. 263.

Durante la exploración de suelos mediante calicata no se encontró el nivel freático en el talud analizado.

Perfil Estratigráfico

(Das y Gonzáles, 2015) nombra que “El perfil se realiza con la perforación del suelo observándose los diversos tipos de suelos en capas” p.2.

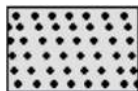

Los perfiles estratigráficos permiten observar cada estrato de suelo con su altura y características del suelo, según la clasificación que se hizo en campo resumen de las calicatas excavadas:


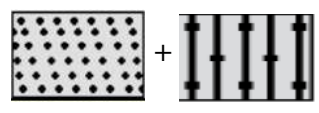
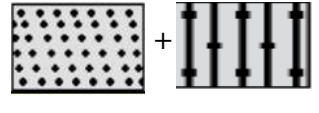
Calicata N° 01:

Con una profundidad de 2.00m no se encontró nivel freático. Presenta 0.45 m de material de relleno con desmontes de malezas, se visualizó 4 estratos siendo las siguientes:

Tabla 14

Perfil estratigráfico de la calicata 1.

Tramo	Calicata	Estrato	H	Clasificación SUCS	Simbología
0+00– 0+25.00	C-1	E-1	-0.60 m	SP-SM Arena mal graduado con limo	 + 


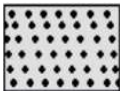


E-2	-1.10 m	SM Arena limosa	
E-3	-1.60 m	SP-SM Arena mal graduado con limo	
E-4	-2.00 m	SP-SM Arena mal graduado con limo	

Fuente: Elaboración propia

Calicata N° 02:

Con una profundidad de 1.80 m no se encontró nivel freático. Presenta 0.45 m de material de relleno con desmontes de malezas, se visualizó 3 estratos siendo las siguientes:

Tabla 15*Perfil estratigráfico de la calicata 2.*

Tramo	Calicata	Estrato	H	Clasificación SUCS	Simbología
0+00-025+60.	C-2	E-1	-0.60 m	SM Arena limosa	
		E-2	-1.20 m	SP-SM Arena mal graduado con limo	 
		E-3	-1.80 m	SM Arena limosa	

Fuente: Elaboración propia

Diseño de gavión tipo caja

Para el diseño de los gaviones se utilizará la siguiente tabla

Tabla 16*Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares.*

Gaviones Caja con Diafragmas				
Dimensiones Estándar			Volumen (m ³)	Diafragmas
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
1.50	1.00	0.50	0.75	-
2.00	1.00	0.50	1.00	1
3.00	1.00	0.50	1.50	2
4.00	1.00	0.50	2.00	3
1.50	1.00	1.00	1.50	-
2.00	1.00	1.00	2.00	1
3.00	1.00	1.00	3.00	2
4.00	1.00	1.00	4.00	3

Fuente: "Obras de contención - manual técnico". (De Almeida Barros, 2010).

En la siguiente figura 25 se muestra las dimensiones del gavión a utilizar para estabilizar el talud del puente fortaleza.

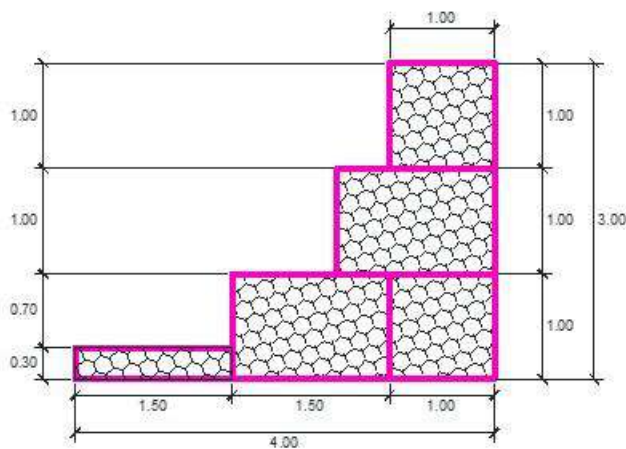


Figura 24. Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares para el diseño en el GEO5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Diámetro de los alambres para gaviones tipo colchón

Diámetro de los alambres para gaviones tipo caja					
Tipo de alambre	Recubrimiento metálico diámetro (mm)			Recubrimiento PVC diámetro (mm)	
	Abertura de malla 8x10 cm				
Malla	2.40	2.70	3.00	3.50	3.70
Borde	3.00	3.40	4.10	4.10	4.10
Amarres y tensores	2.20	2.20	3.20	3.20	3.20

Fuente: “Obras de contención - manual técnico”. (De Almeida Barros, 2010).

Mallas hexagonales

La malla hexagonal de triple torsión es la más utilizada en el mundo, tolera esfuerzos en varias direcciones, sin que se produzca la rotura, conservando una flexibilidad en cualquier dirección. Sus dimensiones se indican por su escuadría, el grueso del alambre aumenta proporcionalmente con las dimensiones de las mallas. Fuente: “Los gaviones”. (Suárez, 2006)

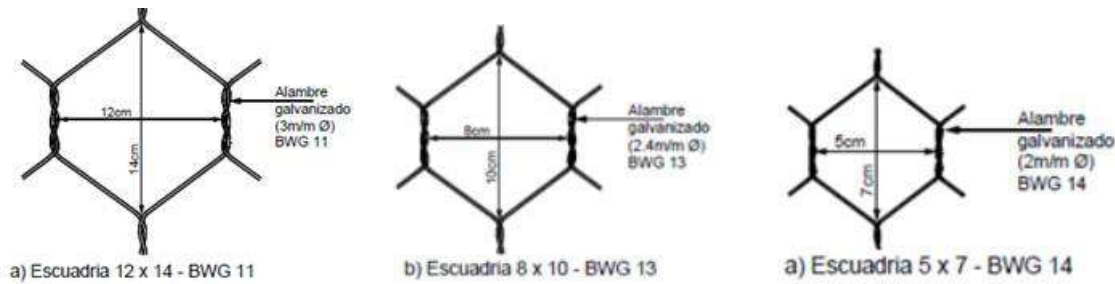


Figura 25. Las dimensiones estándar de los gaviones rectangulares

Fuente: “Obras de contención - manual técnico”. (De Almeida Barros, 2010).

Recubrimiento plástico

Es una camada de compuesto termoplástico a base de PVC, que sirve de recubrimiento al alambre zincado. Sus características, de acuerdo con las especificaciones NBR 10514 y ASTM 975, son las siguientes:

- Espesor mínimo: 0.4 mm
- Peso específico: 1.30 a 1.35 kg/dm³
- Dureza: 50 a 60 Shore D
- Resistencia a la tracción: mayor que 210 kg/cm²
- Elongación de ruptura: mayor que 250%
- Temperatura de fragilidad: menor que -9°C.

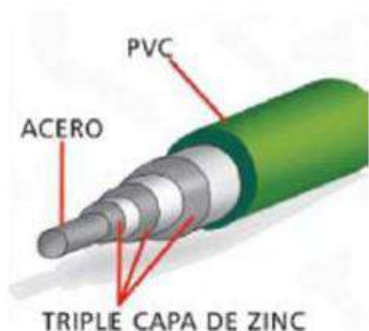


Figura 26. Recubrimiento del alambre de la malla de gaviones4.

Fuente: “Obras de contención - manual técnico”. (De Almeida Barros, 2010).

Tabla 18

Cargas de ruptura de las mallas hexagonales de doble torsión (kg/m)

Diámetro de los alambres para gaviones tipo colchón						
Tipo de alambre	Recubrimiento metálico diámetro (mm)			Recubrimiento PVC diámetro (mm)		
	Abertura de malla 8x10 cm					
	6x8	8x10	3.00	6x8	8x10	3.70
Malla	2.20	2.70	3.00	3.20	3.50	3.70
Borde	2.70	3.40	3.90	3.70	4.10	4.40
Amarres y tensores	2.20	2.20	2.20	3.20	3.50	3.20

Fuente: “Obras de contención - manual técnico”. (De Almeida Barros, 2010).

Tabla 19

Diámetro de los alambres para gaviones tipo caja

Tipo de malla	Carga de ruptura (kg/m)				
	Alambre- diámetros en milímetros				
	2.00	2.20	2.40	2.70	3.00
5x7	3500	4000	4500	-	-
6x8	3000	3500	4200	4700	-

8x10	-	-	3400	4300	5300
10x12	-	-	-	3500	4300

Fuente: “Obras de contención - manual técnico”. (De Almeida Barros, 2010).

4.3. Hidrología máxima con información existente

4.3.1. Información Hidrológica

Según estudios elaborados por la agencia de corporación internacional del Japón (JICA), el río Camaná – Majes, es uno de los más importantes de las cuencas hidrográficas del Perú, según los registros hidrológicos están considerados como uno de los más caudalosos de la vertiente del océano pacífico

4.3.2. Registro de precipitaciones

Aunque la información pluviométrica constituye el parámetro “más aleatorio” los datos registrados históricamente, constituyen sin duda la fuente ideal o más óptima para un análisis estadístico de las variables hidrológicas

Tabla 20

Registro de precipitaciones Máximas de 24 horas – Estación las Salinas

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1,993	13.00	15.60	11.60	3.00	0.00	0.00	0.00	7.10	0.10	2.40	0.00	5.00
1,994	13.20	29.50	15.30	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80
1,995	22.60	1.80	20.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	10.50	18.50
1,996	7.70	13.30	12.10	1.50	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	3.60	4.90
1,997	11.00	32.70	13.10	0.80	0.00	0.00	0.00	17.40	10.20	0.00	0.00	21.50
1,998	19.00	24.70	12.30	3.10	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	19.50
1,999	17.90	13.20	31.70	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	9.80	0.00	9.30
2,000	21.40	19.50	12.20	SD	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	8.50
2,001	13.10	26.20	16.90	6.90	0.00	0.00	0.00	0.30	3.20	2.10	0.70	0.60
2,002	10.80	16.70	11.50	18.50	1.00	0.00	15.20	0.00	0.00	0.00	10.70	12.00
2,003	10.40	15.60	10.90	4.10	7.80	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00
2,004	20.50	22.60	7.40	0.90	0.00	0.00	13.00	0.20	0.00	0.00	0.00	5.20
2,005	12.70	12.60	12.90	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70	0.00	0.00	12.40

2,006	10.60	20.80	16.90	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.30	1.20	0.30
2,007	12.90	18.20	11.70	8.20	1.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	10.90
2,008	10.20	10.40	4.90	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20
2,009	14.20	14.40	13.80	12.80	0.80	0.00	16.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.40
2,010	8.10	28.90	9.60	5.80	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20
2,011	17.40	20.30	8.20	17.00	3.60	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	1.30	18.90
2,012	20.60	31.70	15.40	23.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	1.80	0.00	11.30
2,013	13.10	21.10	11.30	1.70	36.00	1.00	0.00	0.80	0.00	7.30	0.00	6.30
2,014	23.20	14.10	9.60	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	4.50	0.00	4.20
2,015	20.50	22.60	7.40	0.90	0.00	0.00	13.00	0.20	0.00	0.00	0.00	5.20
2,016	12.70	12.60	12.90	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70	0.00	0.00	12.40
2,017	10.60	20.80	16.90	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.30	1.20	0.30
2,018	12.90	18.20	11.70	8.20	1.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.80	10.90
2,019	13.10	21.10	11.30	1.70	36.00	1.00	0.00	0.80	0.00	7.30	0.00	6.30
2,020	10.60	20.80	16.90	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.30	1.20	0.30

Fuente: SENAMI (Servicio Nacional de meteorología del Perú)

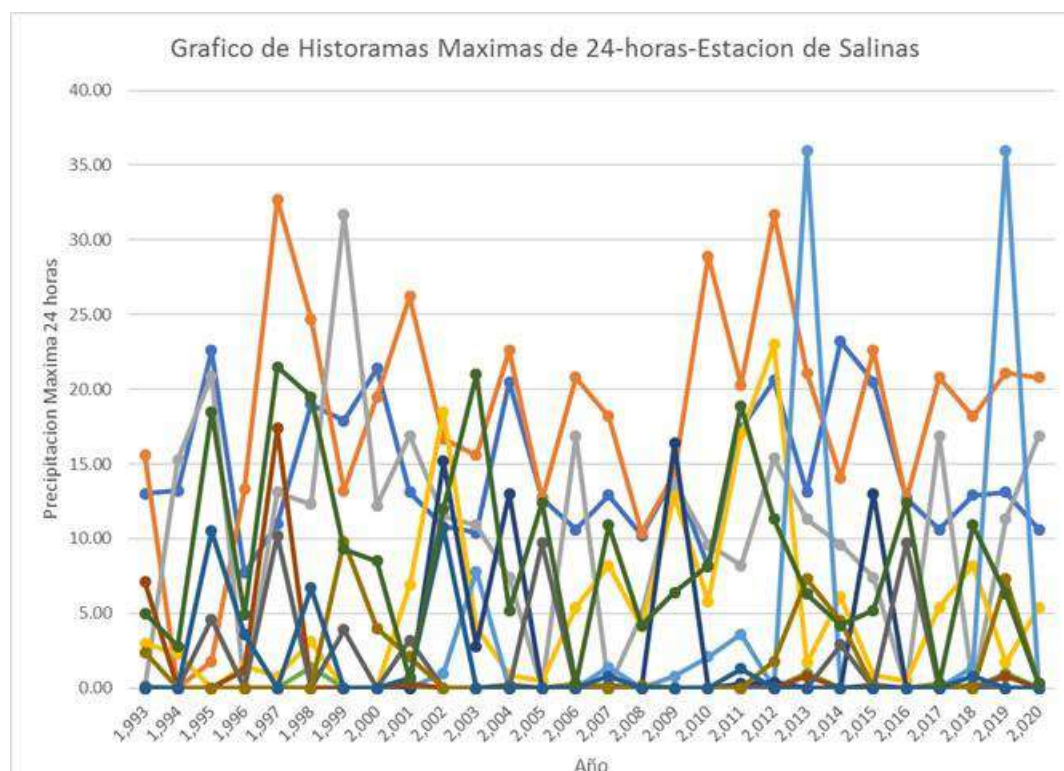


Figura 27. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion de Salinas

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21*Registro de precipitaciones Máximas de 24 horas – Estación salamanca*

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1,995	41.20	12.10	30.90	12.30	6.10	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	3.00	10.10
1,996	15.00	21.10	8.20	3.40	1.20	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	5.50	8.20
1,997	10.00	21.50	19.40	9.70	1.00	0.00	0.00	8.50	7.30	0.50	9.70	12.50
1,998	24.50	24.50	6.30	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	11.60
1,999	13.90	42.30	24.40	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	4.00	4.00	8.50
2,000	13.80	14.20	11.10	8.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60	3.00	0.00	20.60
2,001	11.20	27.20	18.90	16.40	0.00	1.30	0.00	2.20	0.00	15.00	2.30	10.40
2,002	26.60	17.20	42.00	13.60	1.50	5.50	9.50	0.00	0.00	4.30	5.00	14.80
2,003	19.50	13.00	16.20	9.90	3.50	0.00	0.60	5.20	0.30	0.00	0.50	13.60
2,004	22.60	39.60	10.20	13.00	0.00	0.00	12.50	1.50	1.30	0.00	0.00	2.80
2,005	9.00	28.40	9.30	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	0.00	6.20	13.60
2,006	21.20	16.00	19.30	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10	9.40	7.40
2,007	13.80	10.60	24.40	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	3.00	12.40
2,008	22.10	13.70	32.80	0.00	0.00	0.40	0.00	5.40	0.00	8.40	0.00	9.60
2,009	16.30	18.20	11.00	3.60	0.00	0.00	5.85	0.00	2.00	1.00	10.70	6.50
2,010	7.50	12.70	7.80	3.20	1.80	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	13.60
2,011	SD	24.80	10.80	16.00	14.90	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	22.70
2,012	20.40	18.90	12.90	17.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	0.00	13.90
2,013	28.60	15.70	17.40	0.00	5.40	37.60	8.60	10.50	0.00	14.10	0.00	11.80
2,014	18.40	4.00	20.70	15.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.50	3.10	2.40
2,015	18.60	15.40	16.70	14.00	0.00	0.00	6.00	2.20	2.90	3.40	6.20	0.60
2,016	22.10	13.70	32.80	0.00	0.00	0.40	0.00	5.40	0.00	8.40	0.00	9.60
2,017	16.30	18.20	11.00	3.60	0.00	0.00	5.85	0.00	2.00	1.00	10.70	6.50
2,018	7.50	12.70	7.80	3.20	1.80	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	13.60
2,019	13.90	42.30	24.40	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	4.00	4.00	8.50
2,020	13.80	14.20	11.10	8.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60	3.00	0.00	20.60

AÑO	ENER	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1,995	41.20	12.10	30.90	12.30	6.10	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	3.00	10.10
1,996	15.00	21.10	8.20	3.40	1.20	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	5.50	8.20
1,997	10.00	21.50	19.40	9.70	1.00	0.00	0.00	8.50	7.30	0.50	9.70	12.50
1,998	24.50	24.50	6.30	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	11.60
1,999	13.90	42.30	24.40	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	4.00	4.00	8.50
2,000	13.80	14.20	11.10	8.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60	3.00	0.00	20.60
2,001	11.20	27.20	18.90	16.40	0.00	1.30	0.00	2.20	0.00	15.00	2.30	10.40
2,002	26.60	17.20	42.00	13.60	1.50	5.50	9.50	0.00	0.00	4.30	5.00	14.80
2,003	19.50	13.00	16.20	9.90	3.50	0.00	0.60	5.20	0.30	0.00	0.50	13.60
2,004	22.60	39.60	10.20	13.00	0.00	0.00	12.50	1.50	1.30	0.00	0.00	2.80
2,005	9.00	28.40	9.30	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	0.00	6.20	13.60
2,006	21.20	16.00	19.30	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.10	9.40	7.40
2,007	13.80	10.60	24.40	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.10	3.00	12.40
2,008	22.10	13.70	32.80	0.00	0.00	0.40	0.00	5.40	0.00	8.40	0.00	9.60
2,009	16.30	18.20	11.00	3.60	0.00	0.00	5.85	0.00	2.00	1.00	10.70	6.50
2,010	7.50	12.70	7.80	3.20	1.80	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	13.60
2,011	SD	24.80	10.80	16.00	14.90	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	22.70
2,012	20.40	18.90	12.90	17.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	0.00	13.90
2,013	28.60	15.70	17.40	0.00	5.40	37.60	8.60	10.50	0.00	14.10	0.00	11.80
2,014	18.40	4.00	20.70	15.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.50	3.10	2.40
2,015	18.60	15.40	16.70	14.00	0.00	0.00	6.00	2.20	2.90	3.40	6.20	0.60
2,016	22.10	13.70	32.80	0.00	0.00	0.40	0.00	5.40	0.00	8.40	0.00	9.60
2,017	16.30	18.20	11.00	3.60	0.00	0.00	5.85	0.00	2.00	1.00	10.70	6.50
2,018	7.50	12.70	7.80	3.20	1.80	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	13.60
2,019	13.90	42.30	24.40	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	4.00	4.00	8.50
2,020	13.80	14.20	11.10	8.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.60	3.00	0.00	20.60

Fuente: SENAMI (Servicio Nacional de meteorología del Perú)

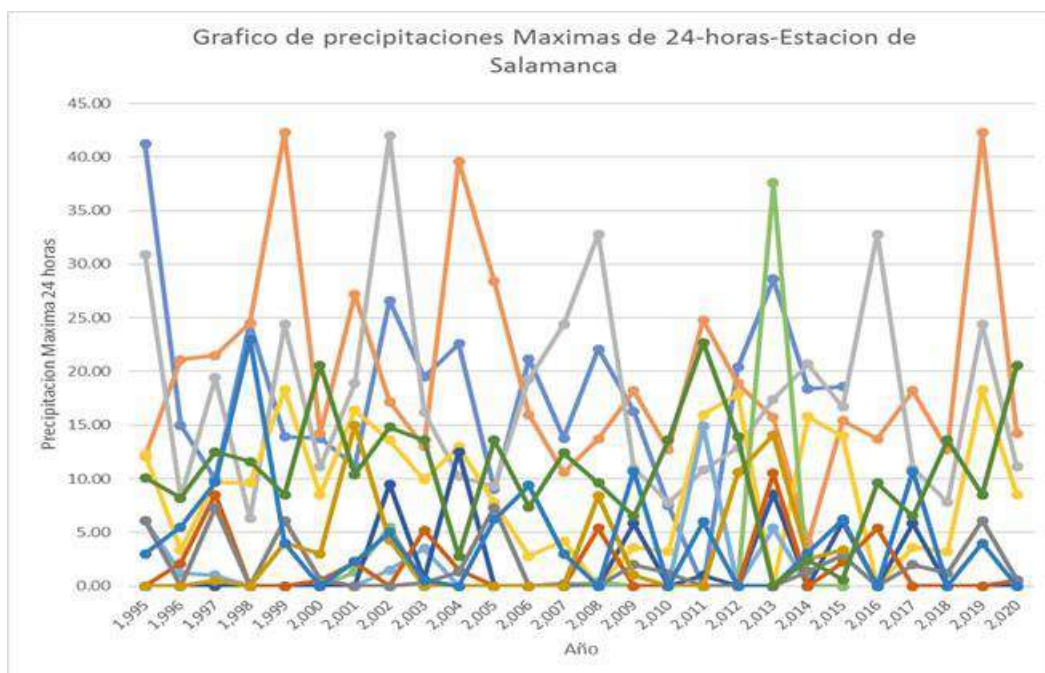


Figura 28. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion de Salamanca

Fuente: elaboración propia.

Tabla 22

Precipitación máxima de 24 horas- estación madrugal

AÑO	MADRIGAL (pp)
1,970	18.90
1,971	22.50
1,972	33.30
1,973	16.20
1,974	31.60
1,975	24.90
1,976	24.90
1,977	20.10
1,978	25.10
1,979	15.80
1,980	19.50
1,981	33.80
1,982	18.80
1,983	10.00

1,984	24.60
1,985	31.10
1,986	20.70
1,987	19.80
1,988	34.40
1,989	16.70
1,990	24.60
1,991	12.40
1,992	22.00
1,993	12.10
1,994	17.30
1,995	33.90
1,996	25.40
1,997	30.70
1,998	24.60
1,999	27.90
2,000	26.30
2,001	36.20
2,002	29.80
2,003	21.20
2,004	18.60
2,005	35.70
2,006	38.20
2,007	20.40
2,008	18.80
2,009	28.00
2,010	29.60
2,011	34.10
2,012	42.20
2,013	33.90
2,014	45.50
2,015	25.80

2,016	26.40
2,017	24.60
2,018	27.90
2,019	38.20
2,020	20.40

Fuente: SENAMI (Servicio Nacional de meteorología del Perú)



Figura 29. Gráfico de precipitaciones Máximas de 24-horas-Estacion Madrigal

Fuente: elaboración propia.

- Según el “Manual de estimación ante inundaciones fluviales INDECI, 2011” recomiendan que el estudio de áreas de inundación se toman los periodos de retorno de 10,50 y 200 años
- Según el “Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales- ANA,2016. Para la determinación del límite superior de la ribera de cauces naturales establece que se determina mediante huellas máximas de los ríos u/o modelamiento hidráulico en cauces naturales colindantes con terrenos agrícolas se considera un

periodo de retorno de 50 años y para causas naturales colindantes con asentamientos poblacionales de considera un periodo de retorno de 100 años

Por lo tanto, se considerará lo siguiente:

Tabla 23

Análisis de la Velocidad Máxima del Cauce

Año	Caudal (Q) M3/s	Espejo de agua (T) m	Tirante (Y) m	Base (B) m	Peso específico (Y) Kf/m3
2014	4.30	13.44	1.50	12.13	1000

Fuente: elaboración propia.

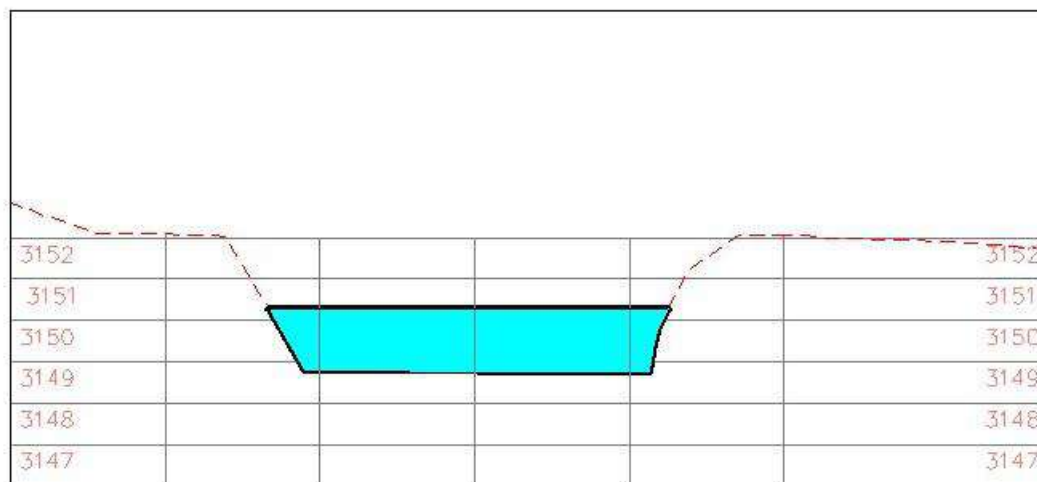


Figura 30. Sección de la Velocidad Máxima del Cauce.

Fuente: elaboración propia.

Para un periodo de retorno de $T= 100$ se tiene los siguientes datos:

Tabla 24

Parámetros para Diseño

Progresiva (m)	Velocidad (m/s)	Área Mojada (m2)	Espejo de Agua (m)	Numero de Froude
430	10.62	12.04	7.83	2.69

Fuente: elaboración propia

Con los datos obtenidos se procede a modelar en el software GEO5

4.3.3. Diseño de gaviones utilizando el GEO 5

Para el diseño de gaviones en el software GEO5 se modelo en función a la tabla N°14

Perfil Longitudinal sección A-A tramo 0+00 – 0+25.00

Con los datos obtenidos, se modelará el talud utilizando el software Geo5, se insertará los 4 estratos obtenidos en la calicata 1.

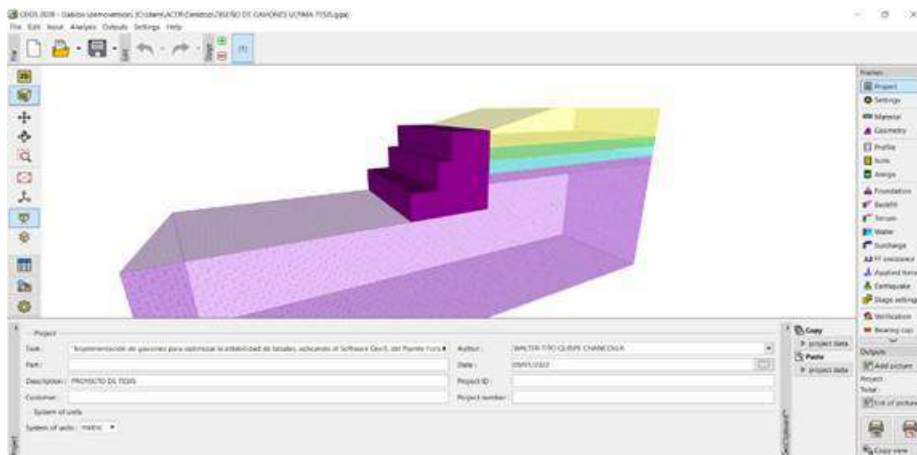


Figura 31. Perfil Longitudinal sección A-A en el GEO5 con escalones externos

Fuente: elaboración propia.

Asignación del Tipo de Suelo

Se ingresaron los datos obtenidos del laboratorio en la calicata (C-1) los cuales son: la cohesión, ángulo de fricción y peso específico. Posteriormente se asignó cada tipo de suelo en cada interfaz del talud.

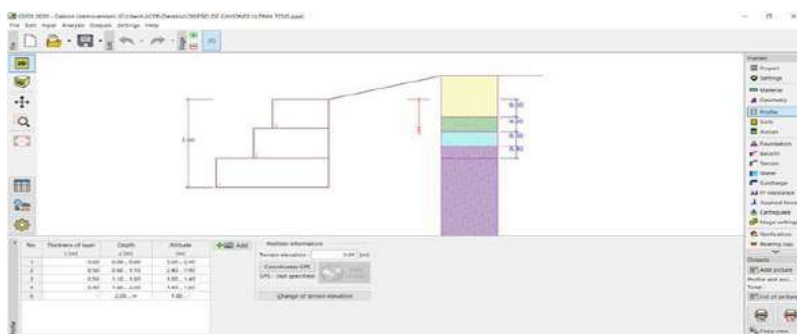


Figura 32. Asignación del tipo de suelo

Fuente: elaboración propia.

Los datos ingresados al software GEO5 se encuentran en la tabla 14

Perfil Longitudinal Sección B-B Tramo 0+00 – 025+60.00

Con los datos obtenidos, se modelará el talud utilizando el software Geo5, con sus 3 estratos obtenidos en el estudio de mecánica de suelos.

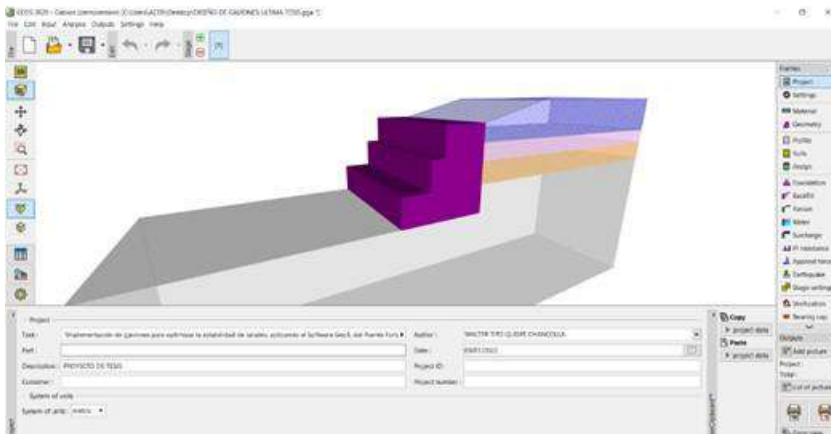


Figura 33. Perfil Longitudinal sección B-B en el GEO5 con escalones externos

Fuente: elaboración propia.

Asignación del Tipo de Suelo

Se ingresaron los datos obtenidos del laboratorio en la calicata (C-2) los cuales son: la cohesión, ángulo de fricción y peso específico. Posteriormente se asignó cada tipo de suelo en cada interfaz del talud.

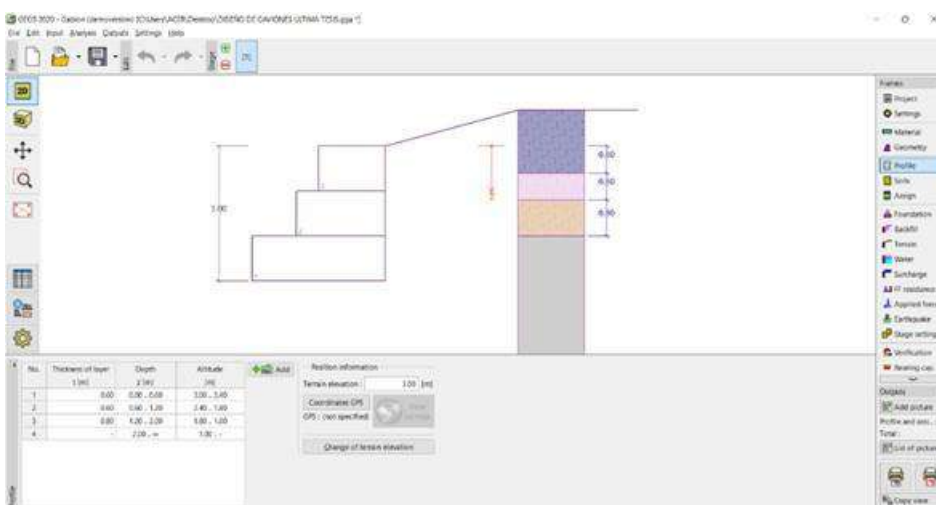


Figura 34. Asignación del tipo de suelo

Fuente: elaboración propia.

Los datos ingresados al software GEO5 se encuentran en la tabla 15

Se procede a asignar el caudal máximo.

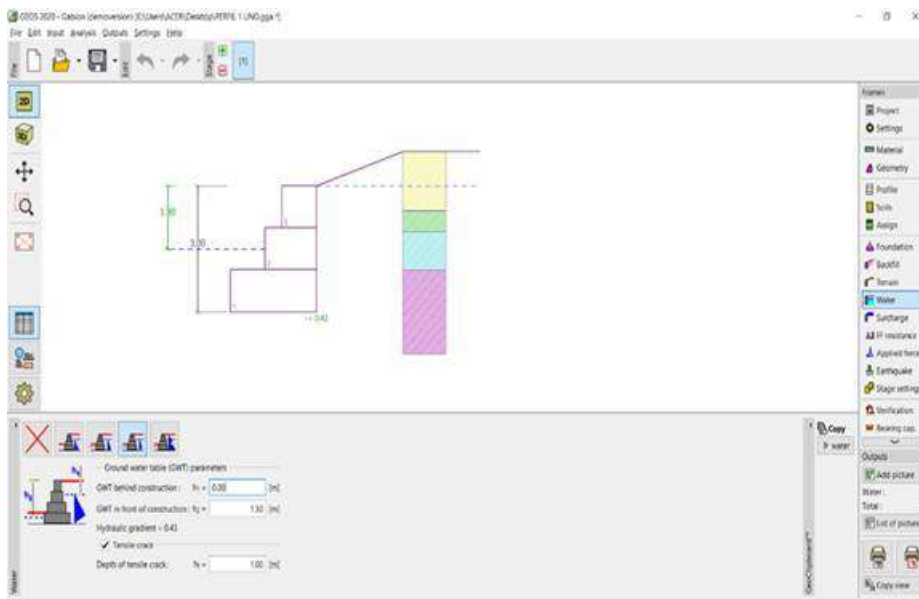


Figura 35. Asignación del caudal Máximo

Fuente: elaboración propia.

Los datos ingresados al software GEO5 se encuentran en la figura 30.

4.4. Determinar los factores de seguridad

Para el análisis se analizará en condición estática y sísmica teniendo los siguientes cuadros:

Tabla 25

Factores de seguridad en condición estática

$$F.S > 1.50$$

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J.,2009, p.236.

Tabla 26

Factores de Seguridad en condición Sísmica

Coeficiente de Seguridad	Especificado en AASHTO
Deslizamiento	1.125
Volcamiento	1.5

Estabilidad del talud	1.1
Estabilidad interna	1.125

Fuente: Deslizamientos. Tomo II: Técnicas de Remediación, Suarez, J.,2009, p.236.

Se comprobará la inestabilidad del talud con factores de seguridad menores a 1.50. Posteriormente, se agrega la condición pseudoestática (con sismo). se tiene los siguientes datos:

Tabla 27

Factores pseudoestática

Coficiente Sísmico Horizontal. K_h	Coficiente Sísmico Vertical. K_v	Aceleración Máxima del Suelo (A_s)
0.1225	0.0088564	Zona 4 = 0.45

Fuente: Norma E-030 diseño sismo resistente

Verificación de la estabilidad con GEO5

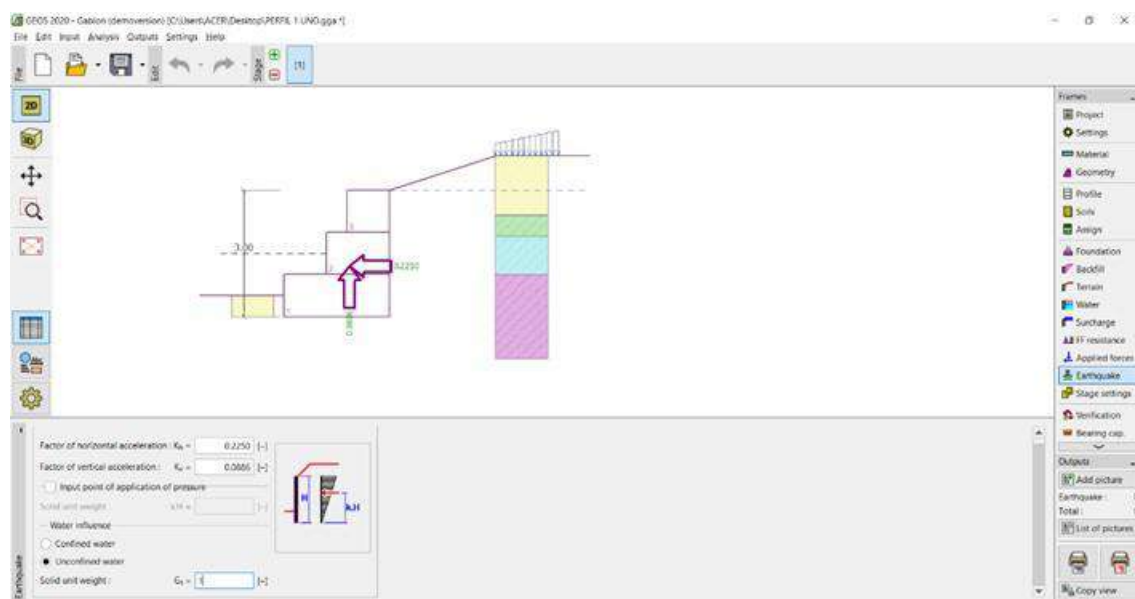


Figura 36. Condición pseudoestática del talud reforzado con Gaviones de la sección A-A

Fuente: elaboración propia.

Se determino los factores de seguridad mediante el método de equilibrio en superficie de deslizamiento poligonal. Siendo el F.S > 1.50 por ello el con gaviones es una técnica de estabilización que satisface las condiciones del terreno en estado pseudoestático.

Tabla 28

Factor de seguridad de los gaviones en condición pseudoestática

Método Bishop	Método Spencer	Método Janbu Generalizado
1.00	1.56	1.55

Elaboración propia

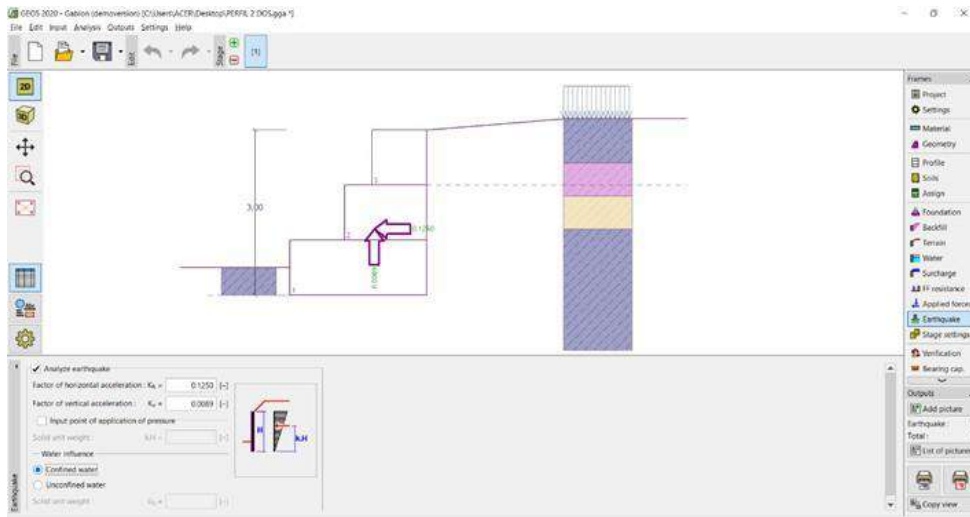


Figura 37. Condición pseudoestática de los Gaviones de la sección B-B

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los resultados como se muestra en la tabla 28.

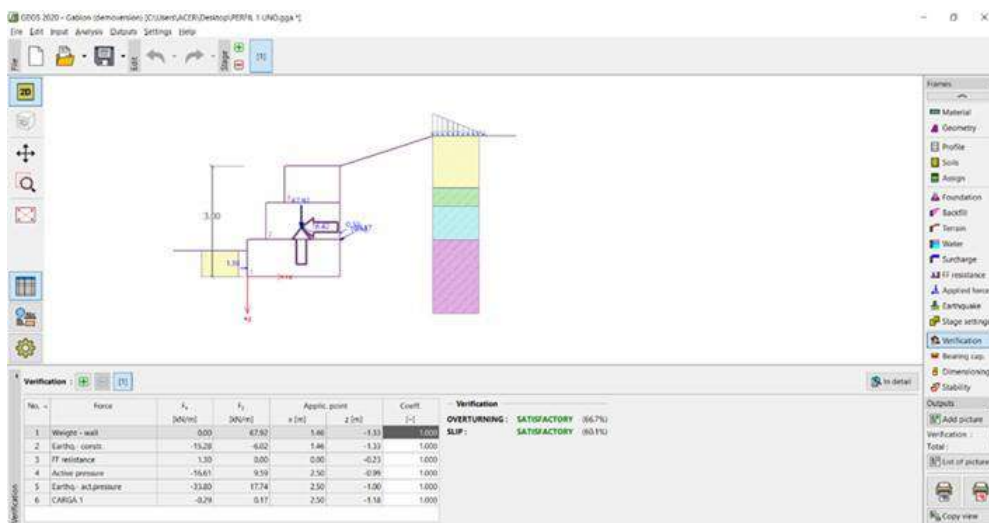


Figura 38. Verificación del factor de seguridad de la sección A-A

Fuente: elaboración propia.

Se tiene como resultado que el factor de seguridad para esta sección es de 1.55 en el Método Spencer, 1.01 en el método de Bishop.

De igual manera en la Figura 29 se procedió a la verificación del factor de seguridad de la sección B-B.

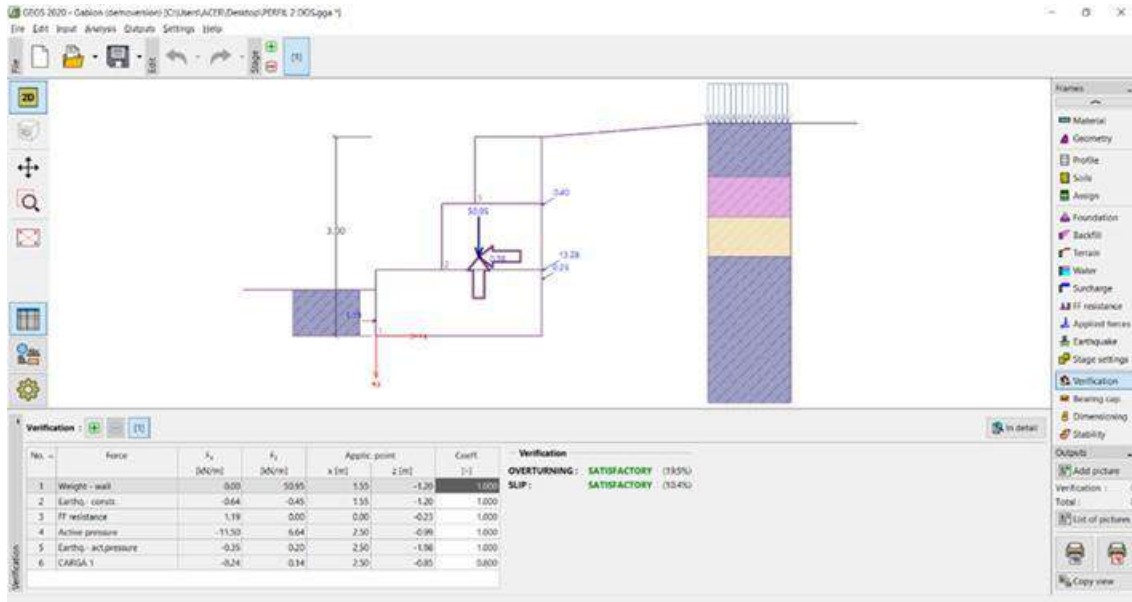


Figura 39. Verificación del factor de seguridad de la sección B-B

Fuente: elaboración propia.

Se tiene como resultado que el factor de seguridad para esta sección es de 1.50 en el Método

Spencer, 1.00 en el método de Bishop.

En conclusión, el muro con gaviones es una solución técnicamente admisible para la estabilidad del talud ubicado en el Puente fortaleza. El comportamiento de la estructura tiene una trabajabilidad tanto a tracción como en flexión en función al tipo de Materiales.

4.5. Prueba de Hipótesis

Para ello se aplicará el Coeficiente de correlación de Pearson.

Dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable.

- Variable Independiente: Gaviones.

- Variable Dependiente: Estabilidad de Taludes.

4.5.1. Diseño Estructural de Gaviones

Tabla 29

Altura del gavión en función al caudal.

AÑO	ALTURA DEL GAVIÓN	MADRIGAL (pp)	X*Y	X ²	Y ²
1972	1.00	33	33.30	1	1108.89
1981	2.00	34	67.60	4	1142.44
2011	3.00	34	102.30	9	1162.81
2012	4.00	42	168.80	16	1780.84
2014	5.00	46	227.50	25	2070.25
Σ=	15.00	188.90	599.50	55.00	7265.23

Fuente: elaboración propia.

Donde:

R= 0.91

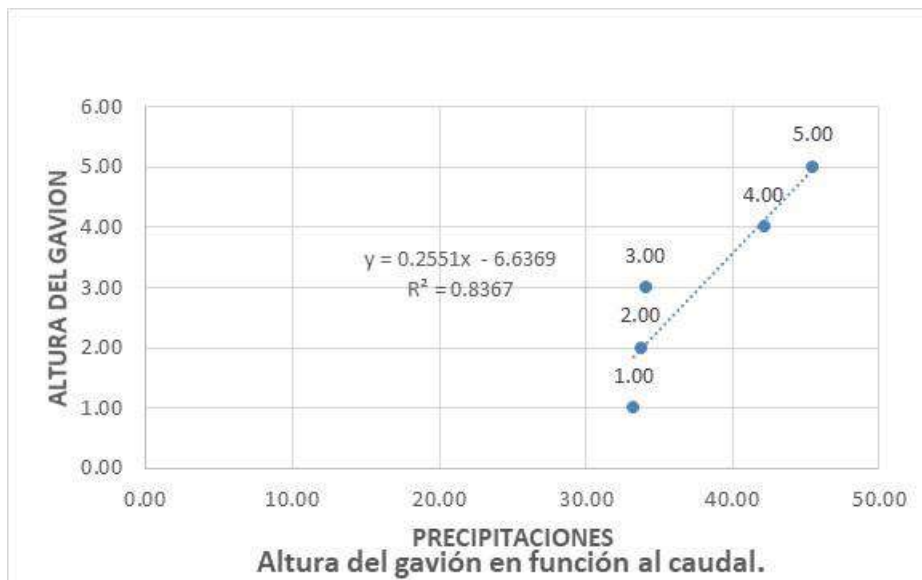


Figura 40. Correlación de Pearson para determinar la altura del Gavión en función al caudal máximo

Fuente: elaboración propia.

Podemos determinar que la correlación según Pearson en la Tabla N° 29, es una Correlación positiva muy alta, siendo el valor de 0.91. teniendo como resultado a mayor caudal aumenta la altura del Gavión.

Tabla 30

Ccapacidad portante del suelo en función al % Humedad.

N°	Diseño estructural de los muros de gaviones peso específico (x)	Mecánica de suelos del talud. % de Humedad (y)	X*Y	X^2	Y^2
E-1	4500	5.60%	252.00	20250000	0.31%
E-2	2700	4.30%	116.10	7290000	0.18%
E-3	1800	8.20%	147.60	3240000	0.67%
E-4	1800	14.50%	261.00	3240000	2.10%
Σ=	10800	32.60%	776.70	34020000.00	3.27%

Fuente: elaboración propia.

Donde:

R= -0.60

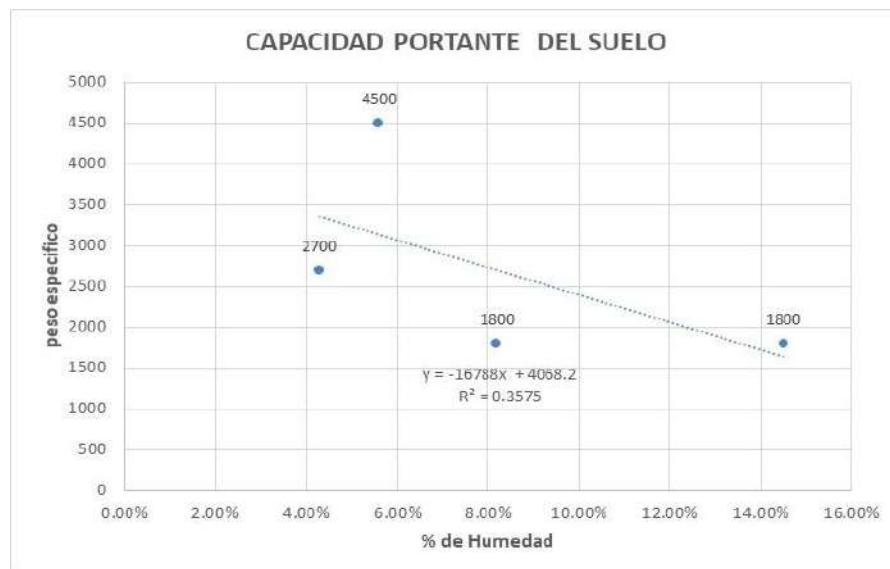


Figura 41. Correlación de Pearson para determinar capacidad portante del suelo en función al % Humedad.

Fuente: Elaboración Propia.

Podemos determinar que la correlación según Pearson en la Tabla N° 30, es una Correlación negativa baja, siendo el valor de $R=-0.60$. teniendo como resultado a mayor % humedad disminuye la capacidad portante del suelo.

4.5.2. Los Factores de Seguridad

Tabla 31

Factor de seguridad en función de la capacidad portante.

Ítem	Capacidad Portante (Kg)	Factor de Seguridad (pp)	X*Y	X ²	Y ²
Deslizamiento	3.00	1.13	3.38	9	1.27
Volcamiento	2.00	1.50	3.00	4	2.25
Estabilidad del talud	1.00	1.10	1.10	1	1.21
Estabilidad interna	0.75	1.13	0.84	1	1.27
$\Sigma=$	6.75	4.85	8.32	14.56	5.99

Fuente: Elaboración propia.

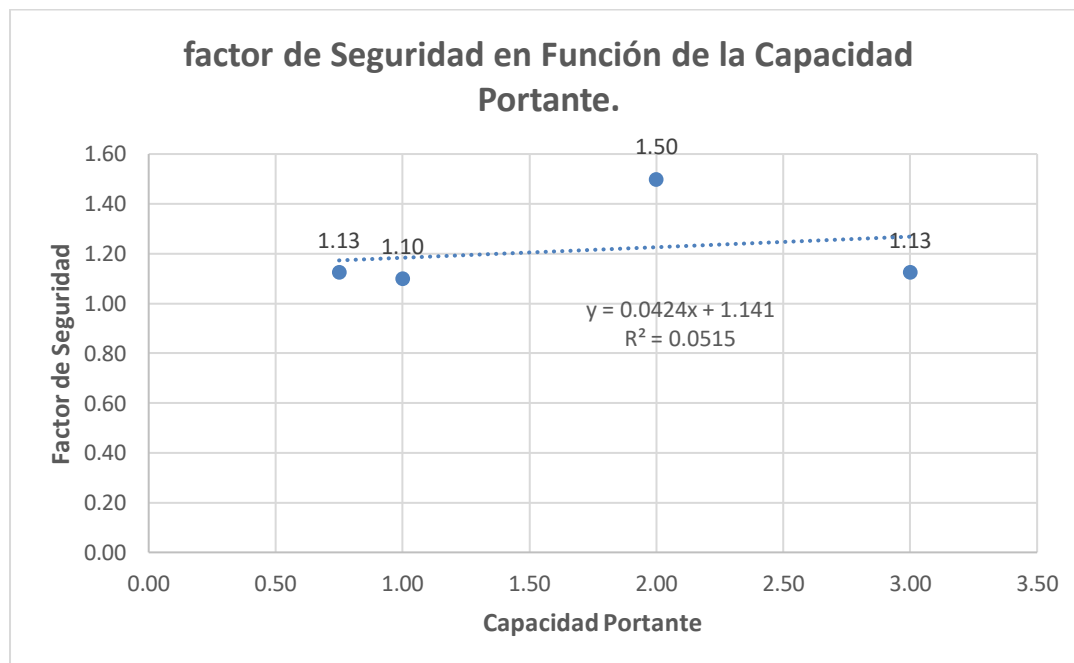


Figura 42. Correlación de Pearson para determinar el factor de seguridad en función de la capacidad portante

Fuente: elaboración propia.

Podemos determinar que la correlación según Pearson en la Tabla N° 31, es una Correlación positiva baja, siendo el valor de $R=0.23$. teniendo como resultado a mayor capacidad portante mejora el factor de seguridad.

Donde:

$R= 0.23$

4.6. Discusiones de Resultados

4.6.1. Diseñar Estructuralmente los Muros de Gavión para el Mejoramiento de la Estabilidad de Taludes.

1. Según los resultados obtenidos para la hipótesis específica 1, se tiene en la tabla 29 que el 91% la Altura del Gavión está en función al caudal para su diseño estructural. Teniendo como resultado a mayor caudal aumenta la altura del Gavión. De igual manera se tiene en la tabla 30 que el 60% del peso específico no está en función del % de humedad, teniendo como resultado a mayor % humedad disminuye la capacidad portante del suelo, podemos definir que la implantación de gaviones si optimiza la mecánica de suelos, dado que esta protegerá de manera directa ante cualquier tipo de carga externa. En tal sentido se contrasta con el autor (CORREA CHAPA, 2018), que en su tesis de proyecto menciona que la implementación de gaviones se diseñara obteniendo las propiedades mecánicas de suelos, para lograr una estabilidad óptima del talud y de tal manera que se desempeñe como una sola masa monolítica dotando de una resistencia idónea al corte frente a los esfuerzos cortantes horizontales y verticales que producen los deslizamientos de los taludes. Además, concluyo que los agregados gruesos no cohesivos que caracterizan los suelos del en el área de estudio no sufren alteraciones inmediatas a los efectos de la humedad.
2. Se tiene en la tabla 31 que el 23% del factor de seguridad está en función de la

capacidad portante, teniendo como resultado a mayor capacidad portante del suelo mejora el factor de seguridad. Podemos definir que a mayor capacidad portante obtenida por el estudio de mecánica de suelos mejora el factor de seguridad, tales como deslizamiento y volteo. En tal sentido se contrasta con el autor (LUJÁN LÓPEZ, 2017), que en su proyecto de tesis se encontró que el uso de gaviones mejora la socavación en un 27,83%, no sin antes conocer las propiedades físicas del suelo. Dado a esto puede considerarse que para realizar el diseño de muro de gaviones se requiere el estudio previo de la mecánica de suelos, ya que estas dependerán de las propiedades físicas, obtenidas en laboratorio.

4.6.2. Determinar los factores de seguridad que cumplan con los parámetros de estabilidad de los gaviones.

3. Según los resultados obtenidos para la hipótesis específica 2, en la tabla 28 se tiene el factor de seguridad de los gaviones en condición pseudoestática, siendo el resultado en el método Bishop un coeficiente de 1.56 y en el método de Janbú un coeficiente de 1.55, siendo estos resultados mayores a 1.50 por lo que en los perfiles analizados si cumplen lo solicitado por el software, calificando así el muro de gavión diseñado como óptimo. (GEO5-GAVION, 2005). En tal sentido se contrasta con el autor (BARRERO SANCHEZ, CARDONA CORTES y SOTO MARROQUIN, 2018); donde menciona que el factor de seguridad para la estabilidad del talud, mediante el software GEO5 usando los métodos de Janbú y Bishop, dicho software estableció que el factor de seguridad fue mayor a 1 en cada una de las superficies de falla; no obstante, el criterio para la aceptabilidad de la estabilidad de taludes según el software GEO es que su factor de seguridad sea mayor 1.50, por lo que algunas superficies de falla no cumplen este criterio haciendo que el software califique el talud como inestable.

CONCLUSIONES

- ✓ El diseño de muro de gaviones, optimiza la estabilidad de taludes del puente fortaleza, dado que presentan mayor rigidez ante los deslizamientos que estas actúan como fuerzas externas, de igual manera son flexibles ante los movimientos sísmicos, evitando que estas se fisuren, tienen una facilidad constructiva, por ende, es una solución para la estabilidad de taludes más usadas en el Perú.
- ✓ La construcción del muro de gavión aumenta considerablemente la estabilidad del talud, debido a que las cajas de gaviones forman una sola estructura, son más resistentes al vuelco y al deslizamiento, controlan eficazmente la erosión ante zanjas de diferentes tamaños.
- ✓ Se determinó el factor de seguridad para la estabilidad del talud, mediante el software GEO5 usando los métodos de Janbú Generalizado y Bishop, dicho software estableció que el factor de seguridad obtenido fue mayor a 1 en los dos perfiles críticos analizados; no obstante, el criterio para la aceptabilidad de la estabilidad de taludes según el software GEO 5 es que su factor de seguridad sea mayor 1.5, por lo que algunas superficies de falla no cumplen este criterio haciendo que el software califique el talud como inestable. Se recomienda obtener asesoría del SOFTWARE GEO5 en el conocimiento al diseño de los muros de tipo Gavión.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un monitoreo de la Zona afectada, tomar todas las anotaciones encontradas en IN SITU, del área a intervenir.
- ✓ Para el Diseño Estructural del muro de Gavión es necesario realizar el análisis de las propiedades físicas mecánicas del suelo, de igual manera las máximas precipitaciones pluviales en un periodo de retorno de 100 años ya que serán datos fundamentales para el diseño del muro Gavión.
- ✓ Se recomienda obtener asesoría del SOFTWARE GEO5 en el conocimiento al diseño de los muros de tipo Gavión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. *Probabilistic analysis of slope stability in completely decomposed granite residual soils.*
Fernández, W, Villalobos, S and King, R. Chile : s.n., 2018.
2. **YEPES PIQUERAS, Víctor.** *procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención.* Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2016. pp. 1-42.
Vol. 2 da Ed.
3. **DAS, Braja M and GONZALES CERVANTES, Sergio R.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* México : Cengage Learning, 2015. Vol. 4.
4. **ERRÁZURIZ RIVAS, libsbeth wendolyne.** *"aplicación de los gaviones en la protección y estabilización de taludes y su utilización en el proyecto conservación borde costero de corral, región de los ríos".* Universidad Austral de Chile, s.l. : 2013. Ingeniero Constructor.
5. **PIÑAR VENEGAS, Rafael.** *Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960m³.* instituto tecnológico de costa rica escuela de ingeniería en construcción, Costa Rica : 2008. Bachiller en Ingeniería civil.
6. **CORREA CHAPA, Carlos Enrique.** *Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.* Universidad César Vallejo, LIMA : 2018.
7. **LUJÁN LÓPEZ, José Luis.** *"Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017"*. Universidad César Vallejo, Lima : 2017.
8. *Evaluación de la estabilidad de taludes rocosos a partir de nubes de puntos 3D obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado.* **R, tomás, et al.** 1-15, s.l. : Revista de Teledetección, 2020, Vol. 0.
9. *Three-dimensional stability analysis of an urban slope located in João Monlevade, Brazil.*

PERIRA, Fernanada Cristina, et al. 1-12, s.l. : Research, Society and Development, 2019, Vol. 8.

10. *Bridge Failures*. **SMITH, D W.** 257-281, s.l. : Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1977, Vol. 62.

11. *Estabilidad de Taludes : Conceptos Básicos , Parámetros de Diseño y Métodos de Cálculo*. **VALIENTE , Sanz Ricardo, SOBRECASES, marti Salvador and DÍAZ , orrego Aníbal.** 50-54, s.l. : Civilizate, 2016, Vol. 7.

12. **CAMACHO MACEDO, Greyssi Milagro.** *Determinación del factor de seguridad para comparar técnicas de estabilización de taludes utilizando GEO5 caso: parque El Milagro, Huaraz, Áncash, 2021.* Cesar Vallejo, Áncach : 2021.

13. *Análisis De Estabilidad De Taludes Mediante El Empleo De Elementos Finitos: Un Caso De Estudio En La Paz – Bolivia.* **GURRUCHAGA R, Daniela and VISCARRA A, Fabiana.** 99-111, s.l. : Investigacion & Desarrollo, 2020, Vol. 20.

14. **CAMIZAN FLORES, Marjorie Noemi.** *“modelamiento hidráulico para el estudio de la socavación local en los pilares del puente san martín mediante la aplicación de un dispositivo reductor de energía de flujo, río chillón, lima, 2021.* Universidad Privada del Norte, Lima : 2121.

15. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto.** *metodologia de la investigacion.* Mexico : s.n., 2014. Vol. Sexta Edicion. 1-634.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz De Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivos	Marco Teórico Conceptual.	Hipótesis.	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema Principal</p> <p>¿De qué forma la Implementación de gaviones optimiza la estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021?</p> <p>Problemas Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera el diseño estructural de gaviones mejora la estabilidad taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021? ¿Cuáles son los factores de seguridad que cumplen con los parámetros de estabilidad, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021? 	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseñar estructuralmente los muros de gavión para el mejoramiento de la estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. Determinar los muros de gaviones de acuerdo a los factores de seguridad que cumplan con los parámetros de estabilidad de los gaviones, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. 	<p>Antecedentes de la Investigación</p> <p>Si existen estudios de investigación que han tratado este tema, por lo cual considero mi investigación de suma importancia ya que la población de muestra es distinta a las investigaciones realizadas.</p> <p>Levantamiento Topográfico La topografía se clasifica en planimetría y altimétrica, la primera concierne a las características del terreno en superficie plana con sus detalles y el sentido horizontal de los puntos tomados; mientras la segunda corresponde a la altura del levantamiento topográfico permitiendo conocer las características del relieve</p> <p>Mecánica de suelos Consiste en el manejo de principios de mecánica e hidráulica para resolver las dificultades presentadas en el campo de la ingeniería que frecuentemente se encuentra con la presencia de sedimentos y otros depósitos como consecuencia de la disgregación mecánica o la desintegración química de las rocas, aisladamente si contiene o no material orgánico.</p> <p>Gavión tipo caja se puede definir como un contenedor prismático realizada mediante una caja paralelepípedo de diferentes mallas. Dentro de los materiales utilizados son la malla simple torsión, malla galvanizado o malla electrosoldada”.</p> <p>Estabilidad de taludes La estabilidad de taludes se define como el equilibrio entre las fuerzas actuantes y resistentes, se evalúan en condición estática (equilibrio entre fuerzas) y pseudoestática (intervención del movimiento dinámico). El análisis pseudoestático en el método de equilibrio limite sustituye la fuerza aplicada dinámica por aceleración constante estática</p> <p>Software geo5 – Estabilidad de Taludes. El GEO5 es la agrupación de software para la solución de problemas geotécnicos, ampliamente usado por su facilidad y multiplicidad de herramientas. La cohesión puede ser calculada con el software GEO5, comparando el resultado con los factores entre los que varía, para distinguir el tipo de regolito como cohesivo rígido</p>	<p>Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> La Implementación de gaviones optimiza significativamente la estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. <p>Hipótesis Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> El diseño estructural de gaviones mejora significativamente la estabilidad taludes, aplicando el software GEO 5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. Los factores de seguridad cumplen con los parámetros de estabilidad de taludes, aplicando el software GEO 5, la estabilidad de taludes, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021. 	<p>Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, la operacionalizamos, determinando las variables e indicadores que a continuación se mencionan:</p> <p>Variable X = Variable Independiente: Gaviones.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Composición del gavión X1 Diseño estructural de los muros de gaviones X2</p> <p>Variable Y = Variable Dependiente: Estabilidad de taludes</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Mecánica de suelos del talud. y1 Factor de seguridad. y2</p>	<p>I. Tipo de Investigación Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada.</p> <p>II. Nivel de la Investigación El nivel de la presente investigación es Explicativa, dado que su único objeto es exponer la causa y efecto de la conducta de mi variable dependiente (estabilidad de taludes) en función de otra variable independiente (gaviones).</p> <p>III. Método de la Investigación Durante el proceso de investigación para demostrar y comprobar la hipótesis se aplico el método que a continuación se indica:</p> <p>básica y aplicada como un conjunto de pensamientos universales y necesarios, y que en función de esto surgen algunas cualidades importantes, como la de que está constituida por leyes universales que conforman un conocimiento sistemático de la realidad.</p> <p>Diseño de la Investigación: No Experimental</p> <p>Muestreo Esta investigación se toma como muestra 65.00 m. en la zona vulnerable que necesita de mejoramiento de estabilidad de talud mediante la implementación de gaviones.</p> <p>Técnicas. - La técnica utilizada fue la observación debido a la inspección de campo para la determinación de las propiedades de suelo y las características geométricas del talud ubicado en el puente fortaleza.</p> <p>Instrumentos. - El instrumento utilizado fueron las fichas técnicas de recolección de datos, generando datos que posteriormente serán ingresados en el software GEO5 para la determinación del factor de seguridad. Además, se utilizó herramientas informáticas como hojas de Excel para la verificación de la solución.</p>

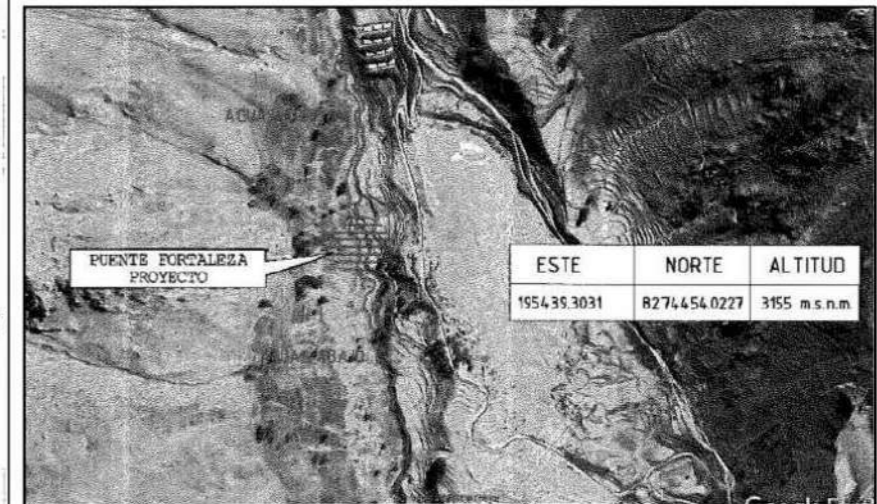
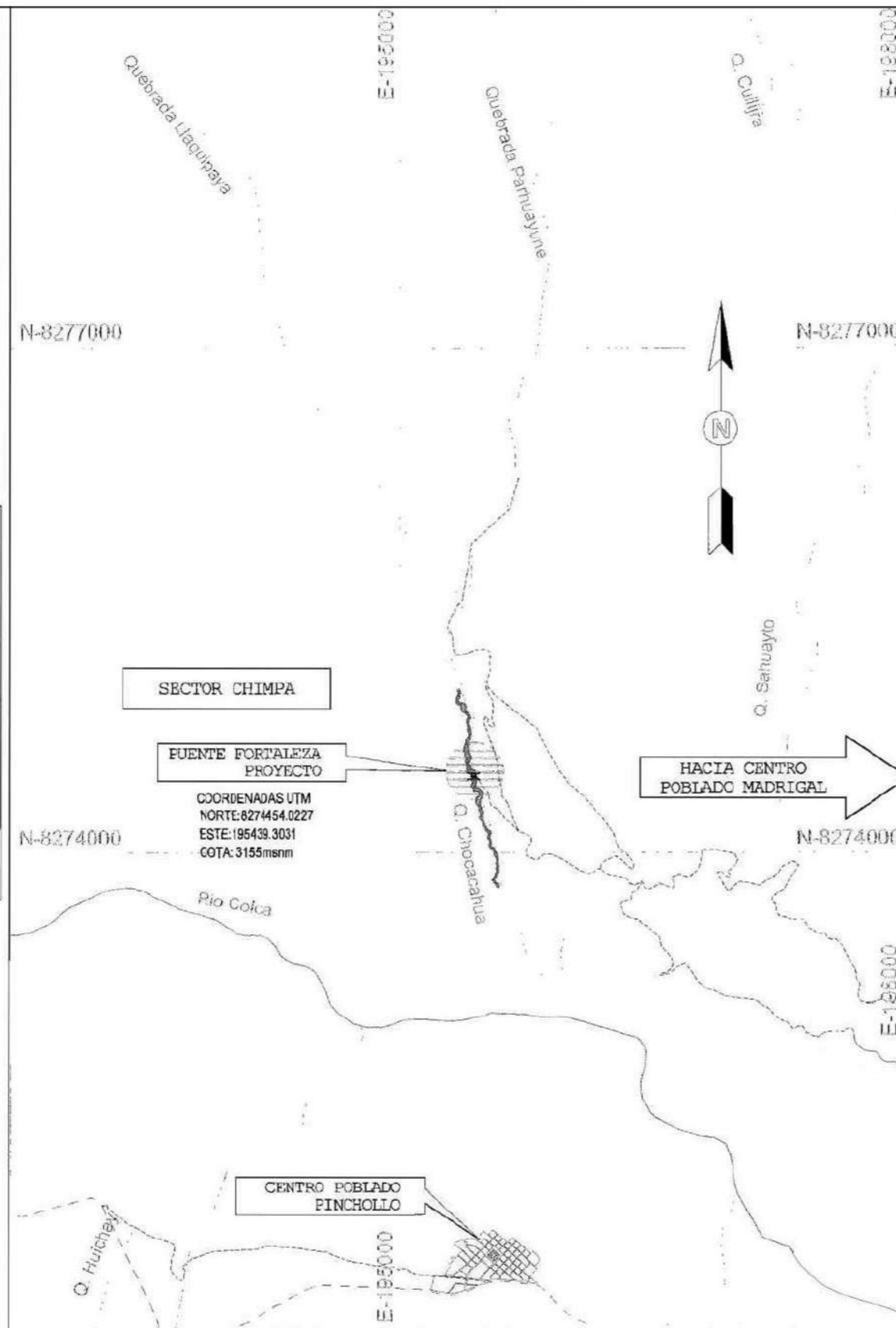
Título: “Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa

Anexo 2: Plano de Ubicación



LEYENDA	
MUESTRA GRAFICA	NOMBRE DE OBJETO
	Carretera Pavimentada
	Trocha Carrozable
	Puente modular
	Quebrada

PROYECCION GEODESICA	
SISTEMA	UTM
DATUM	WGS-84
ZONA	19L



Fuente foto: GOOGLE EARTH, PROPIO

VIAS DE ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

TRAMO	TIPO DE CARRETERA	DISTANCIA (KILOMETROS)	TIEMPO EN HORAS
Arequipa - Lari	Carretera Asfaltada	200	4.00 hrs
Lari - Madrigal	Carretera Asfaltada	25	0.30 hrs
Madrigal - Puente Fortaleza	Carretera Asfaltada	5	0.15 hrs



MADRIGAL DIVISION POLITICA



PROYECTO :
"Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021"

PLANO :
PLANO DE UBICACION

REGION : AREQUIPA
PROVINCIA : CAYLLOMA
DISTRITO : MADRIGAL
LUGAR : SECTOR CHIMPA

ANEXO 1
DIBUJO : W.T.Q.CH.
ESCALA : INDICADA
FECHA : 22/12/2021

CODIGO :
PU_01

Anexo 3: Plano topográfico



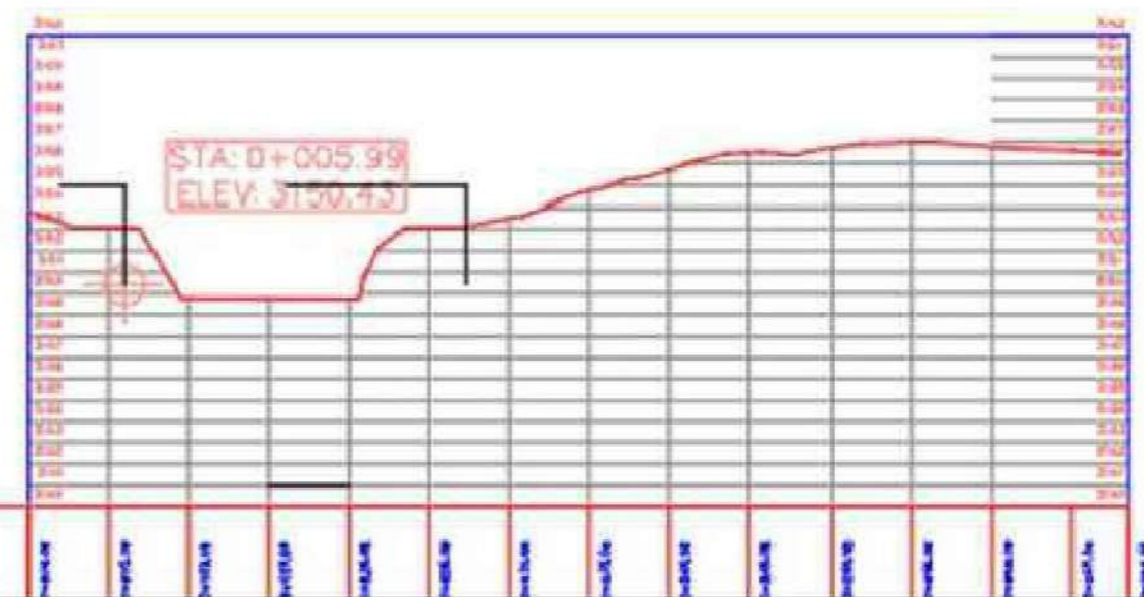
PLANO TOPOGRAFICO
Ese: 1/200

19 53 50.0 00 19 54 00.0 00 19 54 10.0 00 19 54 20.0 00 19 54 30.0 00 19 54 40.0 00 19 54 50.0 00 19 55 00.0 00 19 55 10.0 00

ESC V: 750
H: 1000.000

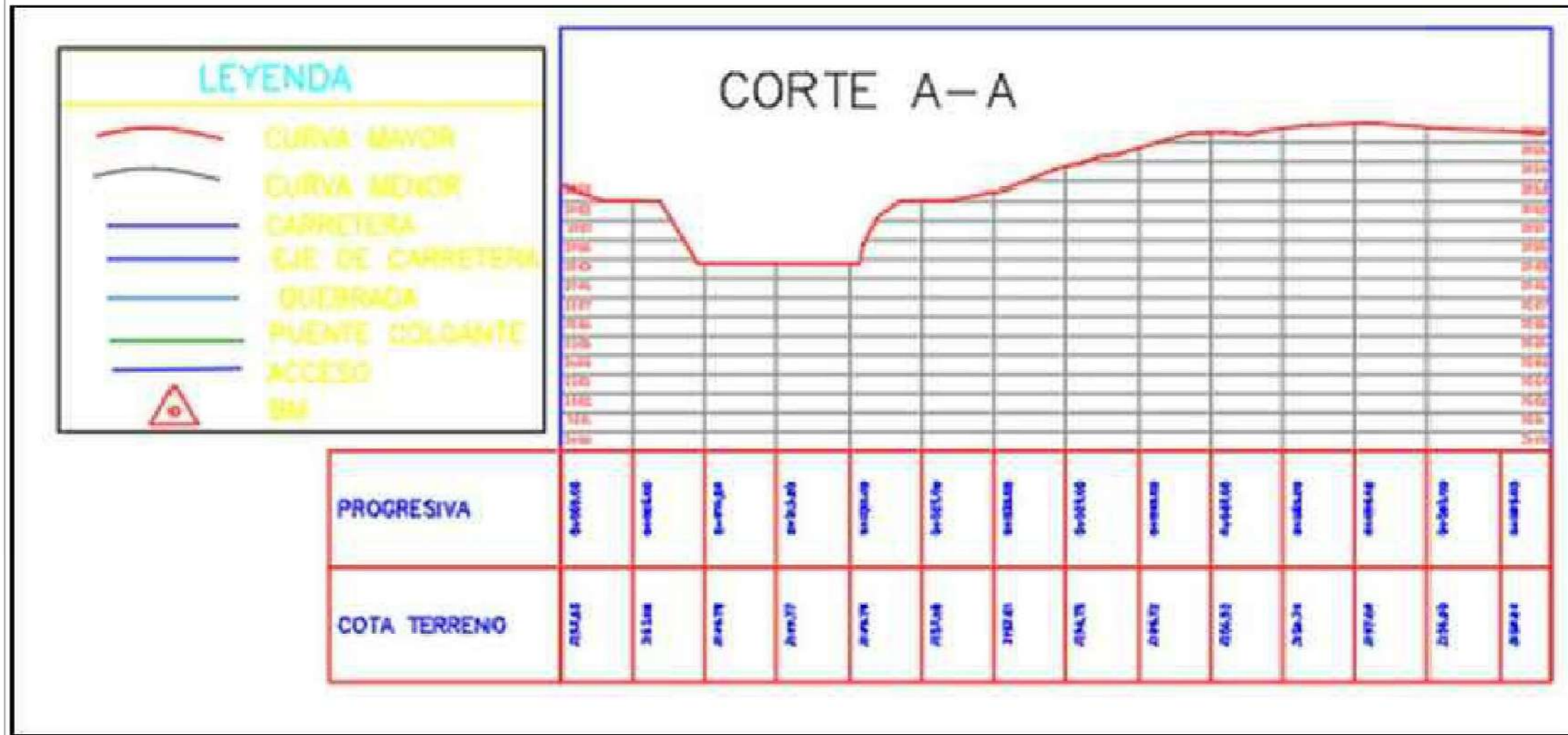
FUENTE DE OBTENCION DE DATOS			
PROYECTO	FECHA	USO	USUARIO

LEYENDA	
	LINEA DE ALIQUILADO
	LINEA DE ALIQUILADO
	LINEA DE ALIQUILADO
	LINEA DE ALIQUILADO
	LINEA DE ALIQUILADO
	ALIQUILADO

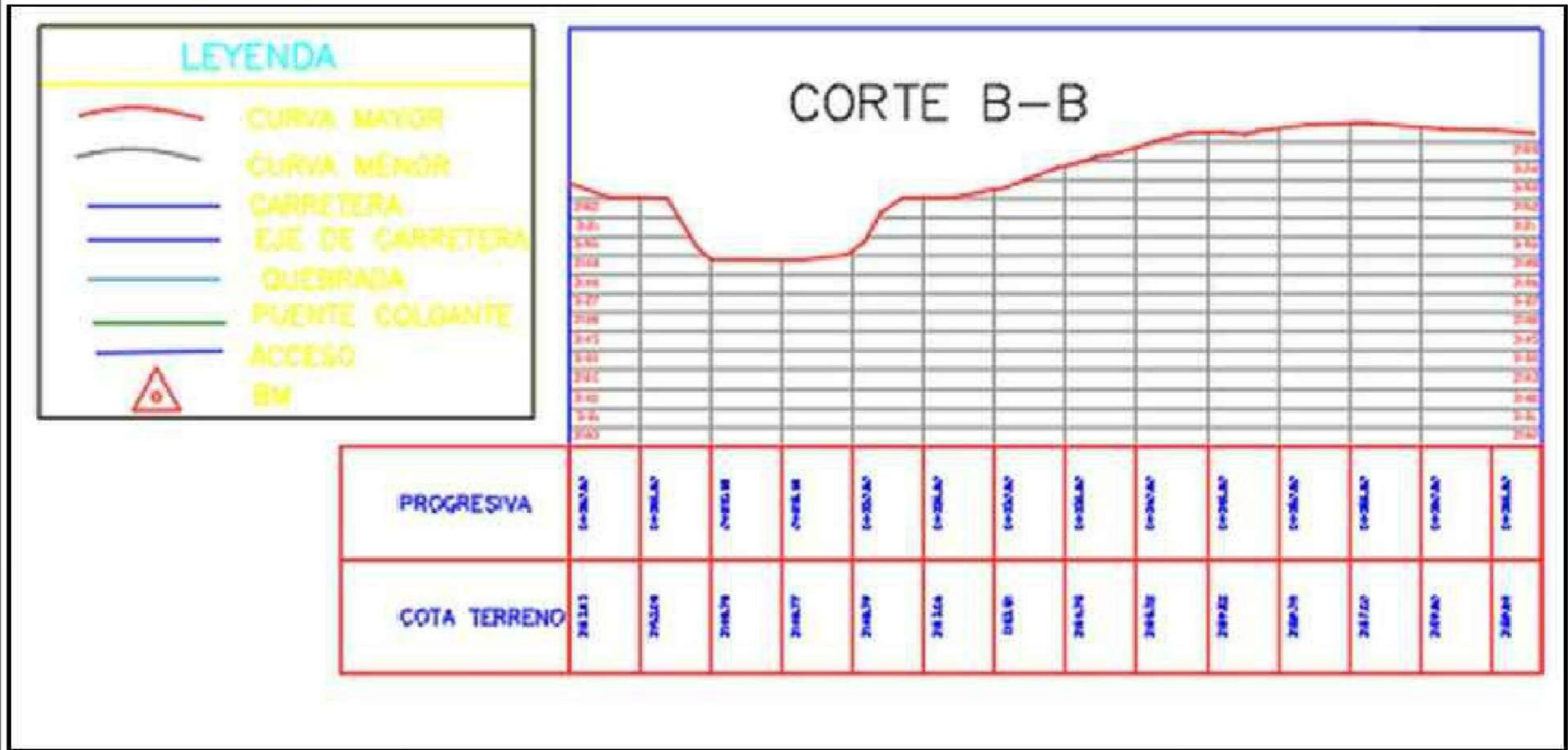


	PROYECTO : "Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021"	PLANO : PLANO TOPOGRAFICO				ANEXO 2		CODIGO : PT_01	
		REGION : AREQUIPA	PROVINCIA : CAYLLOMA	DISTRITO : MADRIGAL	LUGAR : SECTOR CHIMPA	DIBUJO : W.T.Q.CH.	ESCALA : INDICADA		FECHA : 22/12/2021
		PROGRESIVA							

Anexo 4: Plano del perfil longitudinal A- A y B-B



 Universidad Continental	PROYECTO : "Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021"	PLANO : PLANO DEL PERFIL LONGITUDINAL A-A				ANEXO 3	CODIGO : PL_01
		REGION: AREQUIPA	PROVINCIA: CAYLLOMA	DISTRITO: MADRIGAL	LUGAR: SECTOR CHIMPA	ESCALA: INDICADA	



 Universidad Continental	PROYECTO : "Implementación de gaviones para optimizar la estabilidad de taludes, aplicando el Software Geo5, del Puente Fortaleza en el Distrito de Madrigal, Provincia de Caylloma, Arequipa 2021"	PLANO : PLANO DEL PERFIL LONGITUDINAL A-A				ANEXO 3 DIBUJO : W.T.Q.CH.		CODIGO : PL_01
	REGION: AREQUIPA	PROVINCIA: CAYLLOMA	DISTRITO: MADRIGAL	LUGAR: SECTOR CHIMPA	ESCALA: INDICADA	FECHA: 22/12/2021		

Anexo 5: panel fotográfico



Foto 1. Vista del Puente Fortaleza del tramo 0+00 al 0+60.00m



Foto 2. Vista de la altura del talud de 3.00 m



Foto 3. Vista de la excavación de la calicata 1 con una profundidad de 2.00 m



Foto 4. Vista de la excavación de la calicata 2 con una profundidad de 1.80 m



Foto 5. Vista del ensayo de granulometría



Foto 6. Vista del ensayo del límite de atterberg



Foto 7. Vista del ensayo del peso específico



Foto 8. Vista del ensayo de corte directo.

Anexo 6: Estudio de Mecánica de Suelos



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.128, Revisada el 2014. SUELOS.Método de ensayo para el análisis granulométrico

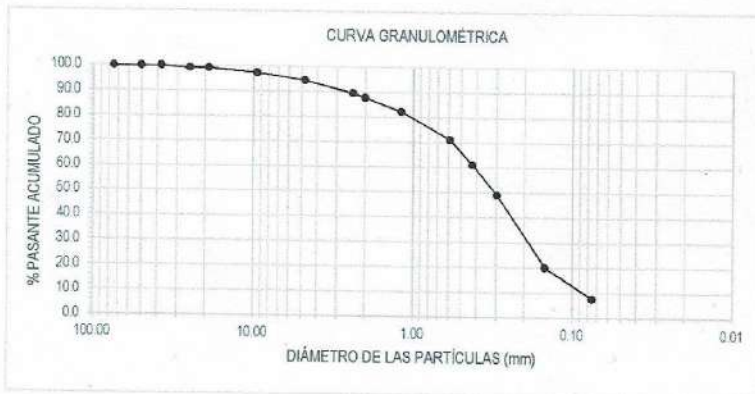
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 1 (Suelo fino) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	118	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	153	35	0.7	0.7	99.3
3/4"	19.00	118	0	0.0	0.7	99.3
3/8"	9.50	210	92	1.9	2.7	97.3
Nº 4	4.760	254	136	2.9	5.5	94.5
Nº 8	2.380	144.6	26.25	5.0	10.5	89.5
Nº 10	2.000	127.1	8.76	1.7	12.2	87.8
Nº 16	1.190	147.8	29.46	5.6	17.7	82.3
Nº 30	0.590	176.8	58.39	11.1	28.8	71.2
Nº 40	0.425	171.3	52.98	10.0	38.8	61.2
Nº 50	0.297	182.7	64.34	12.2	51.0	49.0
Nº 100	0.149	270.2	151.8	28.7	79.7	20.3
Nº 200	0.075	184.2	65.82	12.5	92.2	7.8
FONDO		159.7	41.29	7.8	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.7
	% GF	4.8
	% AG	6.6
% ARENA	% AM	26.7
	% AF	53.4
% FINOS		7.8
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		1"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.085
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.188
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.417
Coeficiente de uniformidad (C _u)		4.9
Coeficiente de curvatura (C _c)		1.0



Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 2 de 5

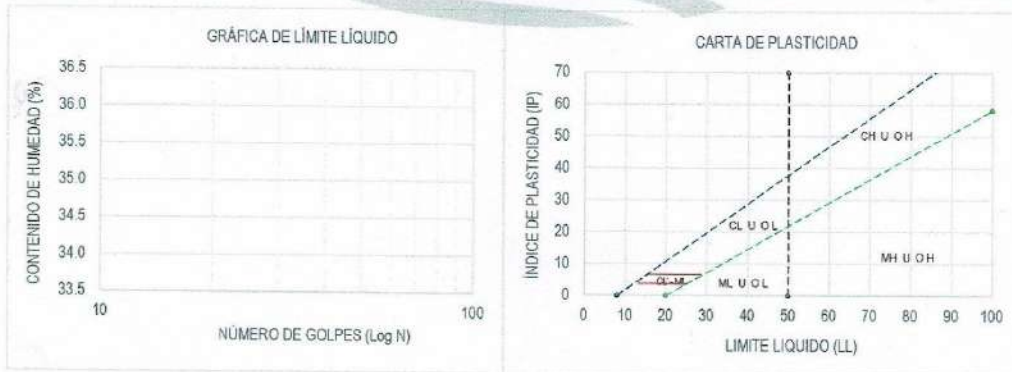
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 1 (Suelo fino) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Retenido N° 40: 10.0% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu): Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo)

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	53.60	52.60	53.11	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	45.60	44.33	45.34	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	8.00	8.27	7.77	-	-
Contenido de humedad	%	34.9	33.9	36.1	-	-
Número de Golpes	-	5	3	1	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
Roger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del servicio de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Este firmantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del uso que se le dé a esta información.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

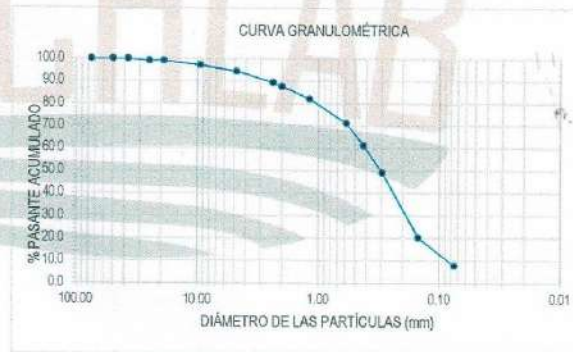
NTP 339.134:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

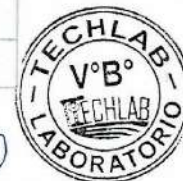
CÓDIGO INTERNO: -
CALICATA: 1 (Suelo fino) **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
MUESTRA: 1 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	99.3
3/4"	19.00	99.3
3/8"	9.50	97.3
Nº 4	4.760	94.5
Nº 8	2.380	89.5
Nº 10	2.000	87.8
Nº 16	1.190	82.3
Nº 30	0.600	71.2
Nº 40	0.425	61.2
Nº 50	0.297	49.0
Nº 100	0.149	20.3
Nº 200	0.075	7.8
FONDO		0.0
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.7
	% GF	4.8
% ARENA	% AG	6.6
	% AM	26.7
	% AF	53.4
% FINOS		7.8
Tamaño Máximo de la grava		1"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.1
Abertura del pasante del 30%		0.2
Abertura del pasante del 60%		0.4
Coeficiente de uniformidad (C _u)		4.9
Coeficiente de curvatura (C _c)		1.0



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%) :	NP
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS	
SP-SM	Arena mal graduada con limo



Rogger Angel Tejada Gutierrez
Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

NTP 339.135-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.1 - 2.5
CALICATA: 1 (Suelo fino) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	99.3
3/4"	19.00	99.3
3/8"	9.50	97.3
Nº 4	4.760	94.5
Nº 8	2.380	89.5
Nº 10	2.000	87.8
Nº 16	1.190	82.3
Nº 30	0.590	71.2
Nº 40	0.425	61.2
Nº 50	0.297	49.0
Nº 100	0.149	20.3
Nº 200	0.075	7.8
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.7
	% GF	4.8
	% AG	6.6
% ARENA	% AM	26.7
	% AF	53.4
	% FINOS	7.8
Pasante de la Malla Nº 10		87.8
Pasante de la Malla Nº 40		61.2
Pasante de la Malla Nº 200		7.8



LIMITES DE ATTERBERG

Limite Líquido (LL) (%) :	-
Limite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-
INDICE DE GRUPO	-

CLASIFICACIÓN AASHTO

A-3	Arena fina
-----	------------



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Ángel Tejada Gutiérrez
Roger Ángel Tejada Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Techlab. cualquier amenaza o corrupción en el contenido del presente documento, lo cual...



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 1 (Suelo fino) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	22.7	23.6
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	120.0	134.5
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	114.8	128.8
CANTIDAD DE AGUA	g.	5.2	5.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.6	5.5
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA:		5.6	%

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab: cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no es responsable del uso que se haga de esta información.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.126, Revisada el 2014, SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 0.60-1.10
CALICATA: 1 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET-TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	118	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	156	38	0.9	0.9	99.1
Nº 4	4.760	169	51	1.3	2.2	97.8
Nº 8	2.380	137.0	19.27	3.8	6.0	94.0
Nº 10	2.000	124.6	6.84	1.3	7.3	92.7
Nº 16	1.190	137.8	20.05	3.9	11.2	88.8
Nº 30	0.590	134.7	17	3.3	14.6	85.4
Nº 40	0.425	130.1	12.4	2.4	17.0	83.0
Nº 50	0.297	134.9	17.13	3.4	20.3	79.7
Nº 100	0.149	180.3	62.59	12.2	32.6	67.4
Nº 200	0.075	236.9	119.2	23.3	55.9	44.1
FONDO		343.1	225.37	44.1	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.2
	% AG	5.1
% ARENA	% AM	9.7
	% AF	38.9
% FINOS		44.1
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/8 "
Forma del suelo grueso		
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.027
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.050
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.120
Coefficiente de uniformidad (C _u)		4.4
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.7



Rogger Angel Tejada Gutierrez
Rogger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del uso que se le haga de esta información.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

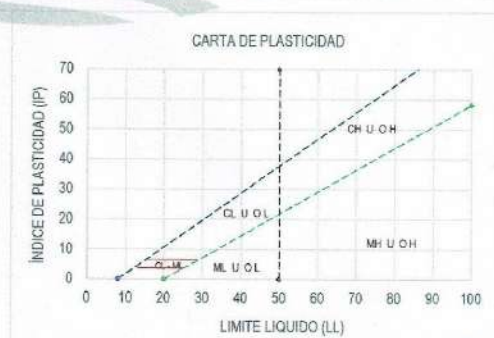
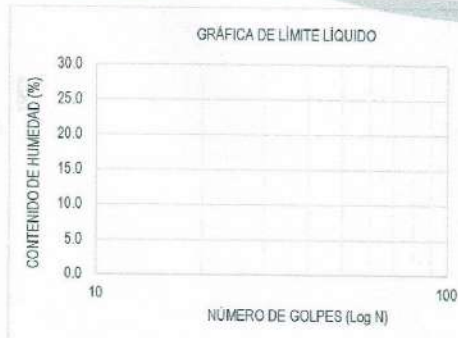
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: -
CALICATA: 1 (limo) **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.10
MUESTRA: 2 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Retenido N° 40: 2.4% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu: Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	50.13	51.24	50.04	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	46.32	45.55	44.27	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.81	5.69	5.77	-	-
Contenido de humedad	%	16.1	22.2	28.2	-	-
Número de Golpes	-	8	5	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la entidad que produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del uso que se haga de esta información.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999, Revisada el 2014, SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.10
CALICATA: 1 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	99.1
Nº 4	4.750	97.8
Nº 8	2.380	94.0
Nº 10	2.000	92.7
Nº 16	1.190	88.8
Nº 30	0.690	85.4
Nº 40	0.425	83.0
Nº 50	0.297	79.7
Nº 100	0.149	67.4
Nº 200	0.075	44.1
FONDO		0.0



DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.2
	% AG	5.1
% ARENA	% AM	9.7
	% AF	38.9
% FINOS		44.1
Tamaño Máximo de la grava	3/8"	
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.0
Abertura del pasante del 30%		0.0
Abertura del pasante del 60%		0.1
Coefficiente de uniformidad (C _u)		4.4
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.7

LIMITES DE ATTERBERG

Limite Líquido (LL) (%) :	NP
Limite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SM	Arena limosa
----	--------------



Roger Angel
Roger Angel Tejada Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El fabricante no es responsable del uso del presente documento.





CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

NTP 339.135:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

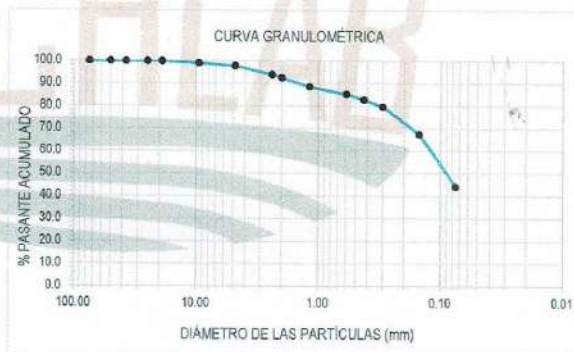
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.10
CALICATA: 1 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	99.1
Nº 4	4.760	97.8
Nº 8	2.380	94.0
Nº 10	2.000	92.7
Nº 16	1.190	88.8
Nº 30	0.590	85.4
Nº 40	0.425	83.0
Nº 50	0.297	79.7
Nº 100	0.149	67.4
Nº 200	0.075	44.1
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.2
% ARENA	% AG	5.1
	% AM	9.7
	% AF	38.9
% FINOS		44.1
Pasante de la Malla Nº 10		92.7
Pasante de la Malla Nº 40		83.0
Pasante de la Malla Nº 200		44.1



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%)	-
Límite Plástico (LP) (%)	-
Índice de Plasticidad (%)	-
INDICE DE GRUPO	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-4	Suelos principalmente limosos



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 63834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del uso que se le dé a esta información.



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
 DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
 PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
 UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
 RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
 ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROFUNDIDAD (m): 0.60-1.10
 CALICATA: 1 (límo) TIPO DE MUESTRA: Suelo
 MUESTRA: 2 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	24.0	23.9
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	145.4	143.3
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	140.4	138.3
CANTIDAD DE AGUA	g.	5.0	4.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.3	4.3

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA: 4.3 %

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.


 Roger Anja Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la interpretación de los resultados.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.128, Revisada el 2014, SUELOS.Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 1.10-1.60
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET.+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	118	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	134	16	0.4	0.4	99.6
3/8"	9.50	189	71	1.6	2.0	98.0
Nº 4	4.760	218	100	2.3	4.2	95.8
Nº 8	2.380	135.2	16.8	3.2	7.5	92.5
Nº 10	2.000	123.4	5.06	1.0	8.4	91.6
Nº 16	1.190	138.5	20.1	3.9	12.3	87.7
Nº 30	0.590	171.6	53.25	10.2	22.5	77.5
Nº 40	0.425	171.2	52.79	10.1	32.6	67.4
Nº 50	0.297	181.5	63.12	12.1	44.7	55.3
Nº 100	0.149	274.3	155.94	29.9	74.7	25.3
Nº 200	0.075	206.8	88.45	17.0	91.6	8.4
FONDO		162.0	43.64	8.4	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.4
	% GF	3.9
	% AG	4.2
% ARENA	% AM	24.2
	% AF	59.0
	% FINOS	8.4
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/4 "
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.080
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.166
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.342
Coficiente de uniformidad (C _u)		4.3
Coficiente de curvatura (C _c)		1.0



Roger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64634



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129.1999, Revisada el 2014. SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

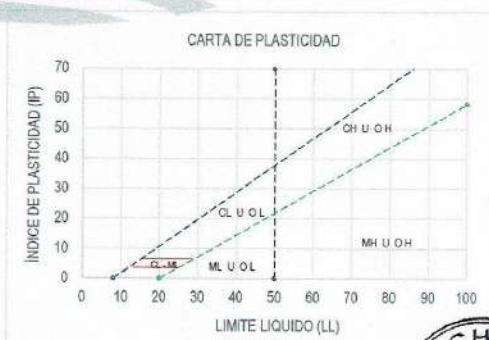
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-1.60
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Retenido N° 40: 10.1% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu: Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	51.65	51.24	51.34	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	47.97	46.23	45.78	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.68	5.01	5.56	-	-
Contenido de humedad	%	14.6	19.0	25.3	-	-
Número de Golpes	-	9	7	4	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la empresa que produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso de la información suministrada.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

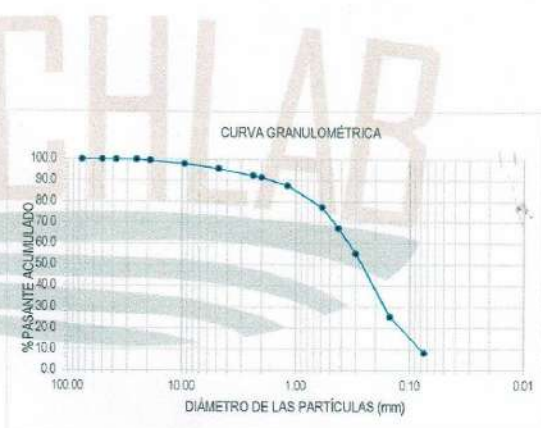
Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-1.60
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	99.6
3/8"	9.50	98.0
Nº 4	4.760	95.8
Nº 8	2.380	92.5
Nº 10	2.000	91.6
Nº 16	1.190	87.7
Nº 30	0.590	77.5
Nº 40	0.425	67.4
Nº 50	0.297	55.3
Nº 100	0.149	25.3
Nº 200	0.075	8.4
FONDO		0.0



DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.4
	% GF	3.9
	% AG	4.2
% ARENA	% AM	24.2
	% AF	59.0
% FINOS		8.4
Tamaño Máximo de la grava		3/4"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.1
Abertura del pasante del 30%		0.2
Abertura del pasante del 60%		0.3
Coeficiente de uniformidad (C _u)		4.3
Coeficiente de curvatura (C _c)		1.0

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL) (%) :	NP
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SP-SM	Arena mal graduada con limo
-------	-----------------------------



Roger Ángel Tejeda Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.





CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

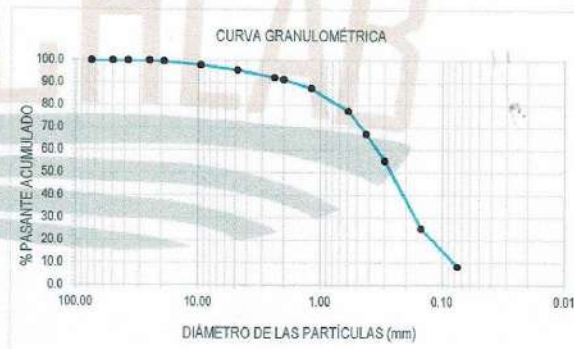
NTP 339.135:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-1.60
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	99.6
3/8"	9.50	98.0
Nº 4	4.760	95.8
Nº 8	2.380	92.5
Nº 10	2.000	91.6
Nº 16	1.190	87.7
Nº 30	0.590	77.5
Nº 40	0.425	67.4
Nº 50	0.297	55.3
Nº 100	0.149	25.3
Nº 200	0.075	8.4
FONDO		0.0
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.4
	% GF	3.9
% ARENA	% AG	4.2
	% AM	24.2
	% AF	59.0
% FINOS		8.4
Pasante de la Malla Nº 10		91.6
Pasante de la Malla Nº 40		67.4
Pasante de la Malla Nº 200		8.4



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%) :	-
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-
ÍNDICE DE GRUPO	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-3	Arena fina



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esto terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier anuencia o conexión en el contenido del presente documento le queda a discreción de TechLab.



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.10
CALICATA: 1 (límo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	24.1	22.5
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	137.7	129.3
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	129.2	121.2
CANTIDAD DE AGUA	g.	8.4	8.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.0	8.2

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA: 8.2 %

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.


Roger Ángel Mejada Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834





ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.128, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

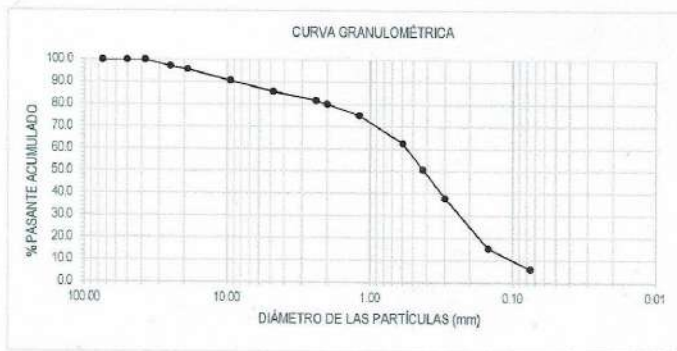
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 1.10-2.10
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET-TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	118	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	252	134	2.8	2.8	97.2
3/4"	19.00	191	73	1.5	4.4	95.6
3/8"	9.50	353	235	4.9	9.3	90.7
Nº 4	4.760	352	234	4.9	14.2	85.8
Nº 8	2.380	141.5	23.15	4.0	18.2	81.8
Nº 10	2.000	127.1	8.74	1.5	19.7	80.3
Nº 16	1.190	149.2	30.85	5.3	25.0	75.0
Nº 30	0.590	190.6	72.26	12.4	37.4	62.6
Nº 40	0.425	187.6	69.22	11.9	49.3	50.7
Nº 50	0.297	194.2	75.88	13.0	62.3	37.7
Nº 100	0.149	248.3	129.91	22.3	84.6	15.4
Nº 200	0.075	172.6	54.26	9.3	93.9	6.1
FONDO		153.9	35.49	6.1	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	4.4
	% GF	9.9
	% AG	5.5
% ARENA	% AM	29.6
	% AF	44.6
% FINOS		6.1
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		1"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.100
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.234
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.549
Coeficiente de uniformidad (C _u)		5.5
Coeficiente de curvatura (C _c)		1.0



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
Roger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del mal uso de la información.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129:1999, Revisada el 2014. SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

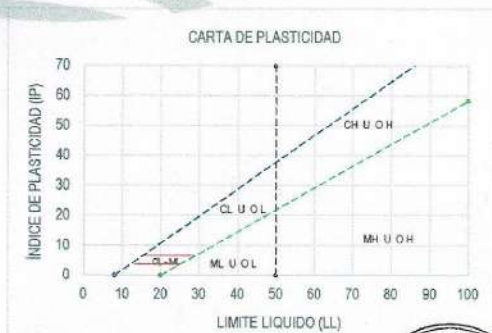
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-2.10
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 4 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Retenido N° 40: 11.9% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu): Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo)

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	50.67	51.45	50.34	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	46.35	45.98	44.35	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	4.32	5.47	5.99	-	-
Contenido de humedad	%	18.3	21.0	29.2	-	-
Número de Golpes	-	6	4	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogemar Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que no produce los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminalmente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso del laboratorio.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

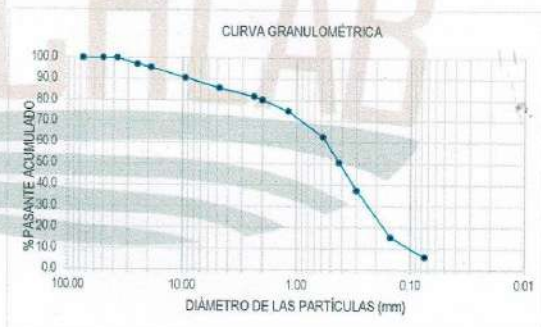
Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-2.10
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 4 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	97.2
3/4"	19.00	95.8
3/8"	9.50	90.7
Nº 4	4.760	85.8
Nº 8	2.380	81.8
Nº 10	2.000	80.3
Nº 16	1.190	75.0
Nº 30	0.590	62.6
Nº 40	0.425	50.7
Nº 50	0.297	37.7
Nº 100	0.149	15.4
Nº 200	0.075	6.1
FONDO		0.0



DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	4.4
	% GF	9.9
	% AG	5.5
% ARENA	% AM	29.6
	% AF	44.6
% FINOS		6.1
Tamaño Máximo de la grava		1"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.1
Abertura del pasante del 30%		0.2
Abertura del pasante del 60%		0.5
Coeficiente de uniformidad (C _u)		5.5
Coeficiente de curvatura (C _c)		1.0

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL) (%) :	NP
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SP-SM	Arena mal graduada con limo
-------	-----------------------------



Roger Anja Tejada Gutierrez
 Roger Anja Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no es responsable del uso que se le dé a esta información.





CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

NTP 339.135:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

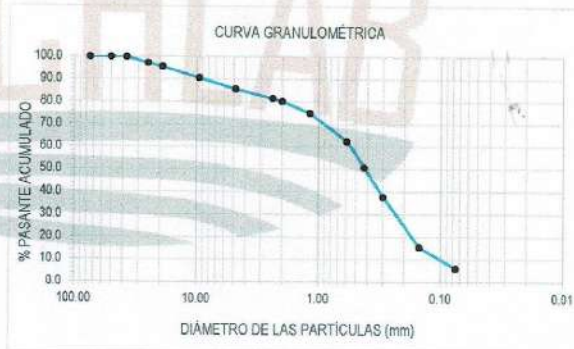
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROFUNDIDAD (m): 1.10-2.10
CALICATA: 1 (arena) TIPO DE MUESTRA: Suelo
MUESTRA: 4 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	97.2
3/4"	19.00	95.6
3/8"	9.50	90.7
Nº 4	4.760	85.8
Nº 8	2.380	81.8
Nº 10	2.000	80.3
Nº 16	1.190	75.0
Nº 30	0.590	62.6
Nº 40	0.425	50.7
Nº 50	0.297	37.7
Nº 100	0.149	15.4
Nº 200	0.075	6.1
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	4.4
	% GF	9.9
% ARENA	% AG	5.5
	% AM	29.6
	% AF	44.6
% FINOS		6.1
Pasante de la Malla Nº 10		80.3
Pasante de la Malla Nº 40		50.7
Pasante de la Malla Nº 200		6.1



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%)	-
Límite Plástico (LP) (%)	-
Índice de Plasticidad (%)	-
INDICE DE GRUPO	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-3	Arena fina



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del uso que se le dé a esta información.





ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1,10-2,10
CALICATA: 1 (arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 4 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	23.9	25.6
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	116.0	142.3
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	104.3	127.8
CANTIDAD DE AGUA	g.	11.6	14.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.5	14.3

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA: 14.5 %

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hará responsable del mal uso de la información presentada.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.128, Revisada el 2014, SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

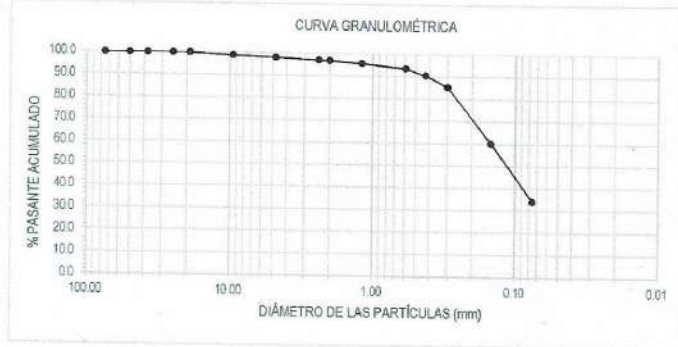
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: -
CALICATA: 2 (limo)
NIVEL FREÁTICO (m): NP
PROF. TOTAL (m): 0.00-0.60
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	37.50	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	25.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1"	19.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	15.00	118	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	154	36	1.1	1.1	98.9
Nº 4	4.760	149	31	0.9	2.0	98.0
Nº 8	2.380	120.9	4.73	0.9	2.9	97.1
Nº 10	2.000	117.7	1.55	0.3	3.2	96.8
Nº 16	1.190	121.6	5.45	1.1	4.3	95.7
Nº 30	0.590	127.8	11.68	2.3	6.6	93.4
Nº 40	0.425	130.9	14.74	2.9	9.5	90.5
Nº 50	0.297	142.6	26.51	5.2	14.7	85.3
Nº 100	0.149	244.5	128.34	25.2	39.8	60.2
Nº 200	0.075	249.8	133.71	28.2	68.1	33.9
FONDO		289.2	173.08	33.9	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.0
	% AG	1.2
% ARENA	% AM	6.2
	% AF	56.6
% FINOS		33.9
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/8 "
Forma del suelo grueso		
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.040
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.068
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.148
Coefficiente de uniformidad (C _u)		3.7
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.8



Roger Angel Tejada Gutierrez
ROGER ANGEL TEJADA GUTIERREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso de la información.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339 129-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 2 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Retenido N° 40: 2.9% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu): Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo)

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	49.24	49.97	50.12	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	45.78	45.18	44.46	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.46	4.79	5.66	-	-
Contenido de humedad	%	15.0	19.0	27.4	-	-
Número de Golpes	-	7	5	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
ROGER ANGEL TEJADA GUTIERREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 61834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del uso que se le haga de esta información.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999, Revisada el 2014, SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 2 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	98.9
Nº 4	4.750	98.0
Nº 8	2.380	97.1
Nº 10	2.000	96.8
Nº 16	1.190	95.7
Nº 30	0.590	93.4
Nº 40	0.425	90.5
Nº 50	0.297	85.3
Nº 100	0.149	60.2
Nº 200	0.075	33.9
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.0
	% AG	1.2
% ARENA	% AM	6.2
	% AF	56.6
% FINOS		33.9
Tamaño Máximo de la grava		3/8"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.0
Abertura del pasante del 30%		0.1
Abertura del pasante del 60%		0.1
Coefficiente de uniformidad (C _u)		3.7
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.8

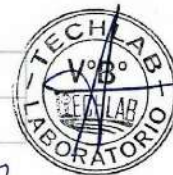


LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL) (%) :	NP
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SM	Arena limosa
----	--------------



Roger Angarajada Gutierrez
Roger Angarajada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.





CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

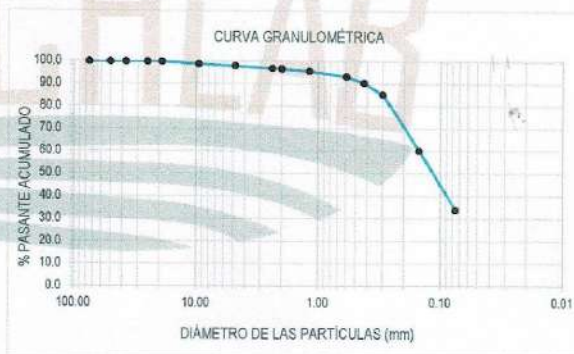
NTP 339.135-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 2 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	98.9
Nº 4	4.760	98.0
Nº 8	2.380	97.1
Nº 10	2.000	96.8
Nº 16	1.190	95.7
Nº 30	0.590	93.4
Nº 40	0.425	90.5
Nº 50	0.297	85.3
Nº 100	0.149	60.2
Nº 200	0.075	33.9
FONDO		0.0
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	2.0
% ARENA	% AG	1.2
	% AM	6.2
	% AF	56.6
% FINOS		33.9
Pasante de la Malla Nº 10		96.8
Pasante de la Malla Nº 40		90.5
Pasante de la Malla Nº 200		33.9



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%) :	-
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-
ÍNDICE DE GRUPO	
	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-3	Aréa fina



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Angel Tejada Gutierrez
ROGER ANGEL TEJADA GUTIERREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del uso que se haga de esta información.





ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 2 (límo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	22.5	24.1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	129.3	138.9
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	125.2	134.3
CANTIDAD DE AGUA	g.	4.1	4.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.0	4.2
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA:		4.2	%

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Ángel Tejeda Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso de los resultados.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.126, Revisada el 2014, SUELOS.Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

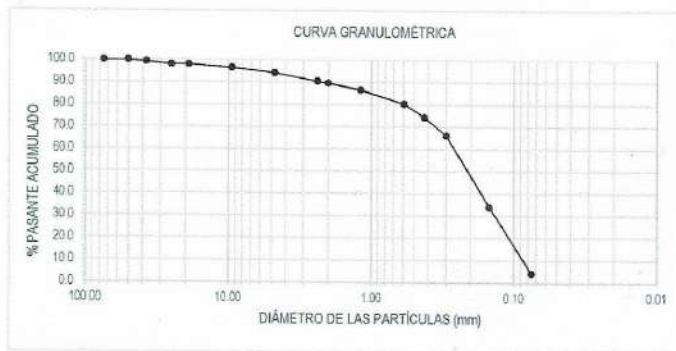
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 0.60-1.20
CALICATA: 2 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	W _{RET+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-					0.0	100.0
3"	75.00	118	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	118	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	145	27	0.8	0.8	99.2
1"	25.00	162	44	1.3	2.0	98.0
3/4"	19.00	118	0	0.0	2.0	98.0
3/8"	9.50	169	51	1.5	3.5	96.5
Nº 4	4.760	200	82	2.4	5.9	94.1
Nº 8	2.380	131.9	13.58	3.6	9.5	90.5
Nº 10	2.000	121.5	3.23	0.9	10.4	89.6
Nº 16	1.190	129.2	10.89	2.9	13.3	86.7
Nº 30	0.590	141.6	23.34	6.3	19.6	80.4
Nº 40	0.425	140.5	22.18	5.9	25.5	74.5
Nº 50	0.297	148.9	30.6	8.2	33.7	66.3
Nº 100	0.149	239.9	121.609	32.6	66.3	33.7
Nº 200	0.075	228.2	109.85	29.4	95.7	4.3
FONDO		134.2	15.93	4.3	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	2.0
	% GF	3.8
	% AG	4.5
% ARENA	% AM	15.1
	% AF	70.2
% FINOS		4.3
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		1 1/2 "
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.086
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.137
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.260
Coefficiente de uniformidad (C _u)		3.0
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.8



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Ángel Tejeda Gutiérrez
ROGGER ÁNGEL TEJEDA GUTIÉRREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64634



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no es responsable del uso que se haga de esta información.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129.1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

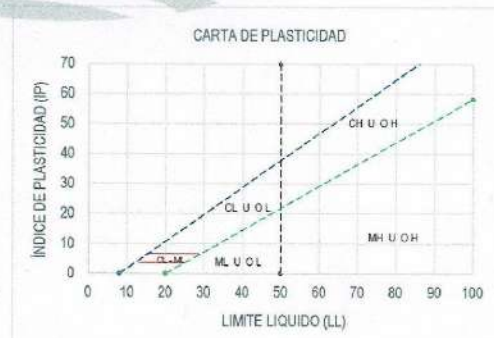
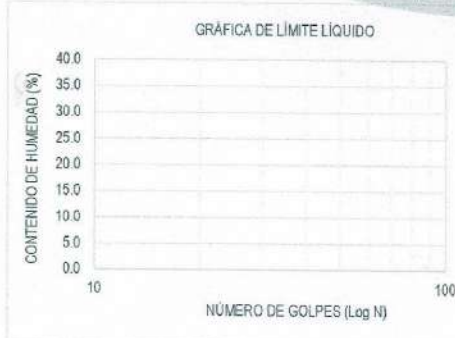
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.20
CALICATA: 2 (límo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 **Procedimiento empleado:** Multipunto
% Rellenado N° 40: 5.9% **Método de preparación:** Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu: Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	50.35	50.96	51.95	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	46.78	45.12	44.67	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.57	5.84	7.28	-	-
Contenido de humedad	%	14.8	23.2	34.9	-	-
Número de Golpes	-	9	6	4	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Ángel Mejía Gutiérrez
ROGER ÁNGEL MEJÍA GUTIÉRREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 64934



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la interpretación de los resultados.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999. Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.20
CALICATA: 2 (limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	99.2
1"	25.00	98.0
3/4"	19.00	98.0
3/8"	9.50	96.5
Nº 4	4.760	94.1
Nº 8	2.380	90.5
Nº 10	2.000	89.6
Nº 16	1.190	86.7
Nº 30	0.590	80.4
Nº 40	0.425	74.5
Nº 50	0.297	66.3
Nº 100	0.149	33.7
Nº 200	0.075	4.3
FONDO		0.0



DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	2.0
	% GF	3.8
	% AG	4.5
% ARENA	% AM	15.1
	% AF	70.2
% FINOS		4.3
Tamaño Máximo de la grava		1 1/2"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.1
Abertura del pasante del 30%		0.1
Abertura del pasante del 60%		0.3
Coeficiente de uniformidad (C _u)		3.0
Coeficiente de curvatura (C _c)		0.8

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (LL) (%) :	NP
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SP	Arena mal graduada
----	--------------------

CLASIFICACIÓN AASHTO

A-3	Arena fina
-----	------------

Roger Ángel Tejeda Gutiérrez
 Roger Ángel Tejeda Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no se responsabiliza por el uso que se le dé a esta información.





CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

NTP 339.135-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

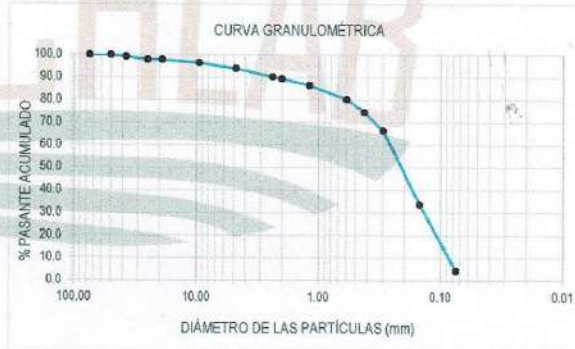
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROFUNDIDAD (m): 0.60-1.20
CALICATA: 2 (lomo) TIPO DE MUESTRA: Suelo
MUESTRA: 2 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	99.2
1"	25.00	98.0
3/4"	19.00	98.0
3/8"	9.50	96.5
Nº 4	4.760	94.1
Nº 8	2.380	90.5
Nº 10	2.000	89.6
Nº 16	1.190	86.7
Nº 30	0.590	80.4
Nº 40	0.425	74.5
Nº 50	0.297	66.3
Nº 100	0.149	33.7
Nº 200	0.075	4.3
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	2.0
	% GF	3.8
% ARENA	% AG	4.5
	% AM	15.1
	% AF	70.2
% FINOS		4.3
Pasante de la Malla Nº 10		89.6
Pasante de la Malla Nº 40		74.5
Pasante de la Malla Nº 200		4.3



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%) :	-
Límite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-
INDICE DE GRUPO	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-3	Arena fina



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Rogger Angel Tejada Gutiérrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no es responsable del uso que se haga de esta información.



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127:1998, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.20
CALICATA: 2 (lirno) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	23.6	24.4
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	129.3	136.8
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	122.3	129.5
CANTIDAD DE AGUA	g.	7.0	7.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.1	7.0
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA:		7.1	%

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se responsabiliza de los resultados obtenidos en el laboratorio.





ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.126, Revisada el 2014. SUELOS.Método de ensayo para el análisis granulométrico

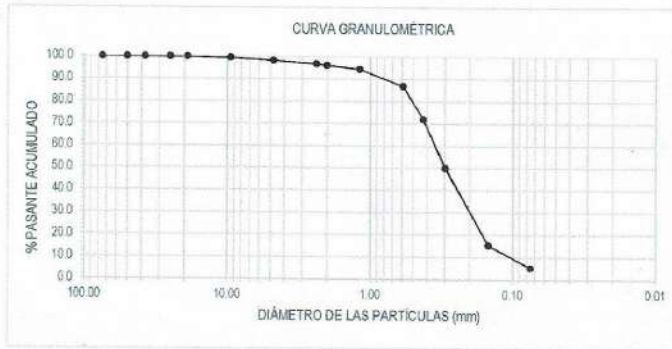
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 1.20-1.80
CALICATA: 2 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
NIVEL FREÁTICO (m): NP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{RET.+TARA} (g)	W _{RETENIDO} (g)	W _{RETENIDO} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-	(mm)					
3"	75.00	102	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	102	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	102	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	102	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	102	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	122	20	0.4	0.4	99.6
Nº 4	4.760	164	62	1.3	1.7	98.3
Nº 8	2.380	110.4	7.97	1.6	3.2	96.8
Nº 10	2.000	105.1	2.66	0.5	3.8	96.2
Nº 16	1.190	111.6	9.12	1.8	5.6	94.4
Nº 30	0.590	140.2	37.78	7.5	13.0	87.0
Nº 40	0.425	178.4	75.95	15.0	28.0	72.0
Nº 50	0.297	213.8	111.34	22.0	50.0	50.0
Nº 100	0.149	278.4	175.95	34.7	84.7	15.3
Nº 200	0.075	153.0	50.5	10.0	94.6	5.4
FONDO		129.8	27.32	5.4	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	1.7
	% AG	2.1
% ARENA	% AM	24.2
	% AF	66.6
	% FINOS	5.4
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/8"
Forma del suelo grueso		
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.103
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.409
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		3.234
Coefficiente de uniformidad (C _u)		31.4
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.5



Roger Angel Tejada Guierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64334



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.





ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 339.129:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 2 de 5

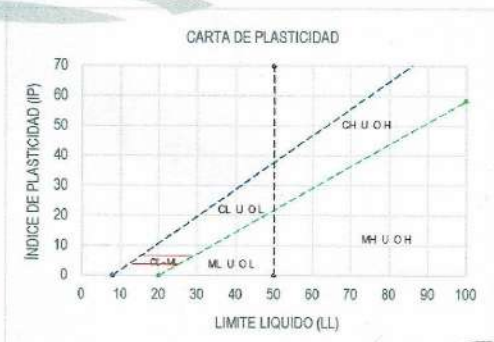
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROFUNDIDAD (m): 1.20-1.80
CALICATA: 2 TIPO DE MUESTRA: Suelo
MUESTRA: 3 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40 Procedimiento empleado: Multipunto
% Retenido N° 40: 15.0% Método de preparación: Húmedo
Muestra seca al: Horno

Descripción del material (Descripción visual-manu: Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	49.24	49.97	50.12	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	45.78	45.18	44.46	-	-
Masa de tara	g.	22.69	19.93	23.82	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.46	4.79	5.66	-	-
Contenido de humedad	%	15.0	19.0	27.4	-	-
Número de Golpes	-	7	5	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	-
Índice de Plasticidad:	-

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No plástico



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA

NTP 339.134:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 3 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.20-1.80
CALICATA: 2 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	99.6
Nº 4	4.750	98.3
Nº 8	2.380	96.8
Nº 10	2.000	96.2
Nº 16	1.190	94.4
Nº 30	0.590	87.0
Nº 40	0.425	72.0
Nº 50	0.297	50.0
Nº 100	0.149	15.3
Nº 200	0.075	5.4
FONDO		0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	1.7
	% AG	2.1
% ARENA	% AM	24.2
	% AF	66.6
% FINOS		5.4
Tamaño Máximo de la grava		3/8"
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10%		0.1
Abertura del pasante del 30%		0.4
Abertura del pasante del 60%		3.2
Coeficiente de uniformidad (C _u)		31.4
Coeficiente de curvatura (C _c)		0.5



LIMITES DE ATTERBERG

Limite Líquido (LL) (%) :	NP
Limite Plástico (LP) (%) :	-
Índice de Plasticidad (%) :	-

CLASIFICACIÓN SUCS

SP-SM	Arena mal graduada con limo
-------	-----------------------------

CLASIFICACIÓN AASHTO

A-3	Arena fina
-----	------------

Roger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64934



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esto terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE

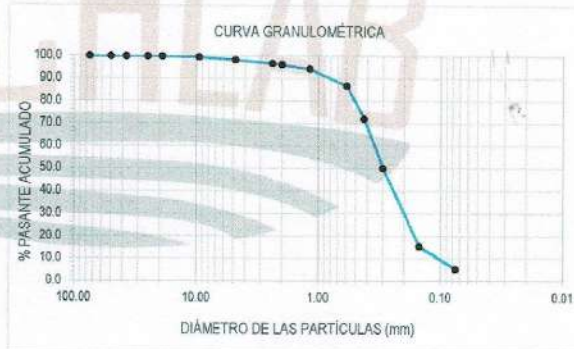
NTP 339.135-1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.20-1.80
CALICATA: 2 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	%PASANTE ACUMULADO
-		
3"	75.00	100.0
2"	50.00	100.0
1 1/2"	37.50	100.0
1"	25.00	100.0
3/4"	19.00	100.0
3/8"	9.50	99.6
Nº 4	4.760	98.3
Nº 8	2.380	96.8
Nº 10	2.000	96.2
Nº 16	1.190	94.4
Nº 30	0.590	87.0
Nº 40	0.425	72.0
Nº 50	0.297	50.0
Nº 100	0.149	15.3
Nº 200	0.075	5.4
FONDO		0.0
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	% GG	0.0
	% GF	1.7
% ARENA	% AG	2.1
	% AM	24.2
	% AF	66.6
% FINOS		5.4
Pasante de la Malla Nº 10		96.2
Pasante de la Malla Nº 40		72.0
Pasante de la Malla Nº 200		5.4



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%)	-
Límite Plástico (LP) (%)	-
Índice de Plasticidad (%)	-
ÍNDICE DE GRUPO	
	-

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-3	Arena fina



Observaciones: Muestra depositada e identificada por el servicio Techlab Express

Roger Ángel Tejada Gutiérrez
ROGER ÁNGEL TEJADA GUTIÉRREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.127.1966, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 5 de 5

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROFUNDIDAD (m): 1.20-1.80
CALICATA: 2 TIPO DE MUESTRA: Suelo
MUESTRA: 3 CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2
PESO DE LA TARA	g.	24.2	24.8
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARA	g.	142.5	148.2
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARA	g.	132.4	137.7
CANTIDAD DE AGUA	g.	10.0	10.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.3	9.4

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA: 9.4 %

Observaciones: Muestra obtenida y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.





ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

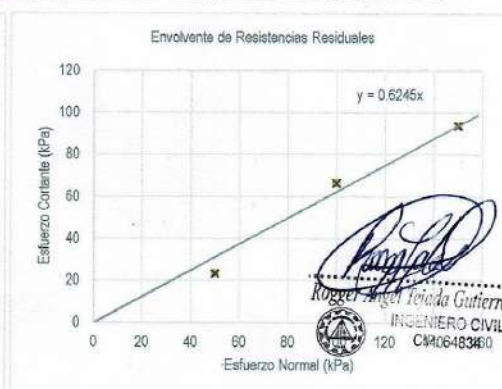
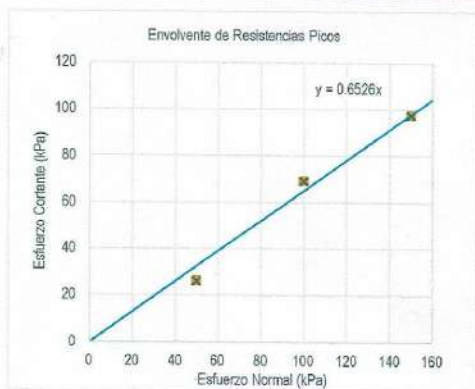
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 1 (suelo Fino) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 84.4 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 84.4 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	78.7	26.2	70.2	23.4
2	Circular	300.1	100.0	207.9	69.3	199.4	66.5
3	Circular	450.1	150.0	292.1	97.4	280.9	93.6



Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
 CNA06483460

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.65	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.62	α de Friccion (\emptyset):	33.13°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.41	α de Friccion residual (\emptyset):	31.98°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no se hace responsable del uso que se le dé a esta información.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

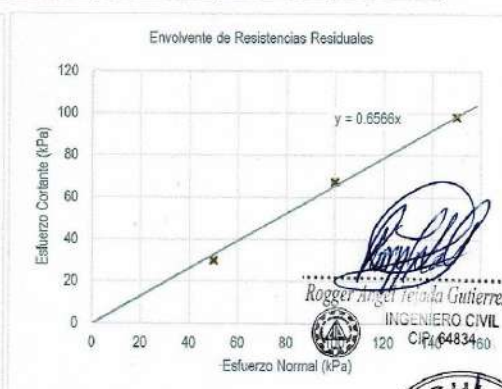
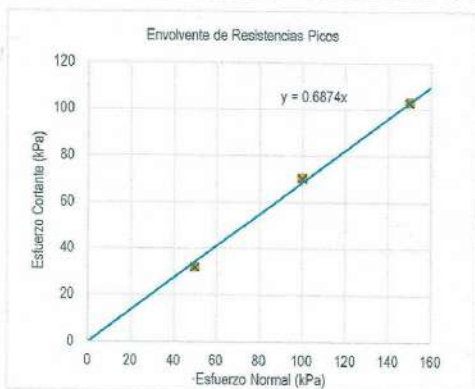
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.10
CALICATA: 1 (Limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 64.8 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 64.8 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	95.5	31.8	89.9	30.0
2	Circular	300.1	100.0	210.7	70.2	202.3	67.4
3	Circular	450.1	150.0	309.0	103.0	295.0	98.3



Roger Angel Telada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 6483460

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.69	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.66	α de Friccion (Ø):	34.50°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.08	α de Friccion residual (Ø):	33.29°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

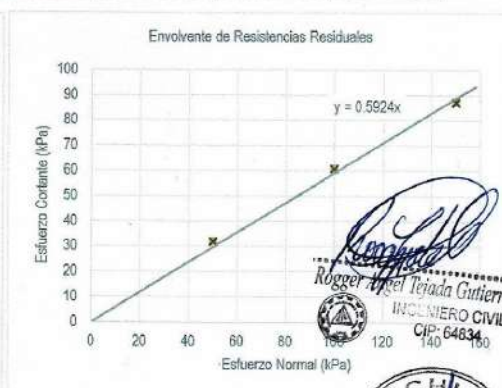
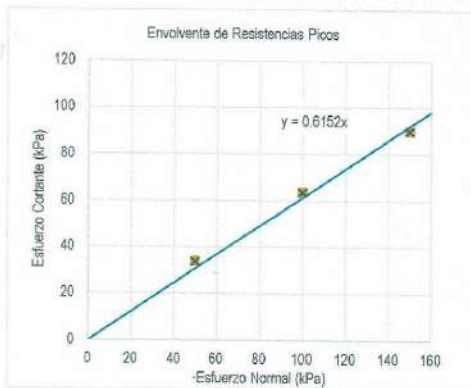
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.10-1.60
CALICATA: 1 (Arenas) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 75.2 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 75.2 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Díametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	101.1	33.7	95.5	31.8
2	Circular	300.1	100.0	191.0	63.7	182.6	60.9
3	Circular	450.1	150.0	269.7	89.9	261.2	87.1



Rogger Tejada Gutierrez
Rogger Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 64834

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.62	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.59	α de Friccion (\emptyset):	31.60°
Densidad Muestra (g/cm ³):	1.25	α de Friccion residual (\emptyset):	30.64°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

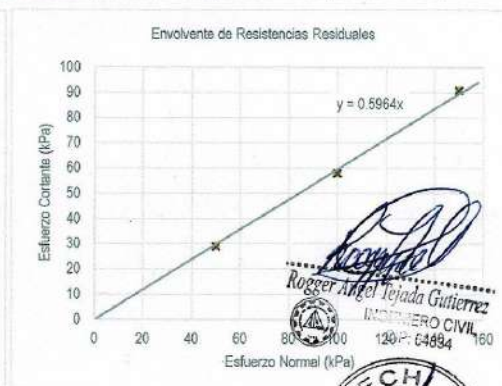
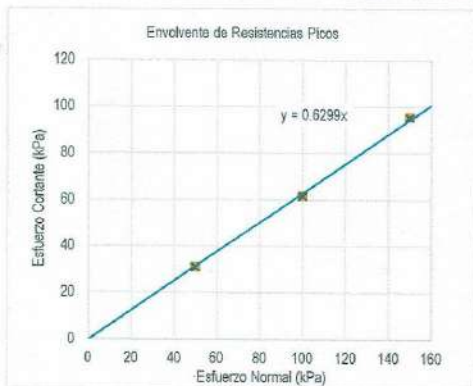
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEOS, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021'
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.80-2.10
CALICATA: 1 (Arena) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 4 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 79.2 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 79.2 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diámetro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	92.7	30.9	87.1	29.0
2	Circular	300.1	100.0	185.4	61.8	174.2	58.1
3	Circular	450.1	150.0	286.5	95.5	272.5	90.8



Roger Angel Tejada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 120 P: 64894



RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.63	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.60	α de Friccion (\emptyset):	32.21°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.32	α de Friccion residual (\emptyset):	30.80°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no es responsable del uso que se le dé a esta información.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

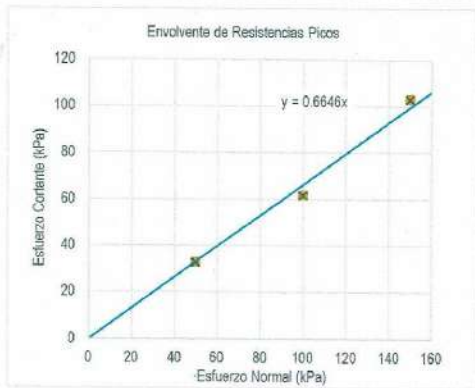
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.00-0.60
CALICATA: 2 (Limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 1 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 64.7 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 64.7 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	98.3	32.8	92.7	30.9
2	Circular	300.1	100.0	185.4	61.8	174.2	58.1
3	Circular	450.1	150.0	309.0	103.0	295.0	98.3



RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.66	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.63	α de Friccion (Ø):	33.60°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.08	α de Friccion residual (Ø):	32.26°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoría.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
 El laboratorio no es responsable del uso que se le haga a esta información.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021

Página: 1 de 1

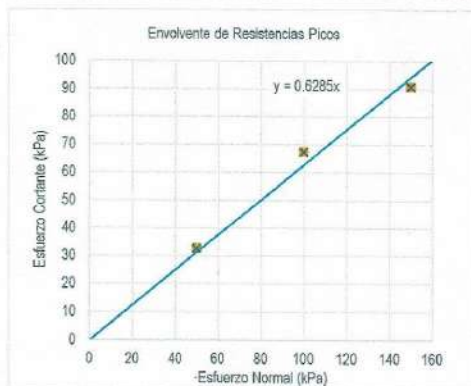
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 0.60-1.20
CALICATA: 2 (Limo) **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 69.1 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 69.1 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	98.3	32.8	89.9	30.0
2	Circular	300.1	100.0	202.3	67.4	188.2	62.7
3	Circular	450.1	150.0	272.5	90.8	261.2	87.1



Rogger Angel Tojada Gutierrez
 Rogger Angel Tojada Gutierrez
 INGENIERO CIVIL
 N° 64834

RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.63	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.60	α de Friccion (Ø):	32.15°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.15	α de Friccion residual (Ø):	30.76°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.





ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080-72

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 1

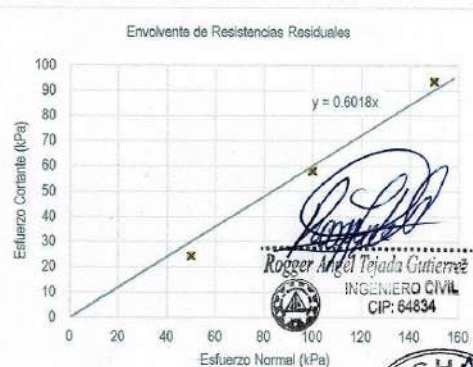
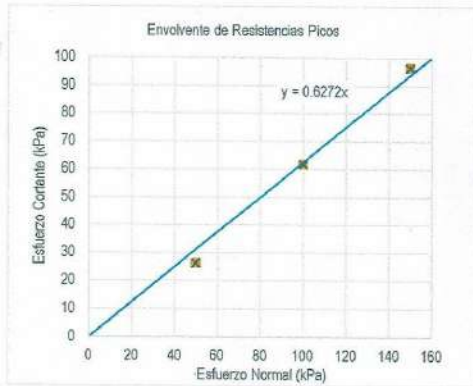
SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCION: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - **PROFUNDIDAD (m):** 1.20-1.80
CALICATA: 2 **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 3 **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Peso de la muestra húmeda: 74.7 g. **Velocidad de ensayo:** 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 74.7 g. **Tipo de equipo:** Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 0.0% **Diametro de la muestra:** 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm **Forma del dispositivo de Corte:** Redondo
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Esf. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.0	50.0	78.7	26.2	73.0	24.3
2	Circular	300.1	100.0	185.4	61.8	174.2	58.1
3	Circular	450.1	150.0	289.3	96.4	280.9	93.6



RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico:	0.63	Cohesion (kPa):	-
Pendiente Residual:	0.60	α de Friccion (\emptyset):	32.09°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.24	α de Friccion residual (\emptyset):	31.04°

Observaciones: Muestra depositada por el cliente y analizada por TechLab Consultoria.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ENSAYO DE DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

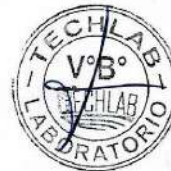
F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROF. TOTAL (m): 0.60-1.20
CALICATA: 2 (limo) TIPO DE MUESTRA: Suelo
NIVEL FREÁTICO (r) NP CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

DENSIDAD MÁXIMA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	5325	5352	5339
PESO DEL MOLDE	g.	940	940	940
PESO DE LA MUESTRA	g.	4385	4412	4399
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	3978.0	3978.0	3978.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.102	1.109	1.106
DENSIDAD MÁXIMA:		1.109	g./cm ³	

DENSIDAD MÍNIMA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	5092	5077	5085
PESO DEL MOLDE	g.	940	940	940
PESO DE LA MUESTRA	g.	4152	4137	4145
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	3978.0	3978.0	3978.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.044	1.040	1.042
DENSIDAD MÍNIMA:		1.040	g./cm ³	



Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Roger Anel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



ENSAYO DE DENSIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

F. Emisión: 29 de Diciembre de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE: WALTER TITO QUISPE CHANCOLLA
DIRECCIÓN: ASC. ESPÍRITU SANTO A.V. INDEPENDENCIA 126
PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES, APLICANDO EL SOFTWARE GEO5, DEL PUENTE FORTALEZA EN EL DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, AREQUIPA 2021"
UBICACIÓN: DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: viernes, 17 de Diciembre de 2021
ANALIZADO: lunes, 27 de Diciembre de 2021

CÓDIGO INTERNO: - PROF. TOTAL (m): 1.60-2.10
CALICATA: 1 (arena) TIPO DE MUESTRA: Suelo
NIVEL FREÁTICO (r): NP CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

DENSIDAD MÁXIMA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	5508	5529	5519
PESO DEL MOLDE	g.	940	940	940
PESO DE LA MUESTRA	g.	4568	4589	4579
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	3978.0	3978.0	3978.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.148	1.154	1.151
DENSIDAD MÁXIMA:		1.154	g./cm ³	

DENSIDAD MÍNIMA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	g.	5315	5314	5315
PESO DEL MOLDE	g.	940	940	940
PESO DE LA MUESTRA	g.	4375	4374	4375
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	3978.0	3978.0	3978.0
DENSIDAD	g./cm ³	1.100	1.100	1.100
DENSIDAD MÍNIMA:		1.100	g./cm ³	

Observaciones: Muestra obtenida por el cliente y analizada por el laboratorio TechLab.

Rogger Angel Tejada Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 64834



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso de la información contenida en este documento.



Anexo 7: Reporte del GEO5 Perfil A-A

Slope stability analysis

Input data

Project

Settings

Standard - safety factors

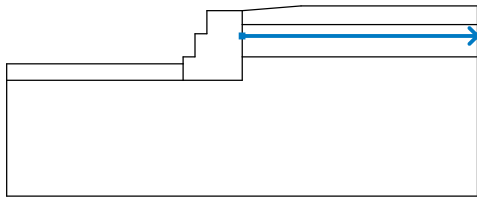
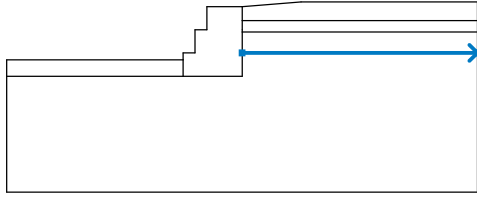
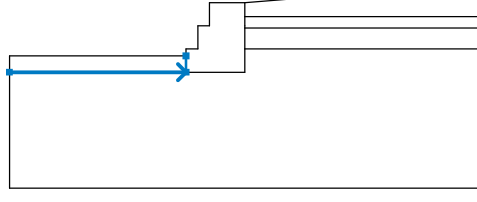
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)





Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	$SF_s =$	1.50	[-]

Interface

No	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-	0.7	-2.50	0.7	-	1.0
		10.00	0		0	2.50	0
		-2.00	1.0	-2.00	2.0	-	2.0
			0		0	1.50	0
2		-1.50	3.0	0.00	3.0	2.5	3.2
			0		0	0	0
		10.0	3.2				
			0				
3		-2.50	0.0	0.00	0.0	0.0	1.0
			0		0	0	0
		0.00	1.9	0.00	2.0	0.0	2.4
			0		0	0	0
3		0.00	3.0				
			0				
		0.00	2.4	10.0	2.4		
			0		0		

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0.00	1.9 0	10.0 0	1.9 0		
5		0.00	1.0 0	10.0 0	1.0 0		
6		- 10.00	0.0 0	-2.50 0	0.0 0	- 2.50	0.7 0

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo		31.98	0.00	11.32
2	E-2 SM Arena limosa		33.29	0.00	11.32
3	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo		30.64	0.00	11.32
4	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo		30.80	0.00	11.32

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		
2	E-2 SM Arena limosa		11.32		
3	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		
4	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		

Soil parameters

E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	31.98	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

E-2 SM Arena limosa

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	33.29	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo

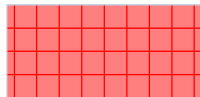
Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	30.64	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo

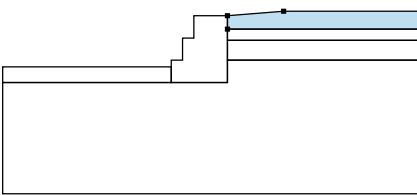

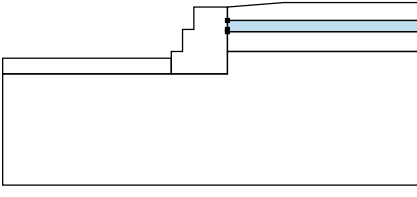
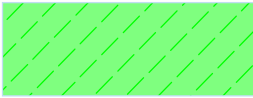
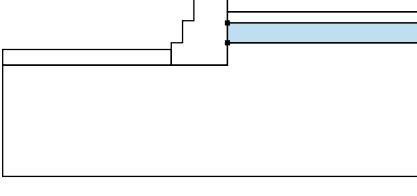

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
---------------	----------	---	-------	-------------------

Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\phi_{ef} = 30.80^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 0.00$ kPa
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 11.32$ kN/m³

Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Material of structure		11.32

Assigning and surfaces

N o.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		10.0	2.4	10.0	3.2	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo
		0	0	0	0	
		2.50	3.2	0.00	3.0	
		0.00	2.4			
2		10.0	1.9	10.0	2.4	E-2 SM Arena limosa
		0	0	0	0	
		0.00	2.4	0.00	2.0	
		0.00	1.9			
3		10.0	1.0	10.0	1.9	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo
		0	0	0	0	
		0.00	1.9	0.00	1.0	
						

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		-	0.0	0.00	0.0	Material of structure
		2.50	0		0	
		0.00	1.0	0.00	1.9	
			0		0	
		0.00	2.0	0.00	2.4	
			0		0	
		0.00	3.0	-	3.0	
	0	1.50	0			
5		-	0.0	-	0.7	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo
		2.50	0	2.50	0	
		-	0.7	-	0.0	
		10.00	0	10.00	0	
6		-	0.0	-	-	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo
		10.00	0	10.00	5.00	
		10.0	-	10.0	1.0	
		0	5.00	0	0	
		0.00	1.0	0.00	0.0	
	0		0			
	-	0.0				
	2.50	0				

Surcharge

No.	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude		
								q_1, f, F	q_2	unit
1	trapezoidal	permanent	on terrain	x = 2.50	l = 1.50		0.00	1.00	0.00	kN/m ²

Surcharges

No.	Name
1	CARGA 1

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0.1250$

Vertical seismic coefficient : $K_v = 0.0089$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	-2.26	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-30.64	[°]
	z =	7.17	[m]		$\alpha_2 =$	58.13	[°]
Radius :	R =	7.52	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : $F_a = 69.68$ kN/m

Sum of passive forces : $F_p = 111.99$ kN/m

Sliding moment : $M_a = 523.98$ kNm/m

Resisting moment : $M_p = 842.15 \text{ kNm/m}$

Factor of safety = 1.61 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

Optimization of circular slip surface (Bishop)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
2	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
3	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
4	-3.47	20.45	20.74	11.91	ACCEPTABLE
5	-2.47	13.30	14.58	2.14	ACCEPTABLE
6	1.93	6.77	7.08	429.99	ACCEPTABLE
7	-1.38	5.55	9.71	3.31	ACCEPTABLE
8	-8.09	10.39	11.10	1835.10	ACCEPTABLE
9	-6.02	7.15	7.48	1304.89	ACCEPTABLE
10	-5.08	3.10	5.29	415.24	ACCEPTABLE
11	-3.34	19.50	19.88	1.96	ACCEPTABLE
12	2.47	4.26	5.68	280.71	ACCEPTABLE
13	-25.71	59.31	61.81	6684.25	ACCEPTABLE
14	-44.58	259.61	261.76	703.78	ACCEPTABLE
15	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
16	-3.25	15.97	16.22	58.95	ACCEPTABLE
17	-2.52	11.43	12.39	1.98	ACCEPTABLE
18	0.35	7.17	7.52	95.62	ACCEPTABLE
19	-1.63	5.92	8.80	2.75	ACCEPTABLE
20	-4.86	7.24	7.59	639.21	ACCEPTABLE
21	-4.29	4.82	6.04	147.19	ACCEPTABLE
22	-3.07	14.82	15.21	1.84	ACCEPTABLE
23	0.37	7.12	7.48	95.60	ACCEPTABLE
24	-28.61	82.03	84.39	2696.90	ACCEPTABLE
25	-41.29	215.56	217.72	813.53	ACCEPTABLE
26	-26.00	82.03	84.39	779.85	ACCEPTABLE
27	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
28	-0.22	5.96	6.69	2.22	ACCEPTABLE
29	-2.62	6.38	5.94	667.67	ACCEPTABLE
30	-10.81	55.80	55.18	766.72	ACCEPTABLE
31	-6.73	32.57	31.96	684.38	ACCEPTABLE
32	-2.96	12.81	13.05	64.66	ACCEPTABLE
33	0.44	3.26	5.43	3.55	ACCEPTABLE
34	-2.46	10.06	10.79	1.86	ACCEPTABLE
35	-0.52	7.17	7.52	2.00	ACCEPTABLE
36	-1.75	6.15	8.17	2.38	ACCEPTABLE
37	-1.59	3.59	4.00	1.77	ACCEPTABLE
38	-6.15	16.01	15.40	984.05	ACCEPTABLE
39	-6.27	16.24	15.66	983.07	ACCEPTABLE
40	-4.00	7.18	7.53	355.28	ACCEPTABLE
41	-3.16	3.71	5.57	2.42	ACCEPTABLE
42	-3.65	5.75	6.55	92.39	ACCEPTABLE
43	-1.67	3.80	4.10	30.21	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
44	-2.80	11.93	12.30	1.75	ACCEPTABLE
45	-0.62	7.57	7.82	1.95	ACCEPTABLE
46	-30.63	99.54	101.84	2254.93	ACCEPTABLE
47	-39.11	188.56	190.74	922.27	ACCEPTABLE
48	-28.89	99.54	101.84	932.93	ACCEPTABLE
49	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
50	-1.14	7.34	7.64	1.82	ACCEPTABLE
51	-2.65	7.23	6.91	569.74	ACCEPTABLE
52	-4.84	21.30	20.74	593.21	ACCEPTABLE
53	-2.98	14.88	14.31	522.52	ACCEPTABLE
54	-2.75	10.82	11.07	61.88	ACCEPTABLE
55	-0.42	4.41	5.84	2.51	ACCEPTABLE
56	-2.41	9.12	9.71	1.77	ACCEPTABLE
57	-1.10	7.17	7.52	1.84	ACCEPTABLE
58	-1.86	6.37	7.82	2.12	ACCEPTABLE
59	-1.94	4.97	5.21	75.01	ACCEPTABLE
60	-4.50	11.57	11.21	678.52	ACCEPTABLE
61	-3.46	9.77	9.19	704.36	ACCEPTABLE
62	-3.42	7.17	7.52	208.62	ACCEPTABLE
63	-1.98	3.44	4.95	2.30	ACCEPTABLE
64	-2.92	5.12	6.19	1.88	ACCEPTABLE
65	-1.66	4.10	4.72	1.82	ACCEPTABLE
66	-2.65	4.02	5.68	2.26	ACCEPTABLE
67	-3.21	6.30	6.91	68.59	ACCEPTABLE
68	-1.88	4.77	5.09	23.37	ACCEPTABLE
69	-2.62	10.19	10.56	1.71	ACCEPTABLE
70	-1.20	7.59	7.84	1.80	ACCEPTABLE
71	-32.01	112.27	114.54	1833.43	ACCEPTABLE
72	-37.67	171.62	173.81	1012.52	ACCEPTABLE
73	-30.85	112.27	114.54	1028.73	ACCEPTABLE
74	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
75	-1.59	7.60	7.84	1.71	ACCEPTABLE
76	-2.54	7.36	7.22	493.39	ACCEPTABLE
77	-3.55	14.01	13.72	465.56	ACCEPTABLE
78	-2.42	11.01	10.71	446.90	ACCEPTABLE
79	-2.60	9.55	9.82	51.32	ACCEPTABLE
80	-1.01	5.24	6.26	2.10	ACCEPTABLE
81	-2.37	8.49	8.99	1.72	ACCEPTABLE
82	-1.49	7.17	7.52	1.75	ACCEPTABLE
83	-1.96	6.57	7.65	1.96	ACCEPTABLE
84	-2.08	5.75	6.00	68.78	ACCEPTABLE
85	-3.67	9.75	9.60	526.90	ACCEPTABLE
86	-2.85	8.43	8.11	541.55	ACCEPTABLE
87	-3.03	7.17	7.52	127.70	ACCEPTABLE
88	-2.01	4.38	5.50	1.99	ACCEPTABLE
89	-1.55	3.90	4.95	2.07	ACCEPTABLE
90	-2.73	5.93	6.67	1.72	ACCEPTABLE
91	-1.88	5.05	5.55	1.70	ACCEPTABLE
92	-2.47	4.85	6.05	1.97	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
93	-2.90	6.63	7.13	42.11	ACCEPTABLE
94	-2.01	5.50	5.83	16.37	ACCEPTABLE
95	-2.50	9.11	9.48	1.68	ACCEPTABLE
96	-1.57	7.51	7.78	1.72	ACCEPTABLE
97	-32.94	121.22	123.48	1527.39	ACCEPTABLE
98	-36.72	160.79	162.99	1085.38	ACCEPTABLE
99	-32.17	121.22	123.48	1090.88	ACCEPTABLE
100	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
101	-1.84	7.58	7.82	1.66	ACCEPTABLE
102	-2.45	7.35	7.34	445.40	ACCEPTABLE
103	-3.00	11.03	10.94	423.71	ACCEPTABLE
104	-2.28	9.37	9.28	417.04	ACCEPTABLE
105	-2.49	8.73	9.02	41.91	ACCEPTABLE
106	-1.42	5.84	6.61	1.90	ACCEPTABLE
107	-2.34	8.05	8.50	1.69	ACCEPTABLE
108	-1.74	7.17	7.52	1.70	ACCEPTABLE
109	-2.05	6.73	7.56	1.84	ACCEPTABLE
110	-2.15	6.24	6.51	54.16	ACCEPTABLE
111	-3.17	8.78	8.78	448.48	ACCEPTABLE
112	-2.60	7.88	7.77	467.52	ACCEPTABLE
113	-2.78	7.17	7.52	91.45	ACCEPTABLE
114	-2.06	5.14	6.00	1.84	ACCEPTABLE
115	-1.75	4.78	5.59	1.86	ACCEPTABLE
116	-2.59	6.41	6.98	1.66	ACCEPTABLE
117	-2.01	5.72	6.16	1.65	ACCEPTABLE
118	-2.37	5.49	6.40	1.82	ACCEPTABLE
119	-2.69	6.83	7.27	32.90	ACCEPTABLE
120	-2.09	6.03	6.37	15.22	ACCEPTABLE
121	-2.42	8.43	8.79	1.65	ACCEPTABLE
122	-1.81	7.42	7.71	1.68	ACCEPTABLE
123	-33.56	127.40	129.65	1421.89	ACCEPTABLE
124	-36.08	153.78	155.99	1130.61	ACCEPTABLE
125	-33.05	127.40	129.65	1144.86	ACCEPTABLE
126	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
127	-1.99	7.49	7.76	1.64	ACCEPTABLE
128	-2.39	7.31	7.41	212.77	ACCEPTABLE
129	-2.71	9.50	9.56	277.17	ACCEPTABLE
130	-2.25	8.52	8.57	232.63	ACCEPTABLE
131	-2.41	8.20	8.51	30.27	ACCEPTABLE
132	-1.69	6.26	6.88	1.80	ACCEPTABLE
133	-2.32	7.76	8.18	1.66	ACCEPTABLE
134	-1.92	7.17	7.52	1.68	ACCEPTABLE
135	-2.11	6.86	7.53	1.77	ACCEPTABLE
136	-2.19	6.56	6.85	43.55	ACCEPTABLE
137	-2.86	8.20	8.31	267.05	ACCEPTABLE
138	-2.46	7.60	7.64	305.49	ACCEPTABLE
139	-2.60	7.17	7.52	57.17	ACCEPTABLE
140	-2.11	5.73	6.41	1.75	ACCEPTABLE
141	-1.91	5.47	6.13	1.77	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
142	-2.49	6.70	7.18	1.64	ACCEPTABLE
143	-2.10	6.19	6.60	1.64	ACCEPTABLE
144	-2.31	5.98	6.70	1.75	ACCEPTABLE
145	-2.55	6.95	7.36	29.95	ACCEPTABLE
146	-2.15	6.39	6.74	9.16	ACCEPTABLE
147	-2.37	8.00	8.36	1.65	ACCEPTABLE
148	-1.96	7.35	7.65	1.66	ACCEPTABLE
149	-33.98	131.61	133.85	1366.51	ACCEPTABLE
150	-35.66	149.20	151.41	1176.98	ACCEPTABLE
151	-33.64	131.61	133.85	1194.02	ACCEPTABLE
152	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
153	-2.09	7.40	7.69	9.26	ACCEPTABLE
154	-2.34	7.27	7.45	119.43	ACCEPTABLE
155	-2.55	8.63	8.79	150.01	ACCEPTABLE
156	-2.24	8.02	8.17	112.86	ACCEPTABLE
157	-2.36	7.85	8.17	17.20	ACCEPTABLE
158	-1.88	6.55	7.08	1.74	ACCEPTABLE
159	-2.30	7.57	7.96	1.65	ACCEPTABLE
160	-2.03	7.17	7.52	1.66	ACCEPTABLE
161	-2.15	6.95	7.51	1.72	ACCEPTABLE
162	-2.22	6.76	7.08	24.19	ACCEPTABLE
163	-2.65	7.84	8.03	157.74	ACCEPTABLE
164	-2.39	7.44	7.58	160.57	ACCEPTABLE
165	-2.49	7.17	7.52	40.93	ACCEPTABLE
166	-2.15	6.16	6.74	1.71	ACCEPTABLE
167	-2.02	5.98	6.54	1.71	ACCEPTABLE
168	-2.42	6.87	7.30	1.63	ACCEPTABLE
169	-2.15	6.51	6.90	1.63	ACCEPTABLE
170	-2.29	6.34	6.94	1.70	ACCEPTABLE
171	-2.45	7.03	7.42	17.16	ACCEPTABLE
172	-2.19	6.65	6.99	9.09	ACCEPTABLE
173	-2.33	7.72	8.07	1.63	ACCEPTABLE
174	-2.06	7.29	7.61	1.65	ACCEPTABLE
175	-34.26	134.46	136.69	1348.03	ACCEPTABLE
176	-35.38	146.18	148.40	1192.95	ACCEPTABLE
177	-34.03	134.46	136.69	1223.12	ACCEPTABLE
178	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
179	-2.15	7.33	7.64	1.63	ACCEPTABLE
180	-2.32	7.24	7.47	79.46	ACCEPTABLE
181	-2.45	8.11	8.33	89.78	ACCEPTABLE
182	-2.24	7.72	7.93	72.21	ACCEPTABLE
183	-2.33	7.62	7.95	17.07	ACCEPTABLE
184	-2.01	6.75	7.22	1.70	ACCEPTABLE
185	-2.29	7.44	7.81	1.64	ACCEPTABLE
186	-2.11	7.17	7.52	1.65	ACCEPTABLE
187	-2.19	7.02	7.51	1.69	ACCEPTABLE
188	-2.23	6.90	7.22	24.26	ACCEPTABLE
189	-2.52	7.61	7.85	97.68	ACCEPTABLE
190	-2.34	7.34	7.55	95.50	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
191	-2.41	7.17	7.52	24.98	ACCEPTABLE
192	-2.18	6.48	6.98	1.68	ACCEPTABLE
193	-2.09	6.35	6.84	1.68	ACCEPTABLE
194	-2.37	6.98	7.38	1.63	ACCEPTABLE
195	-2.19	6.73	7.10	1.63	ACCEPTABLE
196	-2.27	6.60	7.11	1.67	ACCEPTABLE
197	-2.39	7.08	7.45	17.15	ACCEPTABLE
198	-2.21	6.82	7.17	1.61	ACCEPTABLE
199	-2.31	7.53	7.89	1.63	ACCEPTABLE
200	-2.13	7.26	7.58	1.63	ACCEPTABLE
201	-34.44	136.38	138.61	1311.35	ACCEPTABLE
202	-35.19	144.19	146.41	1223.87	ACCEPTABLE
203	-34.29	136.38	138.61	1223.23	ACCEPTABLE
204	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
205	-2.19	7.28	7.60	1.63	ACCEPTABLE
206	-2.30	7.22	7.49	55.62	ACCEPTABLE
207	-2.38	7.78	8.04	57.17	ACCEPTABLE
208	-2.25	7.53	7.79	40.40	ACCEPTABLE
209	-2.31	7.47	7.81	9.30	ACCEPTABLE
210	-2.09	6.89	7.32	1.67	ACCEPTABLE
211	-2.28	7.35	7.72	1.63	ACCEPTABLE
212	-2.16	7.17	7.52	1.64	ACCEPTABLE
213	-2.21	7.07	7.51	1.65	ACCEPTABLE
214	-2.24	6.99	7.32	16.76	ACCEPTABLE
215	-2.43	7.46	7.74	64.42	ACCEPTABLE
216	-2.31	7.28	7.54	63.59	ACCEPTABLE
217	-2.36	7.17	7.52	17.08	ACCEPTABLE
218	-2.21	6.70	7.15	1.66	ACCEPTABLE
219	-2.15	6.61	7.05	1.65	ACCEPTABLE
220	-2.33	7.04	7.43	1.63	ACCEPTABLE
221	-2.21	6.87	7.24	1.62	ACCEPTABLE
222	-2.27	6.78	7.24	1.66	ACCEPTABLE
223	-2.35	7.11	7.48	9.35	ACCEPTABLE
224	-2.23	6.93	7.28	9.15	ACCEPTABLE
225	-2.29	7.41	7.76	1.63	ACCEPTABLE
226	-2.17	7.23	7.56	1.63	ACCEPTABLE
227	-34.57	137.66	139.89	1289.12	ACCEPTABLE
228	-35.07	142.87	145.10	1221.82	ACCEPTABLE
229	-34.47	137.66	139.89	1233.06	ACCEPTABLE
230	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
231	-2.21	7.25	7.58	9.24	ACCEPTABLE
232	-2.28	7.20	7.50	39.91	ACCEPTABLE
233	-2.34	7.57	7.86	40.43	ACCEPTABLE
234	-2.25	7.41	7.70	32.42	ACCEPTABLE
235	-2.29	7.37	7.71	9.27	ACCEPTABLE
236	-2.15	6.98	7.38	1.65	ACCEPTABLE
237	-2.27	7.29	7.65	1.63	ACCEPTABLE
238	-2.19	7.17	7.52	1.63	ACCEPTABLE
239	-2.23	7.10	7.51	1.64	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
240	-2.25	7.05	7.39	16.76	ACCEPTABLE
241	-2.38	7.36	7.66	48.32	ACCEPTABLE
242	-2.30	7.24	7.53	47.75	ACCEPTABLE
243	-2.33	7.17	7.52	17.03	ACCEPTABLE
244	-2.22	6.85	7.27	1.65	ACCEPTABLE
245	-2.18	6.79	7.20	1.64	ACCEPTABLE
246	-2.31	7.09	7.46	9.33	ACCEPTABLE
247	-2.23	6.97	7.33	1.62	ACCEPTABLE
248	-2.26	6.91	7.33	1.64	ACCEPTABLE
249	-2.32	7.13	7.49	8.64	ACCEPTABLE
250	-2.24	7.01	7.36	9.17	ACCEPTABLE
251	-2.28	7.33	7.68	1.63	ACCEPTABLE
252	-2.20	7.21	7.55	1.63	ACCEPTABLE
253	-34.65	138.53	140.75	1297.00	ACCEPTABLE
254	-34.98	142.00	144.22	1253.53	ACCEPTABLE
255	-34.58	138.53	140.75	1260.29	ACCEPTABLE
256	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
257	-2.23	7.22	7.56	9.22	ACCEPTABLE
258	-2.28	7.19	7.51	24.57	ACCEPTABLE
259	-2.31	7.43	7.74	24.72	ACCEPTABLE
260	-2.25	7.33	7.64	16.93	ACCEPTABLE
261	-2.28	7.30	7.65	1.61	ACCEPTABLE
262	-2.18	7.04	7.43	1.65	ACCEPTABLE
263	-2.27	7.25	7.61	1.62	ACCEPTABLE
264	-2.21	7.17	7.52	1.63	ACCEPTABLE
265	-2.24	7.12	7.51	1.64	ACCEPTABLE
266	-2.25	7.09	7.43	9.20	ACCEPTABLE
267	-2.34	7.30	7.61	32.41	ACCEPTABLE
268	-2.28	7.22	7.53	24.57	ACCEPTABLE
269	-2.31	7.17	7.52	9.24	ACCEPTABLE
270	-2.24	6.96	7.35	1.64	ACCEPTABLE
271	-2.21	6.92	7.31	1.63	ACCEPTABLE
272	-2.29	7.12	7.48	1.62	ACCEPTABLE
273	-2.24	7.04	7.39	9.18	ACCEPTABLE
274	-2.26	6.99	7.39	1.64	ACCEPTABLE
275	-2.30	7.14	7.50	1.62	ACCEPTABLE
276	-2.25	7.06	7.41	9.22	ACCEPTABLE
277	-2.27	7.28	7.63	1.63	ACCEPTABLE
278	-2.22	7.20	7.54	1.62	ACCEPTABLE
279	-34.71	139.10	141.33	1273.41	ACCEPTABLE
280	-34.93	141.42	143.64	1251.62	ACCEPTABLE
281	-34.66	139.10	141.33	1235.75	ACCEPTABLE
282	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
283	-2.24	7.20	7.55	1.63	ACCEPTABLE
284	-2.27	7.18	7.51	16.84	ACCEPTABLE
285	-2.30	7.35	7.67	24.62	ACCEPTABLE
286	-2.26	7.27	7.60	16.86	ACCEPTABLE
287	-2.27	7.26	7.60	9.28	ACCEPTABLE
288	-2.21	7.09	7.46	1.64	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
289	-2.27	7.22	7.58	1.62	ACCEPTABLE
290	-2.23	7.17	7.52	1.62	ACCEPTABLE
291	-2.24	7.14	7.52	1.64	ACCEPTABLE
292	-2.25	7.12	7.46	9.21	ACCEPTABLE
293	-2.31	7.26	7.58	24.59	ACCEPTABLE
294	-2.28	7.20	7.52	24.65	ACCEPTABLE
295	-2.29	7.17	7.52	9.23	ACCEPTABLE
296	-2.24	7.03	7.40	1.63	ACCEPTABLE
297	-2.23	7.00	7.38	1.63	ACCEPTABLE
298	-2.28	7.13	7.49	1.62	ACCEPTABLE
299	-2.25	7.08	7.44	1.62	ACCEPTABLE
300	-2.26	7.05	7.43	1.63	ACCEPTABLE
301	-2.29	7.15	7.51	1.62	ACCEPTABLE
302	-2.25	7.10	7.45	1.62	ACCEPTABLE
303	-2.27	7.24	7.59	1.62	ACCEPTABLE
304	-2.23	7.19	7.53	9.21	ACCEPTABLE
305	-34.74	139.49	141.71	1282.04	ACCEPTABLE
306	-34.89	141.03	143.25	1252.27	ACCEPTABLE
307	-34.71	139.49	141.71	1254.72	ACCEPTABLE
308	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
309	-2.25	7.19	7.54	1.62	ACCEPTABLE
310	-2.27	7.18	7.51	16.84	ACCEPTABLE
311	-2.28	7.29	7.62	16.98	ACCEPTABLE
312	-2.26	7.24	7.57	16.85	ACCEPTABLE
313	-2.27	7.23	7.58	1.62	ACCEPTABLE
314	-2.23	7.11	7.48	1.62	ACCEPTABLE
315	-2.26	7.21	7.56	1.61	ACCEPTABLE
316	-2.24	7.17	7.52	1.62	ACCEPTABLE
317	-2.25	7.15	7.52	1.63	ACCEPTABLE
318	-2.26	7.13	7.48	9.20	ACCEPTABLE
319	-2.29	7.23	7.56	24.49	ACCEPTABLE
320	-2.27	7.19	7.52	16.85	ACCEPTABLE
321	-2.28	7.17	7.52	9.21	ACCEPTABLE
322	-2.25	7.07	7.44	1.62	ACCEPTABLE
323	-2.24	7.06	7.42	1.62	ACCEPTABLE
324	-2.27	7.15	7.50	9.21	ACCEPTABLE
325	-2.25	7.11	7.46	1.62	ACCEPTABLE
326	-2.26	7.09	7.46	1.63	ACCEPTABLE
327	-2.28	7.16	7.51	8.53	ACCEPTABLE
328	-2.25	7.12	7.47	1.62	ACCEPTABLE
329	-2.27	7.22	7.57	1.62	ACCEPTABLE
330	-2.24	7.18	7.53	1.62	ACCEPTABLE
331	-34.77	139.74	141.97	1251.46	ACCEPTABLE
332	-34.87	140.77	143.00	1248.09	ACCEPTABLE
333	-34.75	139.74	141.97	1258.31	ACCEPTABLE
334	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE
335	-2.25	7.19	7.53	9.22	ACCEPTABLE
336	-2.26	7.18	7.52	8.53	ACCEPTABLE
337	-2.28	7.25	7.59	8.55	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
338	-2.26	7.22	7.55	16.86	ACCEPTABLE
339	-2.27	7.21	7.56	1.62	ACCEPTABLE
340	-2.24	7.13	7.49	1.63	ACCEPTABLE
341	-2.26	7.19	7.55	1.63	ACCEPTABLE
342	-2.25	7.17	7.52	1.62	ACCEPTABLE
343	-2.25	7.16	7.52	1.61	ACCEPTABLE
344	-2.26	7.15	7.49	9.22	ACCEPTABLE
345	-2.28	7.21	7.55	16.96	ACCEPTABLE
346	-2.27	7.18	7.52	8.53	ACCEPTABLE
347	-2.27	7.17	7.52	9.27	ACCEPTABLE
348	-2.25	7.11	7.47	1.63	ACCEPTABLE
349	-2.24	7.09	7.46	1.62	ACCEPTABLE
350	-2.27	7.15	7.51	1.63	ACCEPTABLE
351	-2.25	7.13	7.48	1.62	ACCEPTABLE
352	-2.26	7.12	7.48	1.62	ACCEPTABLE
353	-2.27	7.16	7.51	8.57	ACCEPTABLE
354	-2.26	7.14	7.49	1.62	ACCEPTABLE
355	-2.26	7.20	7.55	1.61	ACCEPTABLE
356	-2.25	7.18	7.53	1.62	ACCEPTABLE
357	-34.78	139.91	142.14	1249.10	ACCEPTABLE
358	-34.85	140.60	142.82	1271.86	ACCEPTABLE
359	-34.77	139.91	142.14	1246.48	ACCEPTABLE
360	-3.47	20.45	20.74	11.91	ACCEPTABLE
361	0.92	8.48	10.33	2.73	ACCEPTABLE
362	1.60	25.37	23.63	749.56	ACCEPTABLE
363	-1.45	13.34	15.15	2.38	ACCEPTABLE
364	1.53	4.65	8.40	3.93	ACCEPTABLE
365	-1.37	12.71	14.67	2.42	ACCEPTABLE
366	-1.04	10.14	12.87	2.66	ACCEPTABLE
367	1.05	7.64	9.81	2.88	ACCEPTABLE
368	-0.33	4.56	10.22	4.14	ACCEPTABLE
369	-0.27	3.21	6.15	3.48	ACCEPTABLE
370	-3.03	8.70	10.48	2.20	ACCEPTABLE
371	-1.08	10.43	13.06	2.62	ACCEPTABLE
372	-1.30	12.17	14.27	2.46	ACCEPTABLE
373	0.89	8.69	10.47	2.70	ACCEPTABLE
374	-0.31	4.41	10.19	4.23	ACCEPTABLE
375	-4.52	4.85	6.71	2.44	ACCEPTABLE
376	-4.40	4.26	6.47	2.67	ACCEPTABLE
377	-1.49	13.67	15.40	2.36	ACCEPTABLE
378	1.07	7.56	9.76	2.91	ACCEPTABLE
379	-25.71	59.31	61.81	6684.25	ACCEPTABLE
380	-44.58	259.61	261.76	703.78	ACCEPTABLE
381	-3.03	8.70	10.48	2.20	ACCEPTABLE
382	0.03	5.87	8.88	3.04	ACCEPTABLE
383	-3.44	8.17	8.36	300.70	ACCEPTABLE
384	-7.03	48.67	48.05	548.25	ACCEPTABLE
385	-3.99	31.15	30.62	435.54	ACCEPTABLE
386	-1.88	10.94	12.95	2.37	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
387	0.43	3.38	8.07	4.33	ACCEPTABLE
388	-1.89	11.05	13.02	2.36	ACCEPTABLE
389	-0.42	8.70	10.48	2.43	ACCEPTABLE
390	-1.14	5.56	9.93	3.41	ACCEPTABLE
391	-2.29	3.36	5.57	2.67	ACCEPTABLE
392	-6.29	17.77	17.43	813.11	ACCEPTABLE
393	-5.08	15.05	14.50	798.65	ACCEPTABLE
394	-4.07	6.20	7.94	2.22	ACCEPTABLE
395	-3.60	3.70	6.89	3.14	ACCEPTABLE
396	-3.97	5.66	7.65	2.35	ACCEPTABLE
397	-2.46	4.05	5.80	2.30	ACCEPTABLE
398	-2.02	11.98	13.70	2.29	ACCEPTABLE
399	-0.39	8.51	10.36	2.46	ACCEPTABLE
400	-45.61	223.48	225.64	2158.94	ACCEPTABLE
401	-58.91	428.50	430.61	948.80	ACCEPTABLE
402	-43.00	223.48	225.64	1059.97	ACCEPTABLE
403	-3.03	8.70	10.48	2.20	ACCEPTABLE
404	-1.17	7.96	10.00	2.42	ACCEPTABLE
405	-3.39	8.95	9.48	44.42	ACCEPTABLE
406	-2.66	17.31	17.47	49.23	ACCEPTABLE
407	-2.33	10.62	12.42	2.27	ACCEPTABLE
408	-0.69	4.94	8.50	3.23	ACCEPTABLE
409	-2.28	10.28	12.18	2.30	ACCEPTABLE
410	-1.29	8.70	10.48	2.32	ACCEPTABLE
411	-1.73	6.43	9.90	2.95	ACCEPTABLE
412	-2.64	5.31	7.11	2.24	ACCEPTABLE
413	-4.79	12.89	13.18	332.25	ACCEPTABLE
414	-3.81	11.03	11.16	358.06	ACCEPTABLE
415	-3.74	7.06	8.78	2.17	ACCEPTABLE
416	-1.83	6.10	8.24	2.42	ACCEPTABLE
417	-3.98	6.82	7.35	239.22	ACCEPTABLE
418	-4.65	18.83	18.85	386.03	ACCEPTABLE
419	-3.30	14.35	14.45	234.73	ACCEPTABLE
420	-3.03	8.68	10.47	2.21	ACCEPTABLE
421	-1.41	3.76	7.32	3.34	ACCEPTABLE
422	-3.00	8.49	10.34	2.23	ACCEPTABLE
423	-2.00	7.06	8.78	2.22	ACCEPTABLE
424	-2.47	5.16	8.58	2.99	ACCEPTABLE
425	-3.30	3.94	5.75	2.37	ACCEPTABLE
426	-5.41	10.34	10.59	567.90	ACCEPTABLE
427	-4.43	8.70	8.78	574.07	ACCEPTABLE
428	-4.44	5.57	7.24	2.27	ACCEPTABLE
429	-4.16	4.22	6.64	2.74	ACCEPTABLE
430	-3.20	3.53	5.61	2.58	ACCEPTABLE
431	-4.37	5.23	7.07	2.36	ACCEPTABLE
432	-3.34	4.13	5.82	2.28	ACCEPTABLE
433	-3.08	9.01	10.69	2.17	ACCEPTABLE
434	-1.22	8.30	10.22	2.38	ACCEPTABLE
435	-3.48	9.38	9.82	89.86	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
436	-4.17	23.51	23.50	327.25	ACCEPTABLE
437	-2.82	18.31	18.37	189.26	ACCEPTABLE
438	-2.38	11.02	12.71	2.24	ACCEPTABLE
439	-0.72	5.12	8.57	3.16	ACCEPTABLE
440	-2.33	10.62	12.42	2.27	ACCEPTABLE
441	-1.34	9.01	10.69	2.28	ACCEPTABLE
442	-1.75	6.63	10.00	2.90	ACCEPTABLE
443	-2.69	5.54	7.23	2.18	ACCEPTABLE
444	-4.91	13.57	13.77	416.68	ACCEPTABLE
445	-3.94	11.66	11.71	425.15	ACCEPTABLE
446	-3.79	7.33	8.95	2.13	ACCEPTABLE
447	-1.88	6.39	8.40	2.36	ACCEPTABLE
448	-4.07	7.15	7.59	306.38	ACCEPTABLE
449	-3.46	15.21	15.22	366.55	ACCEPTABLE
450	-3.08	9.03	10.70	2.16	ACCEPTABLE
451	-1.44	3.92	7.37	3.25	ACCEPTABLE
452	-3.04	8.79	10.54	2.19	ACCEPTABLE
453	-2.05	7.33	8.95	2.18	ACCEPTABLE
454	-2.49	5.34	8.65	2.92	ACCEPTABLE
455	-3.35	4.13	5.83	2.29	ACCEPTABLE
456	-5.52	10.90	11.06	599.29	ACCEPTABLE
457	-4.56	9.23	9.22	602.19	ACCEPTABLE
458	-4.48	5.80	7.37	2.21	ACCEPTABLE
459	-4.19	4.37	6.70	2.68	ACCEPTABLE
460	-3.24	3.67	5.67	2.51	ACCEPTABLE
461	-4.41	5.43	7.17	2.31	ACCEPTABLE
462	-3.39	4.31	5.90	2.21	ACCEPTABLE
463	-3.13	9.35	10.92	2.13	ACCEPTABLE
464	-2.06	7.38	8.98	2.17	ACCEPTABLE
465	-47.81	252.91	255.06	1592.18	ACCEPTABLE
466	-56.67	389.59	391.71	1036.87	ACCEPTABLE
467	-46.06	252.91	255.06	1149.36	ACCEPTABLE
468	-3.79	7.33	8.95	2.13	ACCEPTABLE
469	-2.60	7.18	8.86	2.17	ACCEPTABLE
470	-4.00	7.41	8.16	102.87	ACCEPTABLE
471	-4.18	13.62	14.09	80.84	ACCEPTABLE
472	-3.36	11.43	11.96	1.76	ACCEPTABLE
473	-2.31	12.07	12.49	1.83	ACCEPTABLE
474	-4.09	13.23	12.98	507.39	ACCEPTABLE
475	-5.92	29.68	29.24	505.79	ACCEPTABLE
476	-4.15	22.35	21.90	469.52	ACCEPTABLE
477	-3.81	15.92	16.35	20.99	ACCEPTABLE
478	-1.49	7.47	9.04	2.22	ACCEPTABLE
479	-3.50	13.95	14.67	1.91	ACCEPTABLE
480	-2.20	11.43	11.96	1.85	ACCEPTABLE
481	-2.87	9.82	11.46	2.17	ACCEPTABLE
482	-3.11	8.71	9.12	63.01	ACCEPTABLE
483	-4.71	16.14	15.69	617.83	ACCEPTABLE
484	-4.52	11.43	11.95	161.64	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
485	-3.04	6.05	7.74	2.16	ACCEPTABLE
486	-2.37	5.22	6.83	2.17	ACCEPTABLE
487	-4.09	9.03	10.10	1.91	ACCEPTABLE
488	-2.84	7.41	8.16	1.75	ACCEPTABLE
489	-1.68	7.42	8.17	1.88	ACCEPTABLE
490	-3.17	7.55	7.54	497.62	ACCEPTABLE
491	-4.63	18.51	18.26	467.31	ACCEPTABLE
492	-2.97	13.40	13.13	444.16	ACCEPTABLE
493	-3.23	10.69	11.36	1.80	ACCEPTABLE
494	-1.11	4.75	6.61	2.47	ACCEPTABLE
495	-3.00	9.40	10.37	1.90	ACCEPTABLE
496	-1.68	7.41	8.16	1.87	ACCEPTABLE
497	-2.52	6.72	8.58	2.25	ACCEPTABLE
498	-2.54	5.22	5.89	1.70	ACCEPTABLE
499	-1.29	4.88	5.69	1.96	ACCEPTABLE
500	-2.70	4.88	4.85	608.45	ACCEPTABLE
501	-4.24	13.96	13.65	544.52	ACCEPTABLE
502	-2.55	9.59	9.27	491.06	ACCEPTABLE
503	-2.94	7.92	8.53	1.70	ACCEPTABLE
504	-2.72	6.86	7.78	1.82	ACCEPTABLE
505	-1.38	5.22	5.89	1.87	ACCEPTABLE
506	-2.29	4.85	6.65	2.28	ACCEPTABLE
507	-2.15	3.33	3.99	1.80	ACCEPTABLE
508	-4.39	7.89	7.83	685.53	ACCEPTABLE
509	-3.18	6.25	5.90	728.12	ACCEPTABLE
510	-3.70	5.24	5.91	206.46	ACCEPTABLE
511	-3.30	3.74	5.16	2.18	ACCEPTABLE
512	-3.54	4.65	5.58	94.84	ACCEPTABLE
513	-2.17	3.37	4.01	9.40	ACCEPTABLE
514	-2.88	7.60	8.29	1.73	ACCEPTABLE
515	-1.42	5.37	5.98	1.84	ACCEPTABLE
516	-44.90	214.22	216.38	2480.78	ACCEPTABLE
517	-50.76	295.24	297.38	1578.96	ACCEPTABLE
518	-43.73	214.22	216.38	1867.85	ACCEPTABLE
519	-2.54	5.22	5.89	1.70	ACCEPTABLE
520	-1.79	5.30	5.94	1.78	ACCEPTABLE
521	-2.68	5.13	5.27	324.74	ACCEPTABLE
522	-3.46	9.78	9.78	455.73	ACCEPTABLE
523	-2.40	7.59	7.57	439.40	ACCEPTABLE
524	-2.82	6.98	7.60	1.68	ACCEPTABLE
525	-2.11	7.26	7.80	1.72	ACCEPTABLE
526	-3.05	7.12	7.21	374.23	ACCEPTABLE
527	-3.86	12.85	12.80	435.26	ACCEPTABLE
528	-2.79	10.21	10.15	417.77	ACCEPTABLE
529	-3.11	9.13	9.68	1.70	ACCEPTABLE
530	-1.63	5.19	6.49	2.10	ACCEPTABLE
531	-2.94	8.28	9.05	1.78	ACCEPTABLE
532	-2.05	6.98	7.60	1.76	ACCEPTABLE
533	-2.58	6.49	7.85	2.03	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
534	-2.64	5.59	6.12	32.78	ACCEPTABLE
535	-4.12	9.27	9.36	494.47	ACCEPTABLE
536	-3.26	7.92	7.84	513.81	ACCEPTABLE
537	-3.59	6.98	7.60	98.09	ACCEPTABLE
538	-2.65	4.38	5.77	2.08	ACCEPTABLE
539	-2.19	3.90	5.23	2.12	ACCEPTABLE
540	-3.35	5.93	6.91	1.83	ACCEPTABLE
541	-2.49	5.03	5.78	1.74	ACCEPTABLE
542	-3.10	4.85	6.32	2.09	ACCEPTABLE
543	-3.49	6.53	7.29	44.61	ACCEPTABLE
544	-2.59	5.40	6.01	1.66	ACCEPTABLE
545	-1.85	5.51	6.08	1.74	ACCEPTABLE
546	-2.74	5.33	5.42	392.96	ACCEPTABLE
547	-3.56	10.19	10.13	462.05	ACCEPTABLE
548	-2.49	7.91	7.84	447.01	ACCEPTABLE
549	-2.88	7.23	7.78	9.68	ACCEPTABLE
550	-1.42	3.93	5.25	2.23	ACCEPTABLE
551	-2.72	6.53	7.30	1.75	ACCEPTABLE
552	-1.82	5.40	6.01	1.76	ACCEPTABLE
553	-2.39	5.10	6.45	2.04	ACCEPTABLE
554	-2.38	4.17	4.71	40.74	ACCEPTABLE
555	-3.82	7.13	7.23	552.81	ACCEPTABLE
556	-2.96	5.99	5.90	580.02	ACCEPTABLE
557	-3.36	5.41	6.02	143.40	ACCEPTABLE
558	-2.45	3.30	4.68	2.21	ACCEPTABLE
559	-3.12	4.50	5.51	1.87	ACCEPTABLE
560	-2.25	3.77	4.52	1.80	ACCEPTABLE
561	-2.91	3.70	5.16	2.19	ACCEPTABLE
562	-3.26	5.03	5.79	79.46	ACCEPTABLE
563	-2.34	4.07	4.66	17.30	ACCEPTABLE
564	-2.82	6.97	7.60	1.69	ACCEPTABLE
565	-1.86	5.58	6.12	1.72	ACCEPTABLE
566	-30.99	100.77	103.07	2533.36	ACCEPTABLE
567	-34.71	136.81	139.04	1425.29	ACCEPTABLE
568	-30.22	100.77	103.07	1552.78	ACCEPTABLE
569	-2.59	5.40	6.01	1.66	ACCEPTABLE
570	-2.12	5.59	6.13	1.68	ACCEPTABLE
571	-2.70	5.39	5.63	214.90	ACCEPTABLE
572	-3.17	8.18	8.33	284.19	ACCEPTABLE
573	-2.47	6.89	7.03	193.57	ACCEPTABLE
574	-2.79	6.60	7.17	1.65	ACCEPTABLE
575	-2.34	6.89	7.37	1.66	ACCEPTABLE
576	-2.94	6.70	6.90	245.64	ACCEPTABLE
577	-3.41	9.91	10.03	314.61	ACCEPTABLE
578	-2.72	8.44	8.55	228.94	ACCEPTABLE
579	-2.99	7.98	8.50	9.71	ACCEPTABLE
580	-1.99	5.42	6.42	1.91	ACCEPTABLE
581	-2.87	7.45	8.11	1.71	ACCEPTABLE
582	-2.27	6.60	7.17	1.70	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
583	-2.62	6.27	7.33	1.88	ACCEPTABLE
584	-2.68	5.71	6.21	48.98	ACCEPTABLE
585	-3.64	7.98	8.18	350.73	ACCEPTABLE
586	-3.05	7.11	7.21	361.48	ACCEPTABLE
587	-3.31	6.60	7.17	86.95	ACCEPTABLE
588	-2.65	4.80	5.88	1.90	ACCEPTABLE
589	-2.34	4.45	5.49	1.91	ACCEPTABLE
590	-3.15	5.97	6.76	1.73	ACCEPTABLE
591	-2.57	5.31	5.96	1.68	ACCEPTABLE
592	-2.95	5.14	6.27	1.91	ACCEPTABLE
593	-3.24	6.32	6.98	47.19	ACCEPTABLE
594	-2.63	5.55	6.11	17.13	ACCEPTABLE
595	-2.94	7.76	8.34	1.68	ACCEPTABLE
596	-2.32	6.79	7.30	1.67	ACCEPTABLE
597	-31.69	107.00	109.29	2211.22	ACCEPTABLE
598	-34.17	131.11	133.35	1521.46	ACCEPTABLE
599	-31.18	107.00	109.29	1614.79	ACCEPTABLE
600	-2.79	6.60	7.17	1.65	ACCEPTABLE
601	-2.50	6.84	7.33	1.65	ACCEPTABLE
602	-2.22	7.10	7.52	1.65	ACCEPTABLE
603	-2.61	6.94	7.18	131.01	ACCEPTABLE
604	-2.91	8.98	9.17	172.95	ACCEPTABLE
605	-2.45	8.06	8.24	122.42	ACCEPTABLE
606	-2.64	7.79	8.25	1.65	ACCEPTABLE
607	-1.95	5.99	6.76	1.81	ACCEPTABLE
608	-2.56	7.42	7.97	1.68	ACCEPTABLE
609	-2.16	6.84	7.33	1.68	ACCEPTABLE
610	-2.37	6.58	7.39	1.79	ACCEPTABLE
611	-2.43	6.24	6.68	9.19	ACCEPTABLE
612	-3.07	7.78	8.03	182.10	ACCEPTABLE
613	-2.68	7.19	7.37	189.98	ACCEPTABLE
614	-2.84	6.84	7.33	33.67	ACCEPTABLE
615	-2.38	5.50	6.33	1.79	ACCEPTABLE
616	-2.17	5.25	6.05	1.80	ACCEPTABLE
617	-2.74	6.42	7.04	1.68	ACCEPTABLE
618	-2.35	5.93	6.47	1.66	ACCEPTABLE
619	-2.58	5.75	6.61	1.79	ACCEPTABLE
620	-2.80	6.65	7.20	9.57	ACCEPTABLE
621	-2.39	6.10	6.59	1.64	ACCEPTABLE
622	-2.11	6.33	6.75	1.65	ACCEPTABLE
623	-2.49	6.15	6.39	143.16	ACCEPTABLE
624	-2.79	8.04	8.24	168.88	ACCEPTABLE
625	-2.33	7.18	7.37	111.04	ACCEPTABLE
626	-2.53	6.99	7.44	1.63	ACCEPTABLE
627	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
628	-1.98	7.59	7.88	1.66	ACCEPTABLE
629	-2.38	7.41	7.54	168.58	ACCEPTABLE
630	-2.70	9.61	9.69	241.95	ACCEPTABLE
631	-2.23	8.63	8.69	202.12	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
632	-2.40	8.30	8.63	17.37	ACCEPTABLE
633	-1.68	6.35	6.99	1.81	ACCEPTABLE
634	-2.31	7.87	8.30	1.68	ACCEPTABLE
635	-1.91	7.27	7.64	1.69	ACCEPTABLE
636	-2.10	6.95	7.64	1.78	ACCEPTABLE
637	-2.18	6.65	6.97	24.09	ACCEPTABLE
638	-2.85	8.31	8.44	231.68	ACCEPTABLE
639	-2.45	7.70	7.76	259.73	ACCEPTABLE
640	-2.59	7.27	7.64	41.18	ACCEPTABLE
641	-2.10	5.82	6.52	1.76	ACCEPTABLE
642	-1.90	5.56	6.23	1.77	ACCEPTABLE
643	-2.48	6.80	7.30	1.65	ACCEPTABLE
644	-2.09	6.29	6.71	1.65	ACCEPTABLE
645	-2.31	6.08	6.81	1.76	ACCEPTABLE
646	-2.54	7.05	7.48	9.38	ACCEPTABLE
647	-2.14	6.49	6.85	1.62	ACCEPTABLE
648	-2.36	8.10	8.48	1.66	ACCEPTABLE
649	-1.95	7.45	7.77	1.67	ACCEPTABLE
650	-35.16	135.78	138.01	1885.28	ACCEPTABLE
651	-36.84	153.65	155.86	1522.16	ACCEPTABLE
652	-34.81	135.78	138.01	1576.95	ACCEPTABLE
653	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
654	-2.08	7.50	7.81	1.65	ACCEPTABLE
655	-2.33	7.37	7.57	111.36	ACCEPTABLE
656	-2.54	8.74	8.91	136.31	ACCEPTABLE
657	-2.23	8.13	8.30	88.84	ACCEPTABLE
658	-2.35	7.95	8.29	9.48	ACCEPTABLE
659	-1.87	6.65	7.19	1.74	ACCEPTABLE
660	-2.29	7.67	8.08	1.66	ACCEPTABLE
661	-2.02	7.27	7.64	1.67	ACCEPTABLE
662	-2.14	7.05	7.63	1.72	ACCEPTABLE
663	-2.21	6.86	7.19	16.67	ACCEPTABLE
664	-2.64	7.95	8.15	140.87	ACCEPTABLE
665	-2.38	7.54	7.70	144.50	ACCEPTABLE
666	-2.48	7.27	7.64	25.16	ACCEPTABLE
667	-2.14	6.26	6.85	1.71	ACCEPTABLE
668	-2.01	6.07	6.65	1.73	ACCEPTABLE
669	-2.41	6.97	7.42	1.64	ACCEPTABLE
670	-2.14	6.61	7.01	1.64	ACCEPTABLE
671	-2.28	6.44	7.05	1.71	ACCEPTABLE
672	-2.45	7.13	7.54	1.63	ACCEPTABLE
673	-2.18	6.74	7.11	1.63	ACCEPTABLE
674	-2.32	7.82	8.19	1.64	ACCEPTABLE
675	-2.05	7.39	7.73	1.66	ACCEPTABLE
676	-34.67	138.12	140.35	1321.70	ACCEPTABLE
677	-35.79	150.01	152.23	1176.79	ACCEPTABLE
678	-34.44	138.12	140.35	1207.54	ACCEPTABLE
679	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
680	-2.14	7.43	7.76	1.64	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
681	-2.31	7.34	7.60	55.93	ACCEPTABLE
682	-2.43	8.21	8.45	65.66	ACCEPTABLE
683	-2.23	7.82	8.06	48.61	ACCEPTABLE
684	-2.32	7.72	8.07	1.63	ACCEPTABLE
685	-2.00	6.85	7.34	1.71	ACCEPTABLE
686	-2.28	7.54	7.94	1.65	ACCEPTABLE
687	-2.10	7.27	7.64	1.66	ACCEPTABLE
688	-2.18	7.12	7.63	1.69	ACCEPTABLE
689	-2.22	7.00	7.34	9.17	ACCEPTABLE
690	-2.51	7.71	7.97	81.53	ACCEPTABLE
691	-2.33	7.44	7.68	71.89	ACCEPTABLE
692	-2.40	7.27	7.64	17.22	ACCEPTABLE
693	-2.18	6.57	7.09	1.69	ACCEPTABLE
694	-2.08	6.45	6.95	1.69	ACCEPTABLE
695	-2.36	7.08	7.50	1.64	ACCEPTABLE
696	-2.18	6.83	7.22	1.64	ACCEPTABLE
697	-2.27	6.70	7.23	1.69	ACCEPTABLE
698	-2.38	7.18	7.57	9.37	ACCEPTABLE
699	-2.20	6.92	7.28	1.63	ACCEPTABLE
700	-2.30	7.63	8.01	1.65	ACCEPTABLE
701	-2.12	7.35	7.70	1.65	ACCEPTABLE
702	-34.86	140.07	142.30	1285.05	ACCEPTABLE
703	-35.60	148.00	150.21	1220.44	ACCEPTABLE
704	-34.70	140.07	142.30	1201.89	ACCEPTABLE
705	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
706	-2.17	7.38	7.72	1.64	ACCEPTABLE
707	-2.29	7.32	7.61	40.12	ACCEPTABLE
708	-2.37	7.88	8.17	32.99	ACCEPTABLE
709	-2.24	7.63	7.91	32.60	ACCEPTABLE
710	-2.30	7.57	7.93	1.63	ACCEPTABLE
711	-2.08	6.99	7.43	1.68	ACCEPTABLE
712	-2.27	7.45	7.84	1.65	ACCEPTABLE
713	-2.15	7.27	7.64	1.65	ACCEPTABLE
714	-2.20	7.17	7.63	1.68	ACCEPTABLE
715	-2.23	7.09	7.44	1.62	ACCEPTABLE
716	-2.42	7.56	7.86	48.70	ACCEPTABLE
717	-2.30	7.38	7.66	47.95	ACCEPTABLE
718	-2.35	7.27	7.64	9.39	ACCEPTABLE
719	-2.20	6.80	7.26	1.66	ACCEPTABLE
720	-2.14	6.71	7.17	1.67	ACCEPTABLE
721	-2.32	7.15	7.55	1.64	ACCEPTABLE
722	-2.20	6.97	7.36	1.64	ACCEPTABLE
723	-2.26	6.88	7.36	1.67	ACCEPTABLE
724	-2.34	7.21	7.60	1.63	ACCEPTABLE
725	-2.22	7.03	7.40	1.63	ACCEPTABLE
726	-2.28	7.51	7.88	1.64	ACCEPTABLE
727	-2.16	7.33	7.68	1.64	ACCEPTABLE
728	-34.98	141.37	143.60	1271.82	ACCEPTABLE
729	-35.48	146.66	148.88	1204.50	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
730	-34.88	141.37	143.60	1214.79	ACCEPTABLE
731	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
732	-2.20	7.35	7.70	1.64	ACCEPTABLE
733	-2.27	7.30	7.62	16.91	ACCEPTABLE
734	-2.33	7.67	7.98	32.62	ACCEPTABLE
735	-2.24	7.51	7.82	9.31	ACCEPTABLE
736	-2.28	7.47	7.83	1.63	ACCEPTABLE
737	-2.14	7.08	7.50	1.67	ACCEPTABLE
738	-2.26	7.39	7.77	1.64	ACCEPTABLE
739	-2.18	7.27	7.64	1.64	ACCEPTABLE
740	-2.22	7.20	7.63	1.66	ACCEPTABLE
741	-2.24	7.15	7.51	1.62	ACCEPTABLE
742	-2.36	7.46	7.78	32.50	ACCEPTABLE
743	-2.29	7.34	7.65	24.65	ACCEPTABLE
744	-2.32	7.27	7.64	1.63	ACCEPTABLE
745	-2.21	6.95	7.38	1.66	ACCEPTABLE
746	-2.17	6.89	7.32	1.66	ACCEPTABLE
747	-2.30	7.19	7.58	1.64	ACCEPTABLE
748	-2.22	7.07	7.45	1.63	ACCEPTABLE
749	-2.25	7.01	7.45	1.66	ACCEPTABLE
750	-2.31	7.23	7.61	1.63	ACCEPTABLE
751	-2.23	7.11	7.48	1.62	ACCEPTABLE
752	-2.27	7.43	7.80	1.64	ACCEPTABLE
753	-2.19	7.31	7.67	1.64	ACCEPTABLE
754	-35.06	142.25	144.47	1267.32	ACCEPTABLE
755	-35.40	145.77	147.99	1233.85	ACCEPTABLE
756	-35.00	142.25	144.47	1232.64	ACCEPTABLE
757	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
758	-2.22	7.32	7.68	1.64	ACCEPTABLE
759	-2.27	7.29	7.63	9.25	ACCEPTABLE
760	-2.30	7.54	7.87	17.01	ACCEPTABLE
761	-2.24	7.43	7.76	9.28	ACCEPTABLE
762	-2.27	7.40	7.77	1.64	ACCEPTABLE
763	-2.17	7.14	7.55	1.66	ACCEPTABLE
764	-2.26	7.35	7.73	1.64	ACCEPTABLE
765	-2.20	7.27	7.64	1.64	ACCEPTABLE
766	-2.23	7.22	7.63	1.65	ACCEPTABLE
767	-2.24	7.19	7.55	1.62	ACCEPTABLE
768	-2.33	7.40	7.74	16.97	ACCEPTABLE
769	-2.27	7.32	7.65	16.90	ACCEPTABLE
770	-2.30	7.27	7.64	1.63	ACCEPTABLE
771	-2.23	7.05	7.47	1.65	ACCEPTABLE
772	-2.20	7.01	7.42	1.65	ACCEPTABLE
773	-2.28	7.22	7.60	1.64	ACCEPTABLE
774	-2.23	7.14	7.51	1.63	ACCEPTABLE
775	-2.25	7.09	7.51	1.65	ACCEPTABLE
776	-2.29	7.24	7.62	1.63	ACCEPTABLE
777	-2.24	7.16	7.53	1.63	ACCEPTABLE
778	-2.26	7.38	7.75	1.64	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
779	-2.21	7.30	7.66	1.64	ACCEPTABLE
780	-35.12	142.83	145.05	1261.15	ACCEPTABLE
781	-35.34	145.18	147.40	1234.69	ACCEPTABLE
782	-35.07	142.83	145.05	1234.42	ACCEPTABLE
783	-2.25	7.27	7.64	1.62	ACCEPTABLE
784	-2.23	7.30	7.67	1.63	ACCEPTABLE
785	-2.26	7.28	7.63	1.62	ACCEPTABLE
786	-2.28	7.45	7.79	9.32	ACCEPTABLE
787	-2.24	7.37	7.72	1.63	ACCEPTABLE
788	-2.26	7.36	7.72	1.62	ACCEPTABLE
789	-2.24	7.40	7.75	1.63	ACCEPTABLE
790	-2.27	7.38	7.71	16.93	ACCEPTABLE
791	-2.30	7.54	7.87	17.01	ACCEPTABLE
792	-2.26	7.47	7.80	9.29	ACCEPTABLE
793	-2.27	7.45	7.81	1.63	ACCEPTABLE
794	-2.21	7.27	7.66	1.65	ACCEPTABLE
795	-2.27	7.41	7.78	1.64	ACCEPTABLE
796	-2.23	7.36	7.72	1.64	ACCEPTABLE
797	-2.24	7.33	7.72	1.63	ACCEPTABLE
798	-2.25	7.31	7.66	1.62	ACCEPTABLE
799	-2.31	7.45	7.78	16.97	ACCEPTABLE
800	-2.28	7.39	7.73	9.27	ACCEPTABLE
801	-2.29	7.36	7.72	1.63	ACCEPTABLE
802	-2.24	7.21	7.60	1.64	ACCEPTABLE
803	-2.23	7.19	7.57	1.64	ACCEPTABLE
804	-2.28	7.32	7.69	1.63	ACCEPTABLE
805	-2.25	7.27	7.63	1.63	ACCEPTABLE
806	-2.26	7.24	7.63	1.64	ACCEPTABLE
807	-2.29	7.34	7.71	1.63	ACCEPTABLE
808	-2.25	7.29	7.65	1.63	ACCEPTABLE
809	-2.27	7.43	7.79	1.63	ACCEPTABLE
810	-2.23	7.38	7.73	1.63	ACCEPTABLE
811	-35.16	143.22	145.44	1265.93	ACCEPTABLE
812	-35.30	144.79	147.01	1238.93	ACCEPTABLE
813	-35.13	143.22	145.44	1238.95	ACCEPTABLE
814	-2.26	7.36	7.72	1.62	ACCEPTABLE
815	-2.25	7.38	7.74	1.64	ACCEPTABLE
816	-2.27	7.37	7.71	9.27	ACCEPTABLE
817	-2.28	7.48	7.82	1.63	ACCEPTABLE
818	-2.26	7.43	7.77	1.62	ACCEPTABLE
819	-2.27	7.42	7.78	1.63	ACCEPTABLE
820	-2.23	7.30	7.68	1.64	ACCEPTABLE
821	-2.26	7.40	7.76	1.63	ACCEPTABLE
822	-2.24	7.36	7.72	1.63	ACCEPTABLE
823	-2.25	7.34	7.72	1.64	ACCEPTABLE
824	-2.26	7.32	7.68	1.62	ACCEPTABLE
825	-2.25	7.34	7.70	1.63	ACCEPTABLE
826	-2.27	7.33	7.67	9.26	ACCEPTABLE
827	-2.28	7.44	7.78	9.32	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
828	-2.26	7.39	7.73	1.62	ACCEPTABLE
829	-2.27	7.38	7.74	1.63	ACCEPTABLE
830	-2.23	7.26	7.64	1.64	ACCEPTABLE
831	-2.26	7.36	7.72	1.62	ACCEPTABLE
832	-2.24	7.32	7.68	1.63	ACCEPTABLE
833	-2.25	7.30	7.68	1.64	ACCEPTABLE
834	-2.26	7.28	7.64	1.63	ACCEPTABLE
835	-2.29	7.38	7.72	9.27	ACCEPTABLE
836	-2.27	7.34	7.68	9.26	ACCEPTABLE
837	-2.28	7.32	7.68	1.62	ACCEPTABLE
838	-2.25	7.22	7.60	1.64	ACCEPTABLE
839	-2.24	7.20	7.58	1.62	ACCEPTABLE
840	-2.27	7.30	7.66	1.63	ACCEPTABLE
841	-2.25	7.26	7.62	1.63	ACCEPTABLE
842	-2.26	7.24	7.62	1.63	ACCEPTABLE
843	-2.28	7.31	7.67	1.63	ACCEPTABLE
844	-2.25	7.27	7.63	1.63	ACCEPTABLE
845	-2.27	7.37	7.73	1.63	ACCEPTABLE
846	-2.24	7.33	7.69	1.63	ACCEPTABLE
847	-35.30	144.58	146.80	1244.61	ACCEPTABLE
848	-35.40	145.63	147.85	1237.60	ACCEPTABLE
849	-35.28	144.58	146.80	1239.44	ACCEPTABLE
850	-2.26	7.32	7.68	1.62	ACCEPTABLE
851	-2.25	7.34	7.69	1.62	ACCEPTABLE
852	-2.26	7.33	7.68	1.63	ACCEPTABLE
853	-2.28	7.40	7.75	1.63	ACCEPTABLE
854	-2.26	7.37	7.71	1.62	ACCEPTABLE
855	-2.27	7.36	7.72	1.63	ACCEPTABLE
856	-2.24	7.28	7.65	1.63	ACCEPTABLE
857	-2.26	7.34	7.71	1.64	ACCEPTABLE
858	-2.25	7.32	7.68	1.63	ACCEPTABLE
859	-2.25	7.31	7.68	1.62	ACCEPTABLE
860	-2.26	7.30	7.65	1.63	ACCEPTABLE
861	-2.28	7.36	7.71	1.63	ACCEPTABLE
862	-2.27	7.33	7.68	1.63	ACCEPTABLE
863	-2.27	7.32	7.68	1.63	ACCEPTABLE
864	-2.25	7.25	7.63	1.64	ACCEPTABLE
865	-2.24	7.24	7.61	1.63	ACCEPTABLE
866	-2.27	7.30	7.67	1.62	ACCEPTABLE
867	-2.25	7.28	7.64	1.63	ACCEPTABLE
868	-2.26	7.27	7.64	1.63	ACCEPTABLE
869	-2.27	7.31	7.67	1.63	ACCEPTABLE
870	-2.26	7.29	7.65	1.63	ACCEPTABLE
871	-2.26	7.35	7.71	1.62	ACCEPTABLE
872	-2.25	7.33	7.69	1.63	ACCEPTABLE
873	-35.22	143.91	146.13	1242.85	ACCEPTABLE
874	-35.29	144.60	146.82	1241.30	ACCEPTABLE
875	-35.21	143.91	146.13	1240.18	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
876	-2.26	7.17	7.52	1.61	ACCEPTABLE

Anexo 7: Reporte del GEO5 Perfil B-B

Slope stability analysis

Input data

Project

Settings

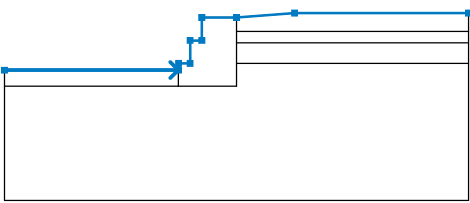
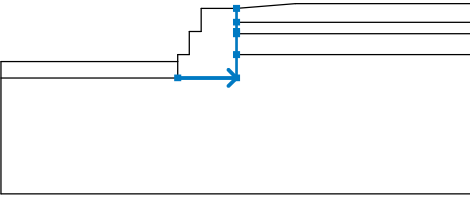
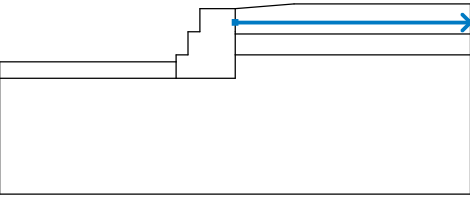
Standard - safety factors

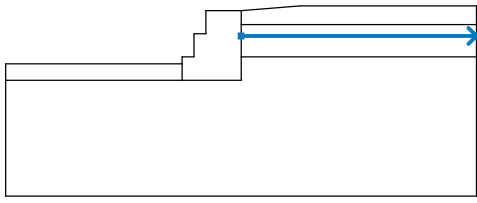
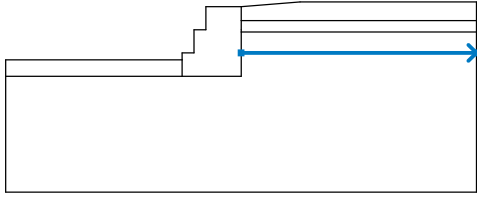
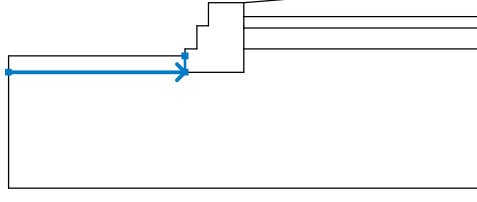
Stability analysis

Earthquake analysis : Standard
Verification methodology : Safety factors (ASD)





Safety factors			
Permanent design situation			
Safety factor :	$SF_s =$	1.50	[-]

Interface


No	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-	0.7	-2.50	0.7	-	1.0
		10.00	0		0	2.50	0
		-2.00	1.0	-2.00	2.0	-	2.0
			0		0	1.50	0
		-1.50	3.0	0.00	3.0	2.5	3.2
			0		0	0	0
		10.0	3.2				
			0				
2		-2.50	0.0	0.00	0.0	0.0	1.0
			0		0	0	0
		0.00	1.9	0.00	2.0	0.0	2.4
			0		0	0	
		0.00	3.0				
			0				
3		0.00	2.4	10.0	2.4		
			0		0		

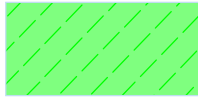


No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
4		0.00	1.9 0	10.0 0	1.9 0		
5		0.00	1.0 0	10.0 0	1.0 0		
6		- 10.00	0.0 0	-2.50 0	0.0 0	- 2.50	0.7 0

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo		31.98	0.00	11.32
2	E-2 SM Arena limosa		33.29	0.00	11.32
3	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo		30.64	0.00	11.32
4	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo		30.80	0.00	11.32

Soil parameters - uplift

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		

No.	Name	Pattern	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
2	E-2 SM Arena limosa		11.32		
3	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		
4	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo		11.32		

Soil parameters

E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	31.98	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

E-2 SM Arena limosa

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	33.29	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³


E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo

Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	30.64	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

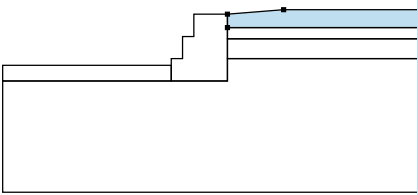

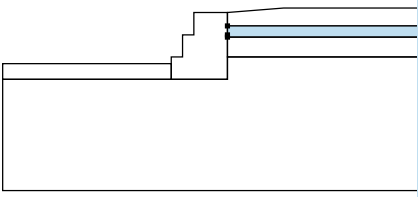
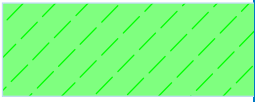
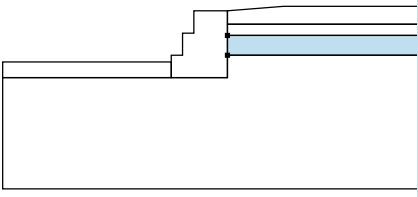

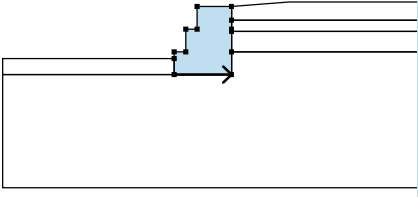
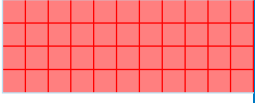
E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo

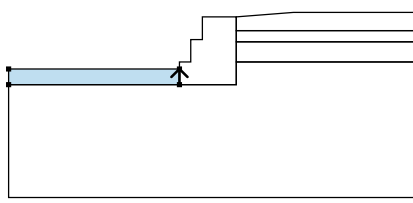
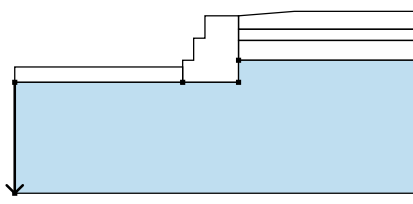
Unit weight :	γ	=	11.32	kN/m ³
Stress-state :			effective	
Angle of internal friction :	ϕ_{ef}	=	30.80	°
Cohesion of soil :	c_{ef}	=	0.00	kPa
Saturated unit weight :	γ_{sat}	=	11.32	kN/m ³

Rigid bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m ³]
1	Material of structure		11.32

Assigning and surfaces

N o.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		10.0	2.4	10.0	3.2	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo
		0	0	0	0	
		2.50	3.2	0.00	3.0	
		0.00	2.4			
2		10.0	1.9	10.0	2.4	E-2 SM Arena limosa
		0	0	0	0	
		0.00	2.4	0.00	2.0	
		0.00	1.9			
3		10.0	1.0	10.0	1.9	E-3 SP-SM Arena mal graduado con limo
		0	0	0	0	
		0.00	1.9	0.00	1.0	
4		-	0.0	0.00	0.0	Material of structure
		2.50	0		0	
		0.00	1.0	0.00	1.9	
			0		0	
		0.00	2.0	0.00	2.4	
			0		0	
		0.00	3.0	-	3.0	
			0	1.50	0	
	-	2.0	-	2.0		
	1.50	0	2.00	0		
	-	1.0	-	1.0		
	2.00	0	2.50	0		
	-	0.7				
	2.50	0				
						

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
5		-	0.0	-	0.7	E-1 SP-SM Arena mal graduado con limo
		2.50	0	2.50	0	
		-	0.7	-	0.0	
		10.00	0	10.00	0	
6		-	0.0	-	-	E-4 SP-SM Arena mal graduado con limo
		10.00	0	10.00	5.00	
		10.0	-	10.0	1.0	
		0	5.00	0	0	
		0.00	1.0	0.00	0.0	
		-	0.0	-	-	
2.50	0					

Surcharge

No.	Type	Type of action	Location z [m]	Origin x [m]	Length l [m]	Width b [m]	Slope α [°]	Magnitude		
								q_1, f, F	q_2	unit
1	trapezoidal	permanent	on terrain	x = 2.50	l = 1.50		0.00	1.00	0.00	kN/m ²

Surcharges

No.	Name
1	CARGA 1

Water

Water type : No water

Tensile crack

Tensile crack not input.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : $K_h = 0.1250$

Vertical seismic coefficient : $K_v = 0.0089$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters							
Center :	x =	-2.10	[m]	Angles :	$\alpha_1 =$	-33.78	[°]
	z =	5.92	[m]		$\alpha_2 =$	64.33	[°]
Radius :	R =	6.28	[m]				
The slip surface after optimization.							

Slope stability verification (Janbu)

Factor of safety = 1.52 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

Optimization of circular slip surface (Janbu)

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
1	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
2	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
3	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
4	-3.46	18.22	18.57	1.90	ACCEPTABLE
5	-2.49	11.58	13.00	2.16	ACCEPTABLE
6	-1.51	4.92	9.14	3.43	ACCEPTABLE
7	-3.35	17.48	17.91	1.92	ACCEPTABLE
8	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
9	-3.11	13.72	14.02	38.64	ACCEPTABLE
10	-2.43	9.77	10.81	1.98	ACCEPTABLE
11	-1.62	5.08	8.00	2.85	ACCEPTABLE
12	-2.97	12.87	13.29	1.83	ACCEPTABLE
13	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
14	0.06	4.17	5.31	2.69	ACCEPTABLE
15	-2.84	10.92	11.21	47.18	ACCEPTABLE
16	-2.37	8.54	9.33	1.85	ACCEPTABLE
17	-0.42	5.95	6.33	2.07	ACCEPTABLE
18	-1.72	5.24	7.30	2.46	ACCEPTABLE
19	-2.70	10.23	10.64	1.73	ACCEPTABLE
20	-0.47	6.16	6.47	16.91	ACCEPTABLE
21	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
22	-0.97	5.84	6.25	1.89	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
23	-2.64	9.16	9.45	52.04	ACCEPTABLE
24	-0.35	3.57	5.07	2.76	ACCEPTABLE
25	-2.32	7.70	8.34	1.77	ACCEPTABLE
26	-1.00	5.95	6.33	1.87	ACCEPTABLE
27	-1.82	5.40	6.89	2.18	ACCEPTABLE
28	-1.79	3.92	4.23	39.94	ACCEPTABLE
29	-2.83	4.13	5.29	2.00	ACCEPTABLE
30	-1.56	3.30	3.95	1.97	ACCEPTABLE
31	-2.60	3.30	4.98	2.42	ACCEPTABLE
32	-1.77	3.85	4.20	22.64	ACCEPTABLE
33	-2.53	8.65	9.05	1.68	ACCEPTABLE
34	-1.08	6.25	6.54	1.82	ACCEPTABLE
35	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
36	-1.46	6.21	6.51	1.73	ACCEPTABLE
37	-2.49	8.04	8.35	42.18	ACCEPTABLE
38	-0.94	4.31	5.37	2.22	ACCEPTABLE
39	-2.28	7.13	7.68	1.72	ACCEPTABLE
40	-1.39	5.95	6.33	1.77	ACCEPTABLE
41	-1.91	5.53	6.65	2.00	ACCEPTABLE
42	-1.96	4.66	4.94	53.33	ACCEPTABLE
43	-1.95	3.59	4.73	2.11	ACCEPTABLE
44	-2.64	4.87	5.66	1.77	ACCEPTABLE
45	-1.78	4.11	4.64	1.77	ACCEPTABLE
46	-2.41	4.00	5.24	2.07	ACCEPTABLE
47	-1.90	4.49	4.84	21.62	ACCEPTABLE
48	-2.41	7.68	8.08	1.66	ACCEPTABLE
49	-1.46	6.22	6.51	1.73	ACCEPTABLE
50	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
51	-1.72	6.25	6.54	1.67	ACCEPTABLE
52	-2.38	7.32	7.65	32.91	ACCEPTABLE
53	-1.34	4.83	5.64	1.96	ACCEPTABLE
54	-2.25	6.75	7.23	1.68	ACCEPTABLE
55	-1.64	5.95	6.33	1.71	ACCEPTABLE
56	-1.98	5.65	6.51	1.87	ACCEPTABLE
57	-1.99	4.24	5.12	1.90	ACCEPTABLE
58	-1.68	3.91	4.76	1.96	ACCEPTABLE
59	-2.50	5.29	5.91	1.69	ACCEPTABLE
60	-1.91	4.69	5.16	1.70	ACCEPTABLE
61	-2.30	4.55	5.49	1.89	ACCEPTABLE
62	-2.60	5.66	6.14	77.80	ACCEPTABLE
63	-1.99	4.94	5.31	9.10	ACCEPTABLE
64	-2.33	7.08	7.47	1.64	ACCEPTABLE
65	-1.70	6.15	6.47	1.68	ACCEPTABLE
66	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
67	-1.88	6.20	6.50	1.64	ACCEPTABLE
68	-2.31	6.85	7.19	29.85	ACCEPTABLE
69	-1.61	5.19	5.84	1.83	ACCEPTABLE
70	-2.22	6.48	6.93	1.66	ACCEPTABLE
71	-1.82	5.95	6.33	1.68	ACCEPTABLE
72	-2.03	5.73	6.44	1.79	ACCEPTABLE
73	-2.08	5.39	5.72	36.60	ACCEPTABLE
74	-2.50	5.95	6.33	67.60	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
75	-2.03	4.74	5.45	1.79	ACCEPTABLE
76	-1.82	4.50	5.19	1.81	ACCEPTABLE
77	-2.39	5.54	6.06	1.66	ACCEPTABLE
78	-2.00	5.10	5.53	1.66	ACCEPTABLE
79	-2.24	4.96	5.71	1.79	ACCEPTABLE
80	-2.45	5.76	6.21	5.09	ACCEPTABLE
81	-2.05	5.27	5.64	7.80	ACCEPTABLE
82	-2.27	6.69	7.08	1.63	ACCEPTABLE
83	-1.86	6.10	6.43	1.66	ACCEPTABLE
84	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
85	-1.98	6.14	6.46	1.63	ACCEPTABLE
86	-1.79	5.44	6.00	1.76	ACCEPTABLE
87	-2.20	6.31	6.73	1.65	ACCEPTABLE
88	-1.93	5.95	6.33	1.66	ACCEPTABLE
89	-2.07	5.80	6.39	1.73	ACCEPTABLE
90	-2.11	5.58	5.92	6.39	ACCEPTABLE
91	-2.39	5.95	6.33	41.93	ACCEPTABLE
92	-2.07	5.10	5.71	1.74	ACCEPTABLE
93	-1.93	4.94	5.52	1.74	ACCEPTABLE
94	-2.32	5.70	6.16	1.64	ACCEPTABLE
95	-2.05	5.38	5.79	1.65	ACCEPTABLE
96	-2.20	5.26	5.89	1.73	ACCEPTABLE
97	-2.36	5.83	6.25	23.64	ACCEPTABLE
98	-2.09	5.49	5.86	16.95	ACCEPTABLE
99	-2.23	6.44	6.82	1.63	ACCEPTABLE
100	-1.96	6.05	6.40	1.65	ACCEPTABLE
101	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
102	-2.04	6.08	6.42	1.63	ACCEPTABLE
103	-2.21	5.98	6.25	70.38	ACCEPTABLE
104	-2.33	6.75	6.99	99.02	ACCEPTABLE
105	-2.13	6.40	6.65	65.99	ACCEPTABLE
106	-2.23	6.34	6.71	16.11	ACCEPTABLE
107	-1.91	5.60	6.10	1.72	ACCEPTABLE
108	-2.19	6.19	6.60	1.64	ACCEPTABLE
109	-2.01	5.95	6.33	1.65	ACCEPTABLE
110	-2.10	5.85	6.37	1.69	ACCEPTABLE
111	-2.13	5.71	6.06	23.16	ACCEPTABLE
112	-2.23	6.07	6.31	95.00	ACCEPTABLE
113	-2.31	5.95	6.33	33.53	ACCEPTABLE
114	-2.09	5.37	5.90	1.70	ACCEPTABLE
115	-2.00	5.26	5.77	1.70	ACCEPTABLE
116	-2.27	5.79	6.22	9.23	ACCEPTABLE
117	-2.09	5.56	5.97	1.64	ACCEPTABLE
118	-2.19	5.48	6.02	1.69	ACCEPTABLE
119	-2.03	6.02	6.38	1.64	ACCEPTABLE
120	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
121	-2.08	6.04	6.39	1.62	ACCEPTABLE
122	-2.19	5.97	6.28	1.71	ACCEPTABLE
123	-2.27	6.47	6.76	62.93	ACCEPTABLE
124	-2.14	6.25	6.53	44.17	ACCEPTABLE
125	-2.21	6.21	6.58	9.80	ACCEPTABLE
126	-2.00	5.72	6.18	1.68	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
127	-2.18	6.11	6.51	1.63	ACCEPTABLE
128	-2.06	5.95	6.33	1.64	ACCEPTABLE
129	-2.12	5.88	6.35	1.67	ACCEPTABLE
130	-2.33	6.19	6.49	1.64	ACCEPTABLE
131	-2.26	5.95	6.33	25.24	ACCEPTABLE
132	-2.11	5.55	6.03	1.67	ACCEPTABLE
133	-2.05	5.48	5.95	1.67	ACCEPTABLE
134	-2.11	5.69	6.09	1.63	ACCEPTABLE
135	-2.18	5.63	6.12	1.67	ACCEPTABLE
136	-2.25	5.90	6.30	1.65	ACCEPTABLE
137	-2.19	6.16	6.55	1.63	ACCEPTABLE
138	-2.07	6.00	6.36	1.63	ACCEPTABLE
139	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
140	-2.18	5.97	6.29	1.76	ACCEPTABLE
141	-2.19	6.12	6.50	9.76	ACCEPTABLE
142	-2.05	5.79	6.23	1.66	ACCEPTABLE
143	-2.17	6.06	6.45	1.63	ACCEPTABLE
144	-2.09	5.95	6.33	1.63	ACCEPTABLE
145	-2.13	5.90	6.35	1.66	ACCEPTABLE
146	-2.15	5.84	6.21	17.48	ACCEPTABLE
147	-2.23	5.95	6.33	16.55	ACCEPTABLE
148	-2.13	5.68	6.13	1.65	ACCEPTABLE
149	-2.09	5.63	6.07	1.65	ACCEPTABLE
150	-2.13	5.78	6.17	1.63	ACCEPTABLE
151	-2.17	5.73	6.19	1.65	ACCEPTABLE
152	-2.22	5.92	6.31	1.66	ACCEPTABLE
153	-2.18	6.09	6.47	1.62	ACCEPTABLE
154	-2.10	5.98	6.35	1.63	ACCEPTABLE
155	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
156	-2.13	5.99	6.36	8.78	ACCEPTABLE
157	-2.21	6.17	6.52	17.02	ACCEPTABLE
158	-2.18	6.07	6.44	9.76	ACCEPTABLE
159	-2.09	5.85	6.26	1.65	ACCEPTABLE
160	-2.17	6.02	6.41	1.63	ACCEPTABLE
161	-2.11	5.95	6.33	1.63	ACCEPTABLE
162	-2.14	5.92	6.34	1.65	ACCEPTABLE
163	-2.15	5.88	6.25	17.29	ACCEPTABLE
164	-2.23	6.06	6.40	33.59	ACCEPTABLE
165	-2.21	5.95	6.33	17.60	ACCEPTABLE
166	-2.14	5.77	6.19	1.64	ACCEPTABLE
167	-2.11	5.73	6.15	1.64	ACCEPTABLE
168	-2.19	5.90	6.30	1.63	ACCEPTABLE
169	-2.14	5.83	6.22	1.63	ACCEPTABLE
170	-2.17	5.80	6.23	1.64	ACCEPTABLE
171	-2.20	5.93	6.31	9.74	ACCEPTABLE
172	-2.15	5.86	6.24	9.04	ACCEPTABLE
173	-2.17	6.04	6.43	1.63	ACCEPTABLE
174	-2.12	5.97	6.34	1.63	ACCEPTABLE
175	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
176	-2.14	5.98	6.35	8.78	ACCEPTABLE
177	-2.19	6.10	6.45	14.18	ACCEPTABLE
178	-2.17	6.03	6.40	13.18	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
179	-2.11	5.88	6.28	1.64	ACCEPTABLE
180	-2.17	6.00	6.38	1.62	ACCEPTABLE
181	-2.13	5.95	6.33	1.63	ACCEPTABLE
182	-2.15	5.93	6.34	1.64	ACCEPTABLE
183	-2.21	6.02	6.38	25.49	ACCEPTABLE
184	-2.19	5.95	6.33	9.74	ACCEPTABLE
185	-2.15	5.83	6.24	1.64	ACCEPTABLE
186	-2.13	5.81	6.21	1.63	ACCEPTABLE
187	-2.18	5.92	6.31	9.72	ACCEPTABLE
188	-2.15	5.87	6.26	1.61	ACCEPTABLE
189	-2.16	5.85	6.26	1.64	ACCEPTABLE
190	-2.19	5.94	6.32	9.74	ACCEPTABLE
191	-2.17	6.01	6.39	1.62	ACCEPTABLE
192	-2.13	5.96	6.34	1.63	ACCEPTABLE
193	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
194	-2.15	5.97	6.34	8.39	ACCEPTABLE
195	-2.18	6.05	6.41	12.65	ACCEPTABLE
196	-2.16	6.01	6.37	17.07	ACCEPTABLE
197	-2.17	6.00	6.38	1.62	ACCEPTABLE
198	-2.13	5.90	6.30	1.63	ACCEPTABLE
199	-2.16	5.98	6.37	1.63	ACCEPTABLE
200	-2.14	5.95	6.33	1.63	ACCEPTABLE
201	-2.15	5.94	6.33	1.63	ACCEPTABLE
202	-2.16	5.92	6.29	16.08	ACCEPTABLE
203	-2.19	6.00	6.36	20.27	ACCEPTABLE
204	-2.17	5.96	6.33	17.74	ACCEPTABLE
205	-2.18	5.95	6.33	9.73	ACCEPTABLE
206	-2.15	5.87	6.27	1.63	ACCEPTABLE
207	-2.14	5.85	6.25	1.63	ACCEPTABLE
208	-2.17	5.93	6.32	9.71	ACCEPTABLE
209	-2.16	5.88	6.29	1.64	ACCEPTABLE
210	-2.18	5.94	6.32	9.72	ACCEPTABLE
211	-2.15	5.91	6.29	1.62	ACCEPTABLE
212	-2.17	5.99	6.37	9.02	ACCEPTABLE
213	-2.14	5.96	6.34	1.63	ACCEPTABLE
214	-2.16	5.95	6.33	1.61	ACCEPTABLE
215	-2.15	5.96	6.34	1.62	ACCEPTABLE
216	-2.17	6.02	6.38	17.28	ACCEPTABLE
217	-2.17	5.98	6.36	1.62	ACCEPTABLE
218	-2.14	5.92	6.31	1.63	ACCEPTABLE
219	-2.16	5.97	6.35	1.62	ACCEPTABLE
220	-2.15	5.95	6.33	1.62	ACCEPTABLE
221	-2.15	5.94	6.33	1.63	ACCEPTABLE
222	-2.16	5.93	6.31	9.75	ACCEPTABLE
223	-2.18	5.98	6.35	17.53	ACCEPTABLE
224	-2.17	5.96	6.33	17.74	ACCEPTABLE
225	-2.17	5.95	6.33	9.72	ACCEPTABLE
226	-2.15	5.90	6.29	1.63	ACCEPTABLE
227	-2.15	5.89	6.28	1.61	ACCEPTABLE
228	-2.17	5.94	6.32	9.72	ACCEPTABLE
229	-2.15	5.92	6.30	1.62	ACCEPTABLE
230	-2.16	5.91	6.30	9.70	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
231	-2.17	5.94	6.33	9.71	ACCEPTABLE
232	-2.16	5.92	6.30	9.75	ACCEPTABLE
233	-2.16	5.98	6.36	1.62	ACCEPTABLE
234	-3.46	18.22	18.57	1.90	ACCEPTABLE
235	1.47	5.56	8.66	3.53	ACCEPTABLE
236	1.83	3.30	7.97	4.97	ACCEPTABLE
237	-2.16	18.87	19.71	2.16	ACCEPTABLE
238	0.05	14.34	14.80	2.24	ACCEPTABLE
239	-0.64	6.98	11.10	3.26	ACCEPTABLE
240	-1.44	3.29	4.98	2.55	ACCEPTABLE
241	-4.51	9.30	10.10	88.50	ACCEPTABLE
242	-2.92	24.80	25.07	2.08	ACCEPTABLE
243	-0.27	16.32	16.54	2.18	ACCEPTABLE
244	-3.46	18.22	18.57	1.90	ACCEPTABLE
245	-0.83	16.93	17.37	2.15	ACCEPTABLE
246	0.66	6.89	9.85	3.07	ACCEPTABLE
247	-2.47	21.30	21.86	2.12	ACCEPTABLE
248	-0.92	17.53	17.89	2.14	ACCEPTABLE
249	-1.02	9.93	12.74	2.70	ACCEPTABLE
250	-2.75	9.86	10.10	88.91	ACCEPTABLE
251	-2.90	4.91	7.93	2.85	ACCEPTABLE
252	-1.39	3.42	6.24	3.10	ACCEPTABLE
253	-3.52	8.04	9.66	2.14	ACCEPTABLE
254	-2.06	6.62	7.71	1.97	ACCEPTABLE
255	-3.00	5.01	8.05	2.85	ACCEPTABLE
256	-4.22	12.14	12.73	54.15	ACCEPTABLE
257	-2.65	9.42	9.74	26.70	ACCEPTABLE
258	-2.92	24.80	25.07	2.08	ACCEPTABLE
259	-1.17	19.22	19.41	2.11	ACCEPTABLE
260	-3.46	18.22	18.57	1.90	ACCEPTABLE
261	-1.92	19.58	19.80	2.03	ACCEPTABLE
262	-3.23	24.23	24.43	22.93	ACCEPTABLE
263	-0.47	9.70	11.65	2.49	ACCEPTABLE
264	-1.72	18.22	18.57	2.05	ACCEPTABLE
265	-1.62	12.00	13.95	2.40	ACCEPTABLE
266	-2.85	7.47	9.57	2.34	ACCEPTABLE
267	-1.85	6.14	8.12	2.37	ACCEPTABLE
268	-3.60	11.60	12.54	1.93	ACCEPTABLE
269	-2.57	10.08	10.77	1.84	ACCEPTABLE
270	-0.74	9.63	10.42	2.09	ACCEPTABLE
271	-3.16	16.18	16.77	1.95	ACCEPTABLE
272	0.06	5.28	7.69	2.91	ACCEPTABLE
273	-2.78	13.57	14.57	2.04	ACCEPTABLE
274	-0.83	10.08	10.77	2.06	ACCEPTABLE
275	-2.03	8.50	10.87	2.48	ACCEPTABLE
276	-2.11	6.13	6.75	1.74	ACCEPTABLE
277	0.01	4.62	5.88	2.61	ACCEPTABLE
278	-2.70	10.80	11.34	1.80	ACCEPTABLE
279	-2.33	8.78	9.79	1.95	ACCEPTABLE
280	-0.37	6.13	6.75	2.14	ACCEPTABLE
281	-1.72	5.46	7.77	2.55	ACCEPTABLE
282	-3.14	3.24	5.37	2.71	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
283	-3.57	5.00	6.08	26.82	ACCEPTABLE
284	-1.55	3.21	3.78	1.95	ACCEPTABLE
285	-2.61	10.27	10.92	1.83	ACCEPTABLE
286	-0.40	6.27	6.84	2.11	ACCEPTABLE
287	-2.11	6.13	6.75	1.74	ACCEPTABLE
288	-0.91	5.98	6.65	2.00	ACCEPTABLE
289	-2.53	9.16	9.71	1.76	ACCEPTABLE
290	-0.37	3.78	5.53	2.79	ACCEPTABLE
291	-2.28	7.92	8.79	1.88	ACCEPTABLE
292	-0.95	6.13	6.75	1.96	ACCEPTABLE
293	-1.81	5.61	7.35	2.29	ACCEPTABLE
294	-1.77	4.10	4.66	1.79	ACCEPTABLE
295	-3.27	6.13	6.75	99.52	ACCEPTABLE
296	-2.86	4.47	5.81	2.07	ACCEPTABLE
297	-1.59	3.54	4.41	2.04	ACCEPTABLE
298	-2.62	3.52	5.44	2.50	ACCEPTABLE
299	-3.10	5.45	6.33	1.80	ACCEPTABLE
300	-1.75	4.05	4.64	1.81	ACCEPTABLE
301	-2.44	8.75	9.39	1.79	ACCEPTABLE
302	-1.01	6.37	6.91	1.92	ACCEPTABLE
303	-2.11	6.13	6.75	1.74	ACCEPTABLE
304	-1.38	6.32	6.88	1.85	ACCEPTABLE
305	-2.40	8.11	8.67	1.74	ACCEPTABLE
306	-1.71	8.52	8.98	1.80	ACCEPTABLE
307	-2.70	10.50	10.99	1.77	ACCEPTABLE
308	-1.18	6.05	7.28	2.15	ACCEPTABLE
309	-2.51	9.52	10.22	1.83	ACCEPTABLE
310	-1.63	8.11	8.67	1.84	ACCEPTABLE
311	-2.12	7.44	8.74	2.06	ACCEPTABLE
312	-2.23	6.61	7.08	1.67	ACCEPTABLE
313	-1.53	6.91	7.29	1.76	ACCEPTABLE
314	-2.54	8.78	9.18	1.68	ACCEPTABLE
315	-1.02	4.85	6.00	2.20	ACCEPTABLE
316	-2.35	7.87	8.49	1.76	ACCEPTABLE
317	-1.46	6.61	7.08	1.80	ACCEPTABLE
318	-1.97	6.13	7.33	2.02	ACCEPTABLE
319	-2.04	5.25	5.63	9.44	ACCEPTABLE
320	-3.00	6.61	7.08	85.06	ACCEPTABLE
321	-2.03	4.07	5.30	2.09	ACCEPTABLE
322	-1.56	3.60	4.78	2.20	ACCEPTABLE
323	-2.73	5.51	6.37	1.80	ACCEPTABLE
324	-1.87	4.66	5.28	1.78	ACCEPTABLE
325	-2.49	4.51	5.84	2.08	ACCEPTABLE
326	-2.89	6.14	6.76	17.62	ACCEPTABLE
327	-1.98	5.06	5.51	1.67	ACCEPTABLE
328	-2.47	8.42	8.91	1.71	ACCEPTABLE
329	-1.52	6.89	7.28	1.76	ACCEPTABLE
330	-2.23	6.61	7.08	1.67	ACCEPTABLE
331	-1.79	6.93	7.31	1.71	ACCEPTABLE
332	-2.44	8.03	8.45	1.68	ACCEPTABLE
333	-1.41	5.40	6.30	1.98	ACCEPTABLE
334	-2.31	7.46	8.03	1.74	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
335	-1.71	6.61	7.08	1.75	ACCEPTABLE
336	-2.04	6.26	7.22	1.91	ACCEPTABLE
337	-2.12	5.72	6.12	1.63	ACCEPTABLE
338	-1.68	5.99	6.30	1.68	ACCEPTABLE
339	-1.31	4.64	5.47	2.00	ACCEPTABLE
340	-2.21	6.50	7.01	1.69	ACCEPTABLE
341	-1.60	5.72	6.12	1.73	ACCEPTABLE
342	-1.95	5.44	6.33	1.88	ACCEPTABLE
343	-2.00	4.89	5.22	35.62	ACCEPTABLE
344	-2.64	5.72	6.12	1.88	ACCEPTABLE
345	-1.96	4.07	4.98	1.94	ACCEPTABLE
346	-1.64	3.76	4.62	2.00	ACCEPTABLE
347	-2.46	5.09	5.72	1.70	ACCEPTABLE
348	-1.87	4.50	4.99	1.72	ACCEPTABLE
349	-2.27	4.38	5.34	1.91	ACCEPTABLE
350	-2.56	5.44	5.94	32.02	ACCEPTABLE
351	-1.95	4.74	5.13	1.65	ACCEPTABLE
352	-2.28	6.82	7.23	1.65	ACCEPTABLE
353	-1.66	5.91	6.25	1.70	ACCEPTABLE
354	-2.12	5.72	6.12	1.63	ACCEPTABLE
355	-1.84	5.95	6.28	1.65	ACCEPTABLE
356	-1.57	4.99	5.67	1.86	ACCEPTABLE
357	-2.18	6.24	6.71	1.67	ACCEPTABLE
358	-1.78	5.72	6.12	1.69	ACCEPTABLE
359	-2.00	5.52	6.25	1.80	ACCEPTABLE
360	-2.04	5.18	5.52	32.59	ACCEPTABLE
361	-2.46	5.72	6.12	55.64	ACCEPTABLE
362	-2.00	4.55	5.29	1.82	ACCEPTABLE
363	-1.79	4.32	5.03	1.83	ACCEPTABLE
364	-2.36	5.33	5.87	1.67	ACCEPTABLE
365	-1.96	4.90	5.35	1.68	ACCEPTABLE
366	-2.20	4.78	5.55	1.80	ACCEPTABLE
367	-2.42	5.54	6.00	25.04	ACCEPTABLE
368	-2.01	5.06	5.45	1.63	ACCEPTABLE
369	-1.72	5.25	5.57	1.66	ACCEPTABLE
370	-2.16	5.86	6.22	17.21	ACCEPTABLE
371	-1.47	4.40	5.07	1.89	ACCEPTABLE
372	-2.07	5.55	6.01	1.66	ACCEPTABLE
373	-1.67	5.06	5.45	1.68	ACCEPTABLE
374	-1.90	4.90	5.62	1.81	ACCEPTABLE
375	-1.93	4.55	4.89	28.28	ACCEPTABLE
376	-2.35	5.06	5.45	59.18	ACCEPTABLE
377	-1.90	4.01	4.73	1.85	ACCEPTABLE
378	-1.68	3.80	4.49	1.90	ACCEPTABLE
379	-2.25	4.71	5.24	1.68	ACCEPTABLE
380	-1.85	4.30	4.75	1.71	ACCEPTABLE
381	-2.10	4.22	4.98	1.83	ACCEPTABLE
382	-2.31	4.90	5.35	34.97	ACCEPTABLE
383	-1.89	4.45	4.83	8.44	ACCEPTABLE
384	-2.12	5.73	6.12	1.63	ACCEPTABLE
385	-1.84	5.96	6.28	1.65	ACCEPTABLE
386	-1.57	5.00	5.66	1.85	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
387	-2.18	6.25	6.71	1.67	ACCEPTABLE
388	-1.78	5.73	6.12	1.69	ACCEPTABLE
389	-2.00	5.53	6.24	1.79	ACCEPTABLE
390	-2.00	4.56	5.28	1.81	ACCEPTABLE
391	-1.79	4.33	5.02	1.84	ACCEPTABLE
392	-2.36	5.34	5.87	1.66	ACCEPTABLE
393	-1.96	4.90	5.35	1.68	ACCEPTABLE
394	-2.20	4.78	5.54	1.80	ACCEPTABLE
395	-2.01	5.06	5.44	8.19	ACCEPTABLE
396	-2.23	6.45	6.85	1.64	ACCEPTABLE
397	-1.81	5.87	6.21	1.66	ACCEPTABLE
398	-2.12	5.73	6.12	1.63	ACCEPTABLE
399	-1.94	5.91	6.24	1.64	ACCEPTABLE
400	-2.22	6.31	6.67	17.71	ACCEPTABLE
401	-1.75	5.23	5.80	1.77	ACCEPTABLE
402	-2.16	6.08	6.52	1.65	ACCEPTABLE
403	-1.89	5.73	6.12	1.67	ACCEPTABLE
404	-2.03	5.59	6.20	1.74	ACCEPTABLE
405	-2.07	5.37	5.72	22.62	ACCEPTABLE
406	-2.35	5.73	6.12	41.63	ACCEPTABLE
407	-2.03	4.91	5.53	1.75	ACCEPTABLE
408	-1.89	4.75	5.35	1.76	ACCEPTABLE
409	-2.28	5.48	5.96	1.65	ACCEPTABLE
410	-2.01	5.17	5.60	1.66	ACCEPTABLE
411	-2.17	5.07	5.71	1.74	ACCEPTABLE
412	-2.32	5.62	6.04	23.49	ACCEPTABLE
413	-2.04	5.28	5.66	8.55	ACCEPTABLE
414	-2.19	6.20	6.60	1.63	ACCEPTABLE
415	-1.92	5.83	6.19	1.65	ACCEPTABLE
416	-2.12	5.73	6.12	1.63	ACCEPTABLE
417	-2.00	5.86	6.20	1.63	ACCEPTABLE
418	-2.29	6.50	6.76	44.47	ACCEPTABLE
419	-2.09	6.16	6.42	56.16	ACCEPTABLE
420	-2.19	6.11	6.49	9.76	ACCEPTABLE
421	-1.88	5.40	5.90	1.71	ACCEPTABLE
422	-2.15	5.96	6.38	1.64	ACCEPTABLE
423	-1.97	5.73	6.12	1.66	ACCEPTABLE
424	-2.06	5.63	6.17	1.71	ACCEPTABLE
425	-2.19	5.84	6.09	88.68	ACCEPTABLE
426	-2.06	5.17	5.71	1.70	ACCEPTABLE
427	-1.96	5.06	5.58	1.71	ACCEPTABLE
428	-2.23	5.57	6.02	1.64	ACCEPTABLE
429	-2.05	5.36	5.77	1.65	ACCEPTABLE
430	-2.15	5.28	5.83	1.70	ACCEPTABLE
431	-2.25	5.66	6.07	1.69	ACCEPTABLE
432	-2.07	5.43	5.81	7.74	ACCEPTABLE
433	-2.17	6.04	6.44	1.63	ACCEPTABLE
434	-1.99	5.80	6.16	1.64	ACCEPTABLE
435	-2.12	5.73	6.12	1.63	ACCEPTABLE
436	-2.04	5.82	6.18	1.63	ACCEPTABLE
437	-2.15	5.75	6.06	1.79	ACCEPTABLE
438	-2.17	5.98	6.36	1.62	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
439	-2.09	6.07	6.42	1.62	ACCEPTABLE
440	-2.01	6.17	6.49	9.01	ACCEPTABLE
441	-2.12	6.09	6.37	57.10	ACCEPTABLE
442	-2.21	6.60	6.86	64.86	ACCEPTABLE
443	-2.07	6.37	6.63	47.29	ACCEPTABLE
444	-2.14	6.34	6.68	10.00	ACCEPTABLE
445	-1.92	5.83	6.26	1.69	ACCEPTABLE
446	-2.11	6.23	6.60	1.64	ACCEPTABLE
447	-1.99	6.07	6.42	1.64	ACCEPTABLE
448	-2.05	6.00	6.44	1.67	ACCEPTABLE
449	-2.26	6.31	6.59	66.06	ACCEPTABLE
450	-2.14	6.15	6.41	65.33	ACCEPTABLE
451	-2.19	6.07	6.42	23.77	ACCEPTABLE
452	-2.04	5.66	6.11	1.67	ACCEPTABLE
453	-1.98	5.59	6.02	1.67	ACCEPTABLE
454	-2.16	5.96	6.35	1.63	ACCEPTABLE
455	-2.04	5.81	6.17	1.63	ACCEPTABLE
456	-2.10	5.74	6.20	1.65	ACCEPTABLE
457	-2.18	6.02	6.38	17.82	ACCEPTABLE
458	-2.00	6.12	6.45	1.63	ACCEPTABLE
459	-2.09	6.07	6.42	1.62	ACCEPTABLE
460	-2.04	6.14	6.47	8.37	ACCEPTABLE
461	-2.17	6.42	6.71	39.95	ACCEPTABLE
462	-2.08	6.27	6.56	35.86	ACCEPTABLE
463	-2.12	6.25	6.59	8.80	ACCEPTABLE
464	-1.98	5.91	6.31	1.66	ACCEPTABLE
465	-2.10	6.18	6.54	1.63	ACCEPTABLE
466	-2.02	6.07	6.42	1.64	ACCEPTABLE
467	-2.06	6.02	6.43	1.65	ACCEPTABLE
468	-2.08	5.96	6.30	16.87	ACCEPTABLE
469	-2.12	6.12	6.41	42.68	ACCEPTABLE
470	-2.16	6.07	6.42	16.94	ACCEPTABLE
471	-2.06	5.79	6.21	1.65	ACCEPTABLE
472	-2.02	5.74	6.15	1.65	ACCEPTABLE
473	-2.06	5.89	6.25	1.63	ACCEPTABLE
474	-2.10	5.85	6.27	1.65	ACCEPTABLE
475	-2.15	6.03	6.40	8.86	ACCEPTABLE
476	-2.07	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
477	-2.02	5.99	6.32	1.63	ACCEPTABLE
478	-2.09	5.95	6.24	42.66	ACCEPTABLE
479	-2.15	6.27	6.56	39.56	ACCEPTABLE
480	-2.06	6.13	6.42	30.83	ACCEPTABLE
481	-2.10	6.11	6.45	4.10	ACCEPTABLE
482	-1.96	5.77	6.18	1.67	ACCEPTABLE
483	-2.08	6.04	6.40	1.63	ACCEPTABLE
484	-2.00	5.93	6.28	1.64	ACCEPTABLE
485	-2.04	5.88	6.29	1.65	ACCEPTABLE
486	-2.10	5.98	6.27	44.00	ACCEPTABLE
487	-2.14	5.93	6.28	16.99	ACCEPTABLE
488	-2.04	5.66	6.08	1.66	ACCEPTABLE
489	-2.00	5.61	6.02	1.66	ACCEPTABLE
490	-2.04	5.76	6.12	1.63	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
491	-2.08	5.71	6.13	1.65	ACCEPTABLE
492	-2.13	5.90	6.26	13.04	ACCEPTABLE
493	-2.09	6.07	6.42	1.62	ACCEPTABLE
494	-2.01	5.96	6.30	1.63	ACCEPTABLE
495	-2.07	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
496	-2.04	5.97	6.31	1.59	ACCEPTABLE
497	-2.08	5.94	6.26	1.70	ACCEPTABLE
498	-2.12	6.16	6.47	23.77	ACCEPTABLE
499	-2.06	6.06	6.37	23.56	ACCEPTABLE
500	-2.00	5.83	6.21	1.65	ACCEPTABLE
501	-2.08	6.00	6.36	1.63	ACCEPTABLE
502	-2.02	5.93	6.28	1.63	ACCEPTABLE
503	-2.05	5.90	6.29	1.64	ACCEPTABLE
504	-2.06	5.86	6.20	16.82	ACCEPTABLE
505	-2.12	5.93	6.28	16.98	ACCEPTABLE
506	-2.05	5.75	6.14	1.64	ACCEPTABLE
507	-2.02	5.71	6.10	1.65	ACCEPTABLE
508	-2.05	5.81	6.17	1.63	ACCEPTABLE
509	-2.08	5.78	6.18	1.64	ACCEPTABLE
510	-2.11	5.91	6.26	17.06	ACCEPTABLE
511	-2.08	6.02	6.38	1.63	ACCEPTABLE
512	-2.03	5.95	6.30	1.63	ACCEPTABLE
513	-2.07	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
514	-2.05	5.96	6.30	1.59	ACCEPTABLE
515	-2.08	5.94	6.26	1.70	ACCEPTABLE
516	-2.08	6.01	6.35	1.63	ACCEPTABLE
517	-2.02	5.86	6.23	1.64	ACCEPTABLE
518	-2.04	5.93	6.28	1.63	ACCEPTABLE
519	-2.06	5.91	6.29	1.64	ACCEPTABLE
520	-2.06	5.88	6.23	9.00	ACCEPTABLE
521	-2.08	5.95	6.27	1.69	ACCEPTABLE
522	-2.10	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
523	-2.08	5.96	6.30	16.87	ACCEPTABLE
524	-2.05	5.86	6.23	1.63	ACCEPTABLE
525	-2.11	5.98	6.33	8.73	ACCEPTABLE
526	-2.07	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
527	-2.09	5.91	6.29	1.63	ACCEPTABLE
528	-2.09	5.88	6.23	8.70	ACCEPTABLE
529	-2.15	6.00	6.33	1.80	ACCEPTABLE
530	-2.13	5.93	6.28	16.98	ACCEPTABLE
531	-2.09	5.81	6.19	1.63	ACCEPTABLE
532	-2.07	5.78	6.16	1.64	ACCEPTABLE
533	-2.12	5.90	6.26	12.97	ACCEPTABLE
534	-2.10	5.83	6.21	1.63	ACCEPTABLE
535	-2.11	5.99	6.34	8.73	ACCEPTABLE
536	-2.07	5.94	6.29	9.72	ACCEPTABLE
537	-2.10	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
538	-2.09	5.95	6.29	15.56	ACCEPTABLE
539	-2.11	5.93	6.27	16.88	ACCEPTABLE
540	-2.12	6.03	6.36	25.90	ACCEPTABLE
541	-2.10	5.99	6.32	23.27	ACCEPTABLE
542	-2.11	5.98	6.33	8.73	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
543	-2.07	5.88	6.25	1.63	ACCEPTABLE
544	-2.10	5.96	6.32	1.63	ACCEPTABLE
545	-2.08	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
546	-2.09	5.92	6.28	1.63	ACCEPTABLE
547	-2.10	5.90	6.24	16.89	ACCEPTABLE
548	-2.13	5.98	6.31	1.81	ACCEPTABLE
549	-2.11	5.94	6.28	16.88	ACCEPTABLE
550	-2.12	5.93	6.28	16.98	ACCEPTABLE
551	-2.09	5.85	6.22	1.63	ACCEPTABLE
552	-2.08	5.83	6.20	1.63	ACCEPTABLE
553	-2.11	5.91	6.27	12.78	ACCEPTABLE
554	-2.09	5.88	6.23	8.70	ACCEPTABLE
555	-2.10	5.86	6.24	1.63	ACCEPTABLE
556	-2.12	5.92	6.27	16.00	ACCEPTABLE
557	-2.08	5.94	6.29	1.56	ACCEPTABLE
558	-2.10	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
559	-2.09	5.94	6.29	8.72	ACCEPTABLE
560	-2.10	5.93	6.27	16.88	ACCEPTABLE
561	-2.10	5.97	6.31	16.88	ACCEPTABLE
562	-2.11	5.96	6.31	8.73	ACCEPTABLE
563	-2.08	5.90	6.26	1.63	ACCEPTABLE
564	-2.10	5.95	6.30	11.33	ACCEPTABLE
565	-2.09	5.93	6.28	8.71	ACCEPTABLE
566	-2.09	5.92	6.28	1.63	ACCEPTABLE
567	-2.10	5.91	6.26	8.71	ACCEPTABLE
568	-2.12	5.96	6.30	16.93	ACCEPTABLE
569	-2.11	5.94	6.28	16.88	ACCEPTABLE
570	-2.11	5.93	6.28	1.54	ACCEPTABLE
571	-2.11	5.93	6.27	16.88	ACCEPTABLE
572	-2.11	5.97	6.31	16.88	ACCEPTABLE
573	-2.12	5.96	6.31	15.89	ACCEPTABLE
574	-2.09	5.90	6.26	1.63	ACCEPTABLE
575	-2.11	5.95	6.30	15.66	ACCEPTABLE
576	-2.10	5.93	6.28	1.55	ACCEPTABLE
577	-2.10	5.92	6.28	1.52	ACCEPTABLE
578	-2.09	5.93	6.29	1.63	ACCEPTABLE
579	-2.10	5.92	6.27	8.71	ACCEPTABLE
580	-2.11	5.99	6.33	16.89	ACCEPTABLE
581	-2.11	5.95	6.31	1.62	ACCEPTABLE
582	-2.08	5.89	6.26	1.63	ACCEPTABLE
583	-2.10	5.94	6.30	1.63	ACCEPTABLE
584	-2.09	5.92	6.28	1.63	ACCEPTABLE
585	-2.09	5.91	6.28	1.63	ACCEPTABLE
586	-2.10	5.90	6.26	1.63	ACCEPTABLE
587	-2.12	5.95	6.30	16.98	ACCEPTABLE
588	-2.11	5.93	6.28	1.54	ACCEPTABLE
589	-2.11	5.92	6.28	8.75	ACCEPTABLE
590	-2.09	5.87	6.24	1.63	ACCEPTABLE
591	-2.09	5.86	6.23	1.63	ACCEPTABLE
592	-2.11	5.91	6.27	12.78	ACCEPTABLE
593	-2.09	5.89	6.25	1.63	ACCEPTABLE
594	-2.10	5.89	6.25	9.00	ACCEPTABLE

No.	Center		Radius R [m]	FS	Verification
	x [m]	z [m]			
595	-2.10	5.95	6.31	1.63	ACCEPTABLE
596	-2.09	5.93	6.28	8.71	ACCEPTABLE
597	-2.10	5.92	6.28	1.52	ACCEPTABLE