



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE
LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL
CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LUIS BELTRAN PUMA ZEVALLOS

Bach. SERGIO HERNAN MOLLE CALDERON

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis padres Sr. German Puma Pandía y Sra. Mercedes Gutierrez Parisuaña, quienes con esfuerzo y sacrificio me dieron el apoyo incondicional para culminar mi carrera universitaria.

Bach. Luis Beltran Puma Zevallos



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mi madre por el apoyo incondicional y comprensión que me brindo en cada momento de mi vida, y a todos mis hermanos que siempre estuvieron ahí apoyando en los momentos difíciles.

Bach. Sergio Hernán Molle Calderón



AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios por la guía interminable en toda nuestra formación profesional, a nuestros padres por el apoyo incansable recibido en el transcurso de los años de nuestras vidas.

A la escuela profesional de Ingeniería Civil, docentes y personal administrativo; por la formación académica que nos impartieron.

También agradecemos a todas las personas que nos apoyaron en la ejecución de nuestra tesis

Los autores



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema.....	19
1.2. Formulación del Problema	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Hipótesis de la investigación.....	20
1.3.1. Hipótesis general.....	20
1.3.2. Hipótesis específicas	20
1.4. Justificación del estudio	20
1.5. Objetivos de la investigación	21
1.5.1. Objetivo general.....	21
1.5.2. Objetivos específicos	21

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.2. Marco teórico	23
2.2.1. Taludes.....	23



2.2.2. Deslizamiento	25
2.2.3. Factores condicionantes y desencadenantes	28
2.2.4. Metodología para la evaluación de estabilidad	32
2.2.5. Análisis de la estabilidad de taludes	34
2.2.6. Métodos de equilibrio límite	35
2.2.7. Sistema de estabilización de taludes	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del estudio	49
3.2. Periodo de duración del estudio	50
3.3. Material utilizado	50
3.4. Población y muestra de estudio	52
3.4.1. Población	52
3.4.2. Muestra	52
3.5. Procedimiento	53
3.5.1. Análisis de la información existente	53
3.5.2. Investigación de campo en topografía y geotecnia	54
3.5.3. Investigación de laboratorio	56
3.5.4. Modelación matemática utilizando software	62
3.6. Variables	87
3.6.1. Variables dependientes	87
3.6.2. Variables independientes	87

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	88
4.1.1. Descripción de secciones analizadas	88
4.1.2. Características de las calicatas (estudio de mecánica de suelos)	89
4.1.3. Cálculo del factor de seguridad	93



4.1.4. Análisis de estabilidad	99
4.1.5. Planteamiento de alternativas de solución	99
4.2. Discusión.....	116
V. CONCLUSIONES	117
VI. RECOMENDACIONES	119
VII. REFERENCIAS	120
ANEXOS	122
ANEXO A.....	123
ANEXO B.....	135
ANEXO C.....	168
ANEXO D.....	213
ANEXO E.....	228
ANEXO F.....	265
ANEXO G.....	275

ÁREA : Geotecnia

TEMA : Estabilización de Taludes

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 DE ENERO DEL 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Taludes naturales y artificiales	24
Figura 2 Partes de un talud	25
Figura 3 Deslizamiento rotacional	26
Figura 4 Diferentes superficies circulares de rotura	27
Figura 5 Deslizamiento traslacional	27
Figura 6 Diagrama del método ordinario.....	36
Figura 7 Métodos para aumentar el coeficiente de seguridad	40
Figura 8 Tipos de muros	42
Figura 9 Estructura de contención de gaviones	43
Figura 10 Tipos de gaviones	44
Figura 11 Tipos de rotura en muros de gavioneria.	45
Figura 12 Muro de contención en voladizo	46
Figura 13 Muro de suelo reforzado.....	47
Figura 14 Ubicación de la zona de estudio	49
Figura 15 Tramos de estudio	52
Figura 16 Mapa geológico	53
Figura 17 Levantamiento Topográfico	54
Figura 18 Plano de ubicación de calicatas	55
Figura 19 Excavación de calicatas	56
Figura 20 Contenido de humedad	57
Figura 21 Análisis granulométrico	58
Figura 22 Límite líquido	59
Figura 23 Límite plástico	60
Figura 24 Preparación de la muestra.....	61
Figura 25 Ensayo de corte directo	62
Figura 26 Análisis granulométrico por tamizado	63
Figura 27 Curva granulométría.....	64
Figura 28 Formato para contenido de humedad	64
Figura 29 Formato para índices de plasticidad	65
Figura 30 Curva de flujo	65
Figura 31 Gráfica esfuerzo – deformación unitaria	66
Figura 32 Gráfico de esfuerzo de corte vs esfuerzo normal	67



Figura 33 Cuadro de diálogo de los parámetros de proyecto	68
Figura 34 Cuadro de diálogo de los métodos de análisis.....	69
Figura 35 Proceso de importación de la sección transversal	70
Figura 36 Agregar límite externo.....	70
Figura 37 Configuración de las propiedades del suelo	71
Figura 38 Asignación del tipo de suelo	72
Figura 39 Selección de búsqueda de superficies de rotura	73
Figura 40 Valor de factor de seguridad	73
Figura 41 Análisis del tramo III sección 08.....	74
Figura 42 Diagrama de análisis de la dovela	75
Figura 43 Configuración de las capas del muro de gaviones.....	78
Figura 44 Configuración del terraplén.....	79
Figura 45 Configuración de suelo de fundación.....	80
Figura 46 Análisis de la sección analizada	80
Figura 47 Predimensionamiento de muro de contención.....	81
Figura 48 Determinación de las fuerzas activas de Rankine	82
Figura 49 Determinación de momentos estabilizadoras	83
Figura 50 Determinación del factor de seguridad a la capacidad portante.....	84
Figura 51 Configuración del muro de suelo reforzado	84
Figura 52 Configuración del refuerzo planteado	85
Figura 53 Configuración de la geometría del refuerzo	85
Figura 54 Configuración de la estratigrafía de la sección	86
Figura 55 Resultados del análisis de muro de suelo reforzado.....	86
Figura 56 Resultados obtenidos del análisis de la sección 01	87
Figura 57 Características topográficas de la sección 8.....	88
Figura 58 Características geotécnicas del tramo I	90
Figura 59 Características geotécnicas del tramo II.....	91
Figura 60 Características geotécnicas del tramo III.....	92
Figura 61 Características geotécnicas del tramo IV	93
Figura 62 Factor de seguridad mediante el método Bishop Simplificado.....	94
Figura 63 Factor de seguridad mediante el método de Fellenius	94
Figura 64 Factor de seguridad mediante el método Janbu Simplificado.....	95
Figura 65 Factor de seguridad mediante el método de Spencer	95
Figura 66 Factor de seguridad mediante el método de Morgenstern Price	96



Figura 67 Propuesta geométrica de estabilización.....	100
Figura 68 Factor de estabilización con muro de contención	101
Figura 69 Propuesta de estabilización con muros de suelo reforzado	102
Figura 70 Costo directo del muro de contención de $C^0 A^0$	104
Figura 71 Costo directo del muro de suelo reforzado.....	105
Figura 72 Muro de suelo reforzado (progresiva 0+272 – 0+326 Km)	105
Figura 73 Propuesta de estabilización para la sección 3.....	106
Figura 74 Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+414 – 0+458 Km)	107
Figura 75 Muro de gaviones (progresiva 0+414 – 0+458 Km)	107
Figura 76 Propuesta de estabilización para la sección 5.....	108
Figura 77 Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+813 – 0+846 Km)	109
Figura 78 Muro de gaviones (progresiva 0+813 – 0+846 Km)	109
Figura 79 Propuesta de estabilización para la sección 8.....	110
Figura 80 Costo directo de la modificación de geometría	111
Figura 81 Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+918 – 0+949 Km)	111
Figura 82 Modificación de pendiente (progresiva 0+918 – 0+949 Km)	112
Figura 83 Propuesta de estabilización para la sección 9.....	112
Figura 84 Costo directo del muro de gaviones (progresiva 1+170 – 1+213 Km)	113
Figura 85 Muro de gaviones (progresiva 1+170 – 1+213 Km)	114
Figura 86 Propuesta de estabilización para la sección 10.....	114
Figura 87 Costo directo de la modificación de geometría	115
Figura 88 Modificación de pendiente (progresiva 1+213 – 1+244.65 Km).....	116
Figura 89 Sección 01 (progresiva (0+286.10 km)	123
Figura 90 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 01	123
Figura 91 Sección 02 (progresiva 0+318.25 km)	124
Figura 92 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 02	124
Figura 93 Sección 03 (progresiva 0+438.60 km)	125
Figura 94 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 03	125
Figura 95 Sección transversal 04 (progresiva 0+468.33 km)	126
Figura 96 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 04	126
Figura 97 Sección 05 (progresiva 0+828.51 km)	127
Figura 98 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 05	127
Figura 99 Sección 06 (progresiva 0+880.98 km)	128
Figura 100 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 06.....	128



Figura 101 Sección 07 (progresiva 0+904.55 km)	129
Figura 102 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 07	129
Figura 103 Sección 08 (progresiva 0+924.95 km)	130
Figura 104 Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 08	130
Figura 105 Sección 09 (progresiva 1+187.86 km)	131
Figura 106 Análisis de estabilidad (método de equilibrio límite), sección 09	131
Figura 107 Sección 10 (progresiva 1+229.85 km)	132
Figura 108 Análisis de estabilidad (método de equilibrio límite), sección 10	132
Figura 109 Propuesta de modificación de pendiente en la sección 01	135
Figura 110 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 01	135
Figura 111 Propuesta de muro suelo reforzado en la sección 01	136
Figura 112 F.S. de la propuesta de muro de suelo reforzado en la sección 01	136
Figura 113 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 02	148
Figura 114 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 02	148
Figura 115 Propuesta de muro suelo reforzado en la sección 02	149
Figura 116 F.S. de la propuesta de muro de suelo reforzado en la sección 02	149
Figura 117 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 03	158
Figura 118 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 03	158
Figura 119 Propuesta de muro de gaviones en la sección 03	159
Figura 120 F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 03	159
Figura 121 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 05	160
Figura 122 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 05	160
Figura 123 Propuesta de muro de gaviones en la sección 05	161
Figura 124 F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 05	161
Figura 125 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 08	162
Figura 126 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 08	162
Figura 127 Propuesta de muro de gaviones en la sección 08	163
Figura 128 F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 08	163
Figura 129 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 09	164
Figura 130 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 09	164
Figura 131 Propuesta de muro de gaviones en la sección 09	165
Figura 132 F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 09	165
Figura 133 Propuesta de modificación de pendiente de la sección 10	166
Figura 134 F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 10	166



Figura 135 Propuesta de muro de gaviones en la sección 10	167
Figura 136 F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 10	167
Figura 137 Perfil estratigráfico de la sección 01-prog. 0+286.10 km	208
Figura 138 Perfil estratigráfico de la sección 02-prog. 0+318.25 km	208
Figura 139 Perfil estratigráfico de la sección 03-prog. 0+438.60 km	209
Figura 140 Perfil estratigráfico de la sección 04-prog. 0+468.33 km	209
Figura 141 Perfil estratigráfico de la sección 05-prog. 0+828.51 km	210
Figura 142 Perfil estratigráfico de la sección 06-prog. 0+880.98 km	210
Figura 143 Perfil estratigráfico de la sección 07-prog. 0+904.55 km	211
Figura 144 Perfil estratigráfico de la sección 08-prog. 0+924.95 km	211
Figura 145 Perfil estratigráfico de la sección 09-prog. 1+187.86 km	212
Figura 146 Perfil estratigráfico de la sección 10-prog. 1+229.85 km	212
Figura 147 Deslizamiento del talud del camino vecinal Lechemayo	213
Figura 148 Levantamiento topográfico.....	213
Figura 149 Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo.....	214
Figura 150 Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo.....	214
Figura 151 Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo.....	215
Figura 152 Excavación de calicata en el camino vecinal Lechemayo.....	215
Figura 153 Excavación de la calicata en la parte inferior del talud	216
Figura 154 Excavación de la calicata en la parte superior del talud.....	216
Figura 155 Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo.....	217
Figura 156 Muestra alterada e inalterada y recubrimiento con cera.....	217
Figura 157 Muestras de la excavación de calicatas	218
Figura 158 Secado de muestras	218
Figura 159 Secado de muestras C-07	219
Figura 160 Secado de muestras	219
Figura 161 Contenido de humedad de las muestras	220
Figura 162 Cuarteo de la muestra para el ensayo de la granulometría	220
Figura 163 Selección de muestra para el ensayo de granulometría	221
Figura 164 Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo.....	221
Figura 165 Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo.....	222
Figura 166 Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo.....	222
Figura 167 Ensayo de límite plástico para la clasificación del suelo	223
Figura 168 Equipo para realizar el ensayo de corte directo.....	223



Figura 169 Tallado de muestra inalterada para ensayo de corte directo.....	224
Figura 170 Peso de la muestra inalterada	224
Figura 171 Preparación de muestra para el ensayo de corte directo.....	225
Figura 172 Procedimiento para el ensayo de corte directo	225
Figura 173 Preparación del equipo para el ensayo de corte directo	226
Figura 174 Muestras ya sometidas al ensayo de corte directo.....	226
Figura 175 Culminación de los ensayos	227



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores influyentes en la inestabilidad de los taludes	28
Tabla 2 Clasificación general de los materiales litológicos.....	29
Tabla 3 Método para mejorar la resistencia del suelo	41
Tabla 4 Ubicación de las calicatas	55
Tabla 5 Cálculo de factor de seguridad	76
Tabla 6 Comparación de factor de seguridad	77
Tabla 7 Secciones transversales analizadas	88
Tabla 8 Características de las calicatas del tramo I	89
Tabla 9 Características de las calicatas del tramo II.....	90
Tabla 10 Características de las calicatas del tramo III.....	91
Tabla 11 Características de las calicatas del tramo IV	92
Tabla 12 Factores de seguridad de la sección 8.....	96
Tabla 13 Factores de seguridad de las secciones del tramo I	97
Tabla 14 Factores de seguridad de las secciones del tramo II	97
Tabla 15 Factores de seguridad de las secciones del tramo III.....	97
Tabla 16 Factores de seguridad de las secciones del tramo IV	98
Tabla 17 Secciones estables.....	99
Tabla 18 Secciones Inestables	99
Tabla 19 Factor de seguridad de la sección 01 – modificación de pendiente.....	100
Tabla 20 Factor de seguridad de la sección 01 – Muro de $C^0 A^0$	101
Tabla 21 Factor de seguridad de la sección 01 - propuesta muro de suelo reforzado ..	102
Tabla 22 Factor de seguridad de la sección 02 - propuestas.....	103
Tabla 23 Factor de seguridad de la sección 03 - propuestas.....	106
Tabla 24 Factor de seguridad de la sección 05 - propuestas.....	108
Tabla 25 Factor de seguridad de la sección 08 - propuestas.....	110
Tabla 26 Factor de seguridad de la sección 09 - propuestas.....	113
Tabla 27 Factor de seguridad de la sección 10 - propuestas.....	115



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
IGME	: Instituto Geológico y Minero de España
MVCS	: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
CDT	: Corporación de Desarrollo Tecnológico
INGEMMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TEM	: Tierra estabilizada mecánicamente
NTP	: Norma Técnica Peruana
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
SUCS	: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
ASTM	: American Society for Testing Materials
LL	: Límite líquido
W%	: Contenido de humedad
C	: Cohesión
f	: Ángulo de rozamiento interno
γ	: Peso específico
LP	: Límite plástico
F.S.	: Factor de seguridad
Km	: Kilómetro
P-h1	: Grupo Huayabamba
Ks-v	: Formación Vivian
Ks-ch	: Formación Chonta



- Ki-o : Grupo Oriente
- Qh-a : Depósitos aluviales
- Wn : Peso de la enésima dovela
- $C^0 A^0$: Concreto armado



RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue el de analizar la estabilidad de diez secciones de taludes en macizos de suelo agrupadas en cuatro tramos, en el camino vecinal del centro poblado de Lechemayo del distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, departamento de Puno y determinar las alternativas más eficientes para su estabilización y así satisfacer la norma CE. 020 del Reglamento Nacional de Construcciones del Perú aplicado a obras viales. Para dicho fin, se realizó los ensayos de granulometría, límites de consistencia y corte directo para la caracterización física y mecánica de las ocho calicatas estudiadas; se usó los programas con licencia de estudiante, Slide 6.0 para el análisis de estabilidad; Microsoft Excel, programa Geo5, GawacWin® para las alternativas de solución. De las diez secciones analizadas tres son estables y siete son inestables; donde los taludes que presentan una altura de 0 a 4 metros con una plataforma superior con pendientes menores a 2.5:1 se estabilizan al modificar la pendiente de 0.5:1 a 1:1, para taludes de 0 a 5 metros con una plataforma superior con pendientes menores a 2:1 se estabilizan utilizando muros de gaviones y para taludes con una altura de 5 a 8 metros se estabilizan utilizando muros de concreto armado y muros de suelo reforzado.

Palabras Clave: Taludes en suelos residuales arcillosos, estabilidad, factor de seguridad, equilibrio límite, características de suelo.



ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the stability of ten sections of slopes in soil massifs grouped into four sections, on the neighborhood road of the Lechemayo town center of the San Gabán district, Carabaya province, Puno department and determine the most efficient alternatives for its stabilization and thus satisfy the CE standard. 020 of the National Construction Regulation of Peru applied to road works. For this purpose, the granulometry, consistency limits and direct cutting tests were carried out for the physical and mechanical characterization of the eight studied pits; Student licensed programs, Slide 6.0, were used for stability analysis; Microsoft Excel, Geo5 program, GawacWin® for alternative solutions. Of the ten sections analyzed, three are stable and seven are unstable; where the slopes that have a height of 0 to 4 meters with an upper platform with slopes less than 2.5: 1 are stabilized by modifying the slope from 0.5: 1 to 1: 1, for slopes of 0 to 5 meters with an upper platform with Slopes less than 2: 1 are stabilized using gabion walls and for slopes with a height of 5 to 8 meters they are stabilized using reinforced concrete walls and reinforced soil walls.

Keywords: Slopes in residual clay soils, stability, safety factor, limit equilibrium, soil characteristics.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Los deslizamientos en taludes en caminos vecinales se han hecho cada vez más comunes ocasionando la afectación de la infraestructura, interrupción del tránsito, la pérdida de vidas humanas y los problemas sociales; este problema se suscita en la selva puneña debido a factores climatológicos, geotécnicos y de actuar humano.

La presente investigación se concentra en los taludes de camino vecinal del centro poblado de Lechemayo perteneciente al distrito de San Gabán de la provincia de Carabaya, departamento de Puno; en dicha vía se evidencia deslizamientos en los taludes de suelo y de esta manera ocasionando la interrupción del camino vecinal. Sin embargo, no se toman precauciones en su debido momento, razón por la cual se realiza la presente investigación que consiste en el análisis de la estabilidad de los taludes en suelo en la vía existente. Las zonas de estudio elegidas son propensas a sufrir fallas en el talud, condicionados por la influencia de la saturación de suelo del talud debido a las precipitaciones fluviales. El objetivo es brindar soluciones geotécnicamente seguras, eficaces y viables que garanticen la estabilidad de los taludes en suelo en los tramos más desfavorables del camino vecinal en análisis.

En el centro poblado de Lechemayo los caminos vecinales son de vital importancia para extraer los productos de los agricultores para que sean comercializadas en el mercado local, nacional e internacional; para así de esta manera elevar el ingreso en las familias.



1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cómo es la estabilidad de taludes a partir de las características del suelo y cuál es la alternativa más eficiente del camino vecinal – San Gabán?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los factores de seguridad que presenta los taludes analizados en el camino vecinal-San Gabán?
- ¿Qué tipo de estabilización de taludes es la más eficiente en el camino vecinal-San Gabán?

1.3. Hipótesis de la investigación

1.3.1. Hipótesis general

- La inestabilidad de los taludes en el camino vecinal – San Gabán es debido a la constante saturación que causa la disminución de la resistencia y la alternativa más eficientes son las estructuras de contención.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Los factores de seguridad de los taludes analizados del camino vecinal – San Gabán son mayores a 1.5.
- El tipo de estabilización de taludes más eficiente es la estructura de contención de muro de gaviones.

1.4. Justificación del estudio

La inestabilidad de taludes es una de los factores de mayor implicación en la accidentabilidad en las carreteras del país. La investigación se realizó debido a que en la zona de estudio se puede evidenciar constantes fallas en taludes de suelo y no son atendidas adecuadamente por la falta de datos de investigación para la tipología de suelo específico al lugar.



La investigación se realizó para tener una vía segura, que evitará la pérdida de vidas humanas por accidentes, se prevé garantizar el tránsito permanente y segura de vehículos que permite el transporte de las mercancías y aprovisionamiento de insumos para la industria, el comercio y el turismo.

El camino vecinal del centro poblado de Lechemayo-San Gabán corresponde a una de las vías más utilizadas, motivo por el cual, esta deber ser segura; el planteamiento de la solución para la estabilización de los taludes en el aspecto económico es mucho menor en comparación que cuando ya ocurra la falla del talud en la vía seleccionada.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la estabilidad de taludes a partir de las características del suelo y plantear las alternativas de solución más eficiente del camino vecinal – San Gabán.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los factores de seguridad que presenta los taludes analizados en el camino vecinal-San Gabán.
- Determinar el tipo de estabilización de taludes más eficiente que se establecerá con el fin de que los costos sean mínimos garantizando la seguridad para situaciones de riesgo.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Se realiza la revisión de la literatura sobre estudios relacionados con el problema de la investigación, los cuales se muestra a continuación:

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el año 2017 se realizó la tesis denominada “Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta - Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110” donde concluye que los problemas de inestabilidad de taludes fueron generados por la ejecución de excavaciones inadecuadas para los materiales que conforman el terreno, influencia de las filtraciones de agua. Las soluciones para contrarrestar dichos problemas de inestabilidad es la reconfiguración de taludes y el control de las filtraciones de agua a través de obras de drenaje. (Sackschewski Chapman, 2017)

En el año 2018 en la Universidad Nacional Santiago Antúnez Mayolo se realizó la tesis “Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz - Paria” donde analizó dos posibles soluciones que se puede aplicar para una correcta estabilización de taludes las cuales son: El muro de contención de gaviones y el muro de contención de suelo reforzado; en la comparación de dichas soluciones determinó que el muro de contención de suelo reforzado mediante el sistema Terramesh System posee un mejor comportamiento para el problema de inestabilidad existente. (Albino Dextre, 2016)

En la Universidad Cesar Vallejo se realizó la tesis denominada “La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la Sierra, provincia de Chota



- Cajamarca 2017” el tipo de material del talud es grava arcillosa en estado húmedo y para estabilidad el talud plantea muro de gaviones, además indica la factibilidad económica debido a que tiene la cantera en el río Chota. (García Tapia, 2017)

En la Universidad Andina del Cusco en el año 2018 se realizó la tesis “Evaluación del factor de seguridad del talud correspondiente a la quebrada de Sipaspucyo, en función a la topografía, estudios de infiltración y propiedades mecánicas de los suelos”, en dicha investigación se realizó el cálculo de factor de seguridad en tres tramos mediante el método Bishop simplificado, encontrando que los tres tramos son inestables, para lo cual propone la estabilización con muro de gaviones debido a que es más flexible para el proceso constructivo además permite el drenaje de las aguas pluviales. (Bustamante Corrido & García Yépez, 2018)

El año 2019 en la Universidad Nacional Herminia Valdizán se realizó la tesis denominada “Evaluación de taludes inestables en el tramo km 100+000 al km 115+000 de la carretera Huánuco - la Unión” en donde todos los taludes analizados se obtuvieron factores de seguridad menores a uno. Para su estabilización se plantea métodos no invasivos como la revegetación con especies adecuadas a la zona de estudio. (Espinoza Nieto, 2019)

2.2. Marco teórico

2.2.1. Taludes

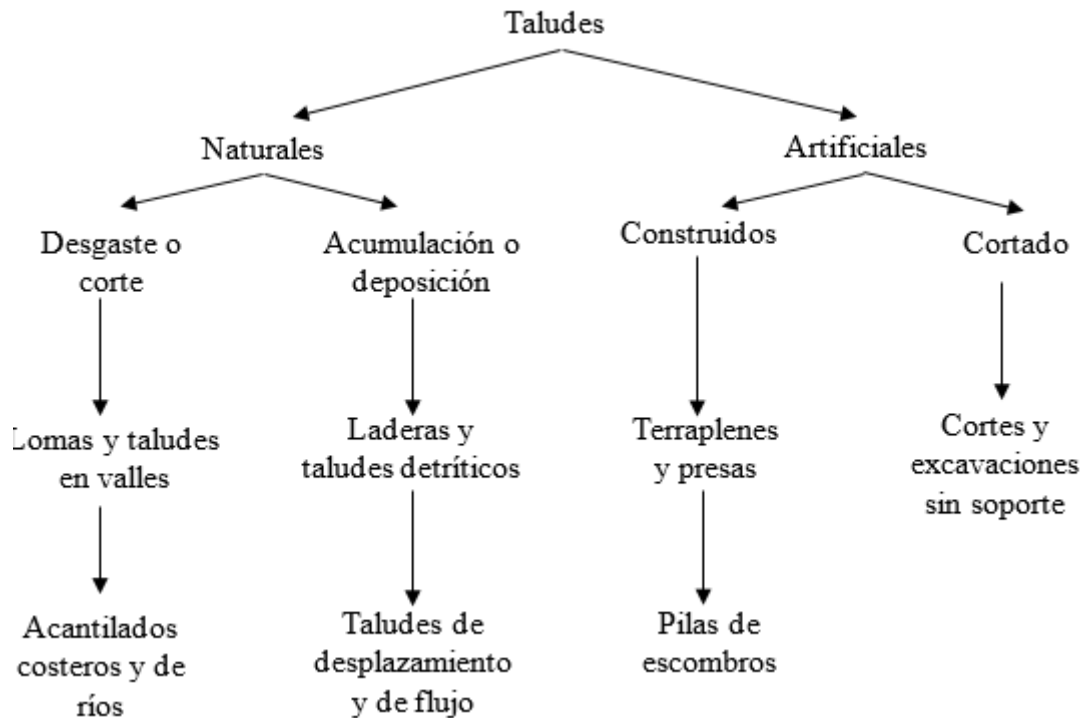
a) Concepto de talud

“El talud se refiere a la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes, dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018).

Existen dos tipos de formación de taludes, las naturales y artificiales. Donde los taludes naturales son formados por la naturaleza a través del tiempo y los taludes artificiales son construidas por el hombre (Gonzáles Caballero, 2001)

Figura 1

Taludes naturales y artificiales



Nota. La figura representa la clasificación de los taludes, según Whitlow R. (1999).

b) Partes de un talud

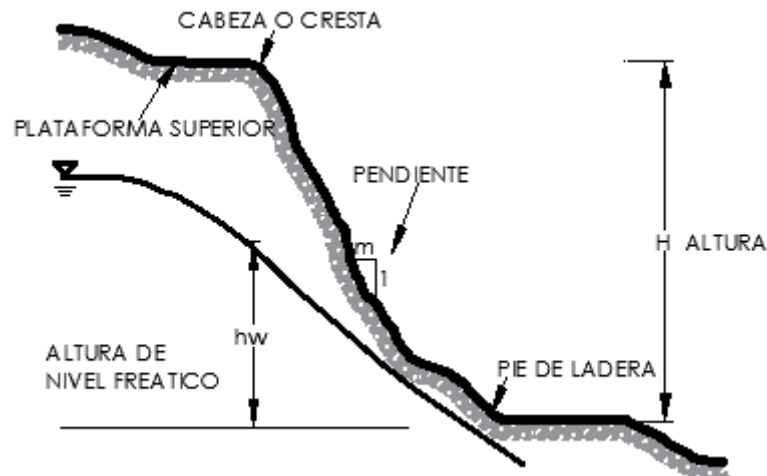
Según Suárez Díaz (2009), las partes de un talud son:

- Cabeza o cresta, lugar donde se produce un cambio drástico del pendiente localizado en la parte superior.
- Pie o base, lugar donde ocurre un cambio brusco de la pendiente ubicada en la parte inferior.
- Altura, distancia paralela al plano vertical entre el pie y la cabeza del talud.
- Pendiente, inclinación que existe en la topografía de los taludes.

- Altura de nivel freático, distancia que existe entre el pie de talud y el nivel de agua ubicada debajo de la cabeza.

Figura 2

Partes de un talud



Nota. La figura representa las partes de un talud, según Valiente Sanz et al. (2015).

2.2.2. Deslizamiento

Son los movimientos de suelo hacia abajo a lo largo de la superficie de falla y se originan al superarse la resistencia al corte del material, la velocidad con la que se manifiestan es variable porque depende de la tipología del material. (Instituto Geológico y Minero de España [IGME], 1987).

Los desplazamientos de masa se subdividen en deslizamientos rotacionales, traslacionales y compuestos. (Suárez Díaz, 2009).

a) Deslizamiento rotacional

Es cuando la superficie de falla presenta una forma circular y cóncava, su centro de giro se encuentra en la parte superior del centro de gravedad del cuerpo en movimiento (IGME, 1986).

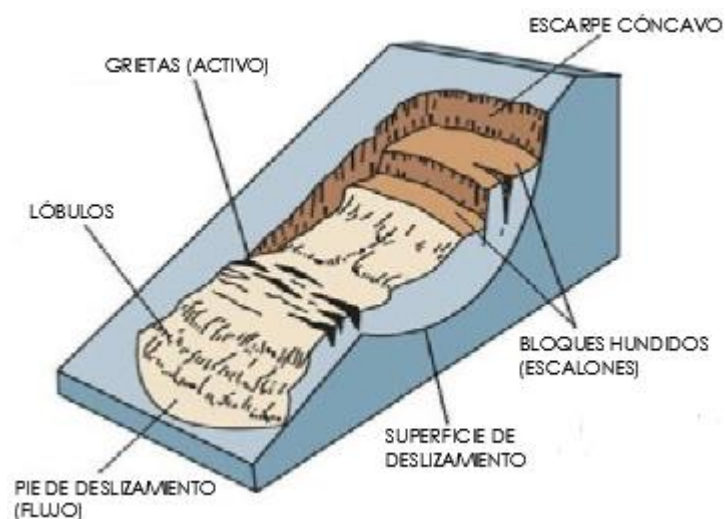
Estos movimientos de suelo se producen en cortes y terraplenes de una vía y ocurren por lo general en suelos arcillosos homogéneos o en suelos donde su fracción

arcillosa es la que se involucra en su comportamiento y resistencia (Rico Rodriguez & Castillo, 1976).

En la visualización de planta (Figura 03) presenta agrietamientos de forma concéntrica y cóncava en dirección al deslizamiento, en la parte superior de talud presenta hundimiento mientras en la parte inferior sobresale el material por debajo del pie del talud (Suárez Díaz, 2009).

Figura 3

Deslizamiento rotacional



Nota. La figura representa las partes de un deslizamiento rotacional, según Valiente Sanz et al. (2015).

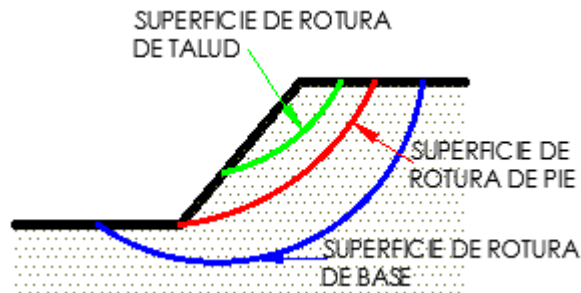
En 1986, IGME subdivide en tres tipos de rotura de acuerdo a la ubicación de la superficie de rotura tal como se indica:

- Si la superficie de falla corta el talud por encima de su pie se denomina superficie de rotura de talud.
- Cuando la salida se produce por el pie del talud, recibe el nombre de superficie de rotura de pie de talud.

- Si la superficie de rotura pasa bajo el pie del talud con salida en la base se le denomina superficie de rotura de base de talud.

Figura 4

Diferentes superficies circulares de rotura



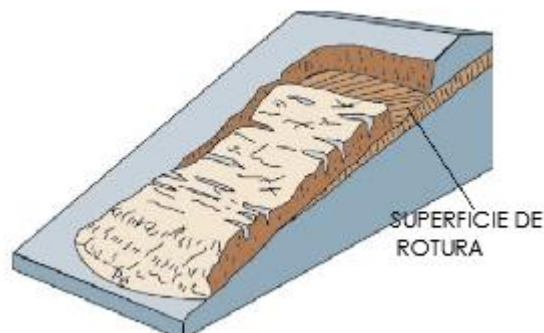
Nota. La figura representa la salida de las superficies circulares sobre las que se produce la rotura, según IGME (2015).

b) Deslizamiento traslacional

Se refiere al movimiento de masa de suelo que se desplaza hacia afuera y abajo, a lo largo de una superficie casi plana ligeramente ondulada con pequeños movimientos de rotación; están controlados por estratificaciones y fallas donde influye la variación de las características geotécnicas como la resistencia a corte entre los estratos (IGME, 1986).

Figura 5

Deslizamiento traslacional



Nota. La figura representa como es un deslizamiento traslacional, que según Suárez Díaz (2009) la relación de la profundidad de falla con la longitud es menor que 0.10.

c) Deslizamiento compuesto de traslación y rotación

Resulta por la combinación de movimientos de rotación y traslación que se desarrollan a lo largo de una superficie casi plana y curva, para clasificarla como deslizamiento compuesto tiene que cumplirse que la razón entre las fallas por traslación y rotación este aproximada a la unidad. (Rico Rodriguez & Castillo, 1976).

2.2.3. Factores condicionantes y desencadenantes

“Para determinar la estabilidad de un talud, es necesario conocer tanto los factores intrínsecos al terreno como los factores externos que influyen sobre el talud y que pueden desencadenar condiciones de inestabilidad.”(Romeral Muñoz, 2019), conocer ambos factores nos permite evaluar el peligro que existe y de acuerdo a eso se toma las medidas necesarias (IGME, 1986).

Tabla 1

Factores influyentes en la inestabilidad de los taludes

Factores condicionantes	Factores desencadenantes
Estratigrafía y litología	Sobrecargas estáticas
Condiciones hidrogeológicas	Factores climáticos
Propiedades físicas, mecánicas	Variación en la geometría

Nota. En la tabla se muestra los factores condicionantes (también denominados pasivos) y desencadenantes o activos según Gonzáles de Vallejo et al. (2002).

a) Estratigrafía y litología

“Desde el punto de vista litológico los materiales se clasifican de acuerdo a su génesis o formación diferenciándose en dos grandes grupos que son el suelo y la roca” (Abramson, 1996, como se citó en Suárez Díaz, 2009).

Tabla 2

Clasificación general de los materiales litológicos

Tipo de material	Formación	Características
Roca	Ígnea, metamórfica	Rocas formadas por cristales de minerales
	Sedimentaria	Rocas formadas por granos cementados, depositados en capas.
Roca meteorizada	Ígnea, metamórfica, sedimentaria	Permanecen algunos rasgos de la roca, pero está se encuentra descompuesta en las discontinuidades.
Suelo	Residual	Roca meteorizada en la cual ya no aparecen las características físicas de las rocas.
	Aluvial, coluvial, glacial y loess	Grupo de partículas o bloques de suelo o roca.
Materiales heterogéneos	Roca, meteorizada, suelo	Mezcla de diversos materiales en un mismo perfil.

Nota. En la tabla se muestra la clasificación general de ingeniería de los diversos materiales litológicos según Suárez Díaz (1998).

Suelos aluviales

Son materiales que son transportados y depositados por corrientes de agua, su tamaño varía desde las rocas, gravas hasta las arcillas. Se distribuyen en forma estratiforme variando mucho su densidad, se encuentran en cauces, llanuras, valles fluviales. (Gonzáles de Vallejo et al., 2002)

Suelos coluviales

Son los materiales que son transportados por gravedad, presentan apariencia de conos producto de la alteración in situ de las rocas sin mucho transporte por la acción del agua, viento. (Gonzáles de Vallejo et al., 2002)

Suelos glaciares

Son los suelos transportados y depositados por el hielo o por el agua de deshielo, contienen desde gravas gruesas a arcillas, están algo estratificados y su granulometría decrece con la distancia al frente glaciar (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).



Loess

Son depósitos eólicos conformado por limos, su granulometría es uniforme y la cohesión es debido al revestimiento de arcilla sobre las partículas de limo. Son depósitos que se disgregan fácilmente, ya que cuando se satura pierde su fuerza de unión entre sus partículas (Braja M, 2013).

Suelos residuales

Es el suelo producto de la meteorización y descomposición de la roca en el lugar, el cual no ha sido transportado de su ubicación original (Blight, 1997, como se citó en Suárez Díaz, 1998).

En cuanto a la estabilidad de taludes es particularmente complicada en un medio tropical, debido a que la mayoría de los suelos son residuales, el régimen hidrológico complejo, la humedad ambiental, la geología compleja y la topografía escarpada (Suárez Díaz, 1998).

Suelos residuales de lutitas o arcillolitas

Las lutitas constituyen cerca de la mitad del volumen de rocas sedimentarias sobre la corteza terrestre y han sido algunos de los materiales degradados más complicados de manejar en obras de ingeniería civil. Las lutitas al meteorizarse forman inicialmente capas de arcilla de apariencia laminar, las cuales en el proceso final de meteorización se convierten en mantos gruesos de arcilla blanda laminada. (Suárez Díaz, 1998)

b) Condiciones hidrogeológicas

La mayor parte de los deslizamientos que se producen son principalmente por los efectos del agua que se encuentra en el interior del terreno, así como la afectación del agua superficial producto de precipitaciones fluviales y escorrentía que puede causar



problemas de deslizamiento en suelos con mucha más frecuencia en periodo de lluvias intensas. (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).

Estudiar las condiciones hidrológicas es muy importante para analizar los deslizamientos en taludes de suelos; donde se debe tener en cuenta las zonas de infiltración con el fin de que el agua no afecte los niveles freáticos y corrientes del agua en el talud ya existente (Suárez Díaz, 2009).

c) Propiedades físicas y mecánicas

Las propiedades físicas del suelo se establecen principalmente por los minerales que constituyen las partículas del suelo como la textura, estructura, tamaño, color, consistencia y porosidad (Molina Vinasco & Alzate Buitrago, 2018).

En cuanto a las propiedades mecánicas son los parámetros resistentes del material que son la cohesión y ángulo de fricción que son factores condicionantes que influyen en la inestabilidad de los taludes (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).

d) Sobrecargas estáticas

“Las sobrecargas estáticas que se ejercen sobre los taludes modifican la distribución de las fuerzas y pueden generar condiciones de estabilidad” con la característica que incrementar las cargas que se ejercen sobre la cabeza del talud (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).

Pueden ser por causas naturales como el peso de lluvia, nieve, acumulación de materiales por caídas y deslizamientos; estas sobrecargas pueden ser también por la actividad humana como la construcción de rellenos, construcción de edificios o de cualquier infraestructura (Rico Rodríguez & Castillo, 1976).



e) Factores climáticos

Los factores climáticos en especial las precipitaciones fluviales es uno de los factores desencadenantes de la inestabilidad de taludes en suelo, la presencia del agua y la variación de la temperatura definen directamente la meteorización que tendrá el suelo (Suárez Díaz, 2009).

En cuanto a las precipitaciones fluviales sucede que al tener contacto con la superficie del suelo originan una removilización superficial que muchas veces puede disminuir la capacidad de infiltración al taponear con las partículas movidas las aberturas naturales de suelo; cuando el régimen de lluvias es torrencial, ocurre que en los materiales cohesivos existe la absorción de agua y en consecuencia se produce un hinchamiento del material incrementándose las presiones efectivas del terreno. (IGME, 1986)

f) Variación de la geometría

Los deslizamientos generalmente son por el aumento de los esfuerzos cortantes, que se activan en forma progresiva o instantáneamente; esta falla se produce al realizar un corte del soporte en el pie del talud por acción de la erosión o de actividades humanas, como la construcción de carreteras (Suárez Díaz, 2009).

2.2.4. Metodología para la evaluación de estabilidad

Suárez Díaz (2009) afirma que la metodología seguida en los estudios de estabilidad de taludes parte del conocimiento geológico, hidrogeológico y geomecánica del suelo y el análisis de los factores externos, donde los procedimientos mediante los cuales se evalúa la estabilidad de taludes son los siguientes:

- Reconocimiento e identificación del lugar de estudio.
- Análisis de la Información existente con referencia al tema de estudio.



- Investigación de campo en topografía y geotecnia con la toma de muestras con el fin de cuantificar los parámetros que se requiera.
- Investigación de laboratorio.
- Modelación matemática utilizando software.
- Elaboración del plan de manejo y diseño de obras de recuperación de la estabilidad.

a) Reconocimiento e identificación de estudio

Comprenden el estudio de la superficie del terreno, este proceso se realiza tanto en gabinete como en el campo, es recomendable iniciar con las fotografías aéreas para luego realizar el reconocimiento de campo con la finalidad de definir las áreas potencialmente problemáticas que se estudiarán a detalle (Instituto Geológico y minero de España, 1987).

b) Análisis de la información existente

La investigación previa es importante desde el punto de vista conceptual y se realiza para recolectar información básica existente (Suárez Díaz, 2009).

Cornforth (2005, como se citó en Suárez Díaz, 2009) indica que se considera como información existente lo siguiente:

- Informes de investigaciones anteriores del lugar de estudio y sectores colindantes.
- Planos topográficos existentes.
- Fotografías aéreas.
- Imágenes de google-earth
- Mapas geológicos regionales o locales

c) Investigación de campo

Son los estudios que se realizan en el campo con el fin de realizar el reconocimiento superficial del terreno como son los estudios topográficos y la

realización de las calicatas para la obtención de testigos representativos de las características y propiedades del terreno para realizar los ensayos de laboratorio, dichas muestras pueden ser alteradas e inalteradas según sea requerido para el ensayo a realizar. (Gonzáles de Vallejo et al., 2002)

d) Investigación de laboratorio

Son la realización de los ensayos con el fin de obtener las propiedades de los suelos de tal forma que correspondan a la situaciones reales de campo (Suárez Díaz, 2009).

2.2.5. Análisis de la estabilidad de taludes

a) Concepto

Se define la estabilidad de taludes como un parámetro que nos indica si el terraplén es seguro o no; es decir, en base a cálculos del factor de seguridad se puede decidir la seguridad de la misma (Pesantez Sarmiento, 2010). Dicho análisis se realiza a partir de los parámetros resistentes del terreno, geometría del talud, tipo de material, modelo de rotura; que cumplan con la condición de equilibrio que debe tener el talud analizado (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).

b) Factor de seguridad

El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña; es decir, es la relación que existe entre la resistencia al corte del material del talud y los esfuerzos que tratan de producir la falla a lo largo de la superficie (Suárez Díaz, 2009).

$$F_s = \frac{\text{Resistencia al cortante disponible}}{\text{Esfuerzo al cortante actuante}}$$



El factor de seguridad mínima de talud deberá ser 1.5 para solicitaciones estáticas y 1.25 para solicitaciones sísmicas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2006).

2.2.6. Métodos de equilibrio límite

Es uno de los métodos más utilizados que consiste en analizar el equilibrio de una masa de suelo potencialmente inestable, que compara las fuerzas que provocan el movimiento con las fuerzas que se oponen al mismo a lo largo de una determinada superficie de rotura. (Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013).

De acuerdo Suárez Díaz (2009), los métodos de equilibrio límite son los más utilizados para los casos de falla traslacional, rotacional y fallas de inclinación, este análisis estudia directamente la totalidad de la masa deslizada dividiendo en tajadas o dovelas; los métodos de dovelas más conocidos son: Método de Janbú, Fellenius, Bishop, Morgenstern-Price, Spencer.

Según González de Vallejo et al., (2002) indica que los métodos de dovelas que nos conducen a soluciones más exactos son la de Morgenstern-Price y de Spencer.

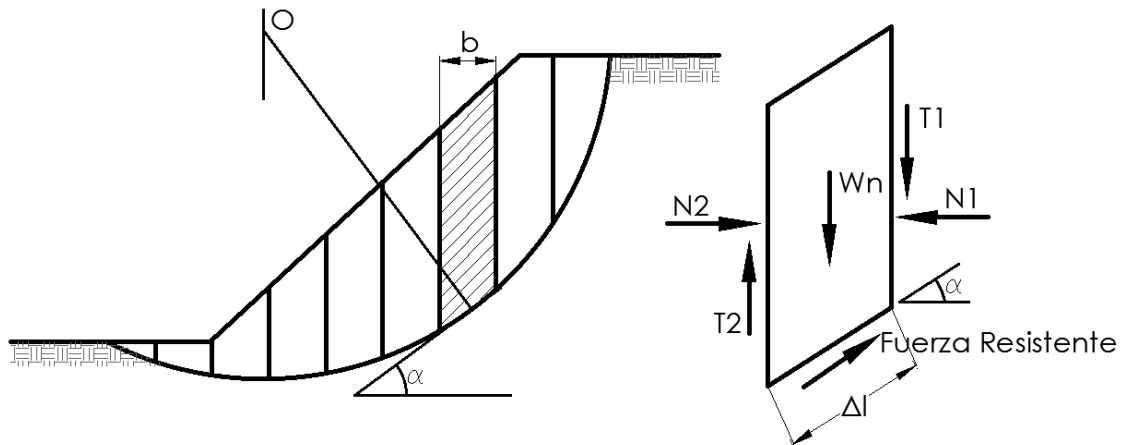
a) Método ordinario o de Fellenius

“Se basa en la suposición de que la resultante de las fuerzas laterales en las caras de las rebanadas actúa paralelamente a la base de las mismas. Análogamente solo tiene aplicación a superficies de rotura circulares” (IGME, 1986)

Se divide el área de falla del talud en tajadas verticales para calcular las fuerzas actuantes y resultantes de cada tajada o dovela; el factor de seguridad es obtenido con la sumatoria de momentos con respecto al centro del círculo de falla, la fuerza que actúa sobre las paredes de la dovela no son considerados (Suárez Díaz, 2009).

Figura 6

Diagrama del método ordinario



Nota. La figura representa las fuerzas que actúan sobre una dovela, que según Suárez Díaz (2009) las fuerzas resistentes actúan en forma tangente a la superficie de falla.

Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes (2013) indica que dentro de la característica de este método es que satisface el equilibrio de momentos que se da con respecto al centro de círculo de falla.

El valor de factor de seguridad es:

$$FS = \frac{\sum [C' \Delta l + (W_n \cos \alpha - \mu \Delta l \cos^2 \alpha) \tan \phi']}{\sum W_n \sin \alpha}$$

Donde:

- W_n = Peso total de la dovela en análisis.
- μ = Presión de poros = $\gamma_w h_w$.
- α = Angulo del radio de círculo de falla con la vertical respecto a la tajada.
- Δl = Longitud del arco del círculo en la base de la tajada.
- C', ϕ' = Parámetros de resistencia del suelo.

b) Método de Bishop Simplificado

Planteada en 1955, donde considera que las fuerzas en las caras laterales son horizontales solo satisface el equilibrio de momentos mas no de las fuerzas horizontales, se aplica a las superficies de rotura de tipo circular (IGME, 1986).

Este método es probablemente el método más utilizado, cuando se incorpora en los programas de computadora, produce resultados satisfactorios en la mayoría de los casos donde la fórmula del factor de seguridad se calcula con la siguiente formula (Braja M, 2013).

$$FS = \frac{\sum [C' b_n + (W_n - \mu_n b_n) \tan \phi']}{\sum W_n \text{sen} \alpha} ; \text{ donde } m_{(\alpha)n} = \cos \alpha + \frac{\tan \phi' \text{sen} \alpha}{FS}$$

Donde:

W_n = Peso total de la dovela en análisis

μ_n = Presión de poros = $\gamma_w h_w$

α = Angulo del radio de circulo de falla con la vertical respecto a la tajada

b_n = Ancho de la dovela analizada

C', ϕ' = Parámetros de resistencia del suelo

c) Uso de Software en los análisis de estabilidad de taludes

A partir de la década del 60, la aparición de herramientas computacionales ha permitido manejar los cálculos iterativos de los distintos métodos de análisis de estabilidad de taludes, presentan la gran ventaja de que se puede realizar un gran número de cálculos en muy poco tiempo, analiza numerosos tipos de superficie de rotura mediante métodos de equilibrio límite (González de Vallejo et al., 2002).

Inicialmente la metodología de equilibrio límite fue aceptado debido a que daba soluciones realizados de forma manual a detalle, sin embargo, debido a las nuevas tecnologías facilitaron los análisis mediante el uso de software pudiendo de esa manera



llegar a resultados más aproximados debido a que se realiza mayor cantidad de iteraciones y la división de la dovelas con anchos más pequeños, esto conllevó a la aparición de formulaciones matemáticas más rigurosas como las desarrolladas por Morgenstern - Price (1965) y por Spencer (1967).

Para el análisis de estabilidad de taludes el comportamiento de los materiales en caso de suelos es modelado bajo el criterio de Mohr – Coulomb, de esta manera al efectuar los cálculos de estabilidad el software entrega las distintas superficies de rotura analizadas, la superficie de falla más desfavorable, la distribución de las dovelas consideradas dentro de la masa deslizante y los diagramas de cuerpo libre de cada una de las dovelas dentro de la superficie de falla en estudio, entre otros resultados (Sanhueza Plaza & Rodríguez Cifuentes, 2013).

2.2.7. Sistema de estabilización de taludes

El motivo por el cual se realiza el estudio de estabilidad de taludes naturales y artificiales es para establecer medidas para prevenir y controlar los riesgos. La estabilización de un talud comprende la determinación del sistema más apropiado de acuerdo a las características del talud (Suarez Días, 1998).

Según Gonzáles de Vallejo et al. (2002) las medidas estabilizadoras son las siguientes: Modificación de la geometría del talud, drenajes, aumento de la resistencia del terreno y la construcción de muros.

a) Modificación de la geometría

Esta metodología tiene como principio lograr el equilibrio de masas, para lo cual se plantea disminuir las fuerzas desestabilizadoras que producen el movimiento (Suarez Días, 1998).



Según Gonzáles de Vallejo et al., (2002) la modificación de geometría del talud produce la redistribución de las fuerzas debido al peso de los materiales, obteniéndose una nueva distribución más estable. Los casos más frecuentes son:

- La disminución de la inclinación del talud.
- Eliminar el peso en la cabecera del talud.
- Incrementar el peso en el pie de talud.
- La construcción de los bancos y bermas.

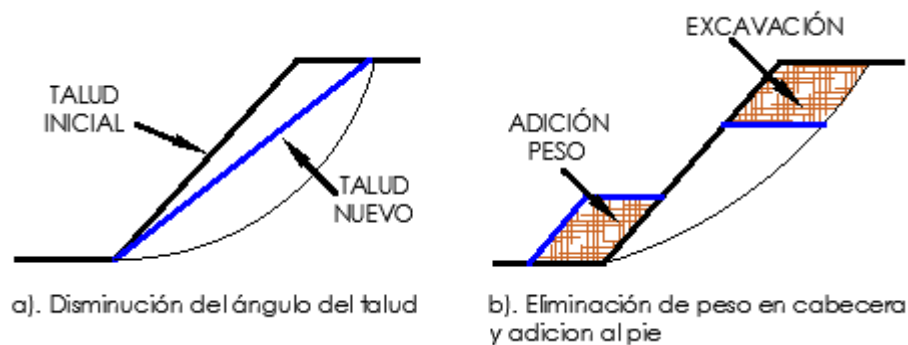
La disminución de la inclinación de pendiente es muy efectivo el uso de esta metodología en suelos; sin embargo no es económicamente viable en taludes de gran altura (Suarez Días, 1998).

La excavación de la cabecera del talud implica eliminar peso en la parte superior para reducir las fuerzas desestabilizadoras; pero sucede que esta excavación no siempre se lleva a cabo por los altos volúmenes, el impacto ambiental o por la dificultad de realizarlo; por ello se aumenta peso en el pie del talud con la desventaja que esta solución implicara que debe disponerse de un gran espacio en la base del talud teniendo en cuenta que el relleno aplicado sea un material drenante (Gonzáles de Vallejo et al., 2002).

Refuerzo y peso en el pie del talud, debido al peso de la escollera supondrá el aumento las fuerzas estabilizadoras frente a la rotura; los materiales deben ser drenantes en especial cuando este apoyada sobre un material arcilloso (Instituto Geologico y minero de España, 1987).

Figura 7

Métodos para aumentar el coeficiente de seguridad



Nota. La figura representa las acciones más frecuentes en la metodología de la modificación de la geometría, según Gonzáles de Vallejo et al. (2002).

b) Drenajes

La utilización de esta metodología mediante el drenaje tiene por objetivo reducir las presiones que existen en la superficie de falla para así incrementar la resistencia del material y disminuir el peso debido al agua, esta metodología de drenaje se utiliza cuando ya visualiza inestabilidad evidente en el talud; existen dos tipos de drenaje, la superficial y el drenaje profundo (IGME, 1986).

Los drenajes superficiales se realizan mediante zanjas y canales de drenaje con el fin de evitar la infiltración de las aguas de escorrentía en el talud, para así disminuir la saturación de los suelos; esta medida debe ser planteada en la cabecera del talud, en cambio en taludes escalonados se plantea en las bermas. (Gonzáles de Vallejo et al., 2002)

En cuanto a los drenajes profundos se realizan mediante drenes horizontales o californianos, pozos, drenes verticales y galerías de drenaje. Tiene como finalidad disminuir la altura de nivel freático y evacuar el agua del interior del talud; para diseñar los drenes profundos se considera la permeabilidad, los caudales a drenar y las

perforaciones deben ser hasta alcanzar la cota del nivel freático (González de Vallejo et al., 2002).

c) Aumento de la resistencia del terreno

Este tipo de metodología tiene como finalidad incrementar la resistencia del suelo. En el tratamiento incluyen procesos físicos y químicos con el fin de aumentar las propiedades del material en estudio, como son la cohesión y el ángulo de fricción. (Suarez Días, 1998).

Tabla 3

Método para mejorar la resistencia del suelo

Método	Ventajas	Desventajas
Inyecciones o uso de químicos	Endurecen el suelo y pueden cementar la superficie de falla	La disminución de permeabilidad puede ser un efecto negativo.
Magmaficación	Convierte el suelo en roca utilizando rayos especiales desarrollados por la industria.	Su utilización en la actualidad es solamente para uso experimental.
Congelación	Endurece el suelo al congelarlo	Efectos no permanentes
Electro-osmosis	Reducen el contenido de agua.	Utilización para estabilización no permanente

Nota. En la tabla se muestra los métodos para aumentar la resistencia del terreno, según Suárez Días (1998).

d) Construcción de muro

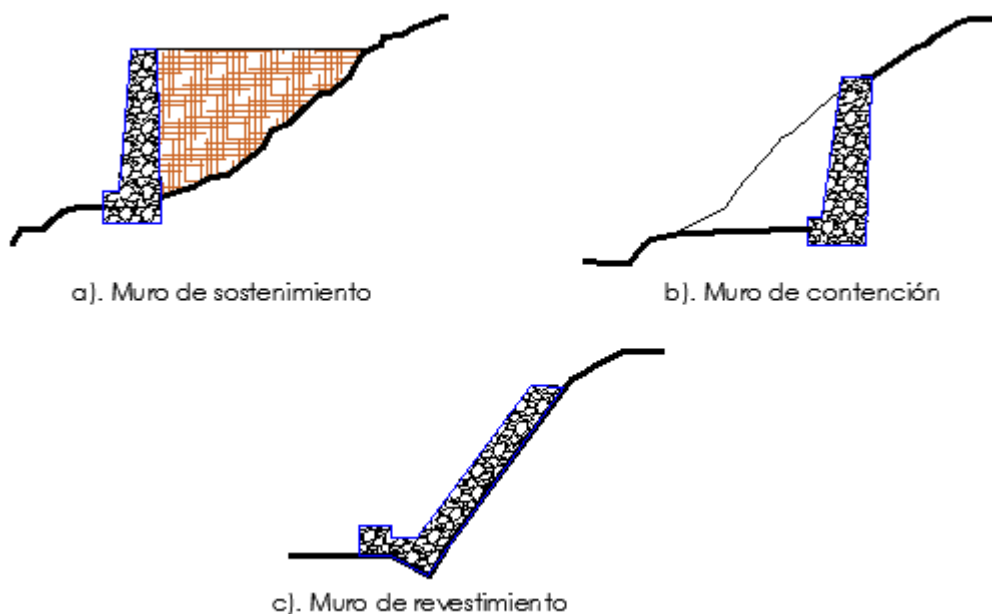
Este método se emplea para reforzar la base del talud con la construcción de elementos resistentes, la desventaja que presenta es la excavación en el pie de talud lo cual favorecerá la inestabilidad hasta que el muro este completado. En el aspecto económico la construcción de muro es bastante costoso, pero se utiliza con frecuencia debido a que es la única solución (IGME, 1986).

Jimenes Salas (1976, como se citó en IGME, 1986) afirma que los muros se clasifican en tres grupos:

- Muros de sostenimiento, “se construyen separados del pie del talud, rellendo posteriormente el espacio entre el muro y el talud” (IGME, 1987).
- Muros de revestimiento, tienen como misión proteger el terreno de la erosión y proporcionar un peso estabilizador en el pie del talud. (IGME, 1987).
- Muros de contención, son estructuras que exigen poco espacio para su construcción, son construidas comúnmente en cortes, se debe tener en cuenta el drenaje en su funcionamiento (Rico Rodríguez & Castillo, 1976).

Figura 8

Tipos de muros



Nota. La figura muestra la clasificación de muro, según (IGME, 1987).

Los muros de contención se realiza de acuerdo a las características de suelo, las más usadas son los muros de gaviones y los muros de contención de concreto armado (Rico Rodríguez & Castillo, 1976).

Según Braja M. (2013), el valor mínimo del F.S. con respecto al vuelco es de 1.5 a 2, contra el deslizamiento es de 1.5 y para la capacidad de carga es 3.

Muro de gaviones

Considerada una estructura de contención que para mantenerse estable utiliza su propio peso (Almeida Barros, 2019); constituido por relleno granular y por fragmentos de roca no degradable, retenida por una malla hexagonal de doble torsión (Corporación de desarrollo tecnológico [CDT], 2004).

Figura 9

Estructura de contención de gaviones



Nota. En la figura se muestra el uso de gaviones para la estabilización de taludes, según (Corporación de desarrollo tecnológico, 2004).

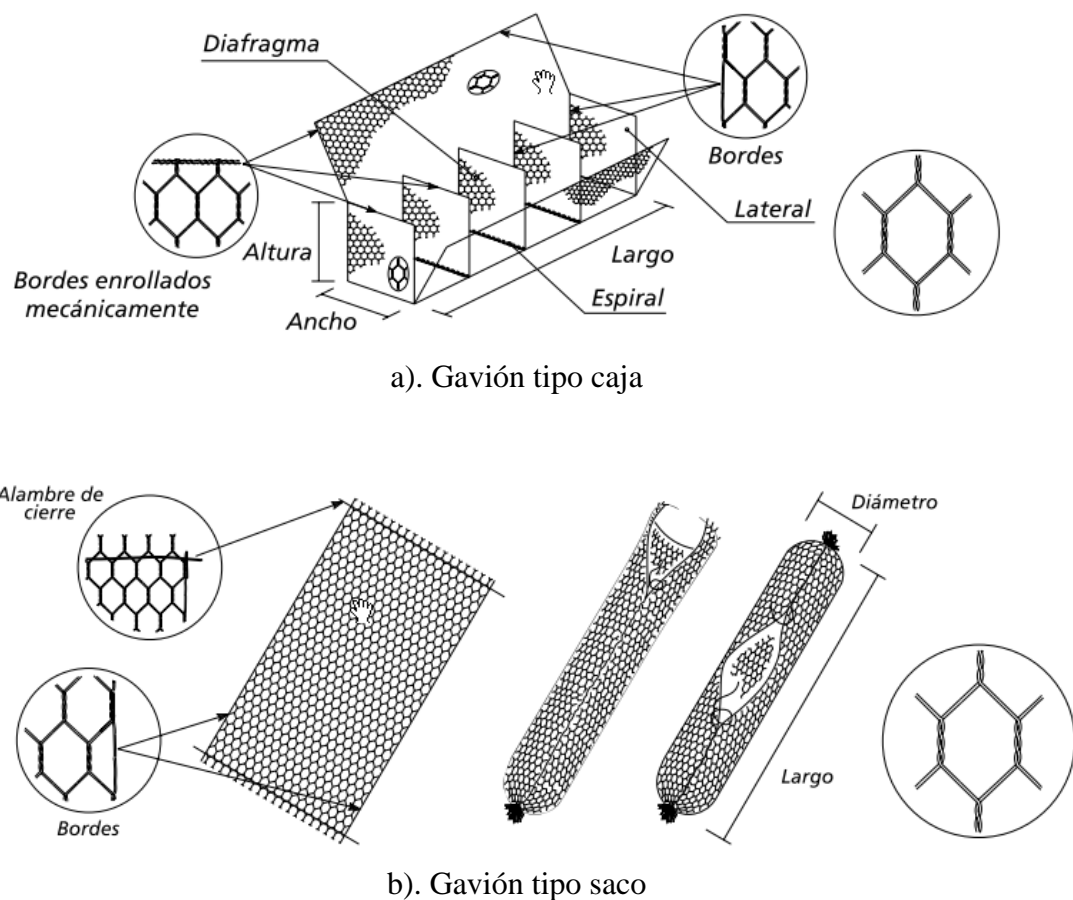
De acuerdo a IGME (1987), los muros de gaviones son de altura moderada hasta una altura de 5m y entre sus ventajas tenemos: La instalación es rápida y sencilla, son monolíticas, son estructuras flexibles, son permeables, de bajo impacto ambiental.

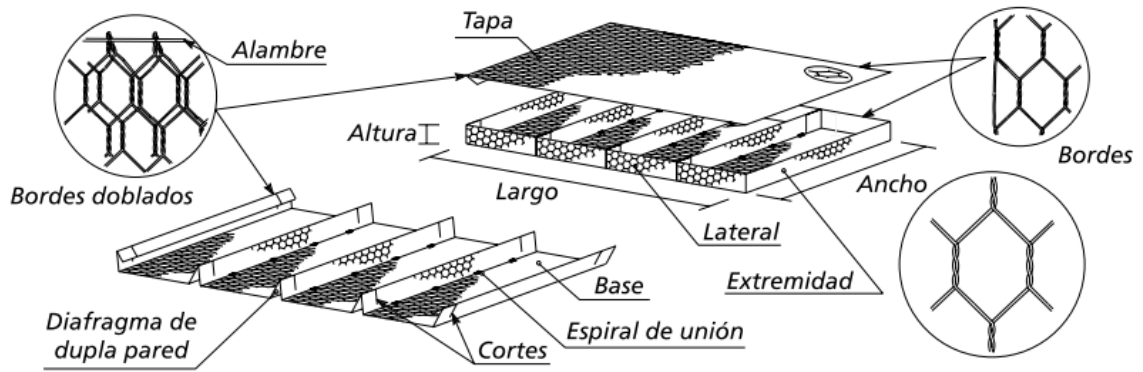
En 2019, Almeida Barros indica que para las estructuras de contención de gravedad por gavionería se puede utilizar tres tipos de gaviones:

- Gavión tipo caja, su característica es que es de forma paralelepípeda y son adecuadas para la construcción de obras de contención.
- Gavión tipo saco, tiene forma cilíndrica y son adecuadas en obras donde hay un contacto constante con el agua y en ambientes agresivos, suele usarse conjuntamente a los gaviones de tipo caja.
- Gavión tipo colchón reno, es de forma paralelepípedo su área es mayor en comparación con su espesor, son adecuadas como revestimiento de márgenes y fondos de cursos de agua.

Figura 10

Tipos de gaviones





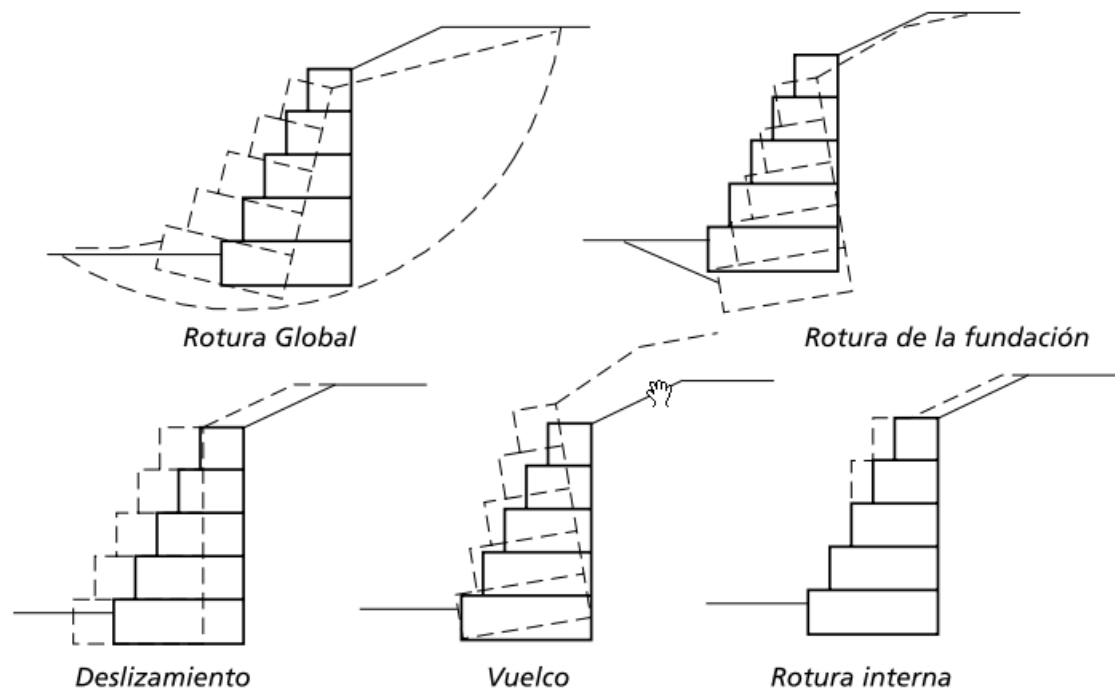
c). Gavi3n tipo colch3n reno

Nota. La figura muestra los elementos constituyentes de los diferentes tipos de gaviones, seg3n (Almeida Barros, 2019).

Cuando se plantea el uso de estructura de contenci3n mediante gavioneria es necesario la verificaci3n de seguridad a los diversos tipos de rotura como son: Al deslizamiento, vuelco, capacidad de carga, rotura global y rotura interna. (CDT, 2004).

Figura 11

Tipos de rotura en muros de gavioneria.



Nota. La figura muestra los tipos de rotura que se dan en las estructuras de gavioneria, seg3n (Almeida Barros, 2019).

directamente proporcional a la altura del muro de contención; para los diseños de refuerzo se calculan suponiendo que el comportamiento es como si fuera una viga en voladizo. (IGME, 1987).

De acuerdo a Braja M. (2013) para comprobar la estabilidad en muros de contención de concreto armado se debe verificar el factor de seguridad al vuelco, deslizamiento, capacidad de carga y estabilidad global.

Muros de suelo reforzado

Consiste en la estabilización mecánica de un talud por medio de una armadura, gracias a la interacción de suelo – armadura. La tierra estabilizada mecánicamente se clasifica en inextensibles cuando la armadura es de acero y extensibles cuando son geosintéticos, geogrietas y geomallas (CDT, 2002).

Figura 13

Muro de suelo reforzado



Nota. La figura muestra la utilización de muros de suelo reforzado en suelos finos, según (Weber de Campos et al., 2004).



Cuando se aplica geotextiles los esfuerzos son transferidos entre el suelo y el refuerzo; dicho mecanismo depende de la fricción que existe entre los elementos suelo/refuerzo, dimensión de la abertura de refuerzo y las características propias del refuerzo. Así mismo, esta interacción depende de las características físico mecánicas del suelo.(Garnica Aguas et al., 2013)

Cuando se plantea muros mecánicamente estabilizados se debe realizar las tres verificaciones de estabilidad. Primeramente; verificación interna a lo largo del geosintético; verificación del muro reforzado al deslizamiento, volteo y a la capacidad de carga; y por último la verificación de la estabilidad de taludes global (CDT, 2002).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del estudio

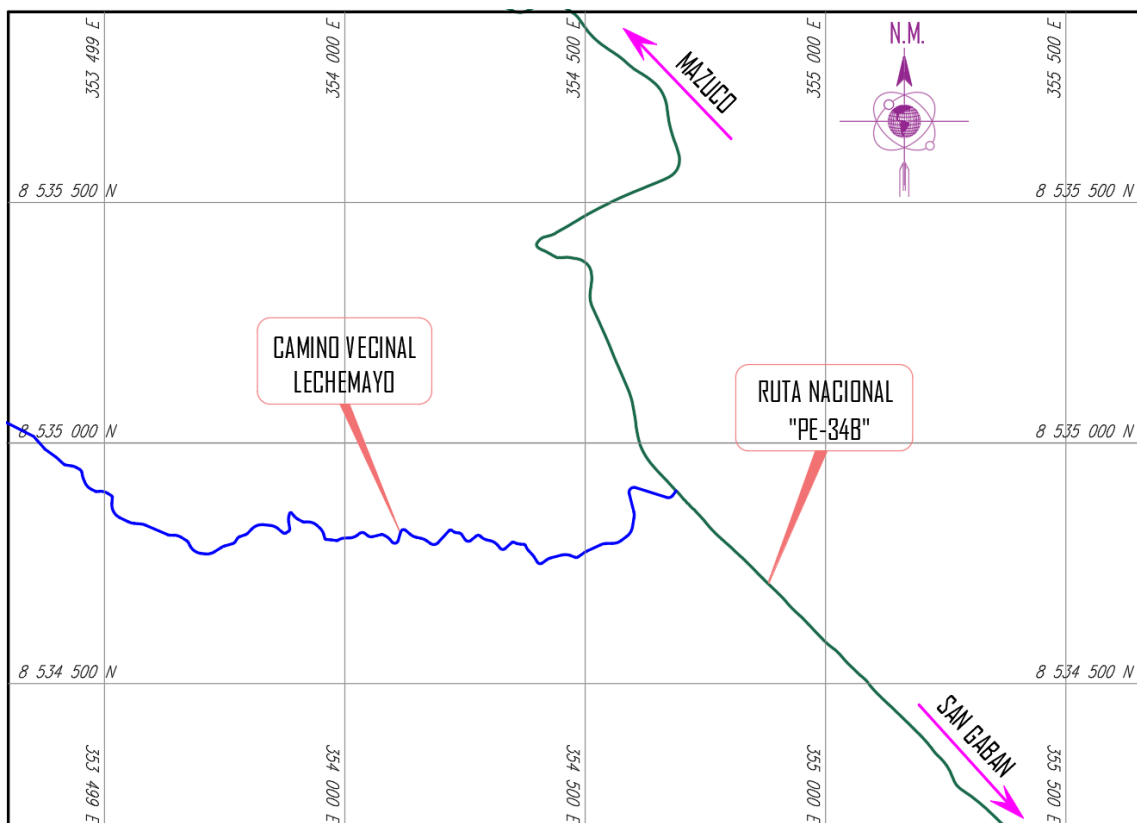
La presente investigación se realizó en el camino vecinal perteneciente al centro poblado de Lechemayo del distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, departamento de Puno.

Las coordenadas del camino vecinal en mención son las siguientes:

- Progresiva 0+000.00 km (8534902.644 N – 354687.221 E).
- Progresiva 1+698.63 km (8534970.574 N – 353399.377 E).

Figura 14

Ubicación de la zona de estudio



Nota. La figura muestra la ubicación del camino vecinal que se encuentra entre las localidades de San Gabán y Mazuco, elaborado por los tesisistas.



3.2. Periodo de duración del estudio

La recolección de datos, extracción de muestras alteradas e inalteradas, levantamiento topográfico, ensayos de laboratorio y procesamiento de datos se realizó durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio del año 2021.

3.3. Material utilizado

Los materiales utilizados fueron:

Para el levantamiento topográfico:

- GPS topográfico (Garmin GPSMAP ® 64s).
- Estación total Nikon 3.C.
- Jalones incluido prismas.
- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de campo.
- Flexómetro.

Para el muestreo de suelos:

- Pala.
- Pico.
- Parafina.
- Bolsas de plástico.
- Sacos de polipropileno.
- Flexómetro.

Para realizar el ensayo de granulometría

- Tamices.
- Balanza.
- Estufa o horno de secado.
- Bandejas, cepillos y brochas.



- Muestra representativa del suelo.
- Guantes.

Para realizar el ensayo de los límites de Atterberg

- Recipientes.
- Espátula.
- Acanalador.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- Balanza.
- Vidrio grueso esmerilado.
- Estufa.

Para realizar el ensayo de contenido de humedad

- Estufa.
- Balanzas.
- Recipientes.
- Guantes.

Para ensayo de corte directo

- Equipo automático para ensayo de corte directo.
- Espátula.
- Aditamentos de carga.

Para trabajos en gabinete

- Software AutoCAD Civil 3D, Slide 6.0, GawacWin®, GEO5 y office.
- 02 laptops personales de trabajo.
- 01 impresora.
- Papel bond A4.
- Útiles de escritorio.

3.4. Población y muestra de estudio

3.4.1. Población

La población comprende todos los taludes en corte del camino vecinal perteneciente al centro poblado de Lechemayo del distrito de San Gabán, provincia de Carabaya y departamento de Puno.

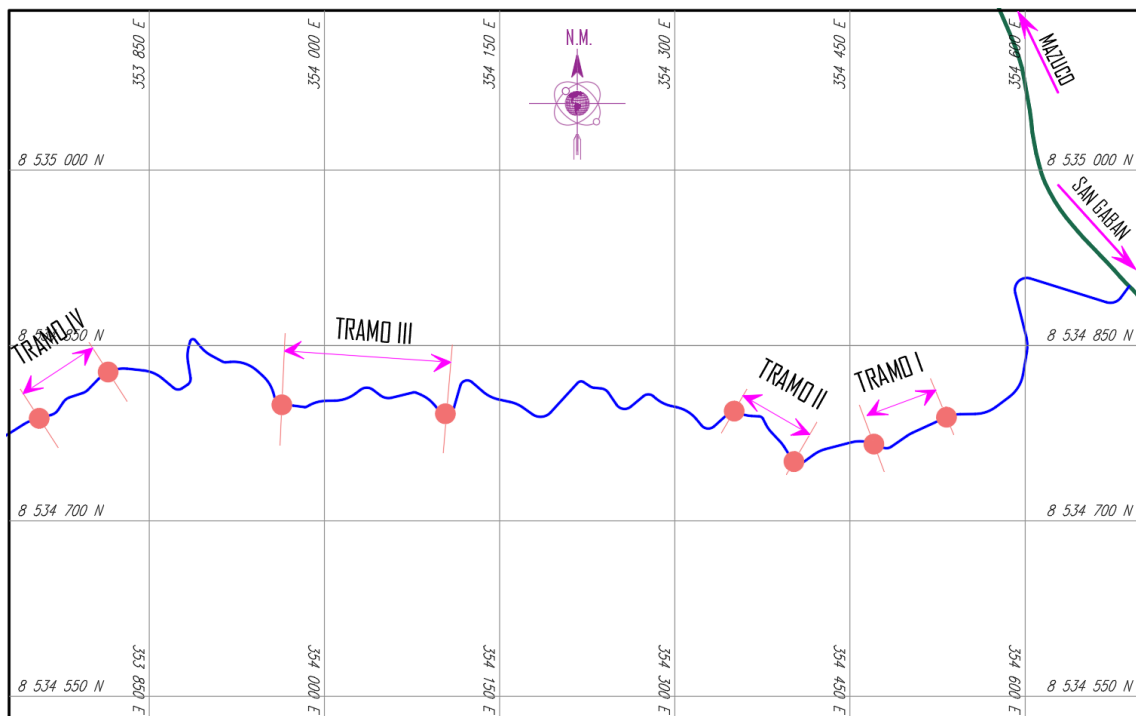
3.4.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, en el camino vecinal se han identificado cuatro tramos de taludes en macizos de suelo como se describe:

- Tramo 1: 0+272 Km a 0+ 326 Km.
- Tramo 2: 0+414 Km a 0+484 Km.
- Tramo 3: 0+813 Km a 0+949 Km.
- Tramo 4: 1+170 Km a 1+244 Km.

Figura 15

Tramos de estudio



Nota. La figura muestra los cuatro tramos de estudio, elaborado por los tesisistas.

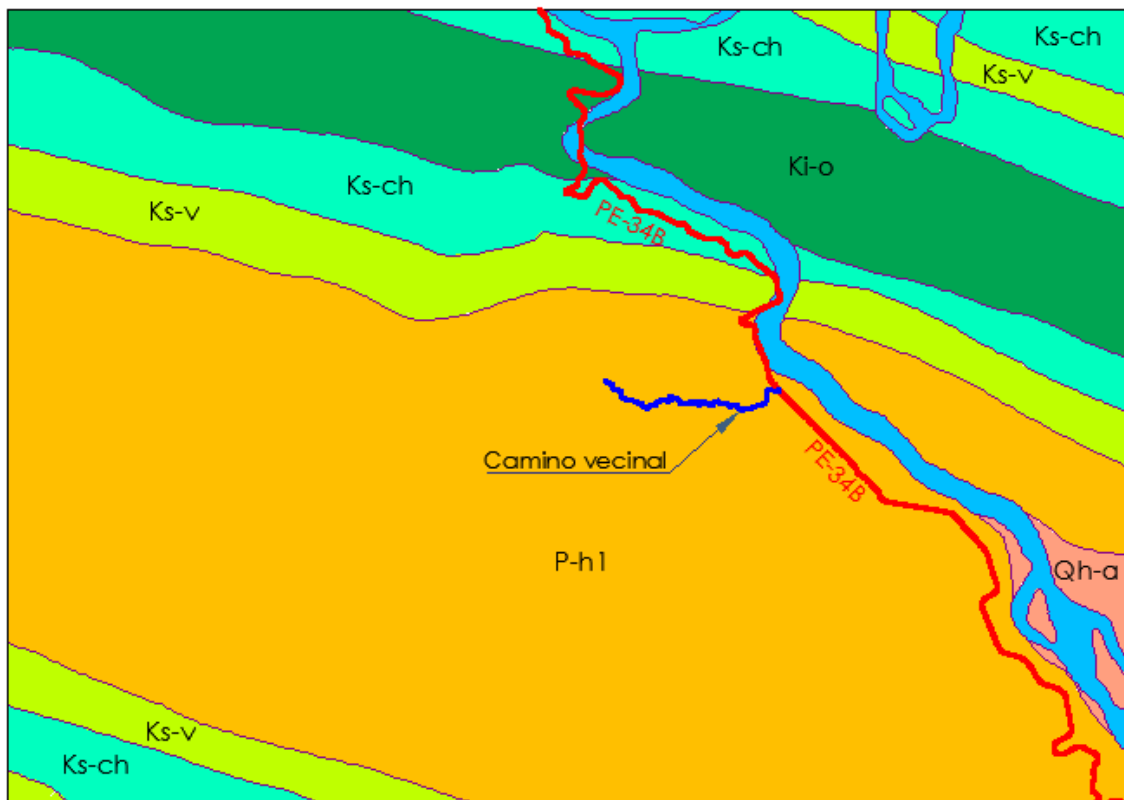
3.5. Procedimiento

3.5.1. Análisis de la información existente

De acuerdo al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET]; el lugar de estudio pertenece al grupo Huayabamba que está constituido por estratos de lodolitas y lutitas donde la formación geológica es de la era cenozoica y del periodo paleógeno.

Figura 16

Mapa geológico



Nota. La figura muestra el mapa geológico de la zona de estudio, que según INGEMMET P-h1 pertenece al grupo Huayabamba, Ks-v a la formación Vivian, Ks-ch a la formación Chonta, Ki-o al grupo Oriente y Qh-a depósitos aluviales.

3.5.2. Investigación de campo en topografía y geotecnia

a) Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico para representar el relieve de la superficie del terreno de la zona en estudio para así poder determinar las características topográficas

Figura 17

Levantamiento Topográfico



Nota. En la figura se muestra el levantamiento topográfico realizado en la zona de estudio, elaborado por el equipo de trabajo.

b) Excavación de calicatas

Para determinar el tipo del suelo por la metodología AASHTO y SUCS que forma el talud se extrae muestras alteradas para realizar los ensayos de granulometría y límites de consistencia. Para el análisis de estabilidad se realizará considerando el criterio de falla de Mohr-Coulomb donde los parámetros a determinar son la cohesión y el ángulo de fricción que se realiza mediante el ensayo de corte directo, para este ensayo de laboratorio es necesario extraer muestra inalterada.

La extracción se realizó de la siguiente forma: Dos calicatas por tramo de análisis, una de la parte superior y la otra de la parte inferior del talud; y debido a que se plantea cuatro tramos la cantidad total de calicatas realizadas son ocho.

La ubicación de las calicatas se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

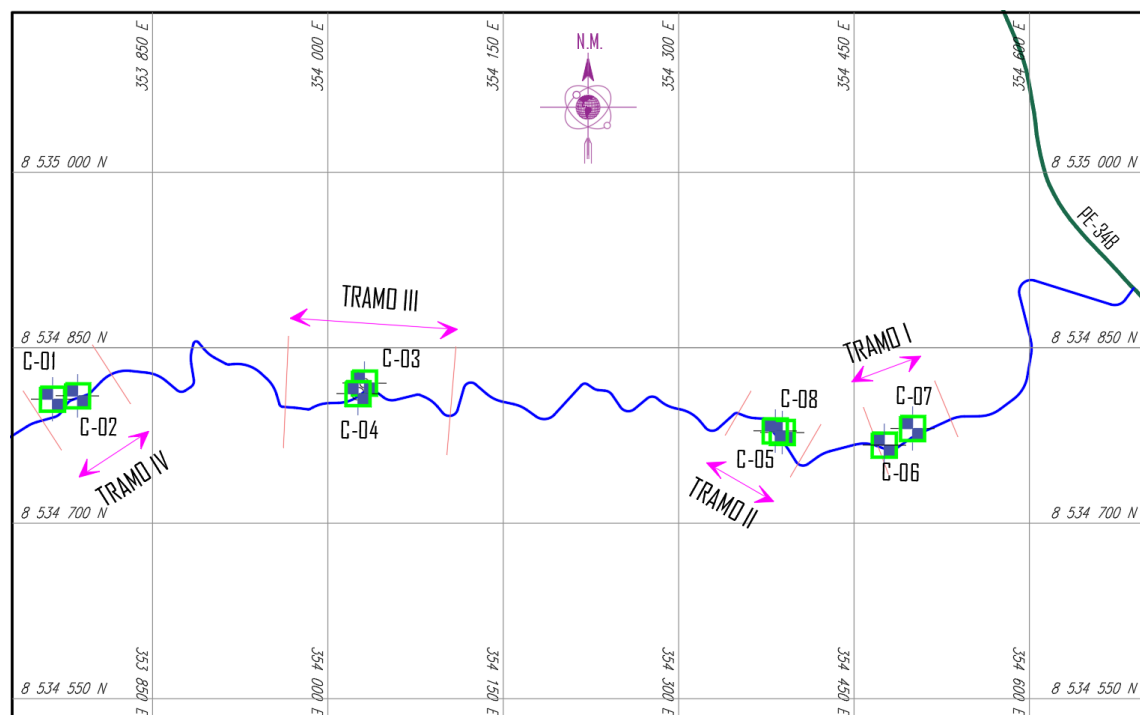
Ubicación de las calicatas

Tramo	Nº de calicata	Progresiva	
		Calicata superior	Calicata inferior
1	06	-	0+325.00
	07	0+302.35	-
2	05	-	0+445.30
	08	0+440.05	-
3	03	0+878.95	-
	04	-	0+887.05
4	01	1+228.85	-
	02	-	1+206.70

Nota. En la tabla se muestra la ubicación, progresiva y el tramo a la que corresponde cada calicata, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 18

Plano de ubicación de calicatas



Nota. En la figura se muestra la ubicación de las ocho calicatas realizadas, elaborado por los tesisistas.

El muestreo se realizó mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas) de 1.20 m de largo, 0.8 m de ancho y una profundidad 1.50 m.

Figura 19

Excavación de calicatas



Nota. En la figura se muestra la excavación de la calicata en parte superior del talud, elaborado por el equipo de trabajo.

3.5.3. Investigación de laboratorio

a) Contenido de humedad

El ensayo de contenido de humedad se describe en la norma ASTM D2216, donde define: La razón, expresada como porcentaje, de la masa de agua contenida en los poros, o agua libre, en una masa dada de material con respecto a la masa del material sólido. Se usa una temperatura estándar de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para determinar estas masas.

El contenido de humedad (w) también se conoce como contenido de agua y se define como la razón del peso de agua al peso de los sólidos en un volumen dado de suelo (Braja M. 2013).

$$W = \frac{W_w}{W_s}$$

El procedimiento que se realizó es el siguiente: Primero determinamos el peso del contenedor. Se coloca la muestra al contenedor, y se determina el peso del contenedor y la muestra húmeda usando una balanza, luego se registra el valor del peso. Se seca esta muestra en una estufa hasta alcanzar una masa homogénea, y se deja enfriar el material a temperatura ambiente, luego se determina el peso del contenedor y la muestra seca. Anotar el valor.

Figura 20

Contenido de humedad



Nota. En la figura se muestra el pesado de muestras para determinar el contenido de humedad, elaborado por el equipo de trabajo.

b) Análisis granulométrico

La granulometría se ejecutó de la siguiente forma, tomando una cantidad representativa de muestra (seca), se cuartea y se pesa el conjunto. Posteriormente se hace pasar por los diferentes tamices para luego pesar el material retenido en cada tamiz. El material pasante la malla N° 4 se pesa y se lava la muestra sobre el tamiz N° 200 evitando que se pierda alguna de las partículas. Se recoge el material retenido en un recipiente, para luego secar el material a una temperatura de 110 °C, a continuación, se tamiza el material seco, pesando el retenido en cada tamiz.

A partir de estos datos se genera la curva granulométrica de la muestra, la cual representa la distribución de los tamaños de las partículas.

Figura 21

Análisis granulométrico



Nota. En la figura se muestra el tamizado de las muestras para determinar la granulometría, elaborado por el equipo de trabajo.

c) Límite líquido

Se inicia el ensayo preparando una pasta de suelo, ajustando el contenido de humedad y se coloca una porción del material sobre la capsula del equipo casa grande, donde debe cerrar con 25 golpes una distancia de 12.7mm, y se toma una muestra de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesar para obtener su contenido de humedad, lo que permite obtener un punto en el gráfico semilogarítmico de contenido de humedad vs número de golpes.

Se realizó tres (03) pruebas variando el contenido de humedad para luego determinar el número de golpes.

Figura 22

Límite líquido



Nota. En la figura se muestra el ensayo de límite líquido, elaborado por el equipo de trabajo.

d) Límite plástico

Se utilizó una porción del material que sobra del ensayo del límite líquido, luego amasarla con la mano sobre el vidrio para formar rollitos. Se forman bastoncitos hasta que se desmorone en 3mm aproximadamente, si no se rompe entonces se vuelve a amasar el material y volver a repetir el ensayo. Posteriormente se pesan los rollitos para determinar su contenido de humedad.

Por tanto, el límite plástico, corresponde al contenido de humedad en el momento en que se empieza a desmoronar los rollitos de suelo.

Figura 23

Límite plástico



Nota. En la figura se muestra el ensayo de límite plástico, elaborado por el equipo de trabajo.

e) Índice de plasticidad

El índice de plasticidad, resulta ser la resta entre límite líquido y límite plástico.

f) Ensayo de corte directo

Se prepara una muestra cuadrada, luego se introduce esta muestra con sumo cuidado a la caja de corte, una vez ensamblado aplicar una carga vertical y colocar el medidor de desplazamiento vertical. Posteriormente se ajusta el dial y el medidor de desplazamiento horizontal; se extrae los tornillos que mantienen unida la mitad superior de la caja de corte a la mitad inferior, esto va permitir el desplazamiento horizontal.

Se comienza a aplicar la carga horizontal, donde el deformímetro de carga se encarga de medir la deformación. Este procedimiento se repite en dos muestras más.

Figura 24

Preparación de la muestra



Nota. En la figura se muestra la colocación de la muestra en la caja de corte, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 25

Ensayo de corte directo



Nota. En la figura se muestra la ejecución del ensayo de corte directo, elaborado por el equipo de trabajo.

3.5.4. Modelación matemática utilizando software

3.5.4.1. Procesamiento de datos de laboratorio

En los trabajos de gabinete se realizó el procesamiento de los cálculos de ensayos de laboratorio con el fin de determinar las características físicas y mecánicas de los materiales que conforma el talud. A continuación, se muestra el procesamiento de datos obtenidos en laboratorio de la muestra (calicata N^o 06).

a. Para granulometría

Para conocer la proporción de cada material que tiene un suelo, se realiza el llenado del peso inicial total, los pesos retenidos en los tamices y el peso de la fracción de muestra que pasa el tamiz N^o 04.

El porcentaje de grava es la fracción que pasa el tamiz N^o 3 y retenida en el tamiz N^o 04, arena (N^o 04 - N^o 200) y para finos es la fracción que pasa el tamiz N^o 200.

Figura 26

Análisis granulométrico por tamizado

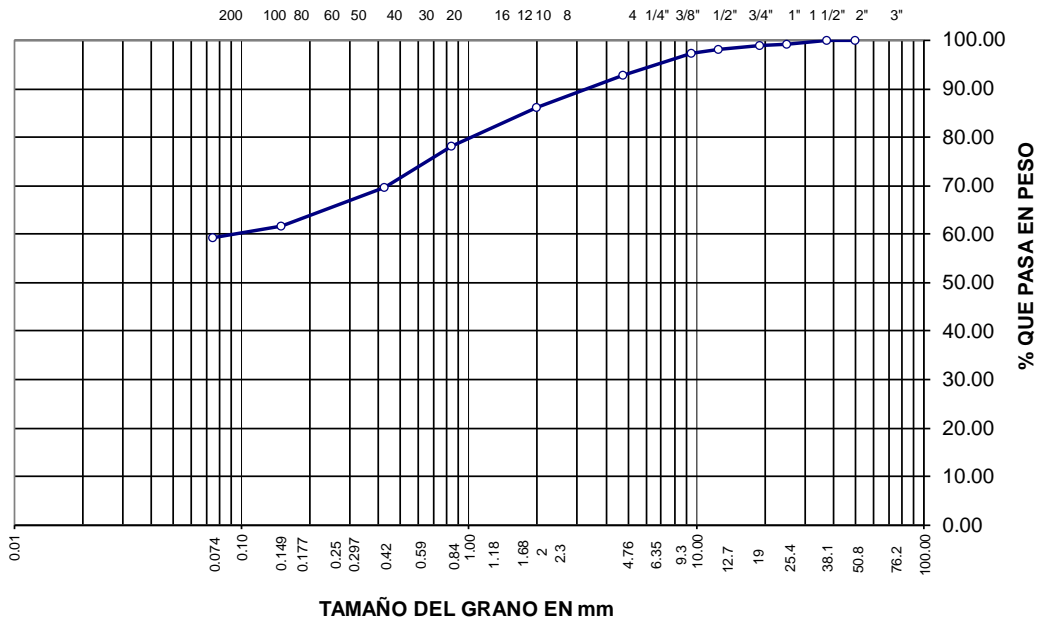
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 3891 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 514 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 7.07 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena N°04-N°200 : 33.63 %
1"	25.000	28.00	0.72	0.72	99.28		Fino <N°200 : 59.30 %
3/4"	19.000	14.00	0.36	1.08	98.92		Humedad natural : %
1/2"	12.500	28.00	0.72	1.80	98.20		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	32.00	0.82	2.62	97.38		L.L. : %
No.04	4.750	173.00	4.45	7.07	92.93		L.P. : %
No.10	2.000	37.00	6.69	13.76	86.24		I.P. : %
No.20	0.840	45.00	8.14	21.89	78.11		Clasificación (SUCS) :
No.40	0.425	46.00	8.32	30.21	69.79		Descripción :
No.100	0.150	45.00	8.14	38.35	61.65		
No.200	0.075	13.00	2.35	40.70	59.30		Clasificación (AASHTO) :
<No.200		328.00	59.30	100.0			Descripción :

Nota: La figura muestra el llenado del formato de granulometría, elaborado por el equipo de trabajo.

Una vez culminado el formato de granulometría se genera la curva granulométrica a partir del peso que pasa cada tamiz expresado en porcentaje y la abertura de tamiz correspondiente.

Figura 27

Curva granulometría



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

b. Para el contenido de humedad

Se genera el cálculo del contenido de humedad llenando en el formato el peso de suelo húmedo + tara, suelo seco + tara y el peso de tara.

Figura 28

Formato para contenido de humedad

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
		102	104	
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	59.9	78.5	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	48.2	63.4	
Peso de Agua (A-B)	gr	11.7	15.1	
Peso de Tara (C)	gr	15.2	21.6	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	33.0	41.8	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	35.5%	36.1%	35.79%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

c. Para límites de consistencia

Para determinar los límites de Atterberg se procesa los datos obtenidos en laboratorio en el formato correspondiente.

Figura 29

Formato para índices de plasticidad

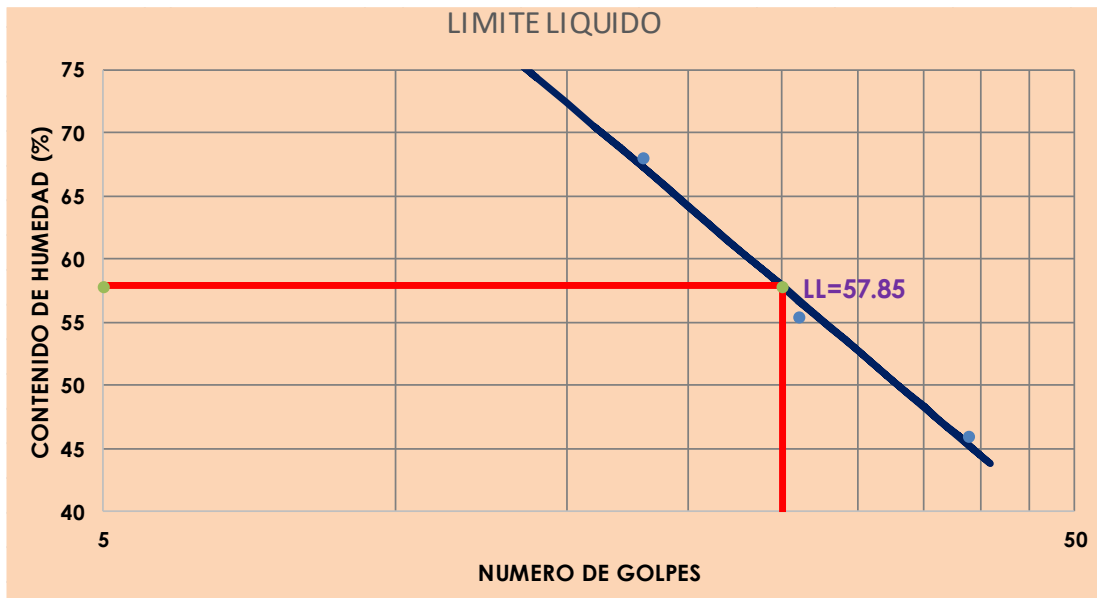
DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Numero de Golpes	39	26	18		
Tara No.	104	105	106	A8	A9
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	24.88	23.02	23.48	23.64	23.90
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	21.46	19.75	19.58	20.84	21.50
Peso de Agua (A-B)	3.42	3.27	3.90	2.80	2.40
Peso de Tara (C)	14.00	13.84	13.84	13.53	15.10
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	7.46	5.91	5.74	7.31	6.40
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	45.84	55.33	67.94	38.30	37.50
I.P.=	19.95	%	L.L.=	57.85	%
L.P.=				37.90	%

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

El límite líquido es el contenido de humedad para 25 golpes que se determina mediante la curva de flujo.

Figura 30

Curva de flujo



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

d. Para la clasificación del suelo

Con los datos obtenidos de granulometría y los límites de consistencia se obtuvo la siguiente clasificación:

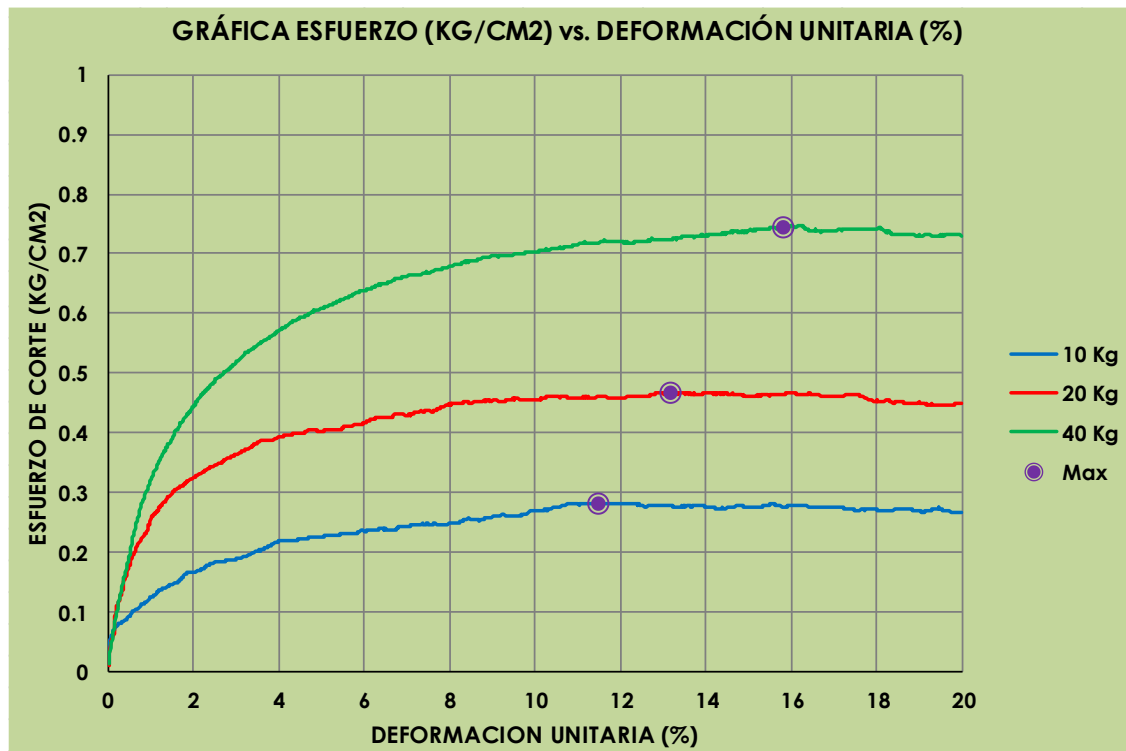
- Clasificación AASHTO: limo alta plasticidad arenoso (MH).
- Clasificación SUCS: suelo arcilloso (A-7-5).

e. Para los parámetros de resistencia al corte

Utilizando los resultados de las pruebas de corte directo obtenidas en laboratorio se realiza la gráfica esfuerzo – deformación unitaria de la muestra para pesos normales de 10 kg, 20 kg y 40 kg.

Figura 31

Gráfica esfuerzo – deformación unitaria

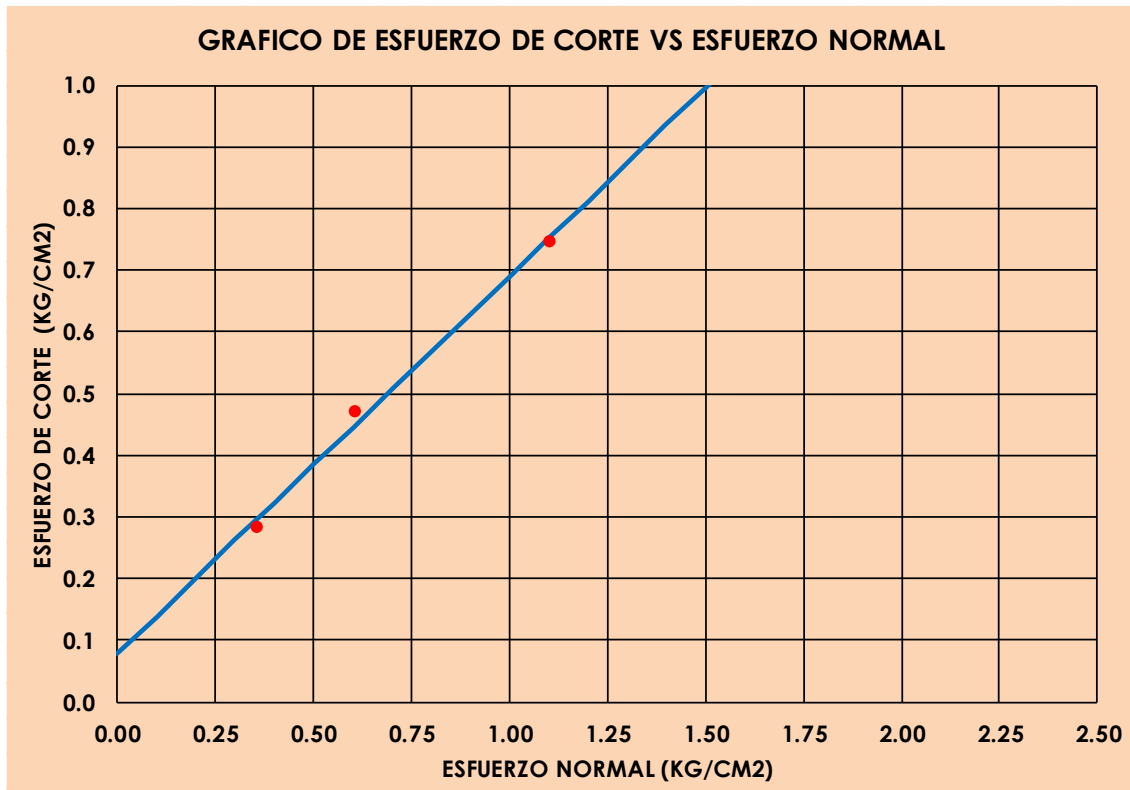


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

El valor del ángulo de fricción ϕ y cohesión c , se determina a partir del gráfico que contiene los valores de las fuerzas normales contra la resistencia al corte de los tres especímenes.

Figura 32

Gráfico de esfuerzo de corte vs esfuerzo normal



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.5.4.2. Determinación de los factores de seguridad

Para la determinación de los factores de seguridad de las secciones analizadas se realiza mediante la aplicación del programa Sida 6.0 desarrollado por Rocscience, debido a que utiliza los métodos de equilibrio límite para el cálculo de la estabilidad. Para dicha determinación se realiza por los métodos mencionados en el capítulo 2, sección 2.2.6 como son: Método de Bishop simplificado, Morgenstern-Price, Janbu, ordinario o de Fellenius y Spencer.

a. Cálculo mediante el programa Slide 6.0

Para mostrar la metodología se aplicó en el tramo III - sección 08 (progresiva 0+924.95), el procedimiento a seguir en los cálculos de los factores de seguridad se desarrolló de la siguiente forma:

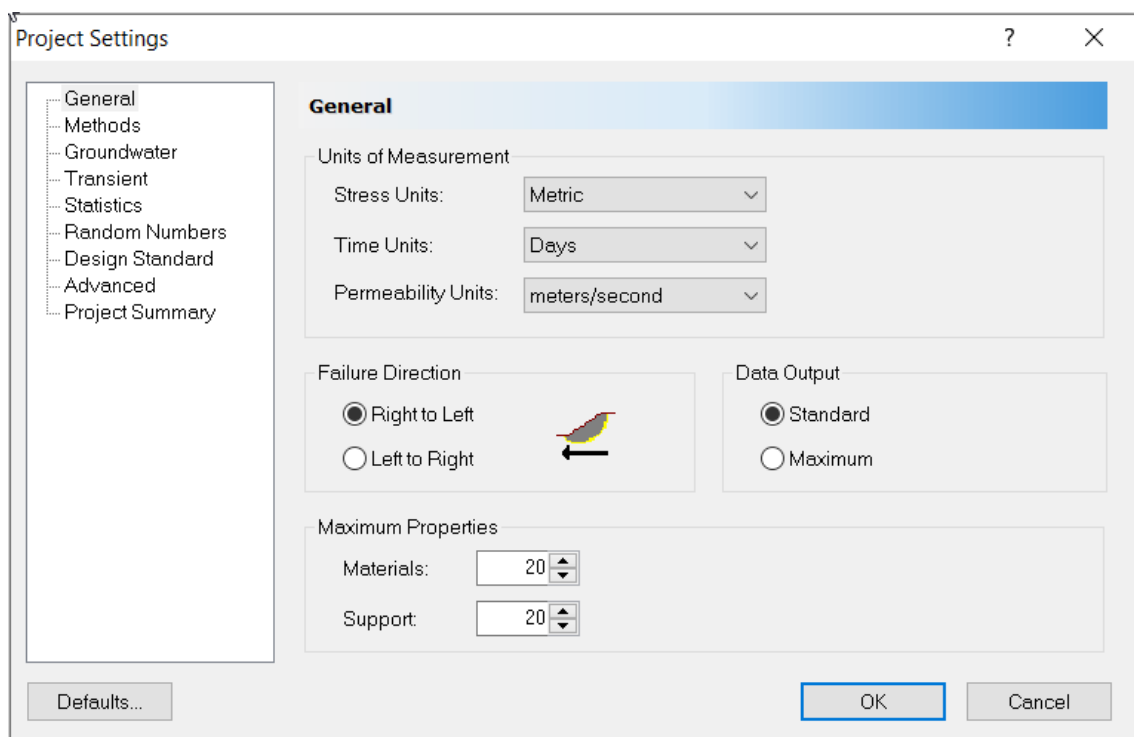
- Unidades de medidas y métodos de análisis de equilibrio límite

Seleccionar: Análisis → parámetros del proyecto “Analysis → Project Settings”

En el cuadro de diálogo “Project Settings” (figura 33), seleccionar la opción “General”, donde se configuró las unidades de medida “Stress Units” se selecciona la opción métrica “Metrics”; esto determina las unidades de longitud, esfuerzos y peso unitario que se empleó en el análisis.

Figura 33

Cuadro de diálogo de los parámetros de proyecto

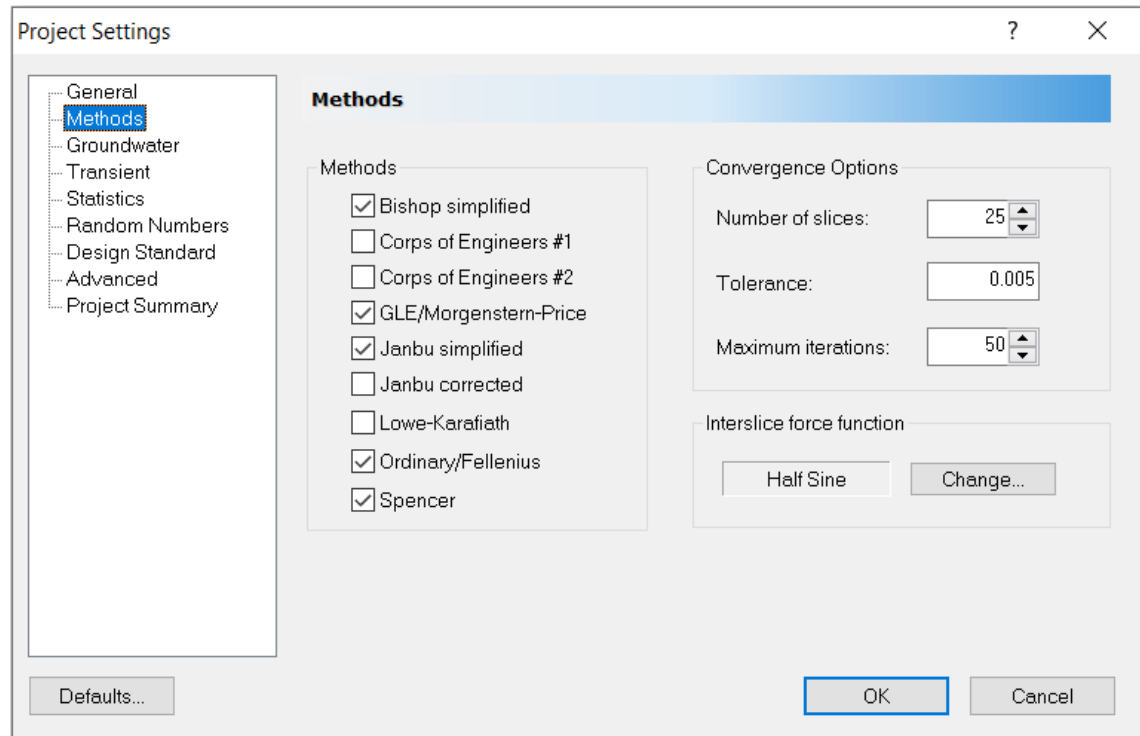


Nota. En la figura la configuración de los parámetros de la sección analizada, elaborado por el equipo de trabajo.

En el cuadro de diálogo “Project Settings” (figura 34), seleccionar la opción “Methods”, se selecciona los métodos de equilibrio límite para este análisis de estabilidad del talud que son: Bishop simplificado, Morgenstern-Price, Janbu, Fellenius y Spencer.

Figura 34

Cuadro de diálogo de los métodos de análisis



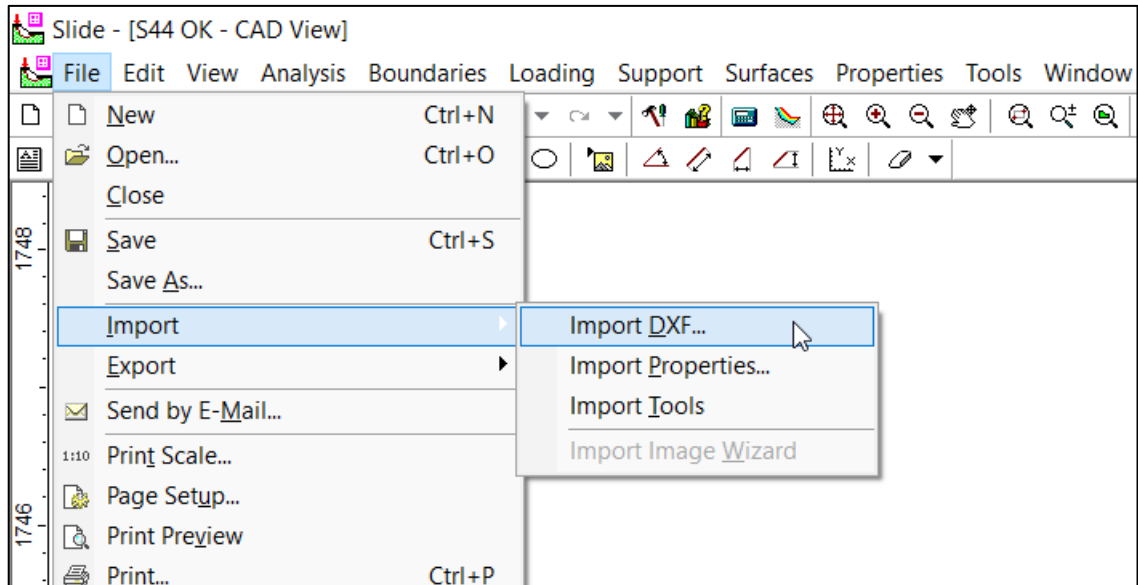
Nota. En la figura se muestra la selección de los métodos de análisis de estabilidad, elaborado por el equipo de trabajo.

– Importación de la sección de análisis

Para dibujar la sección transversal del talud a analizar en el programa Slide, se importa del AutoCAD (con extensión dxf); esta sección ha sido obtenida mediante el levantamiento topográfico realizado en campo para ello (figura 35) seleccionar: Expediente → importar (dxf) “File → Import”.

Figura 35

Proceso de importación de la sección transversal

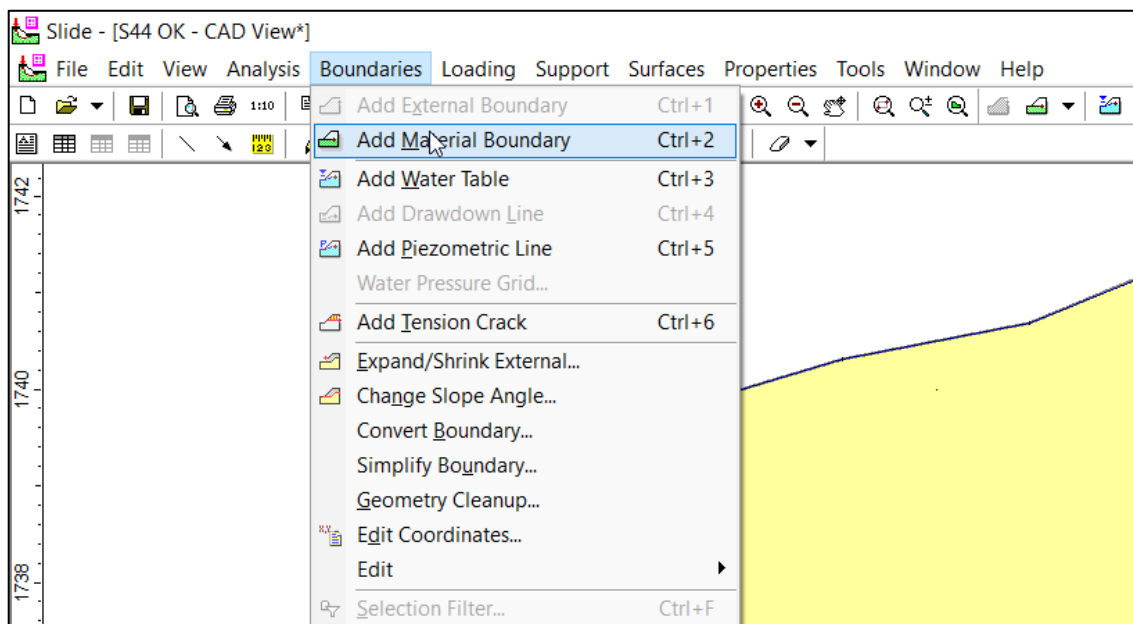


Nota. En la figura se muestra la importación de la sección desde el AutoCAD, elaborado por el equipo de trabajo.

- Definición de límites

Figura 36

Agregar límite externo



Nota. En la figura se muestra el proceso de agregar el límite externo, elaborado por el equipo de trabajo.

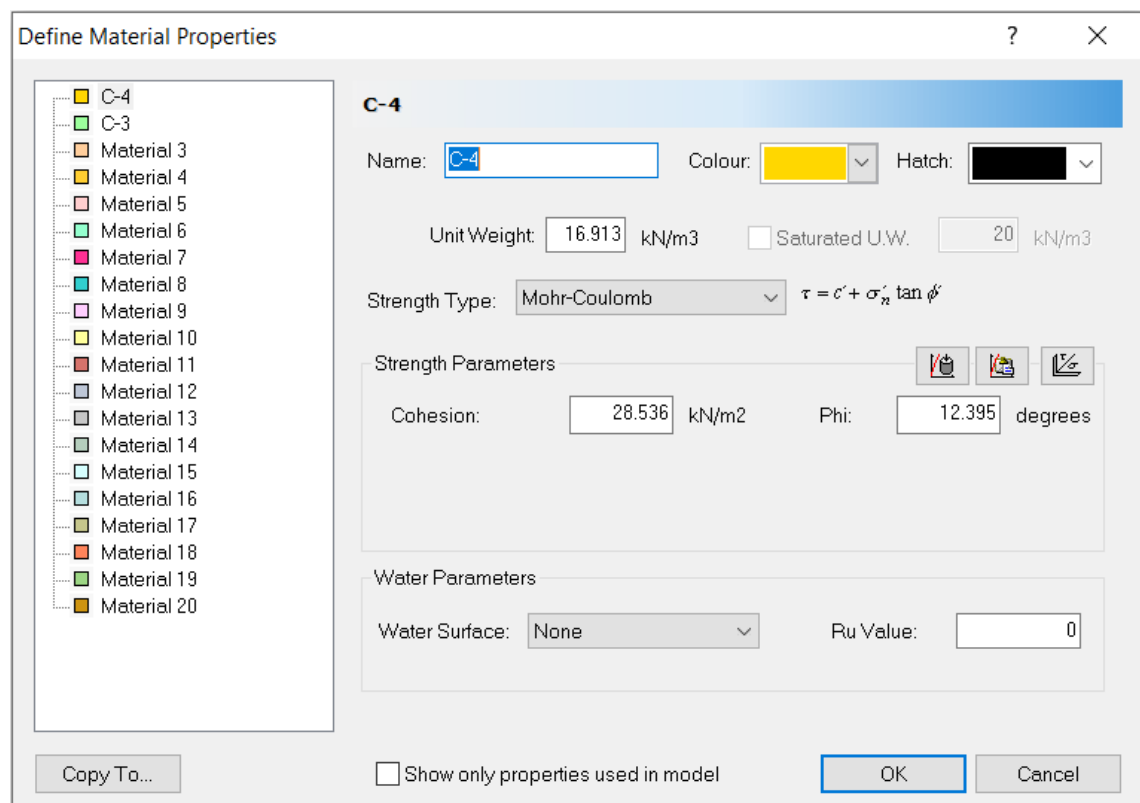
Tal como se muestra en la figura 36, una vez importado la sección del talud, ingresamos a límites (“Boundaries”), se define el límite externo con una polilínea cerrada que abarca toda la región que se va analizar, y límite de material que permite identificar los estratos del suelo. Para luego seleccionar: “Boundaries” → “Add External Boundary”

– Definición de las propiedades de los suelos

Se ingresa a propiedades, se define cuántos estratos presenta el talud a analizar, luego se introduce los parámetros geotécnicos para cada tipo de suelo (peso específico, cohesión y ángulo de fricción interna). Seleccionar: propiedades → se define propiedades del material (figura 37) “Properties → Define Material Properties”.

Figura 37

Configuración de las propiedades del suelo

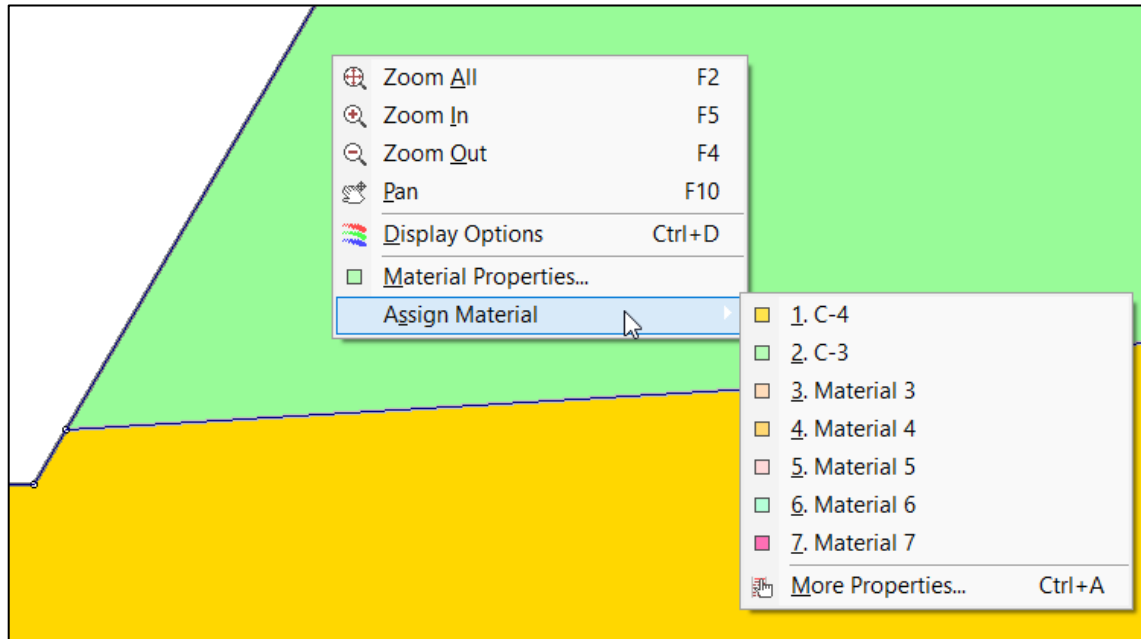


Nota. En la figura la incorporación de las propiedades resistentes del suelo de acuerdo al criterio de rotura de Morh-Coulomb, elaborado por el equipo de trabajo.

Después de introducir las propiedades geotécnicas para cada estrato del talud, asignamos el tipo de suelo que corresponde en cada estrato (figura 38).

Figura 38

Asignación del tipo de suelo



Nota. En la figura se visualiza la asignación del suelo a la que corresponde, elaborado por el equipo de trabajo.

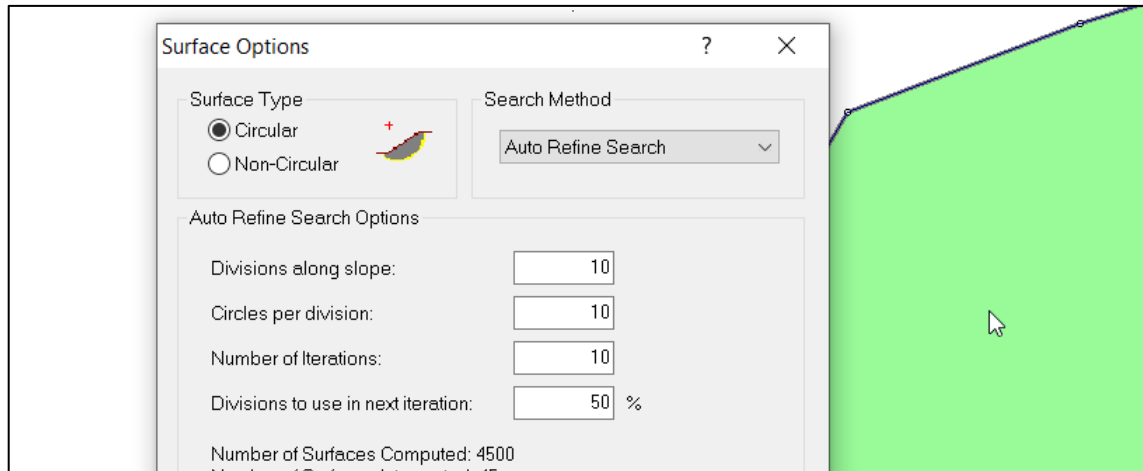
– Superficie de rotura

Se analiza la estabilidad de superficies de falla circular, y busca la superficie crítica. En el programa Slide 6.0 existen 3 métodos de búsqueda para superficies de deslizamiento circular, “Grid Search” (Búsqueda de red), “Slope Search” (búsqueda de talud) y “Auto Refine Search” (búsqueda propia pulida).

Para esta investigación se usa (figura 39) “Auto refine Search”, el cual es el método que busca diferentes superficies en todo el talud y reporta el factor de seguridad más bajo.

Figura 39

Selección de búsqueda de superficies de rotura

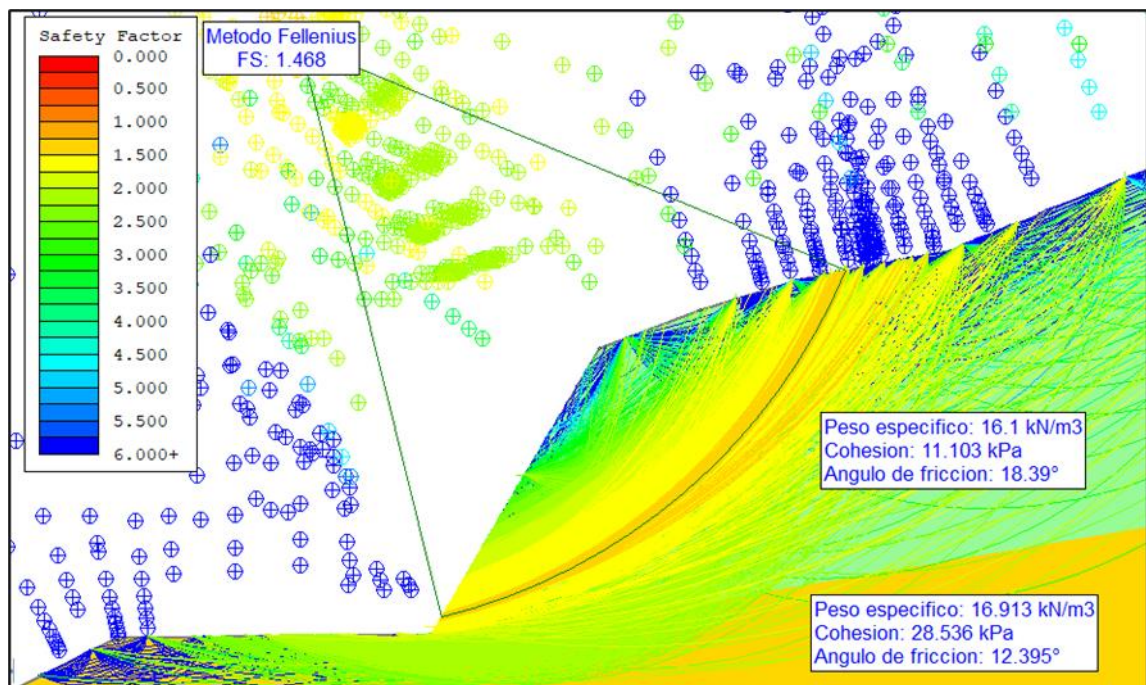


Nota. En la figura se muestra la selección de búsqueda automática de la superficie de rotura con el factor de seguridad más crítico, elaborado por el equipo de trabajo.

– Cálculo del factor de seguridad

Figura 40

Valor de factor de seguridad



Nota. En la figura se muestra el valor de seguridad para la superficie de rotura más crítica según el método de Fellenius, elaborado por el equipo de trabajo.

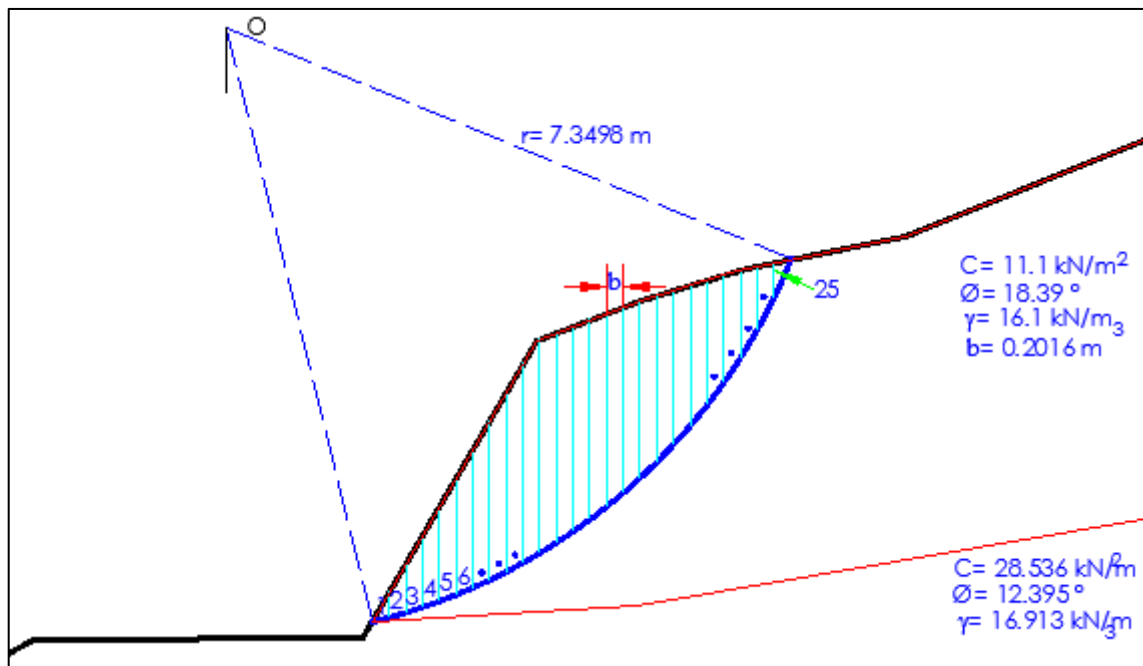
Tal como se muestra en la figura 40, el software Slide 6.0 da como resultado el factor de seguridad más crítica, guardamos los cambios realizados en el programa para analizar e interpretar.

b. Cálculo manual del factor de seguridad

Para fines de verificación se realiza el cálculo manual por el método ordinario o de Fellenius y el método de Bishop simplificado (anexo A-5) para lo cual se tiene la sección correspondiente (figura 41)

Figura 41

Análisis del tramo III sección 08



Nota. En la figura se muestra las dovelas o tajadas para la determinación del factor de seguridad, elaborado por el equipo de trabajo.

Cálculo de factor de seguridad por el método ordinario o de Fellenius

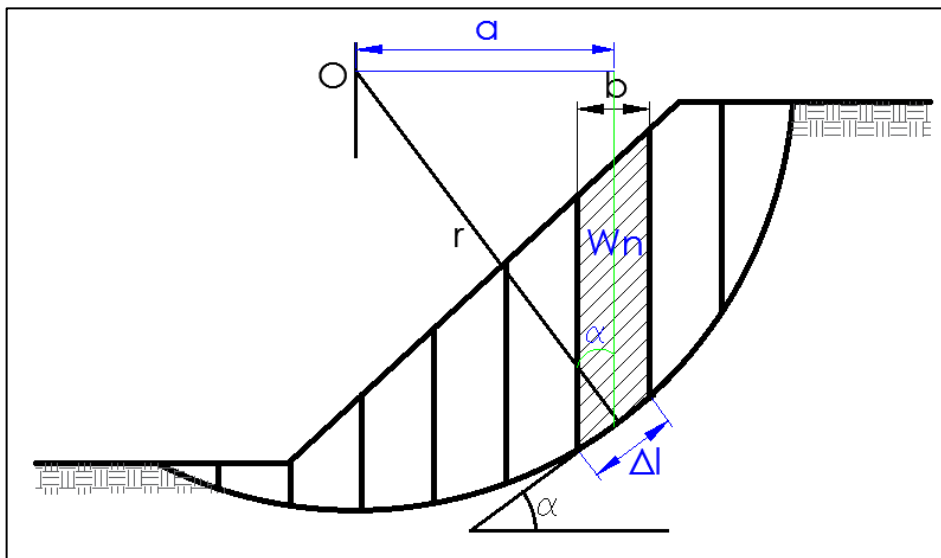
Para determinar el factor de seguridad mediante el método ordinario o de Fellenius se aplicó la siguiente fórmula:

$$FS = \frac{\sum [C' \Delta l + (W_n \cos \alpha - \mu \Delta l \cos^2 \alpha) \tan \phi']}{\sum W_n \sin \alpha}$$

Para lo cual, falta determinar los siguientes valores: α = ángulo del radio del círculo de falla con la vertical respecto a la tajada, Δl = longitud de arco del círculo en la base de la tajada y W_n = peso total de la dovela en análisis de acuerdo al siguiente diagrama (figura 42).

Figura 42

Diagrama de análisis de la dovela



Nota. En la figura se muestra el diagrama de fuerzas que actúan sobre la dovela n en análisis, elaborado por el equipo de trabajo.

En este caso se determina los valores y resultados de la dovela N^o 3 tal como se muestra:

Determinación de α = ángulo del radio del círculo de falla con la vertical.

$$\text{sen } \alpha = \frac{a}{r} \rightarrow \alpha = \text{arcoseno} \left(\frac{a}{r} \right) \rightarrow \alpha = \text{arcoseno} \left(\frac{2.2677}{7.3498} \right) \rightarrow \alpha = 17.971^\circ$$

Determinación de Δl = longitud de arco del círculo en la base de la tajada.

$$\text{cos } \alpha = \frac{b}{\Delta l} \rightarrow \Delta l = \frac{b}{\text{cos } \alpha} \rightarrow \Delta l = \frac{0.2016}{\text{cos}(17.971^\circ)} \rightarrow \Delta l = 0.2119\text{m}$$

Determinación de W_n = peso total de la dovela.

$$W_n = \gamma * Area_n \rightarrow W_n = \frac{16.1\text{kN}}{\text{m}^3} * 0.145\text{m}^2 \rightarrow W_n = 2.335\text{kN/m}$$

$$W_n = 2.335\text{kN/m}$$

Determinación de A= Fuerza estabilizadora.

$$A = C'\Delta l + (W_n \cos\alpha) \tan\phi'$$

$$A = 11.1 * 0.2119 + 2.335 * \cos(17.971^\circ) * \tan(18.39^\circ) \rightarrow A = 3.091\text{kN}$$

Determinación de B= Fuerza desestabilizadora.

$$B = W_n \text{sen}\alpha$$

$$B = 2.335 * \text{sen}(17.971^\circ) \rightarrow B = 0.72\text{kN}$$

Tabla 5

Cálculo de factor de seguridad

Dov.	a(m)	α^0	Δl (m)	Área dov.(m ²)	W_n (kN/m)	A ¹	B ²
1	1.8644	14.695	0.208	0.030	0.477	2.467	0.121
2	2.0660	16.326	0.210	0.088	1.415	2.783	0.398
3	2.2677	17.971	0.212	0.145	2.335	3.091	0.720
4	2.4693	19.631	0.214	0.201	3.231	3.388	1.086
5	2.6709	21.309	0.216	0.255	4.107	3.674	1.493
6	2.8654	22.946	0.219	0.308	4.962	3.949	1.934
7	3.0742	24.725	0.222	0.360	5.793	4.213	2.423
8	3.2758	26.468	0.225	0.410	6.599	4.464	2.941
9	3.4774	28.238	0.229	0.459	7.382	4.702	3.493
10	3.6790	30.037	0.233	0.505	8.122	4.923	4.066
11	3.8806	31.870	0.237	0.513	8.264	4.968	4.363
12	4.0823	33.740	0.242	0.503	8.092	4.928	4.494
13	4.2839	35.652	0.248	0.490	7.887	4.885	4.597
14	4.4855	37.610	0.254	0.475	7.649	4.839	4.668
15	4.6871	39.622	0.262	0.458	7.375	4.794	4.703
16	4.8888	41.695	0.270	0.439	7.063	4.750	4.698

¹ $\sum [C'\Delta l + (W_n \cos\alpha - \mu \Delta l \cos^2\alpha) \tan\phi']$

² $\sum W_n \text{sen}\alpha$

...Continuación

17	5.0904	43.836	0.279	0.415	6.686	4.706	4.631
18	5.2920	46.056	0.291	0.387	6.232	4.663	4.487
19	5.4936	48.370	0.303	0.356	5.725	4.633	4.279
20	5.6952	50.794	0.319	0.320	5.155	4.624	3.995
21	5.8969	53.352	0.338	0.280	4.514	4.645	3.622
22	6.0985	56.073	0.361	0.235	3.788	4.712	3.143
23	6.3001	59.001	0.391	0.183	2.941	4.849	2.521
24	6.5017	62.203	0.432	0.119	1.909	5.095	1.689
25	6.7034	65.790	0.492	0.043	0.689	5.551	0.628
Suma						110.294	75.196

Nota. En la tabla se muestra los valores determinados para el cálculo de factor de seguridad, elaborado por el equipo de trabajo.

De la misma forma se desarrolló para todas las dovelas para que al final se calcule el factor de seguridad por el método ordinario o de Fellenius.

$$FS = \frac{\sum[C'\Delta l + (W_n \cos\alpha - \mu\Delta l \cos^2\alpha)\tan\phi']}{\sum W_n \sin\alpha} \rightarrow FS = \frac{110.294}{75.196} \rightarrow FS = 1.467$$

Nota: La determinación del factor de seguridad mediante el método de Bishop simplificado (ver el anexo A-5.)

c. Comparación de resultados

Se compara los resultados obtenidos con el programa Slide 6.0 y el cálculo manual de la sección 08 con progresiva 0+924.95.

Tabla 6

Comparación de factor de seguridad

Método	Slide 6.0	Manualmente	Variación
Bishop simplificado	1.466	1.464	0.002
Fellenius	1.468	1.467	0.001

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

De la tabla 6 se deduce que la variación de los valores del factor de seguridad que se realizó manualmente en comparación con la del Slide 6.0 con respecto a los métodos de Bishop simplificado y Fellenius es mínima.

3.5.4.3. Planteamiento de muro de gaviones

La verificación de las estabilidades del muro de gaviones y la estabilidad global de las propuestas en las secciones inestables se realiza mediante el programa GawacWin®. Donde se realizó el siguiente procedimiento: (Para la sección 03)

- Configuración de las camadas de gaviones, donde se plantearon en base a las especificaciones para gaviones de tipo caja de la empresa Prodac. (largo 5m, ancho 1m y alto 1m). Para las propiedades de las mismas del material de relleno del gavión, se consideró material grava con peso específico 23kN/m^3 .

En el software realizar clic en el menú “Muro” para luego realizar la configuración geométrica y de las propiedades de los gaviones.

Figura 43

Configuración de las camadas del muro de gaviones

Camada	Ancho (m)	Altura (m)	Desplaz. (m)
1	2.00	1.00	
2	1.00	1.00	1.00

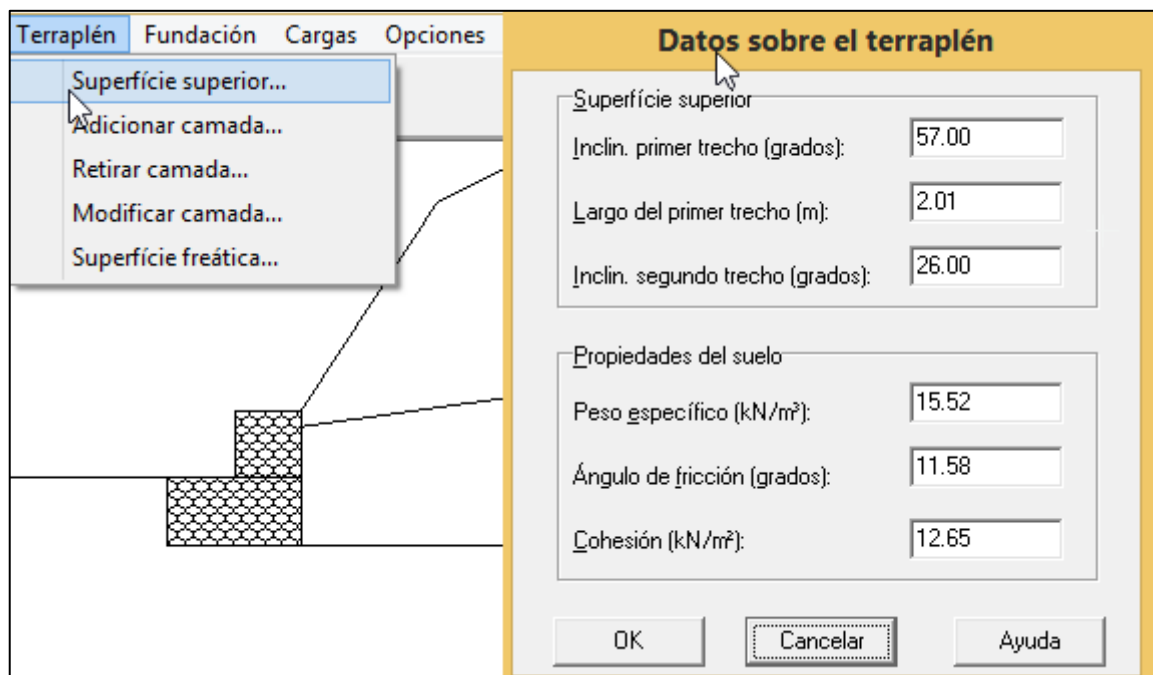
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- En cuanto a la configuración de la topografía y propiedades del suelo se realizó con las secciones obtenidas mediante el levantamiento topográfico y los datos obtenidos con los ensayos de laboratorio.

Para lo cual, en el software clic en el menú “Terraplén”, luego en el menú desplegable clic en la opción “Superficie superior” para la configuración del perfil estratigráfico. Para el caso de dos suelos en la estratigrafía se adicionó la camada del terraplén haciendo clic en el menú “Terraplén”, luego en el menú desplegable clic en la opción “Adicionar camada” para luego realizar la configuración de acuerdo la topografía y el estudio de suelos.

Figura 44

Configuración del terraplén

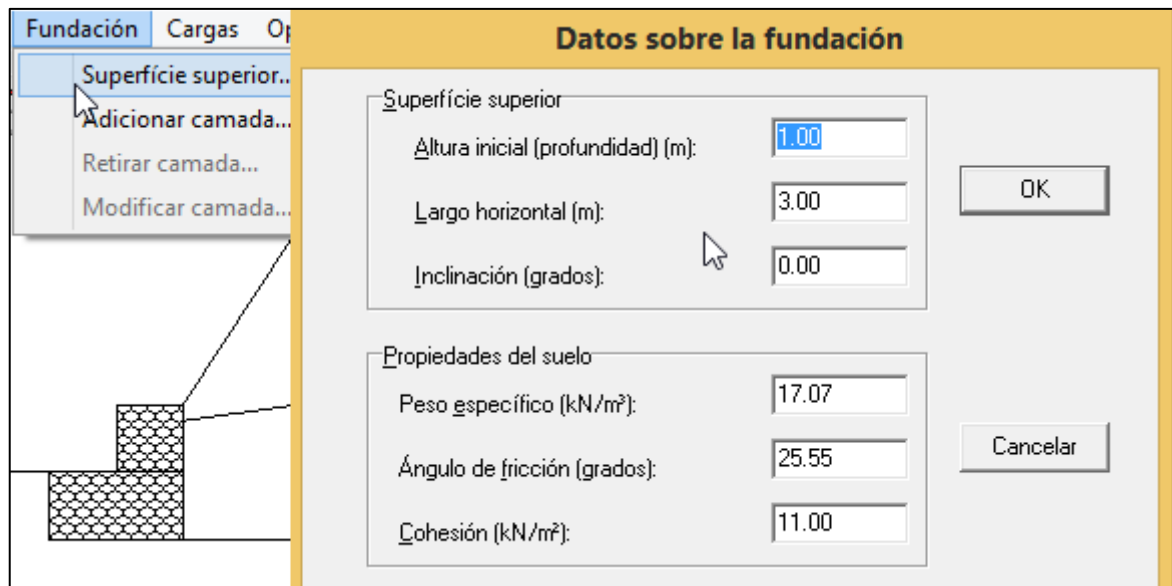


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Luego se configura el estrato de suelo del terraplén del muro de gavión para lo cual clic en el menú “Fundación”, luego en el menú desplegable seleccionar la opción “Superficie superior”. En el cuadro de diálogo “Datos sobre la fundación” configuramos las propiedades de dimensión y las propiedades geotécnicas.

Figura 45

Configuración de suelo de fundación

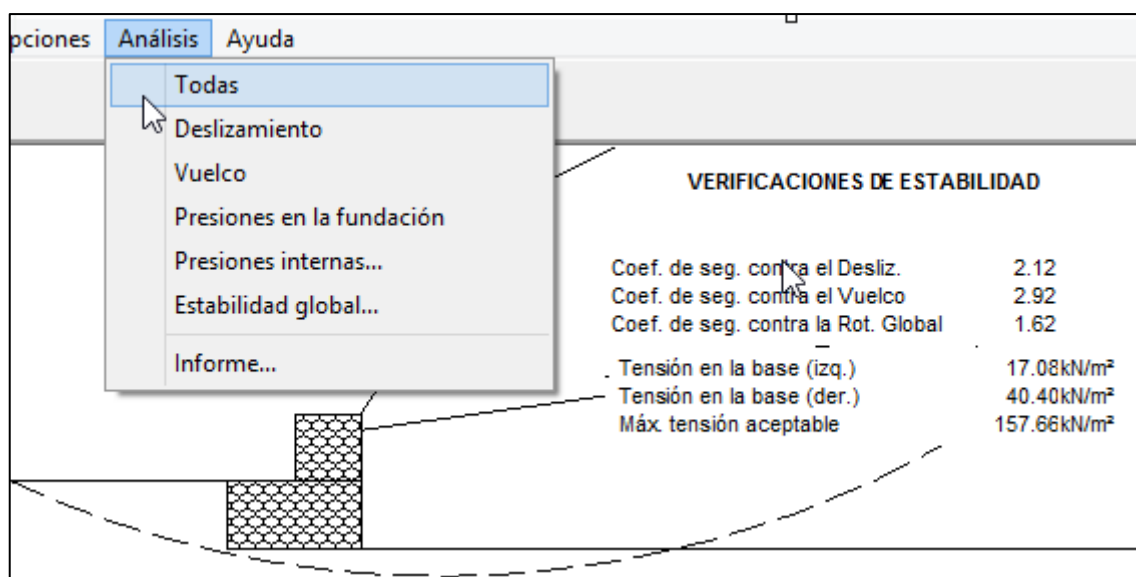


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Para el análisis en el software clic en el menú “Análisis”, luego en el menú desplegable “Deslizamiento”, “Vuelco”, “Presiones en la fundación” si en caso sea necesario, para nuestro caso seleccionamos la opción “Todas”.

Figura 46

Análisis de la sección analizada



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- El software GawacWin® determina las verificaciones de estabilidad interna a nivel de camadas, determina además los factores de seguridad al volteo, deslizamiento y capacidad de carga y por último el factor de seguridad contra la rotura global más crítica.

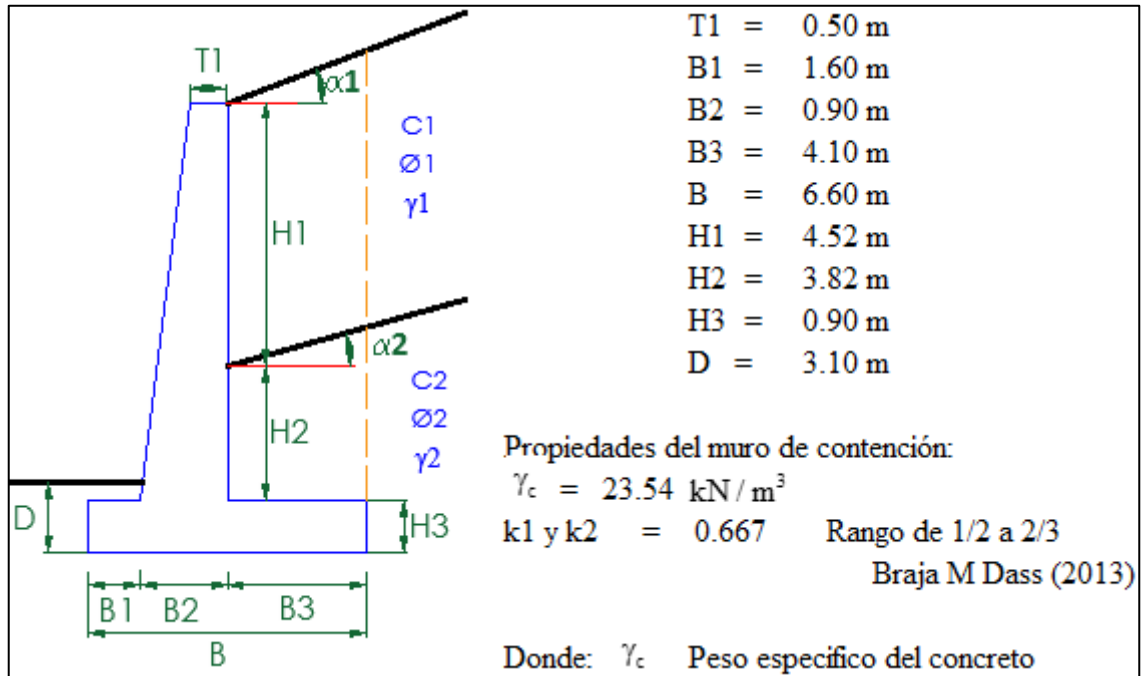
3.5.4.4. Planteamiento de muro pantalla de concreto

Los muros de pantalla de concreto armado se realizó mediante la hoja de cálculo que está en el anexo B, en la que se determinó los factores de seguridad al deslizamiento, volteo y capacidad de carga del muro, así como su diseño estructural, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento (para la sección N° 1):

- En primer lugar se realiza el predimensionamiento en la hoja de calculo.

Figura 47

Predimensionamiento de muro de contención



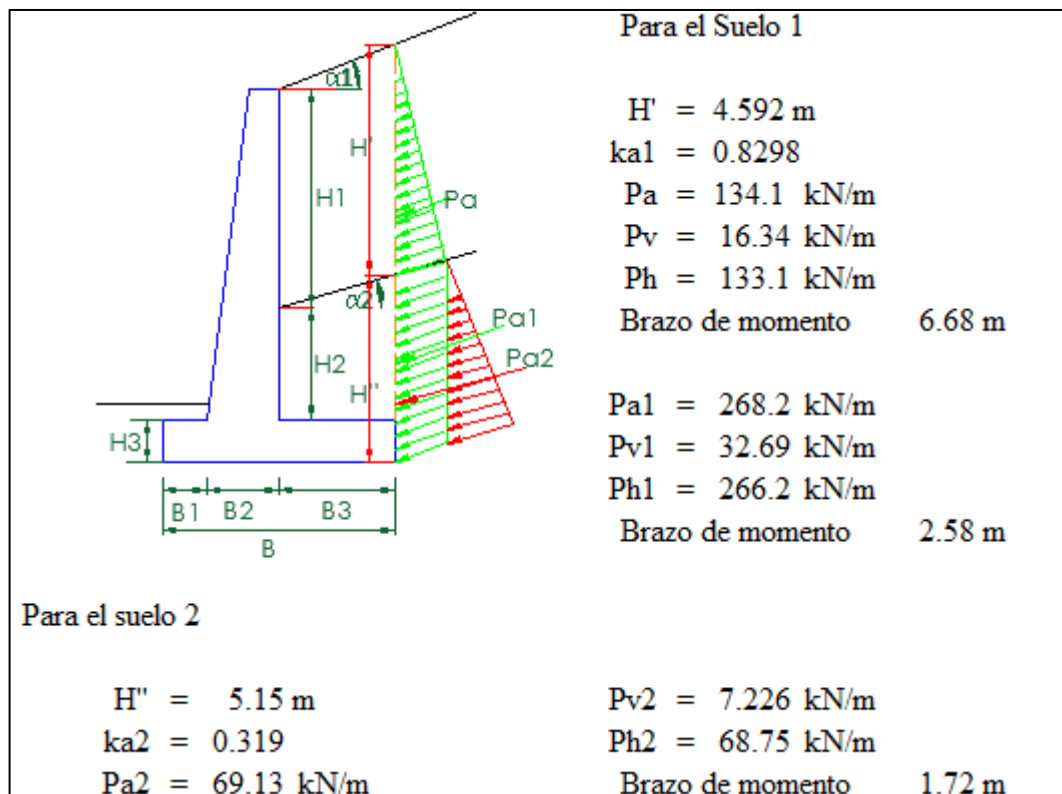
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Luego determinamos la fuerza activa de Rankine por unidad de longitud de muro aplicando las siguientes ecuaciones:

$$P_a = K_a \gamma y \quad K_a = \cos \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}$$

Figura 48

Determinación de las fuerzas activas de Rankine



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

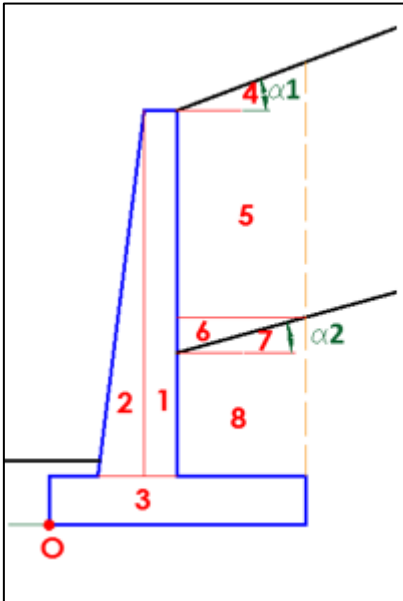
- Luego se determina el factor de seguridad al vuelco aplicando la siguiente ecuación.

$$FS_{\text{vuelco}} = \frac{\sum M_0 \text{ Fuerzas estabilizadoras}}{\sum M_0 \text{ Fuerzas desestabilizadoras}} \geq 2.0$$

De acuerdo a la ecuación planteada se determina el momento total producido por las fuerzas estabilizadoras.

Figura 49

Determinación de momentos estabilizadoras



Seccion	Area (m ²)	Peso (kN/m)	Brazo (m)	Momento
1	4.17	98.17848	2.25	220.9
2	1.668	39.27139	1.867	73.31
3	5.94	139.8514	3.3	461.5
4	1.032	15.8165	5.2	82.77
5	18.14	278.0775	4.6	1265
6	1.767	27.07801	3.9	104.7
7	1.767	28.85541	5.2	151
8	13.9	226.9364	4.6	1033
Pv		16.34442	4.0	65.38
Pv1		32.68884	6.6	215.7
Pv2		7.225672	6.6	47.69
Suma		910.3239		3720.83

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

$$FS_{vuelco} = \frac{3,720.83 \text{ kN} - \text{m/m}}{1,693.141 \text{ kN} - \text{m/m}} \rightarrow FS_{vuelco} = 2.1998 \geq 2.0$$

- Lo siguiente es determinar el factor de seguridad al deslizamiento.

$$FS_{deslizamiento} = \frac{717.3658 \text{ kN/m}}{468.0915 \text{ kN/m}} \rightarrow FS_{deslizamiento} = 1.533 \geq 1.5$$

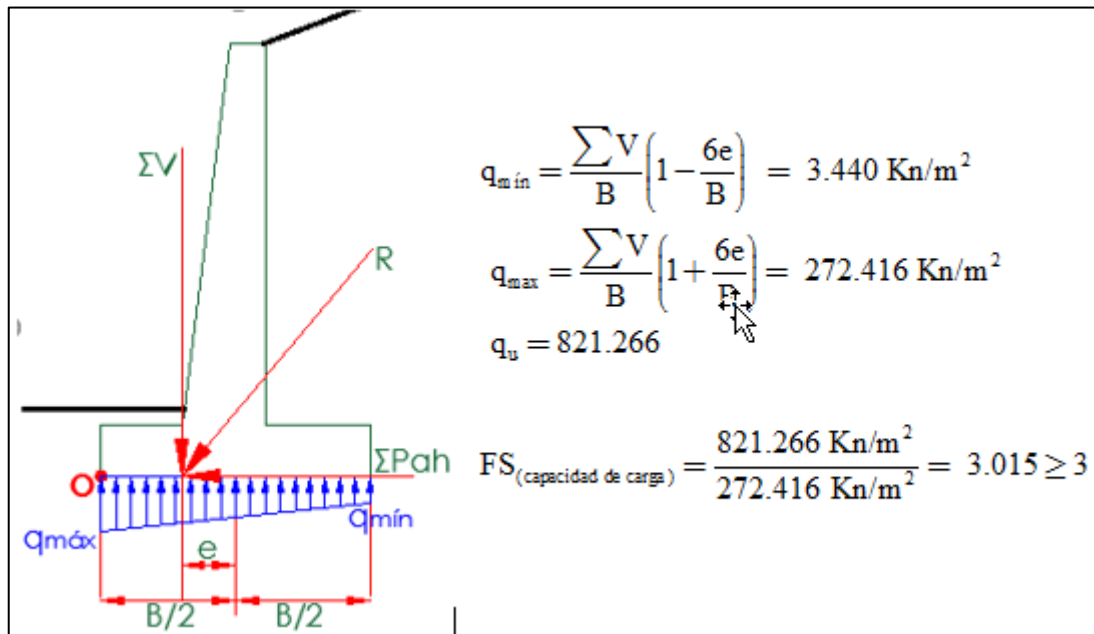
- Lo siguiente es determinar el F.S. por capacidad de carga, para lo cual se determinó las presiones máximas y mínimas en la base de la estructura, además de determinar la capacidad última de carga según (Meyerhof, 1963) utilizando los factores de forma, profundidad, inclinación de carga y los factores de capacidad de carga.

$$q_{min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad \text{en cambio} \quad q_{max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_u = c' N_c F_{sc} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qc} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma c} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Figura 50

Determinación del factor de seguridad a la capacidad portante



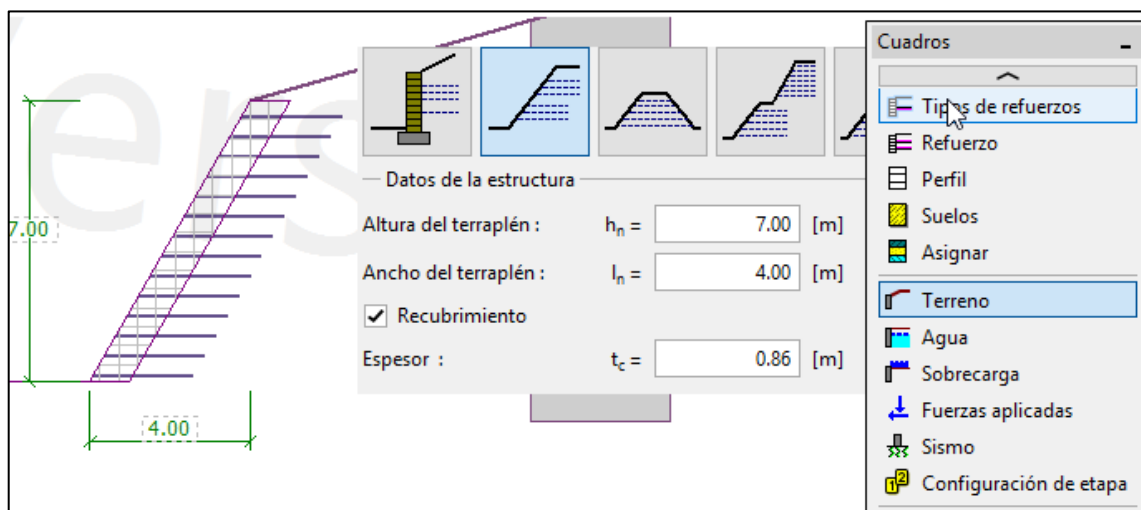
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.5.4.5. Planteamiento del muro de suelo reforzado.

- Primeramente, se realiza la configuración del muro de contención en el software Geo 5 (Versión 2021.60). Aplicado a la sección 01.

Figura 51

Configuración del muro de suelo reforzado



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Configuración de las propiedades del refuerzo para lo cual realizar clic en “Tipos de refuerzo”.

Figura 52

Configuración del refuerzo planteado

Editar tipo de refuerzo 1

Nombre : Ux50

Conjunto de producción : Definido por usuario

— Fuerza tensora —

Caract.de resistencia a corto plazo : $T_{ult} = 60.00$ [kN/m²]

Diseño de resistencia a largo plazo R_t : Ingreso de resistencia

Diseño de resistencia a largo plazo : $R_t = 30.00$ [kN/m]

Cuadros

- Geometría
- Material
- Tipos de refuerzos
- Refuerzo
- Perfil
- Suelos
- Asignar
- Terreno
- Agua

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Luego se configuró la longitud y separación entre refuerzo que se plantea en el muro de suelo reforzado planteado, para ello hacer clic en “Refuerzo”.

Figura 53

Configuración de la geometría del refuerzo

Editar refuerzo 1

Número de refuerzos : 14

Tipo de refuerzo : Ux50 (usuario)

Tipo de instalación : continuo

Altura del primer refuerzo : $y = 0.10$ [m]

Separación entre refuerzos : $h_r = 0.50$ [m]

Geometría de refuerzos : Longitud idéntica de refuerzos

Longitud del refuerzo : $l = 2.50$ [m]

Cuadros

- Geometría
- Material
- Tipos de refuerzos
- Refuerzo
- Perfil
- Suelos
- Asignar
- Terreno
- Agua
- Sobrecarga

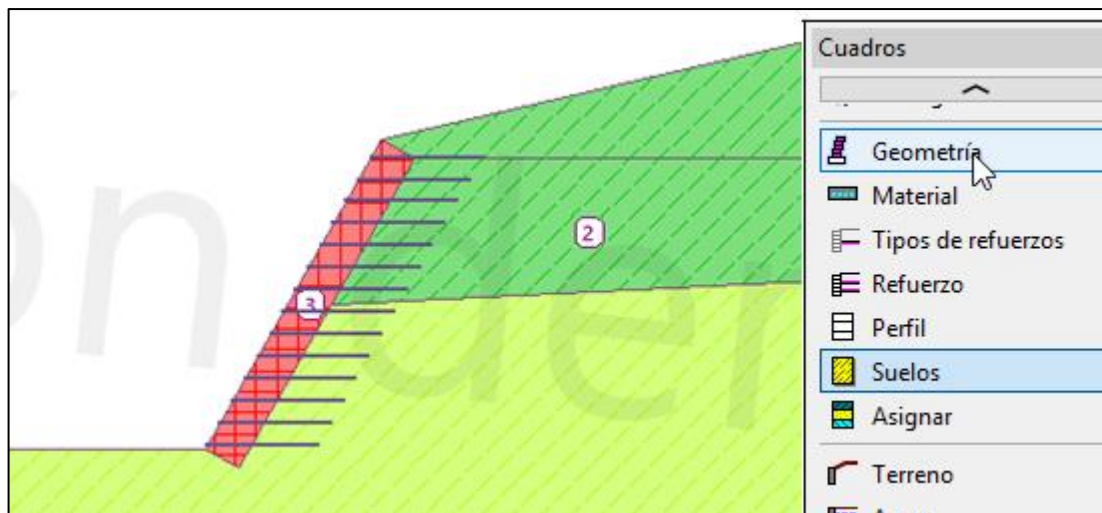
OK + ↑ OK + ↓ OK

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Configuración de la geometría de la sección del talud, propiedades del suelo, se realizó con las secciones obtenidas mediante el levantamiento topográfico y los datos obtenidos con los ensayos de laboratorio, para ello clic en el menú “Suelos”.

Figura 54

Configuración de la estratigrafía de la sección



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Una vez configurado las dimensiones y propiedades del muro de suelo reforzado y del suelo el software mencionado determina las verificaciones de estabilidad interna, los factores de seguridad al volteo, deslizamiento y capacidad de carga y por último el factor de seguridad contra la rotura global más crítica.

Figura 55

Resultados del análisis de muro de suelo reforzado

Verificación del muro completo	Verificación del deslizamiento	Verif. de Equilibrio
Verificación de la estabilidad de vuelco	Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 183.60 \text{ kN/m}$	Verif. de Cap. portante
Momento estabilizador $M_{res} = 860.73 \text{ kNm/m}$	Fuerza horizontal activa $H_{act} = 46.99 \text{ kN/m}$	Desliz. en georefuerzo
Momento de vuelco $M_{ovr} = 163.11 \text{ kNm/m}$	Factor de seguridad = $3.91 > 1.50$	Verificación Est. Interna
Factor de seguridad = $5.28 > 1.50$	Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA	Verificación Est. Global
Muro para vuelco ES SATISFACTORIA	Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA	Estabilidad

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Luego se realizó las verificaciones de estabilidad interna del geo sintético, como las verificaciones al volteo, deslizamiento y capacidad de carga del muro de suelo reforzado y las estabilidades de taludes por los métodos de equilibrio límite se realizó mediante la aplicación del software GEO5.

Figura 56

Resultados obtenidos del análisis de la sección 01

Geomalla uniaxial	: FORTGRID UX 50	Estabilidad Global	
F.S. contra el deslizamiento	: 3.91	F.S. Bishop	: 1.53
F.S. contra el vuelco	: 5.28	F.S. Spencer	: 1.55
F.S. capacidad de carga	: 7.71	F.S. Janbu	: 1.54
Máxima tensión en la base	: 107.51 kPa	F.S. Morg -Price	: 1.54
Máxima tensión aceptable	: 829.05 kPa		

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.6. Variables

3.6.1. Variables dependientes

- Estabilidad de taludes.

3.6.2. Variables independientes

- Características del suelo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

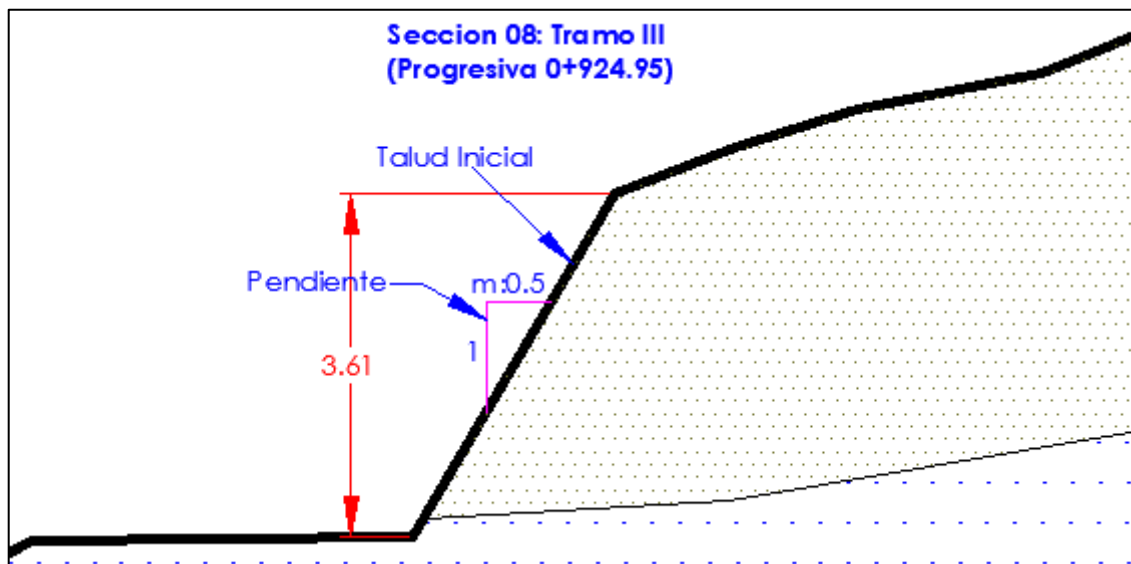
4.1. Resultados

4.1.1. Descripción de secciones analizadas

Para la determinación del factor de seguridad de los taludes en el camino vecinal de Lechemayo es importante conocer las características topográficas, para lo cual luego del levantamiento topográfico se tiene diez secciones transversales las que se detalla:

Figura 57

Características topográficas de la sección 8



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Realizada el levantamiento topográfico y procesamiento en gabinete para las 10 secciones. A continuación, se muestra el resumen de la altura y pendiente del talud.

Tabla 7

Secciones transversales analizadas

Tramo	Progresiva (Km)	Sección	Altura	Pendiente (H: V)
Tramo I	0+286.10	sección 01	7.39 m	0.80: 1
	0+318.25	sección 02	7.97 m	0.60: 1

...Continuación.

Tramo II	0+438.60	sección 03	4.18 m	0.60: 1
	0+468.33	sección 04	3.37 m	0.80: 1
Tramo III	0+828.51	sección 05	2.32 m	0.50:1
	0+880.98	sección 06	2.48 m	0.75: 1
	0+904.55	sección 07	1.40 m	0.75: 1
	0+924.95	sección 08	3.61 m	0.50: 1
Tramo IV	1+187.86	sección 09	4.80 m	1: 1
	1+229.85	sección 10	4.18 m	0.60: 1

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2. Características de las calicatas (estudio de mecánica de suelos)

En los cuatro tramos que se identificó para realizar el análisis de estabilidad de taludes, se ejecutaron dos calicatas en cada tramo, uno al pie del talud y otro en la parte superior, luego de los resultados de laboratorio y el trabajo de gabinete se han obtenido los siguientes valores:

4.1.2.1. En el tramo I

Las calicatas se excavaron a una profundidad de 1.5m, no se evidencia la presencia de nivel freático; la calicata 06 corresponde a la parte inferior y la calicata 07 corresponde a la parte superior.

Tabla 8

Características de las calicatas del tramo I

Calicata	Progresiva (Km)	Característica	Valor
06	0+325.00	Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad arenoso (MH)
		Peso específico	16.332 kN/m ³
		Cohesión	7.663 kN/m ²
		Ángulo de fricción	31.465 ⁰
07	0+302.35	Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad con arena (MH)
		Peso específico	15.326 kN/m ³

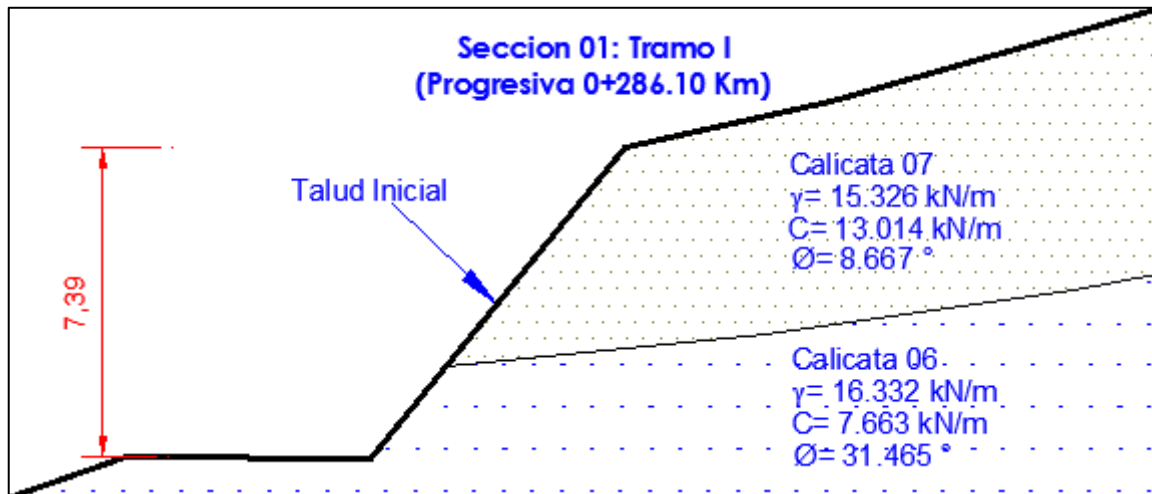
...Continuación.

		Cohesión	13.014 kN/m ²
07	0+302.35	Ángulo de fricción	8.667 ⁰

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 58

Características geotécnicas del tramo I



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2.2. En el tramo II

Las calicatas se excavaron a una profundidad de 1.5m, no se evidencia la presencia de nivel freático; la calicata 05 corresponde a la parte inferior y la calicata 08 corresponde a la parte superior.

Tabla 9

Características de las calicatas del tramo II

Calicata	Progresiva (Km)	Característica	Valor
05	0+445.30	Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo con arena (GM)
		Peso específico	17.068 kN/m ³
		Cohesión	10.998 kN/m ²
08	0+440.05	Ángulo de fricción	25.550 ⁰
		Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad (MH)
		Peso específico	15.520 kN/m ³

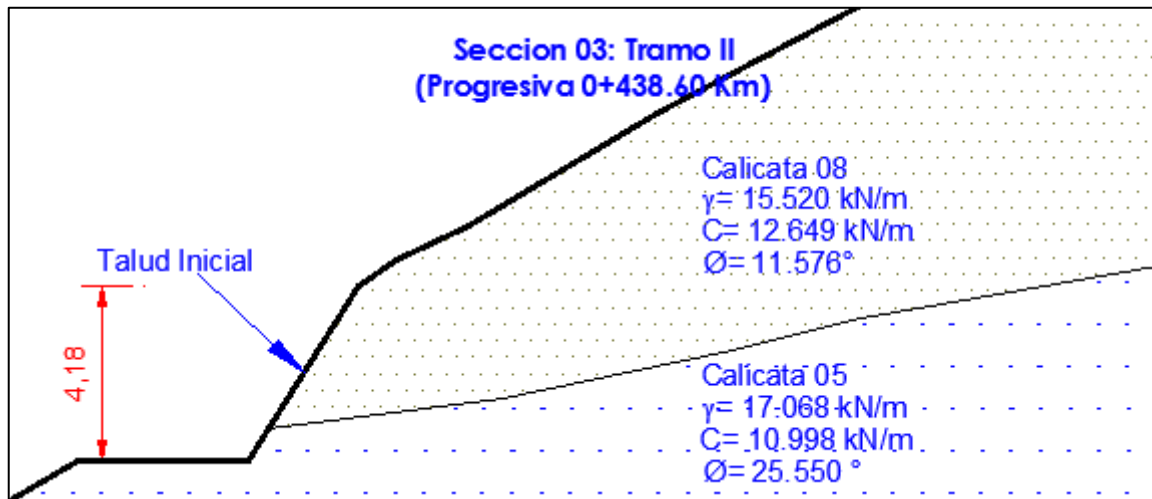
...Continuación.

		Cohesión	12.649 kN/m ²
08	0+440.05	Ángulo de fricción	11.576°

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 59

Características geotécnicas del tramo II



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2.3. En el tramo III

Las calicatas se excavaron a una profundidad de 1.5m, no se evidencia la presencia de nivel freático; la calicata 03 corresponde a la parte superior y la calicata 04 corresponde a la parte inferior.

Tabla 10

Características de las calicatas del tramo III

Calicata	Progresiva (Km)	Característica	Valor
		Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad arenoso (MH)
03	0+878.95	Peso específico	16.100 kN/m ³
		Cohesión	11.103 kN/m ²
		Ángulo de fricción	18.390°
04	0+887.05	Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)

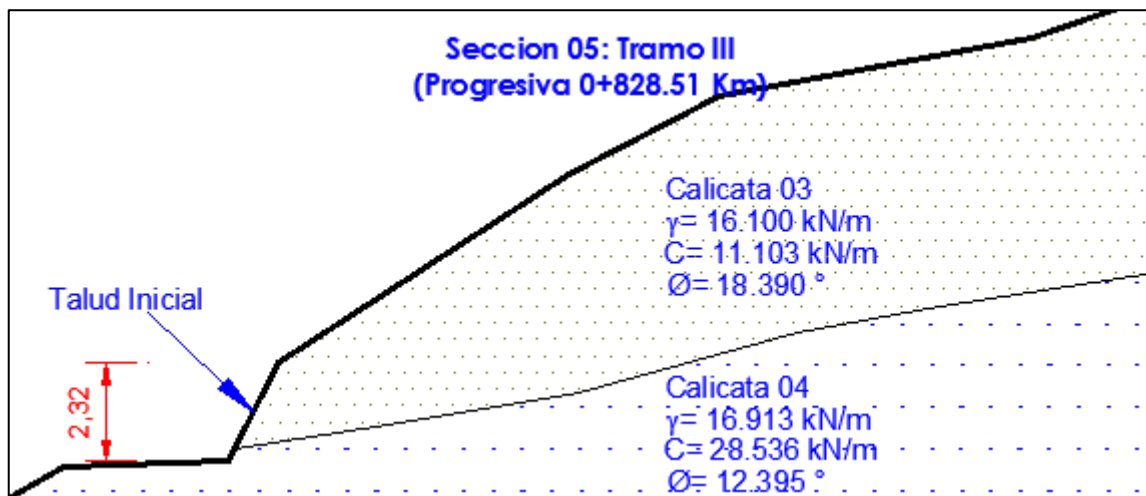
...Continuación.

		Clasificación SUCS	Limo baja plasticidad arenoso (ML)
04	0+887.05	Peso específico	16.913 kN/m ³
		Cohesión	28.536 kN/m ²
		Ángulo de fricción	12.395 ⁰

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 60

Características geotécnicas del tramo III



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2.4. En el tramo IV

Las calicatas se excavaron a una profundidad de 1.5m, no se evidencia la presencia de nivel freático; la calicata 01 corresponde a la parte superior y la calicata 02 corresponde a la parte inferior.

Tabla 11

Características de las calicatas del tramo IV

Calicata	Progresiva (Km)	Característica	Valor
		Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad con arena (MH)
01	1+228.85	Peso específico	15.558 kN/m ³
		Cohesión	8.830 kN/m ²
		Ángulo de fricción	20.728 ⁰

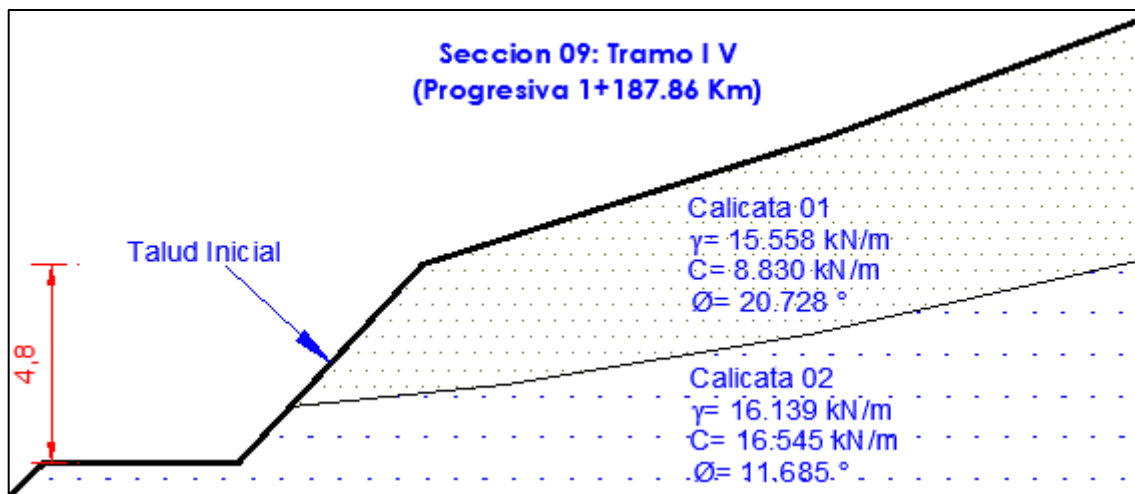
...Continuación.

		Clasificación AASTHO	Suelo arcilloso (A-7-5)
		Clasificación SUCS	Limo alta plasticidad arenoso (MH)
02	1+206.70	Peso específico	16.139 kN/m ³
		Cohesión	16.545 kN/m ²
		Ángulo de fricción	11.685°

Nota. En la tabla se muestra las características de suelo obtenidas en el laboratorio a partir de las muestras correspondientes, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 61

Características geotécnicas del tramo IV



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

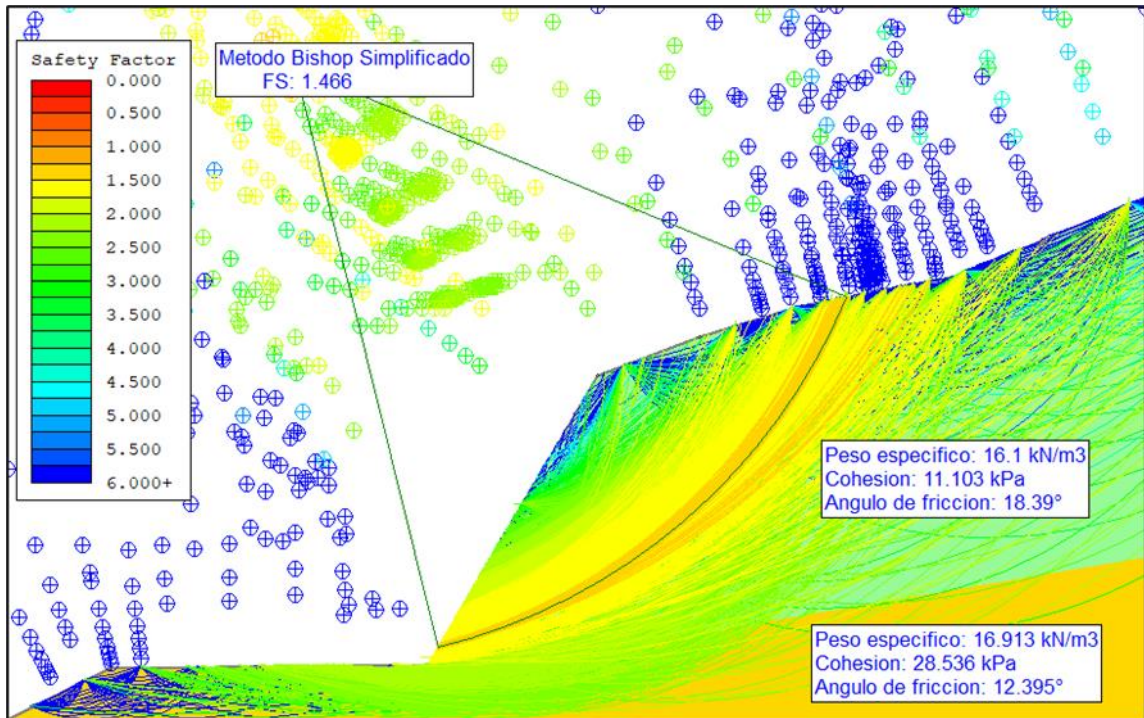
4.1.3. Cálculo del factor de seguridad

Para el cumplimiento del primer objetivo, se determinó los factores de seguridad que presentan los taludes analizados en el camino vecinal-San Gabán, dichos factores serán calculados haciendo uso de software Slide v. 6.0, utilizando los métodos de equilibrio límite.

Para ello los valores de factores de seguridad determinados con el software Slide 6.0, para la sección 8 que corresponde al tramo III (Progresiva 0+924.95) se muestra a continuación.

Figura 62

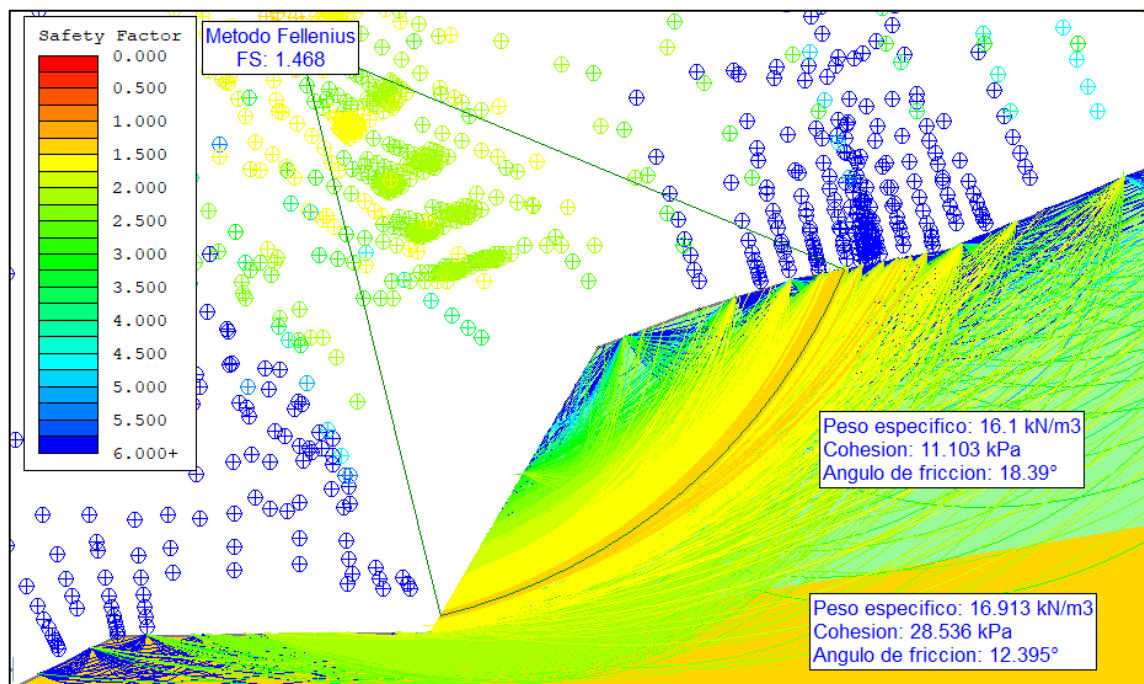
Factor de seguridad mediante el método Bishop Simplificado



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 63

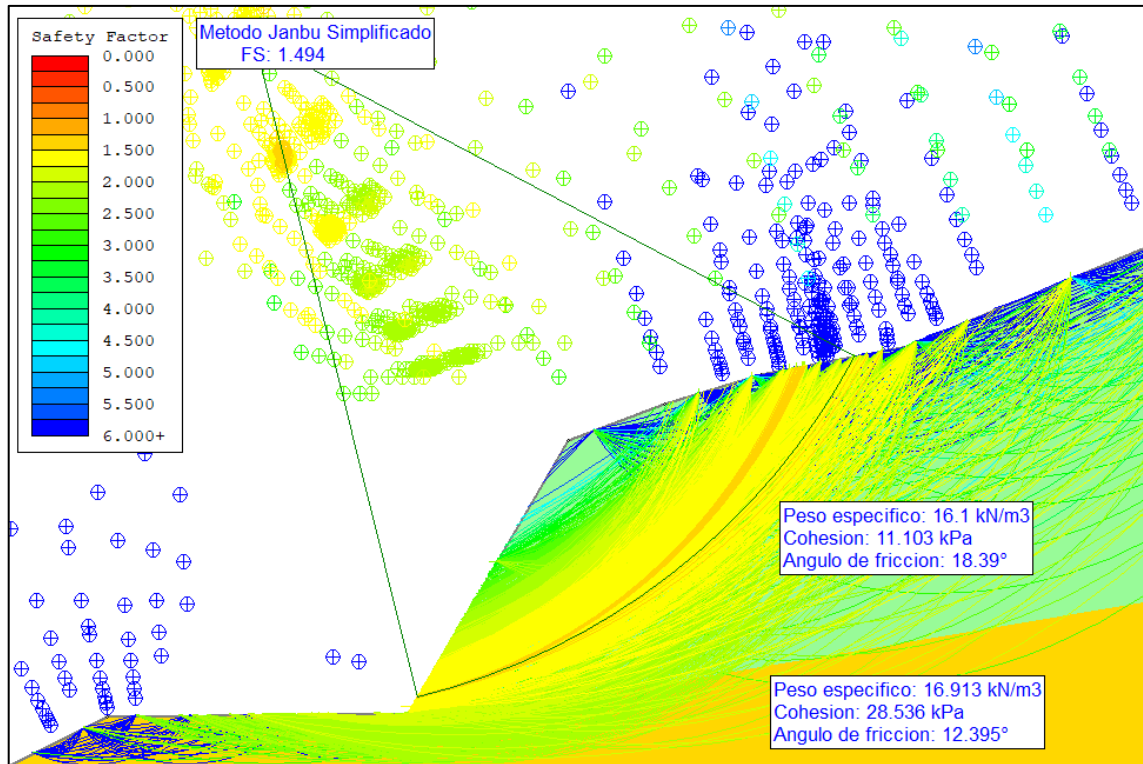
Factor de seguridad mediante el método de Fellenius



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 64

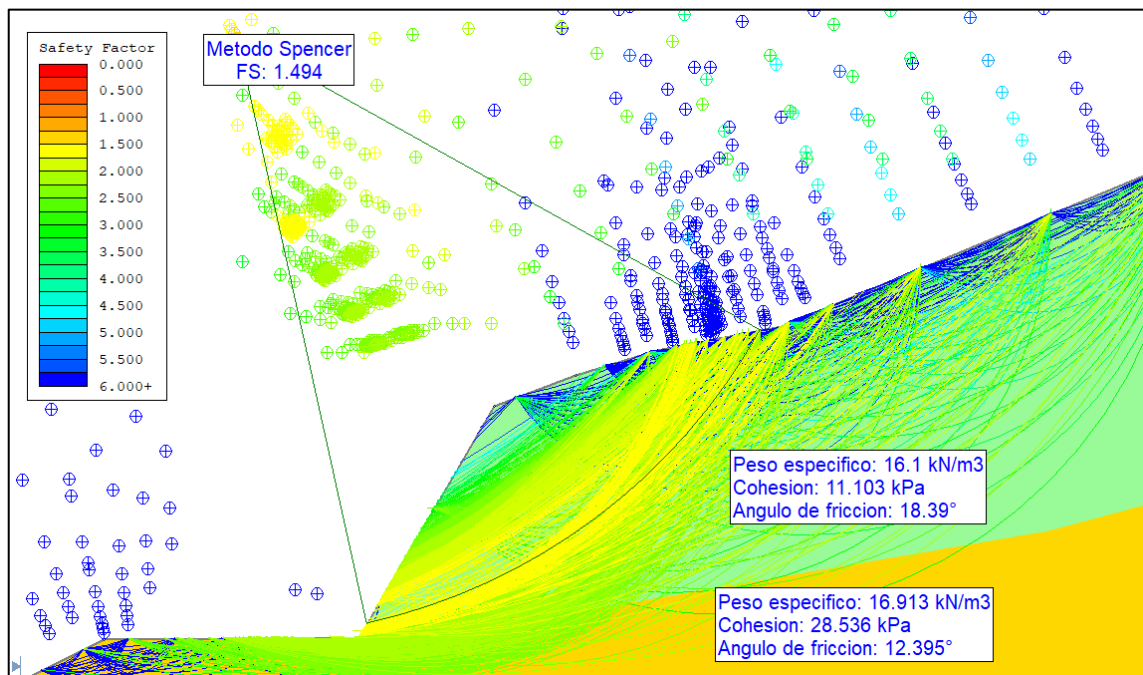
Factor de seguridad mediante el método Janbu Simplificado



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 65

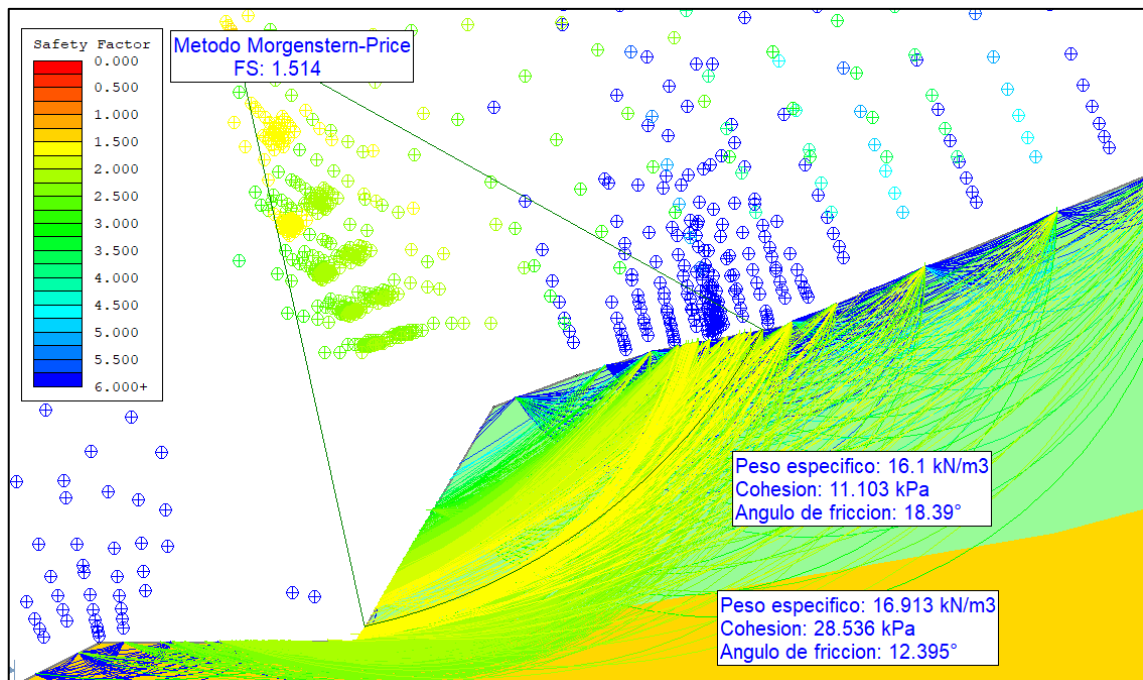
Factor de seguridad mediante el método de Spencer



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 66

Factor de seguridad mediante el método de Morgenstern Price



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

A continuación, se realiza el resumen de los factores de seguridad correspondiente a la sección 8 que corresponde al tramo III (Progresiva 0+924.95)

Tabla 12

Factores de seguridad de la sección 8

Sección	Progresiva (Km)	Método	F.S.
08	0+924.95	Fellenius	1.468
		Bishop simplificado	1.466
		Janbu simplificado	1.494
		Spencer	1.494
		Morgenstern-Price	1.514

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la misma forma se realiza el cálculo para las 10 secciones de análisis (anexo A). El resumen de los valores de factores de seguridad, son las que se muestra a continuación.

Tabla 13*Factores de seguridad de las secciones del tramo I*

Sección	Progresiva (Km)	Método	F.S.
01	0+286.10	Fellenius	1.136
		Bishop simplificado	1.109
		Janbu simplificado	1.102
		Spencer	1.116
		Morgenstern-Price	1.119
02	0+318.25	Fellenius	1.002
		Bishop simplificado	0.973
		Janbu simplificado	0.977
		Spencer	0.987
		Morgenstern-Price	0.982

Nota. En la tabla se muestra los valores de factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite, elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 14*Factores de seguridad de las secciones del tramo II*

Sección	Progresiva (Km)	Método	F.S.
03	0+438.60	Fellenius	0.996
		Bishop simplificado	1.013
		Janbu simplificado	0.988
		Spencer	1.016
		Morgenstern-Price	1.015
04	0+468.33	Fellenius	1.675
		Bishop simplificado	1.671
		Janbu simplificado	1.670
		Spencer	1.675
		Morgenstern-Price	1.672

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 15*Factores de seguridad de las secciones del tramo III*

Sección	Progresiva (Km)	Método	F.S.
05	0+828.51	Fellenius	1.274
		Bishop simplificado	1.287
		Janbu simplificado	1.267



...Continuación.

05	0+828.51	Spencer	1.284
		Morgenstern-Price	1.285
06	0+880.98	Fellenius	2.055
		Bishop simplificado	2.077
		Janbu simplificado	2.047
		Spencer	2.078
		Morgenstern-Price	2.080
07	0+904.55	Fellenius	2.309
		Bishop simplificado	2.339
		Janbu simplificado	2.287
		Spencer	2.337
		Morgenstern-Price	2.338
08	0+924.95	Fellenius	1.468
		Bishop simplificado	1.466
		Janbu simplificado	1.494
		Spencer	1.494
		Morgenstern-Price	1.514

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 16

Factores de seguridad de las secciones del tramo IV

Sección	Progresiva (Km)	Método	F.S.
09	1+187.86	Fellenius	1.370
		Bishop simplificado	1.425
		Janbu simplificado	1.343
		Spencer	1.412
		Morgenstern-Price	1.411
10	1+229.85	Fellenius	1.446
		Bishop simplificado	1.483
		Janbu simplificado	1.449
		Spencer	1.462
		Morgenstern-Price	1.470

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.4. Análisis de estabilidad

A continuación, se muestra el análisis de factor de seguridad según la norma CE 0.20 del reglamento nacional de construcciones del Perú, aplicada a obras viales, donde el valor mínimo requerido para su estabilidad es de 1.5.

Tabla 17

Secciones estables

Sección	Tramo	Progresiva (Km)	F.S. promedio	Análisis
4	Tramo II	0+468.33	1.673	Estable
6	Tramo III	0+880.98	2.067	Estable
7	Tramo III	0+904.55	2.322	Estable

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 18

Secciones Inestables

Sección	Tramo	Progresiva (Km)	F.S. promedio	Análisis
1	Tramo I	0+286.10	1.116	Inestable
2	Tramo I	0+318.25	0.984	Inestable
3	Tramo II	0+438.60	1.006	Inestable
5	Tramo III	0+828.51	1.279	Inestable
8	Tramo III	0+924.95	1.487	Inestable
9	Tramo IV	1+187.86	1.392	Inestable
10	Tramo IV	1+229.85	1.462	Inestable

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.5. Planteamiento de alternativas de solución

Para el cumplimiento del segundo objetivo, se plantea las soluciones de modificación de pendiente, muros de gaviones, muros de contención y muros de suelo reforzado.

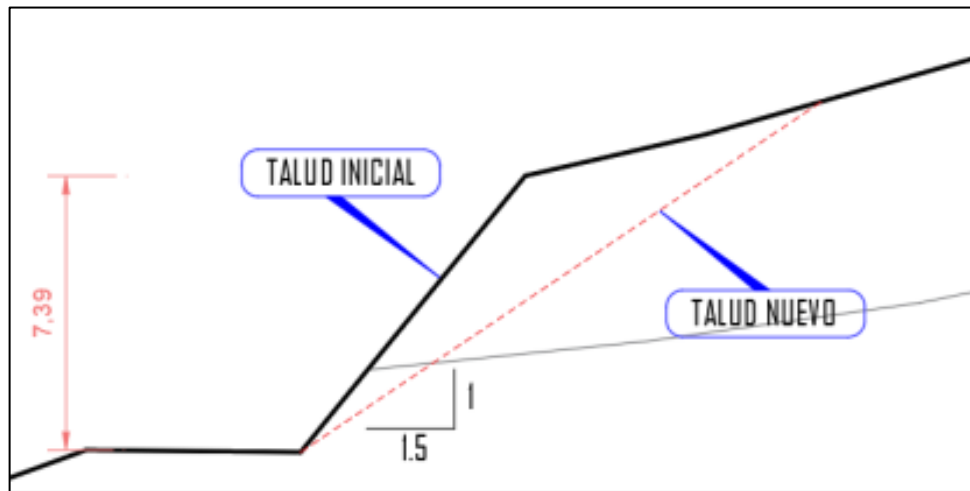
4.1.5.1. En el tramo I

4.1.5.1.1. Propuestas de estabilización para la sección 1

- a. En aplicación a la metodología de modificación de pendiente se tiene el siguiente planteamiento.

Figura 67

Propuesta geométrica de estabilización



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Para el cálculo del factor de seguridad de la modificación de pendiente de 0.80:1 a 1.5:1, se realizó mediante el Software Slide v. 6.0, donde se obtuvo los datos que se muestra a continuación:

Tabla 19

Factor de seguridad de la sección 01 – modificación de pendiente

Sección	Método de determinación del factor de seguridad				
	Fellenius	Bishop simplificado	Janbu simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
1	0.953	0.977	0.940	0.977	0.976

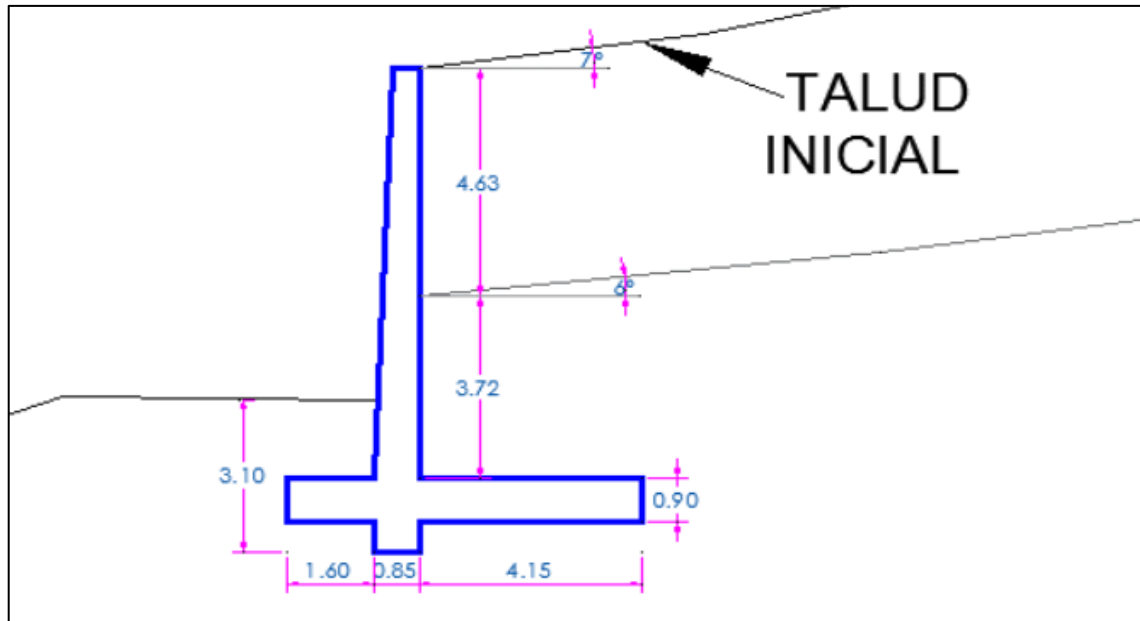
Nota. En la tabla se muestra los factores de seguridad por los métodos de equilibrio límite de la sección 01, elaborado por el equipo de trabajo.

Al determinar el factor de seguridad por los métodos de equilibrio límite para este sistema de estabilización no logra satisfacer el valor mínimo requerido de 1.5.

- b. En aplicación de la metodología de estabilización empleando muros de contención se tiene el siguiente planteamiento.

Figura 68

Factor de estabilización con muro de contención



Nota. En la figura se muestra la propuesta de estabilización mediante la construcción de muros de contención de concreto armado, elaborado por el equipo de trabajo.

El cálculo de los factores de seguridad del muro de contención se hizo mediante la hoja de cálculo Excel (anexo B-1), donde se realizó las verificaciones de estabilidad al deslizamiento, volteo y capacidad de carga. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 20

Factor de seguridad de la sección 01 – Muro de C⁰ A⁰

Sección	Factor de seguridad		
	Deslizamiento	Volteo	Capacidad de carga
1	1.533	2.198	3.00

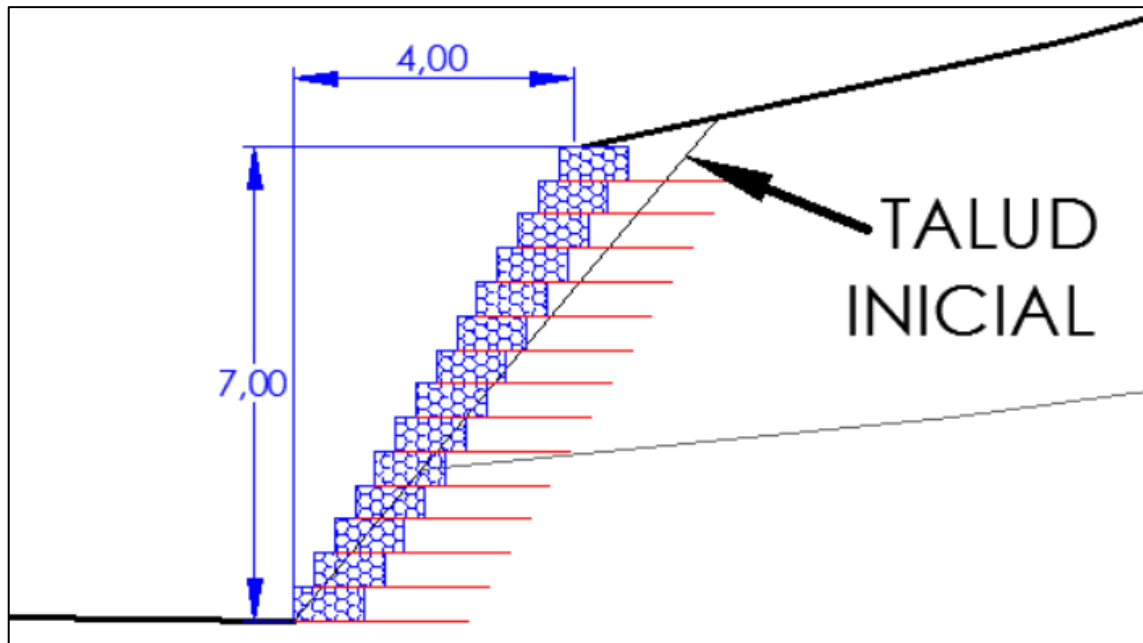
Nota. En la tabla se muestra los factores de seguridad determinados para la propuesta de muro de contención en la sección 01, elaborado por el equipo de trabajo.

Los factores de seguridad determinados para esta propuesta cumplen son los valores mínimos exigidos según la norma CE. 020.

- c. En aplicación de la metodología de estabilización empleando muros de suelo reforzado se tiene el siguiente planteamiento.

Figura 69

Propuesta de estabilización con muros de suelo reforzado



Nota. En la figura se muestra la propuesta de estabilización mediante la construcción de muros de suelo reforzado, elaborado por el equipo de trabajo.

Para la determinación de los factores de seguridad del planteamiento de muro de suelo reforzado utilizando geomallas uniaxiales se realizó mediante el software Geo5, donde se tiene los siguientes resultados:

Tabla 21

Factor de seguridad de la sección 01 - propuesta muro de suelo reforzado

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 01	Verificación de la estabilidad interna	Geomalla	Fortgrid Ux 50
		F.S. al deslizamiento de la geomalla	1.58
		F.S. de resistencia a la tracción	11.09
	Verificación de la estabilidad del muro	F.S al deslizamiento	1.72
		F.S. al volteo	2.67
		F.S. a la capacidad de carga	8.14

...Continuación.

		F.S. Bishop simplificado	1.58
Sección 01	Verificación de la estabilidad de taludes	F.S. Spencer	1.65
		F.S. Janbu simplificado	1.64
		F.S. Morgenstern-Price	1.64

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los factores de seguridad calculados para la propuesta cumplen con los valores mínimos requeridos según la norma CE.020.

4.1.5.1.2. Propuesta de estabilización para la sección 2

Aplicando el mismo planteamiento de la metodología de la sección 1, modificación de geometría, muro de contención de concreto armado y los muros de suelo reforzado (anexo B-1) se tiene el siguiente resumen:

Tabla 22

Factor de seguridad de la sección 02 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 02- Modificación de pendiente 0.6:1 a 1.5:1	Verificación de la estabilidad de taludes	F.S. Fellenius	0.975
		F.S. Bishop simplificado	1.059
		F.S. Janbu Simplificado	0.955
		F.S. Spencer	1.045
		F.S. Morgenstern-Price	1.046
Sección 02- Muro de suelo reforzado	Verificación de la estabilidad interna	Geomalla	Fortgrid Ux 50
		F.S. al deslizamiento	2.09
		F.S. de resistencia a la tracción	9.43
	Verificación de la estabilidad del muro	F.S. al deslizamiento	1.63
		F.S. al volteo	2.35
		F.S. a la capacidad de carga	8.12
	Verificación de la estabilidad de taludes	F.S. Bishop simplificado	1.51
		F.S. Spencer	1.55
		F.S. Janbu simplificado	1.54
		F.S. Morgenstern-Price	1.54



...Continuación.

Sección 02- Muro de C ⁰ A ⁰	Verificación de la estabilidad del muro	F.S al deslizamiento	1.53
		F.S. al volteo	2.21
		F.S. a la capacidad de carga	3.02

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 01 y 02 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud, se podrá realizar mediante la construcción de muros de contención de concreto armado o muro de suelo reforzado (progresiva 0+272 – 0+326 Km). Para seleccionar la alternativa de estabilización más eficiente y económica, se realiza el cálculo del presupuesto.

Figura 70

Costo directo del muro de contención de C⁰ A⁰

Presupuesto				
0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO				
001 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)				
				Costo al
				13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN				
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				658.84
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	362.00	0.91	329.42
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	362.00	0.91	329.42
MOVIMIENTO DE TIERRAS				196,216.41
CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	3,232.61	9.85	31,841.21
RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	3,068.09	7.35	22,550.46
NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	362.00	2.28	825.36
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	4,364.03	29.57	129,044.37
SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DRENANTE	m3	224.49	42.80	9,608.17
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE	m	54.00	43.46	2,346.84
CONCRETO SIMPLE				11,189.42
SOLADO e=4"	m2	362.00	30.91	11,189.42
CONCRETO ARMADO				754,870.47
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	910.72	35.57	32,394.31
ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	94,537.30	5.08	480,249.48
CONCRETO f _c =210 kg/cm2	m3	666.19	363.60	242,226.68
COSTO DIRECTO				966,330.14

Nota: Corresponde a la progresiva 0+272 – 0+326, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 71

Costo directo del muro de suelo reforzado

002 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE SUELO REFORZADO (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)
Costo al 13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

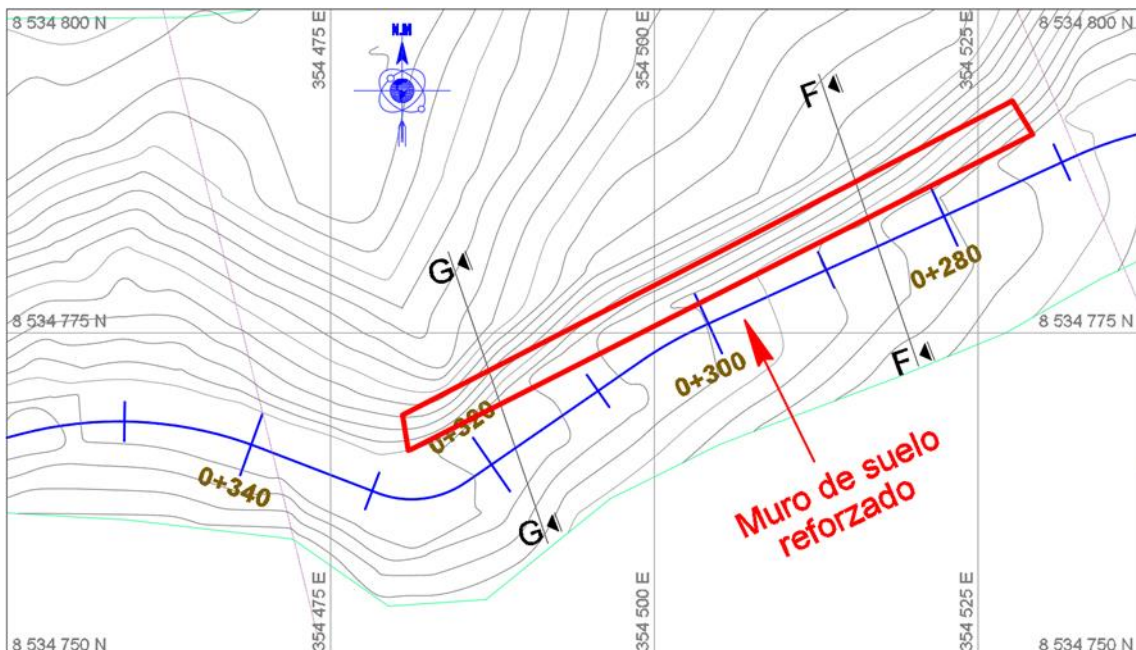
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				3,146.67
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	216.12	0.91	196.67
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	3,241.76	0.91	2,950.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS				101,581.49
CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	1,407.46	9.85	13,863.48
RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	1,238.78	70.81	87,718.01
MURO DE SUELO REFORZADO				282,487.05
SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 50	m2	6,480.00	17.80	115,344.00
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.5 m	m3	562.50	288.16	162,090.00
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 0.5 m	m3	45.00	112.29	5,053.05
COSTO DIRECTO				390,610.21

Nota: Corresponde a la progresiva 0+272 – 0+326, elaborado por el equipo de trabajo.

Comparando el costo directo de las 2 alternativas (figura 70 y 71), la alternativa de estabilización más eficiente y económica para la progresiva 0+272 – 0+326 Km, es el muro de suelo reforzado con costo directo de S/ 390,610.21.

Figura 72

Muro de suelo reforzado (progresiva 0+272 – 0+326 Km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

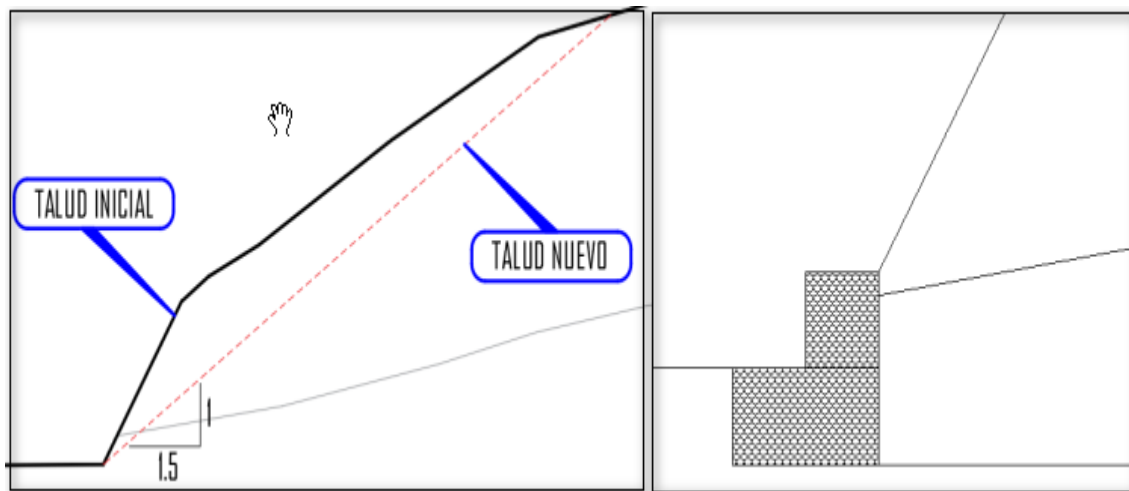
4.1.5.2. En el tramo II

4.1.5.2.1. Propuesta de estabilización para la sección 3

Aplicando la metodología de modificación de geometría, muro de gaviones (anexo B-2), se tiene el siguiente planteamiento:

Figura 73

Propuesta de estabilización para la sección 3



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 23

Factor de seguridad de la sección 03 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 03- Modificación de pendiente 0.6:1 a 1.5:1	Verificación de la estabilidad de taludes (F. S. ≥ 1.5)	F.S. Fellenius	1.043
		F.S. Bishop simplificado	1.072
		F.S. Janbu Simplificado	1.026
		F.S. Spencer	1.072
		F.S. Morgenstern-Price	1.070
Sección 03- Muro de gaviones	Verificación de la estabilidad	F.S. al deslizamiento (F.S. ≥ 1.5)	2.12
		F.S. al volteo (F.S. ≥ 2)	2.92
		F.S. capacidad de carga (F.S. ≥ 3)	3.90
		F.S. global (F.S. ≥ 1.5)	1.62

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 03 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud es mediante la construcción de muros de gaviones (progresiva 0+414 – 0+458 Km) que tendrá un costo de directo de S/ 40,902.69.

Figura 74

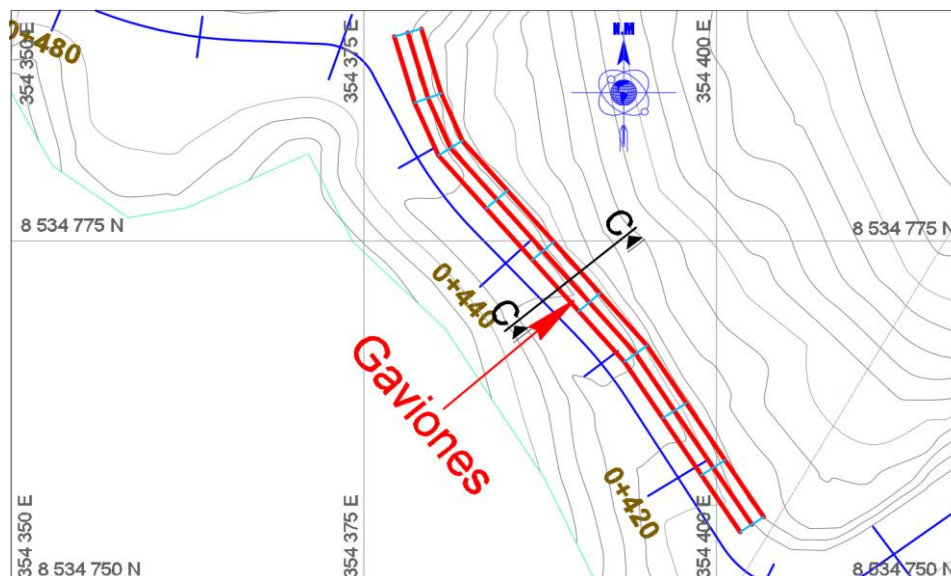
Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+414 – 0+458 Km)

003 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+414.00 - 0+458.00 Km)				
				Costo al 13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN				
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				160.16
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	88.00	0.91	80.08
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	88.00	0.91	80.08
MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,951.29
EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	101.64	17.17	1,745.16
NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	88.00	2.28	200.64
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	101.64	29.57	3,005.49
MURO DE GAVIONES				32,396.24
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	80.00	250.66	20,052.80
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	8.00	264.16	2,113.28
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	40.00	232.64	9,305.60
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	4.00	231.14	924.56
COSTO DIRECTO				40,902.69

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 75

Muro de gaviones (progresiva 0+414 – 0+458 Km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

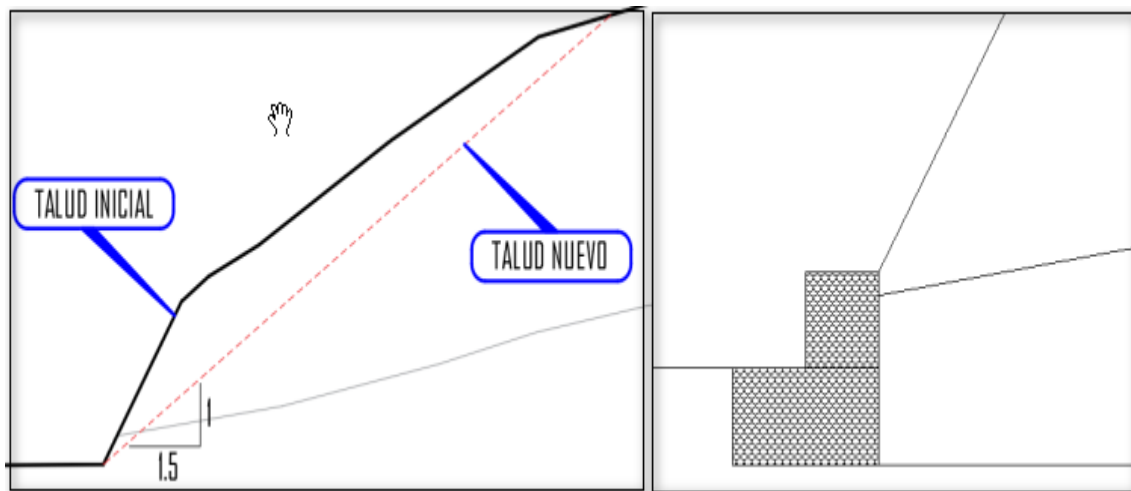
4.1.5.3. En el tramo III

4.1.5.3.1. Propuesta de estabilización para la sección 5

Aplicando la metodología de modificación de geometría, muro de gaviones (anexo B-3), se tiene el siguiente planteamiento:

Figura 76

Propuesta de estabilización para la sección 5



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 24

Factor de seguridad de la sección 05 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 05- Modificación de pendiente	Verificación de la estabilidad de taludes (F.S. ≥ 1.5)	F.S. Fellenius	1.302
		F.S. Bishop simplificado	1.342
		F.S. Janbu Simplificado	1.285
		F.S. Spencer	1.339
		F.S. Morgenstern-Price	1.339
Sección 05- Muro de gaviones	Verificación de la estabilidad	F.S. al deslizamiento (F.S. ≥ 1.5)	2.30
		F.S. al volteo (F.S. ≥ 2)	2.71
		F.S. capacidad de carga (F.S. ≥ 3)	3.45
		F.S. global (F.S. ≥ 1.5)	1.82

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 05 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud es mediante la construcción de muros de gaviones (progresiva 0+813 – 0+846 Km) que tendrá un costo de directo de S/ 26,159.07.

Figura 77

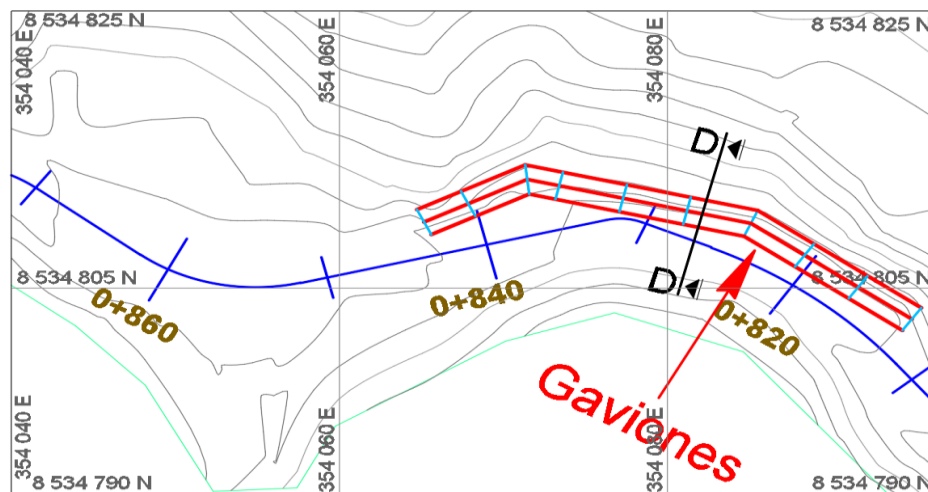
Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+813 – 0+846 Km)

004 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km)				
				Costo al 13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN				
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				120.12
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	66.00	0.91	60.06
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	66.00	0.91	60.06
MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,016.81
EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	39.93	17.17	685.60
NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	66.00	2.28	150.48
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	39.93	29.57	1,180.73
MURO DE GAVIONES				20,627.14
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	28.00	373.41	10,455.48
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	3.00	411.91	1,235.73
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	2.00	384.41	768.82
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	28.00	231.14	6,471.92
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	3.00	308.79	926.37
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	2.00	384.41	768.82
COSTO DIRECTO				26,159.07

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 78

Muro de gaviones (progresiva 0+813 – 0+846 Km)



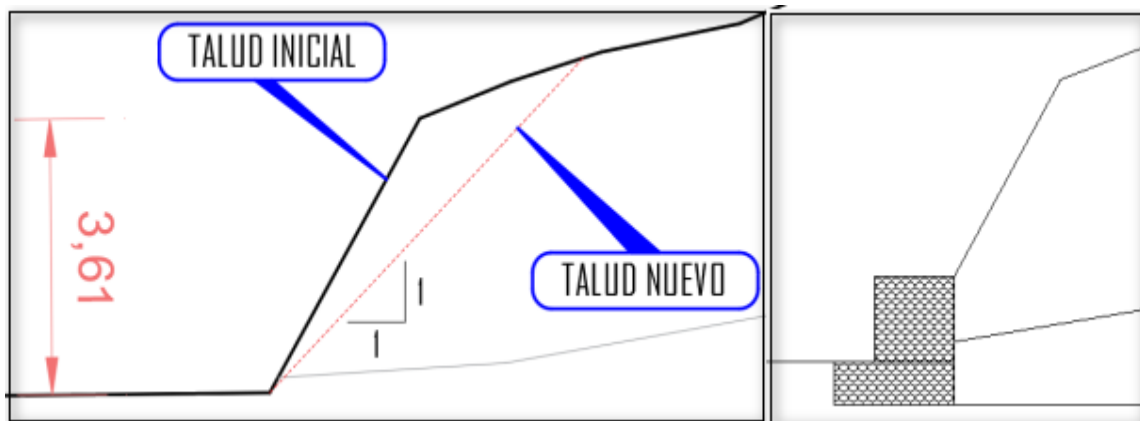
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.5.3.2. Propuesta de estabilización para la sección 8

Aplicando la metodología de modificación de geometría, muro de gaviones (anexo B-3), se tiene el siguiente resumen:

Figura 79

Propuesta de estabilización para la sección 8



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 25

Factor de seguridad de la sección 08 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 08- Modificación de pendiente	Verificación de la estabilidad de taludes (F.S. ≥ 1.5)	F.S. Fellenius	1.659
		F.S. Bishop simplificado	1.666
		F.S. Janbu Simplificado	1.658
		F.S. Spencer	1.670
		F.S. Morgenstern-Price	1.670
Sección 08- Muro de gaviones	Verificación de la estabilidad	F.S. al deslizamiento (F.S. ≥ 1.5)	2.13
		F.S. al volteo (F.S. ≥ 2)	2.81
		F.S. capacidad de carga (F.S. ≥ 3)	3.07
		F.S. global (F.S. ≥ 1.5)	2.01

Nota. En la tabla se muestra las verificaciones de las estabilidades para los planteamientos de estabilización para la sección 08, elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 08 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud (progresiva 0+918 – 0+949 Km) es mediante la modificación de pendiente de 0.5:1 a 1:1 o la construcción de muros de gaviones.

Figura 80

Costo directo de la modificación de geometría

0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
007 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km)

Costo al 13/12/2021

PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				895.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				247.52
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	136.00	0.91	123.76
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	136.00	0.91	123.76
MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,012.38
CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	102.78	9.85	1,012.38
COSTO DIRECTO				2,154.90

Nota: Corresponde a la progresiva 0+918 – 0+949 Km, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 81

Costo directo del muro de gaviones (progresiva 0+918 – 0+949 Km)

0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km)

Costo al 13/12/2021

PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

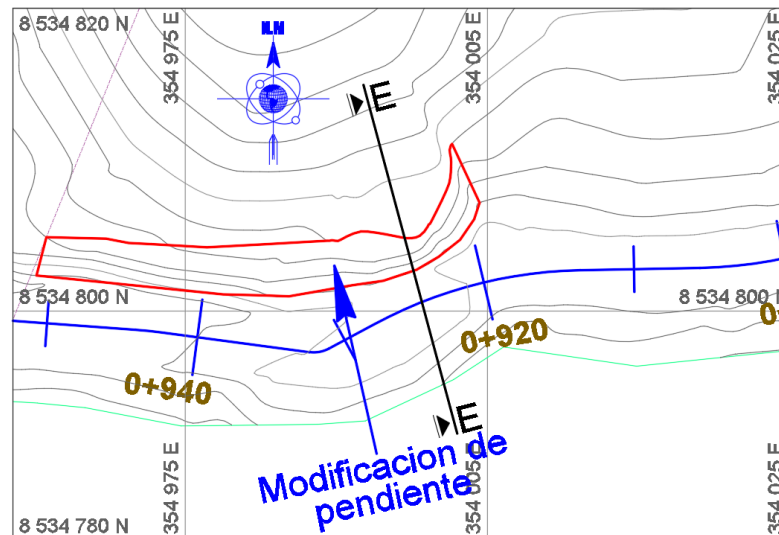
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				84.64
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	46.50	0.91	42.32
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	46.50	0.91	42.32
MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,612.92
EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	32.24	17.17	553.56
NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	46.50	2.28	106.02
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	32.24	29.57	953.34
MURO DE GAVIONES				20,015.15
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	7.50	241.41	1,810.58
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	36.00	274.41	9,878.76
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	2.00	350.04	700.08
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	5.00	261.91	1,309.55
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	24.00	231.14	5,547.36
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	2.00	384.41	768.82
COSTO DIRECTO				25,107.71

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Comparando el costo directo de las 2 alternativas (figura 80 y 81), la alternativa de estabilización más eficiente y económica para la progresiva 0+918 – 0+949 Km, es la modificación de geometría con un costo directo de S/ 2,154.90.

Figura 82

Modificación de pendiente (progresiva 0+918 – 0+949 Km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

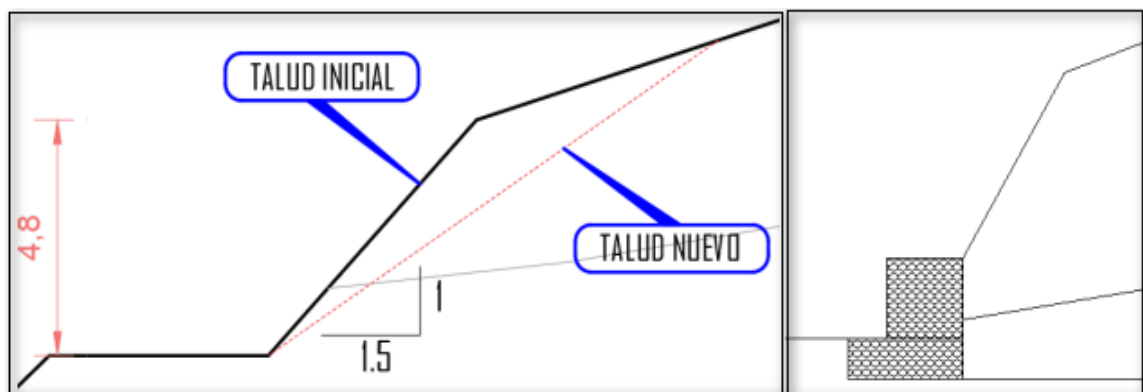
4.1.5.4. En el tramo IV

4.1.5.4.1. Propuesta de estabilización para la sección 9

Aplicando la metodología de modificación de geometría, muro de gaviones (anexo B-4), se tiene el siguiente planteamiento:

Figura 83

Propuesta de estabilización para la sección 9



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 26

Factor de seguridad de la sección 09 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 09- Modificación de pendiente	Verificación de la estabilidad de taludes (F.S.≥1.5)	F.S. Fellenius	1.368
		F.S. Bishop simplificado	1.456
		F.S. Janbu Simplificado	1.321
		F.S. Spencer	1.442
		F.S. Morgenstern-Price	1.438
Sección 09- Muro de gaviones	Verificación de la estabilidad	F.S al deslizamiento (F.S.≥1.5)	3.39
		F.S. al volteo (F.S.≥2)	6.34
		F.S. capacidad de carga (F.S.≥3)	3.02
		F.S. global (F.S.≥1.5)	1.50

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 09 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud es mediante la construcción de muros de gaviones (progresiva 1+170 – 1+213 Km) que tendrá un costo de directo de S/. 40,616.83.

Figura 84

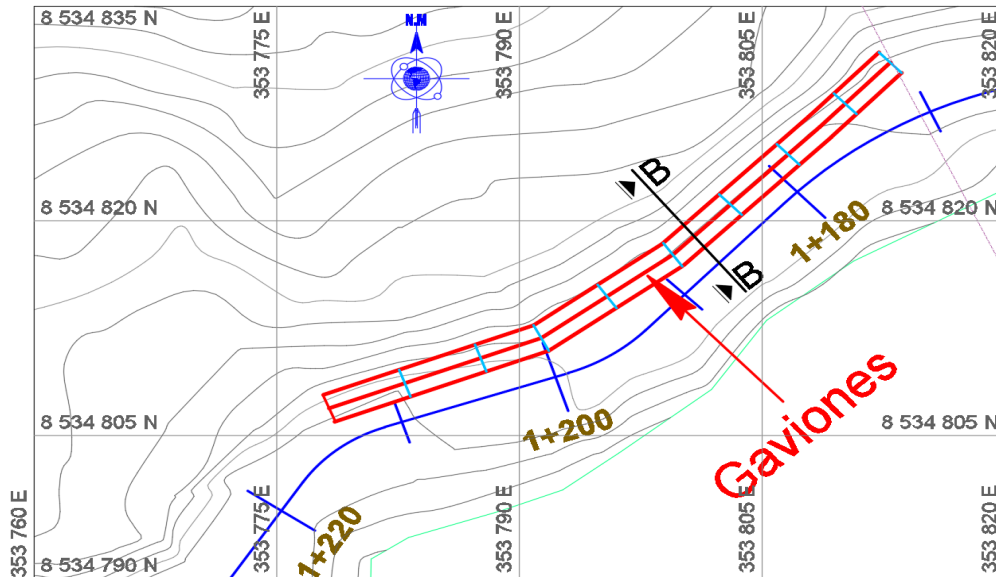
Costo directo del muro de gaviones (progresiva 1+170 – 1+213 Km)

006 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 1+170.00 - 1+213.00 Km)				
				Costo al 13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN				
Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				156.52
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	86.00	0.91	78.26
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	86.00	0.91	78.26
MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,301.03
EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	109.22	17.17	1,875.31
NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	86.00	2.28	196.08
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	109.22	29.57	3,229.64
MURO DE GAVIONES				31,764.28
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	70.00	250.66	17,546.20
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	16.00	264.16	4,226.56
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	35.00	232.64	8,142.40
MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	8.00	231.14	1,849.12
COSTO DIRECTO				40,616.83

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 85

Muro de gaviones (progresiva 1+170 – 1+213 Km)



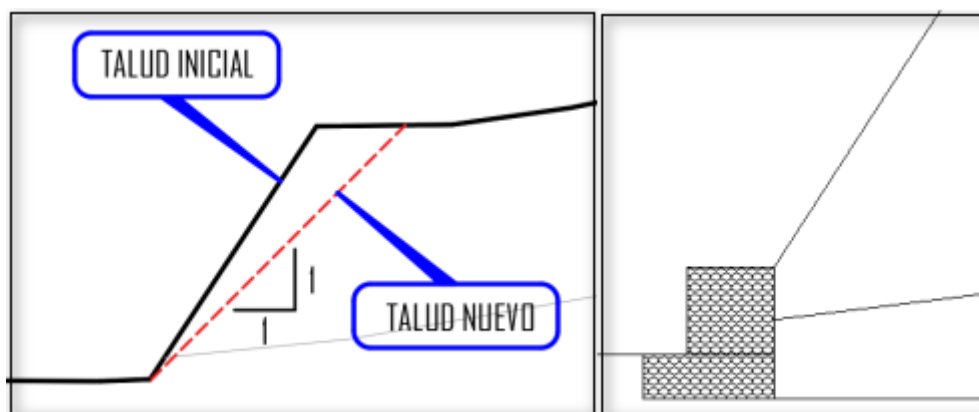
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.5.4.2. Propuesta de estabilización para la sección 10

Aplicando la metodología de modificación de geometría, muro de gaviones (Anexo B-4), se tiene el siguiente planteamiento:

Figura 86

Propuesta de estabilización para la sección 10



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 27

Factor de seguridad de la sección 10 - propuestas

Sección	Verificaciones	Descripción	Valor
Sección 03- Modificación de pendiente	Verificación de la estabilidad de taludes (F.S.≥1.5)	F.S. Fellenius	1.667
		F.S. Bishop simplificado	1.727
		F.S. Janbu Simplificado	1.635
		F.S. Spencer	1.709
		F.S. Morgenstern-Price	1.713
Sección 03- Muro de gaviones	Verificación de la estabilidad	F.S al deslizamiento (F.S.≥1.5)	1.84
		F.S. al volteo (F.S.≥2)	3.22
		F.S. capacidad de carga (F.S.≥3)	2.00
		F.S. global (F.S.≥1.5)	1.50

Nota. En la tabla se muestra las verificaciones de las estabildades para los planteamientos de estabilización para la sección 10, elaborado por el equipo de trabajo.

En la sección 10 de acuerdo a las propuestas planteadas para la estabilización del talud es mediante la modificación de geometría a la pendiente de 0.6 a1:1 (progresiva 1+213 – 1+244.65 Km) con un costo directo de S/ 2,068.47.

Figura 87

Costo directo de la modificación de geometría

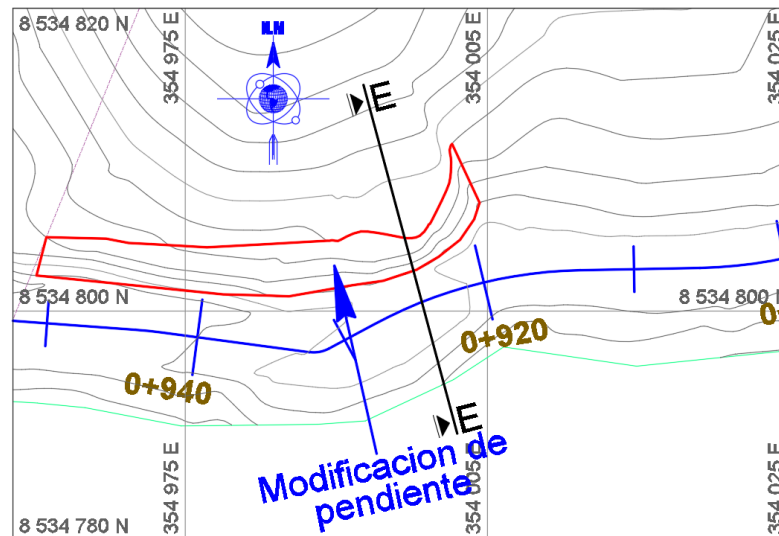
0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
008 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE (PROG. 1+213.00 - 1+244.65 Km)
Costo al 13/12/2021
PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PROVISIONALES				895.00
SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
OBRAS PRELIMINARES				241.36
TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	132.61	0.91	120.68
TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	132.61	0.91	120.68
MOVIMIENTO DE TIERRAS				932.11
CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	94.63	9.85	932.11
COSTO DIRECTO				2,068.47

Nota: Corresponde a la progresiva 1+213 – 1+244.65 Km, elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 88

Modificación de pendiente (progresiva 1+213 – 1+244.65 Km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de taludes muestran que la inestabilidad surge por el inadecuado corte al momento de conformar el talud con respecto a la pendiente, que es concordante con la conclusión a la que llegó Sackschewski Chapman, (2017).

En cuanto a las soluciones de estabilidad para suelos con componente arcillosa en la tesis se plantea utilizar muro de gaviones, lo cual coincide con lo concluye García Tapia, (2017). Sin embargo, este tipo de solución solo es efectivo para taludes de una altura de 0 a 5 metros.

No obstante, para taludes con una altura de 5 a 8 metros el sistema de estabilización a emplear es el muro contención de concreto armado y el muro de suelo reforzado, donde este último es más económica a comparación del muro de contención de concreto armado.



V. CONCLUSIONES

- Los materiales que se encontraron en el área de investigación están constituidos por estratos de lodolitas y lutitas donde la formación geológica es de la era cenozoica y del periodo paleógeno.
- Los cálculos de los factores de seguridad de los taludes en macizos de suelo han sido analizados con el programa Slide 6.0 por los métodos de equilibrio límite, dando los siguientes resultados:

El F.S. en la sección 1 de acuerdo al análisis realizado por el método de Bishop simplificado es 1.109, por Fellenius es 1.136, por Janbu simplificado es 1.102, por Spencer es 1.116 y por Morgenstern-Price es 1.119. En la sección 2 por Bishop simplificado es 0.973, por Fellenius es 1.002, por Janbu simplificado es 0.977, por Spencer es 0.987 y por Morgenstern-Price es 0.982. En la sección 3 por Bishop simplificado es 1.013, por Fellenius es 0.996, por Janbu simplificado es 0.988, por Spencer es 1.016 y por Morgenstern-Price es 1.015. En la sección 4 por Bishop simplificado es 1.671, por Fellenius es 1.675, por Janbu simplificado es 1.670, por Spencer es 1.675 y por Morgenstern-Price es 1.672. En la sección 5 por Bishop simplificado es 1.287, por Fellenius es 1.274, por Janbu simplificado es 1.267, por Spencer es 1.284 y por Morgenstern-Price es 1.285. En la sección 6 por Bishop simplificado es 2.077, por Fellenius es 2.055, por Janbu simplificado es 2.047, por Spencer es 2.078 y por Morgenstern-Price es 2.080. En la sección 7 por Bishop simplificado es 2.339, por Fellenius es 2.309, por Janbu simplificado es 2.287, por Spencer es 2.337 y por Morgenstern-Price es 2.338. En la sección 8 por Bishop simplificado es 1.466, por Fellenius es 1.468, por Janbu simplificado es 1.494, por Spencer es 1.494 y por Morgenstern-Price es 1.514. En la sección 9 por Bishop simplificado es 1.425, por Fellenius es 1.370, por Janbu simplificado es



- 1.343, por Spencer es 1.412 y por Morgenstern-Price es 1.411. En la sección 10 por Bishop simplificado es 1.483, por Fellenius es 1.446, por Janbu simplificado es 1.449, por Spencer es 1.462 y por Morgenstern-Price es 1.470.
- Con los resultados obtenidos del análisis de la estabilidad de taludes por el método de equilibrio límite, se tiene tres secciones de taludes en suelo estables y siete secciones inestables.
 - Los taludes estables son las siguientes: Sección 4 que corresponde a la progresiva 0+458.00 – 0+484.00 Km, sección 6 y 7 con progresiva 0+846.00 – 0+918.00 Km. Los taludes inestables son: Sección 1 y 2 (progresiva 0+272.00 – 0+326.00 Km), sección 3 (progresiva 0+414.00 – 0+458.00 Km), sección 5 (progresiva 0+813.00 – 0+846.00 Km), sección 8 (progresiva 0+918.00 – 0+949.00 Km), sección 9 (1+170.00 – 1+213.00 Km) y la sección 10(1+213.00 – 1+244.65 Km).
 - El tipo de estabilización de taludes más eficiente y económica que se propone son: Sección 1 y 2 (progresiva 0+272.00 – 0+326.00 Km) la propuesta es el muro de suelo reforzado con un costo directo de S/ 390,610.21. Para la sección 3 (progresiva 0+414.00 – 0+458.00 Km) es mediante muro de gaviones con un costo directo de S/ 40,902.69. Para la sección 5 (progresiva 0+813.00 – 0+846.00 Km) es mediante muro de gaviones con un costo directo de S/ 26,159.07. Para la sección 8 (progresiva 0+918.00 – 0+949.00 Km) es mediante la modificación de pendiente de 0.5:1 a 1:1 con un costo directo de S/ 2,154.90. Para la sección 9 (1+170.00 – 1+213.00 Km) es mediante muro de gaviones con un costo de directo de S/. 40,616.83. Para la sección 10 (1+213.00 – 1+244.65 Km) es mediante modificación de pendiente de 0.5:1 a 1:1 con un costo directo de S/ 2,068.47.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la ejecución de la modificación de pendiente, la construcción de muro de gaviones y muro de suelo reforzado en las progresivas correspondientes de acuerdo a esta investigación en el camino vecinal del centro poblado de Lechemayo del distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, departamento de Puno para su estabilidad de taludes en macizo en suelo.



VII. REFERENCIAS

- Albino Dextre, J. J. de D. (2016). *Propuesta de un sistema de estabilización en el km 1+670 al 1+720 de la carretera Huaraz-Paria*. Universidad nacional Santiago Antúnez de mayolo.
- Almeida Barros, P. L. (2019). Obras de contención. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Braja M, D. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (Cuarta edi, Issue 1).
- Bustamante Corrido, S. Z., & García Yépez, C. E. (2018). Evaluación del factor de seguridad del talud correspondiente a la quebrada de Sipaspucyo, en función a la topografía, estudios de infiltración y propiedades mecánicas de los suelos. In *Universidad Andina del Cusco*.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corporación de desarrollo tecnológico, camara chilena de la construcción. (2004). *Estructuras de contención en gaviones*.
- Espinoza Nieto, G. R. (2019). *EVALUACIÓN DE TALUDES INESTABLES EN EL TRAMO: KM 100+000 AL KM 115+000 DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- García Tapia, J. R. (2017). *La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la sierra, Provincia de Chota-Cajamarca*. Universidad César Vallejo.
- Garnica Auguas, P., Reyes Ramírez, R., & Gomez Rivera, J. (2013). *Diseño de muros reforzados con geosintéticos*. 382.
- González Caballero, M. (2001). *El terreno*. <https://docplayer.es/10926570-Aula-d-arquitectura-44-el-terreno.html>
- González de Vallejo, L. I., Ferrer Gijón, M., Ortuño Abad, L., & Oteo Mazo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.



- Instituto Geologico y minero de España. (1987). *Manual de Taludes* (Primera Ed).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual De Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018*.
- Molina Vinasco, G. M., & Alzate Buitrago, A. (2018). *Caracterización Estratigráfica, Física Y Mecánica De Suelos Pertenecientes a la Zona de Expansión Urbana del Municipio de Pereira*.
- Pesantez Sarmiento, J. (2010). *Análisis e implementación del método unificado de equilibrio límite en la evaluación de estabilidad de taludes*. Universidad de Cuenca.
- Rico Rodriguez, A., & Castillo, H. (1976). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. Editorial Limusa S.A.
- Romeral Muñoz, I. (2019). *Nuevas técnicas de monitorización de taludes aplicables a la infraestructura ferroviaria en Cataluña*.
- Sackschewski Chapman, C. E. (2017). *Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta – Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sanhuesa Plaza, C., & Rodríguez Cifuentes, L. (2013). Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. *Revista de La Construcción*.
- Suarez Días, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (I. de S. Ltda. (ed.)).
- Suárez Díaz, J. (2009). *Deslizamientos*. División de Publicaciones UIS.
- Weber de Campos, M. V., Akira Kuwabara, F., & Antonio Centurión, C. (2004). *Caso de obra: Muros de suelos finos reforzados con geomallas poliméricas combinados con taludes anclados*.



ANEXOS

Anexo A: Cálculo del factor seguridad.

Anexo B: Planteamiento de soluciones de estabilidad de taludes.

Anexo C: Ensayos de laboratorio.

Anexo D: Panel fotográfico.

Anexo E: Presupuesto de las alternativas de solución

Anexo F: Certificado de calibración de equipos de laboratorio.

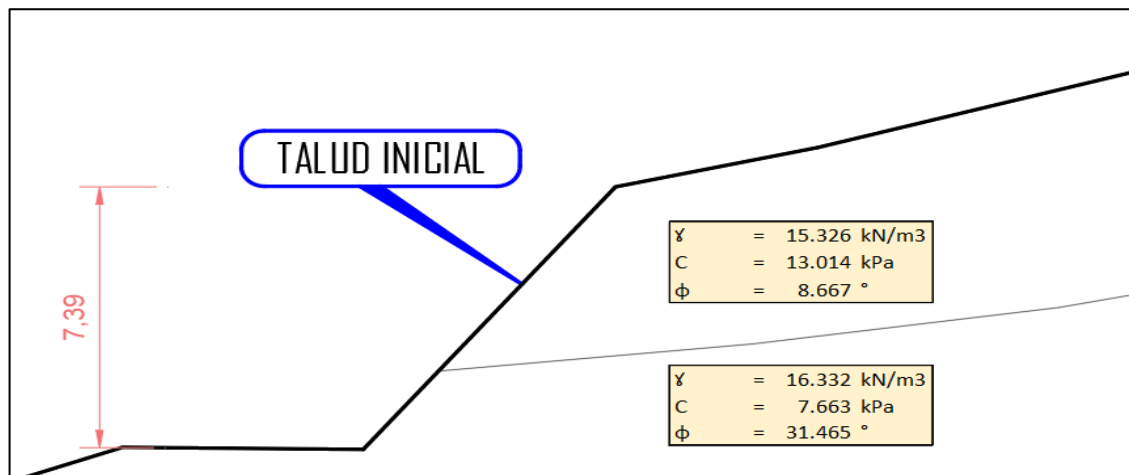
Anexo G: Planos.

ANEXO A

Anexo A-1: Determinación del factor de seguridad (tramo I)

Figura 89

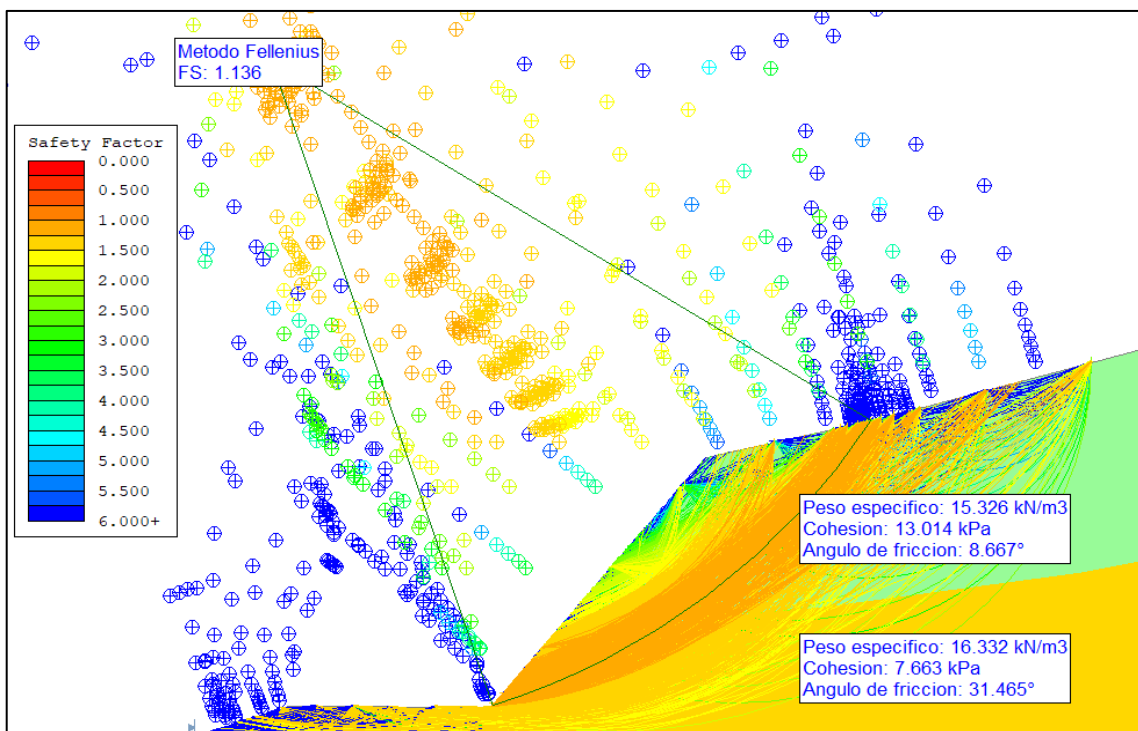
Sección 01 (progresiva 0+286.10 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 90

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 01

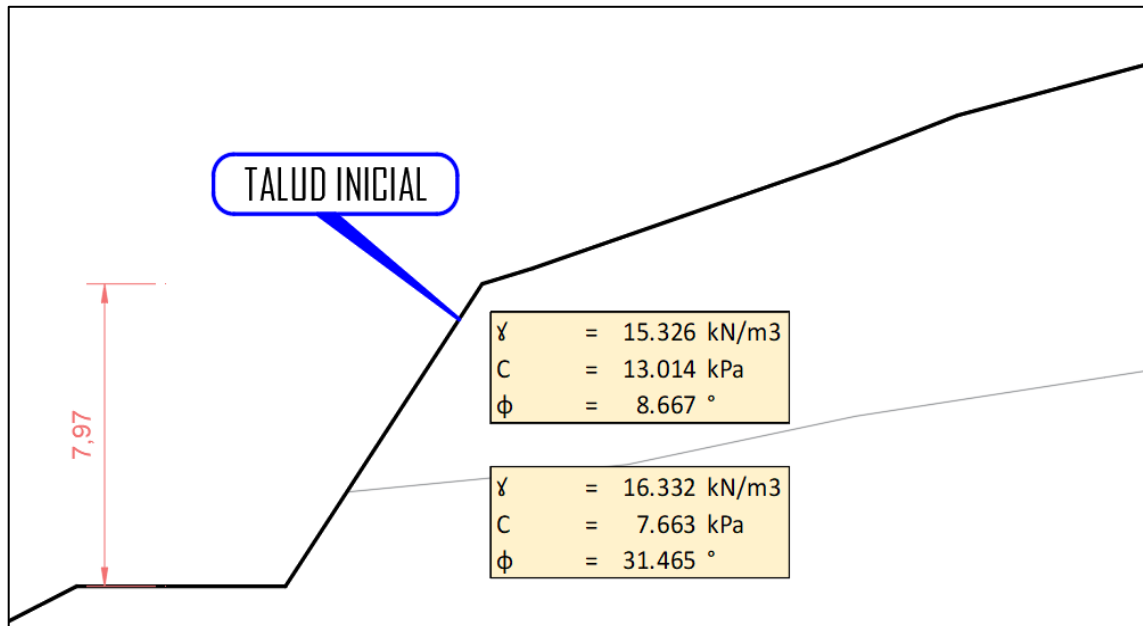


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 01	1.136	1.109	1.102	1.116	1.119

Figura 91

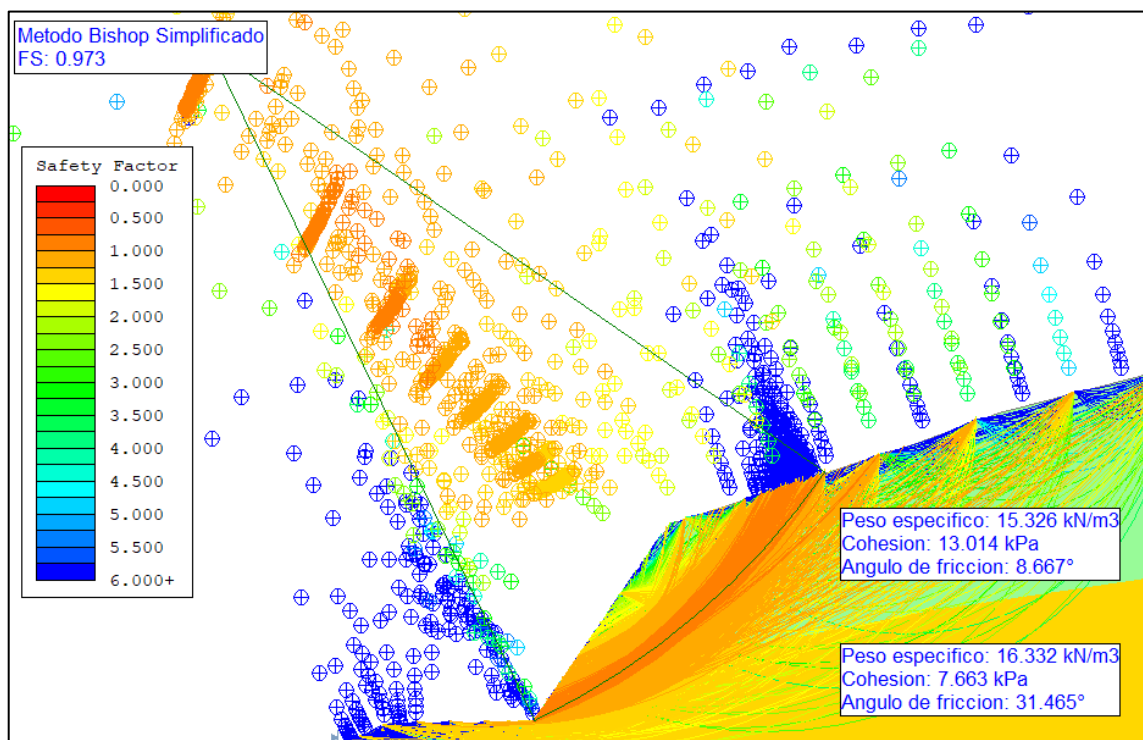
Sección 02 (progresiva 0+318.25 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 92

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 02



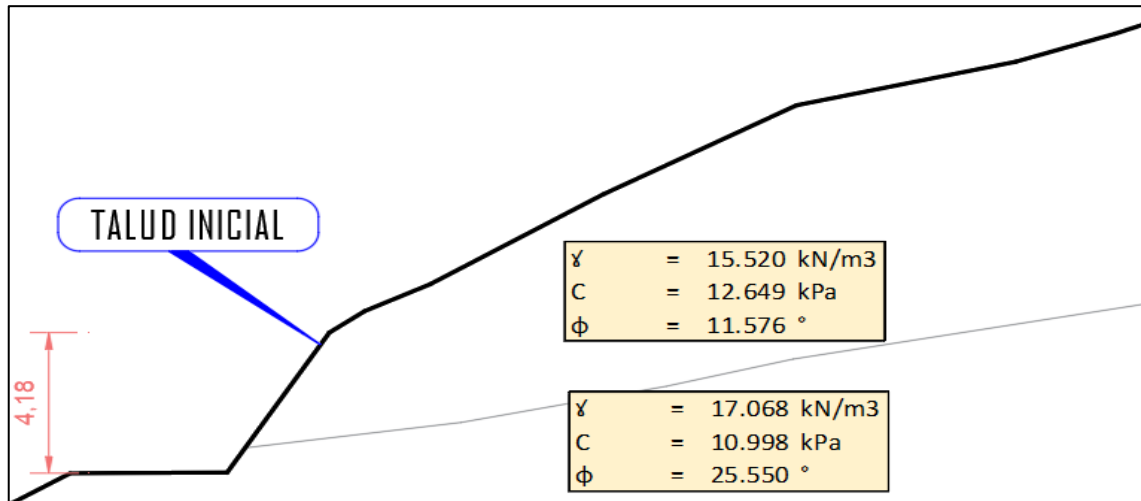
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 02	1.002	0.973	0.977	0.987	0.982

Anexo A-2: Determinación del factor de seguridad (tramo II)

Figura 93

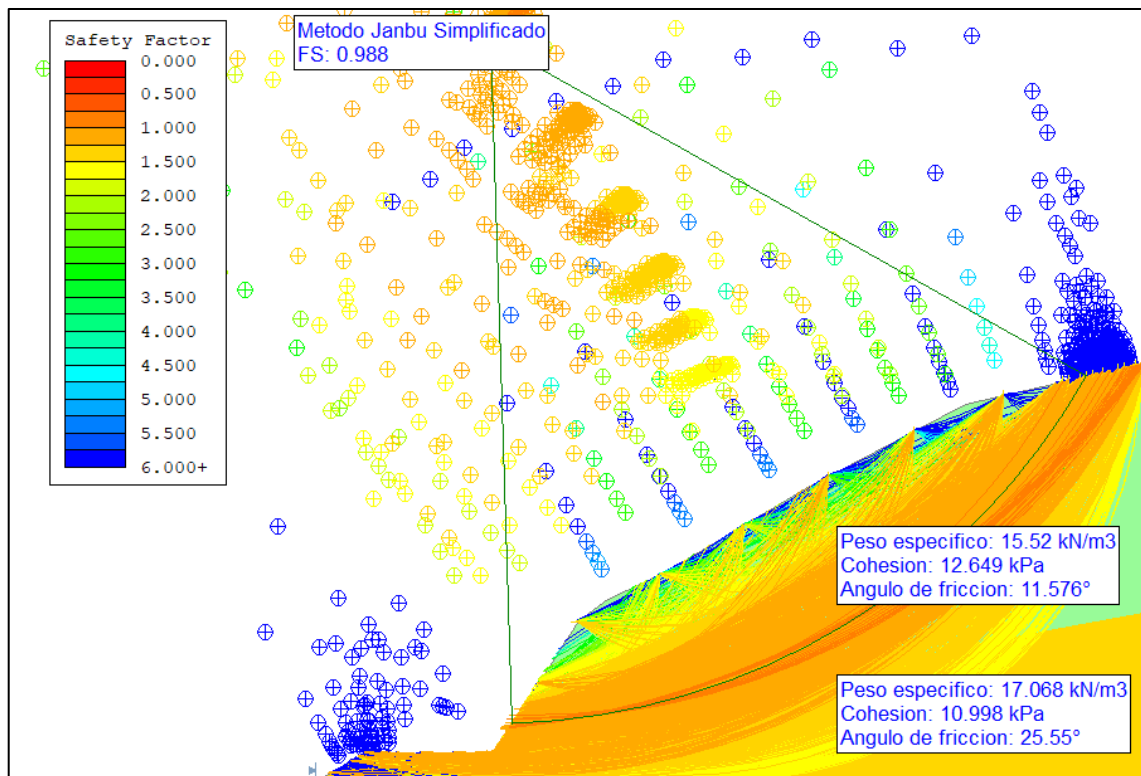
Sección 03 (progresiva 0+438.60 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 94

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 03



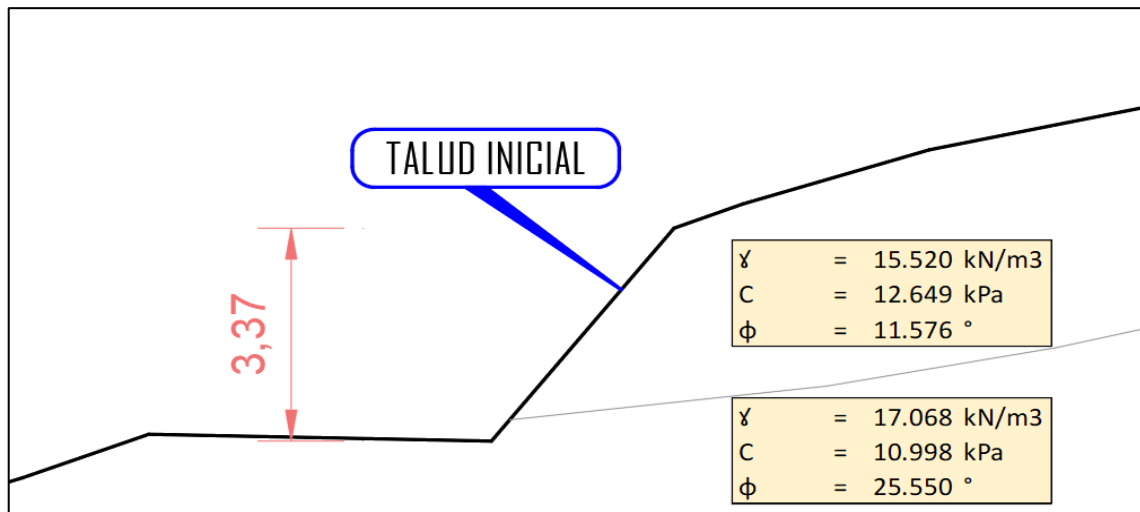
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 03	0.996	1.013	0.988	1.016	1.015

Anexo A-3: Determinación del factor de seguridad (tramo III)

Figura 95

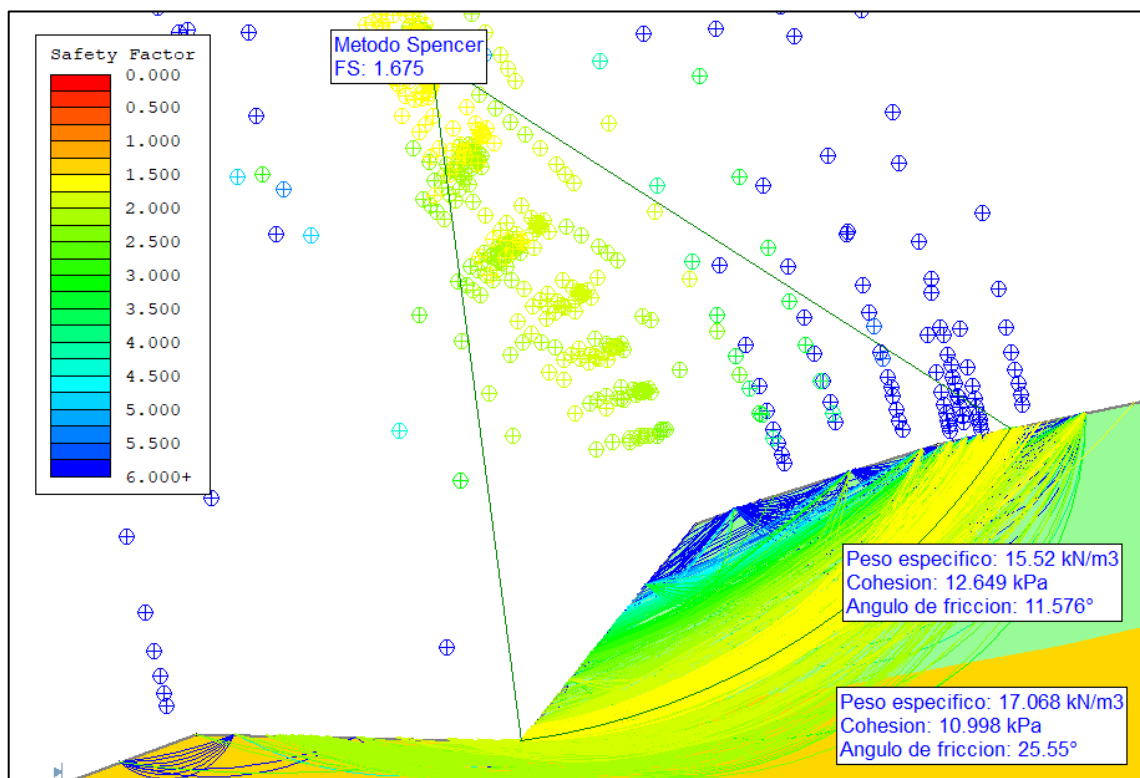
Sección transversal 04 (progresiva 0+468.33 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 96

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 04

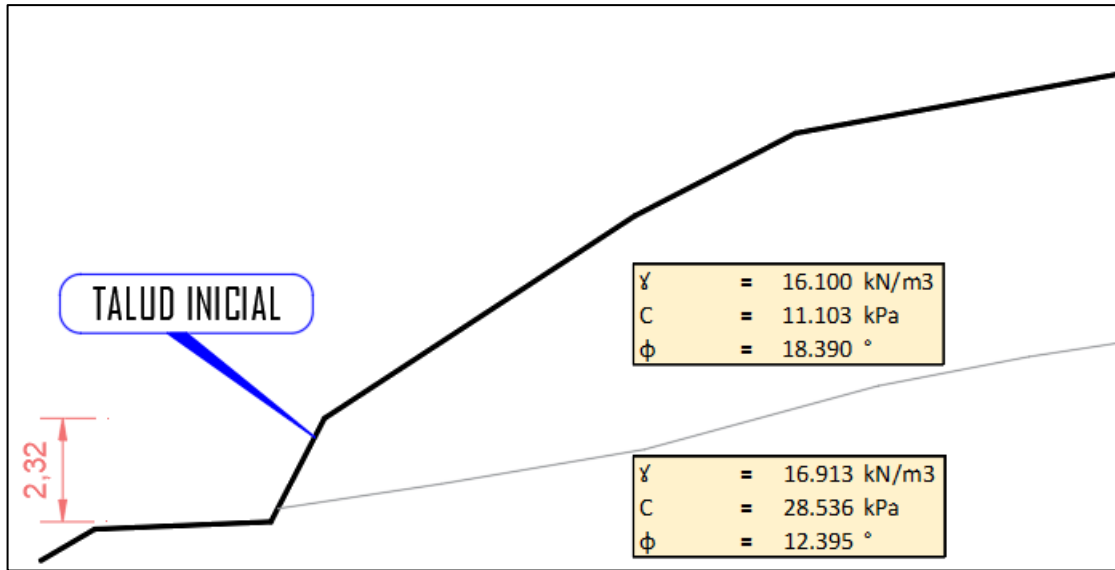


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 04	1.675	1.671	1.67	1.675	1.672

Figura 97

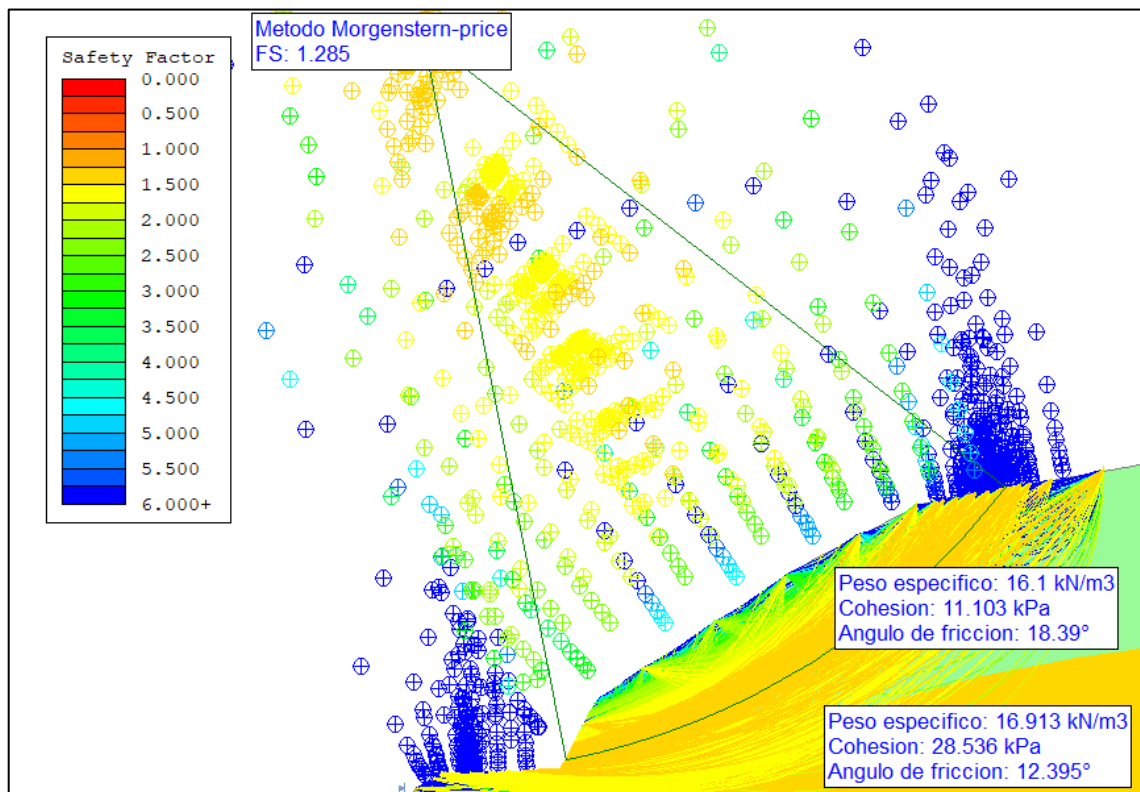
Sección 05 (progresiva 0+828.51 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 98

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 05

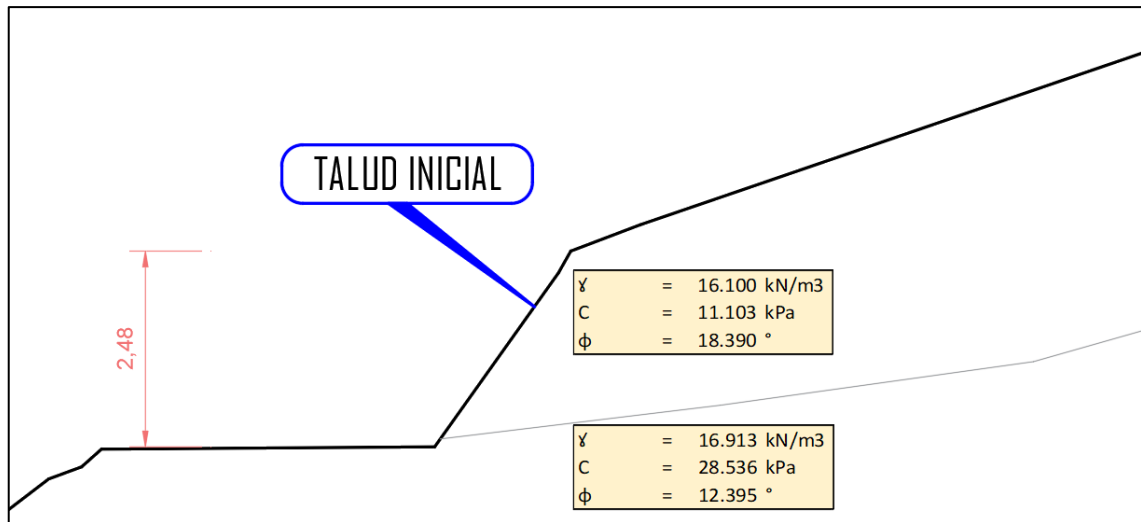


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 05	1.274	1.287	1.267	1.284	1.285

Figura 99

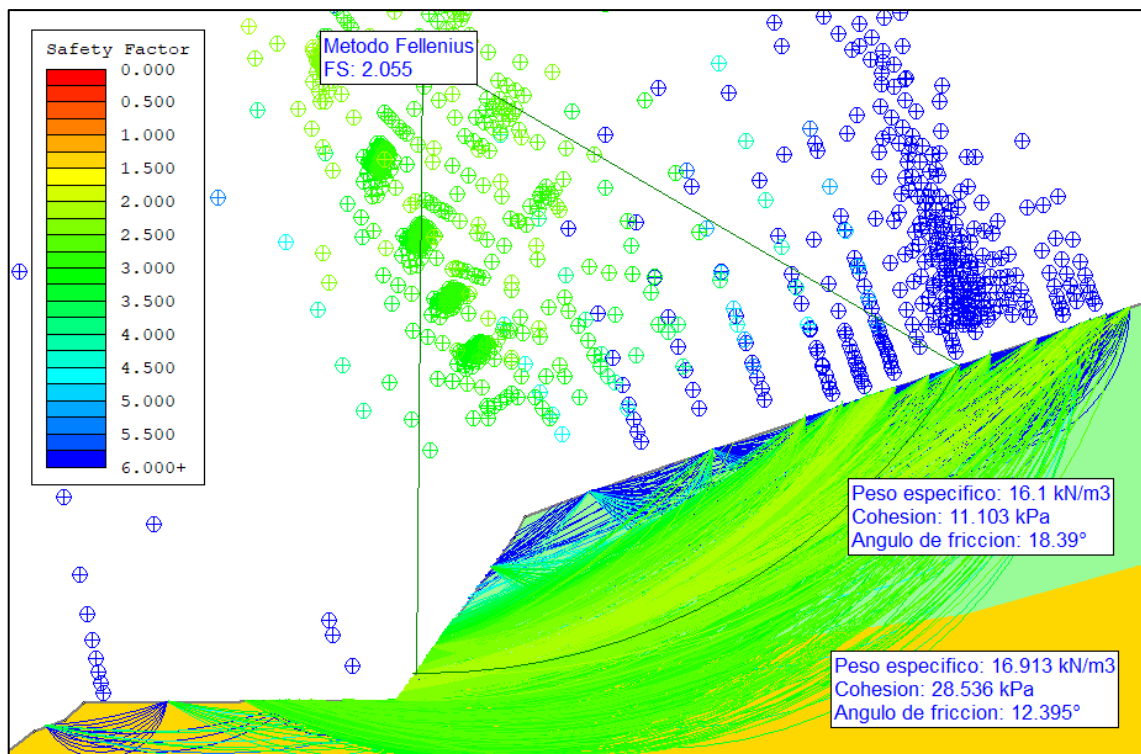
Sección 06 (progresiva 0+880.98 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 100

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 06

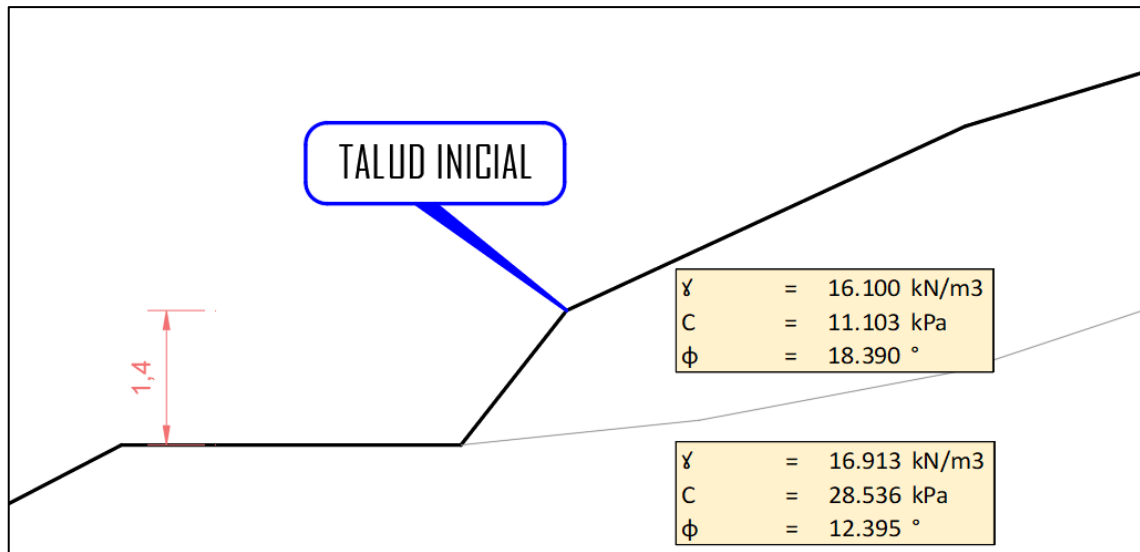


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 06	2.055	2.077	2.047	2.078	2.08

Figura 101

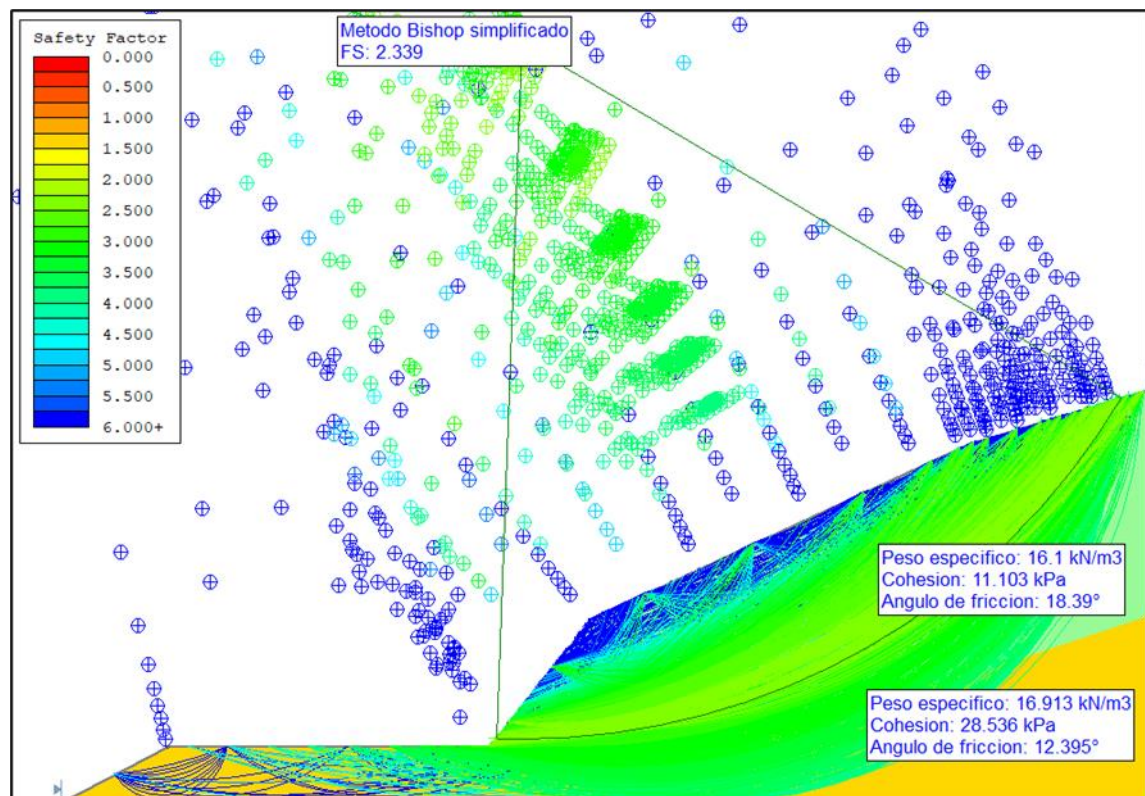
Sección 07 (progresiva 0+904.55 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 102

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 07

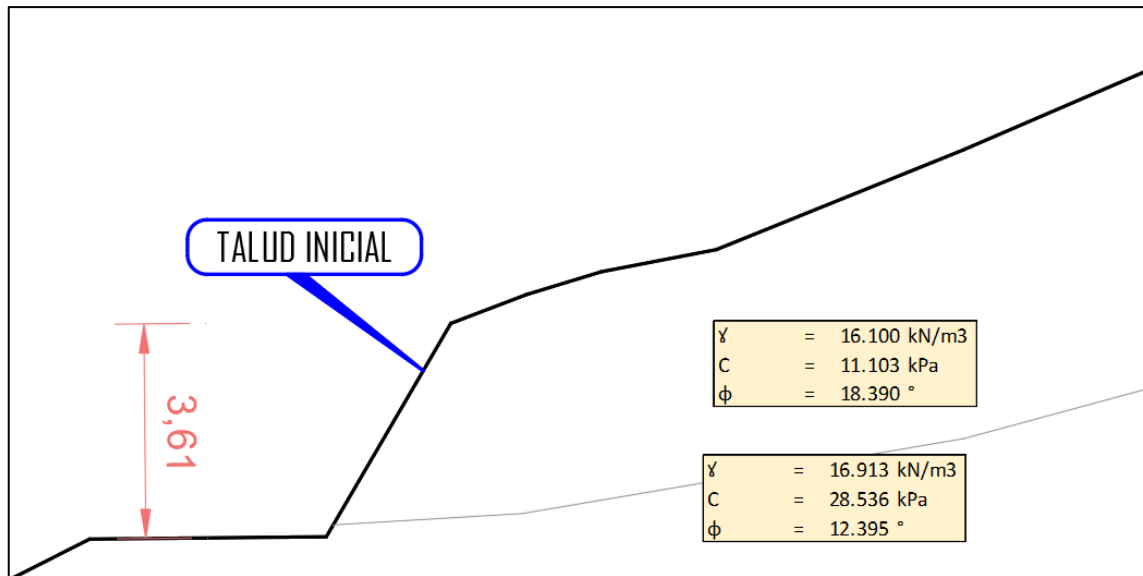


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 07	2.309	2.339	2.287	2.337	2.338

Figura 103

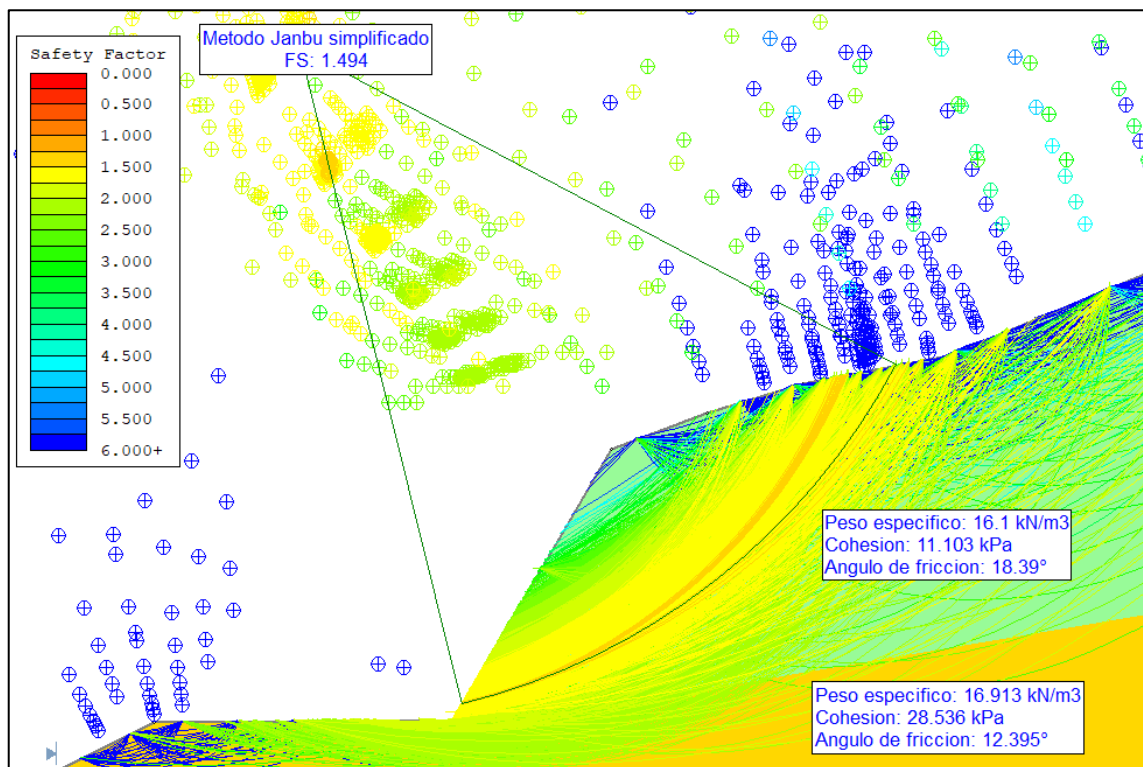
Sección 08 (progresiva 0+924.95 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 104

Análisis de estabilidad (métodos de equilibrio límite), sección 08



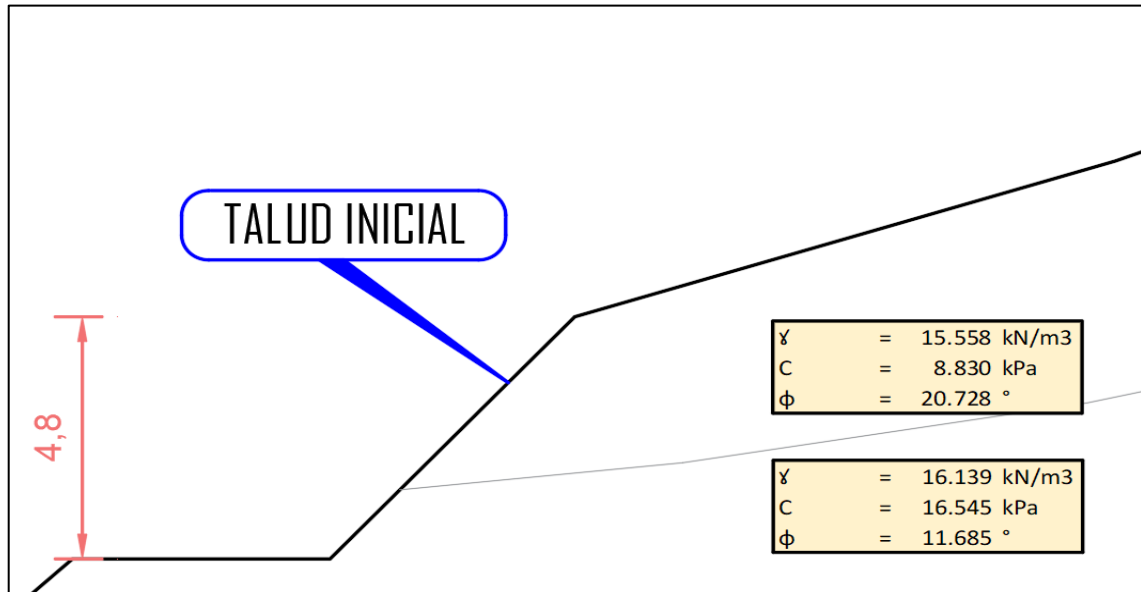
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 08	1.468	1.466	1.494	1.494	1.514

Anexo A-4: Determinación del factor de seguridad (tramo IV)

Figura 105

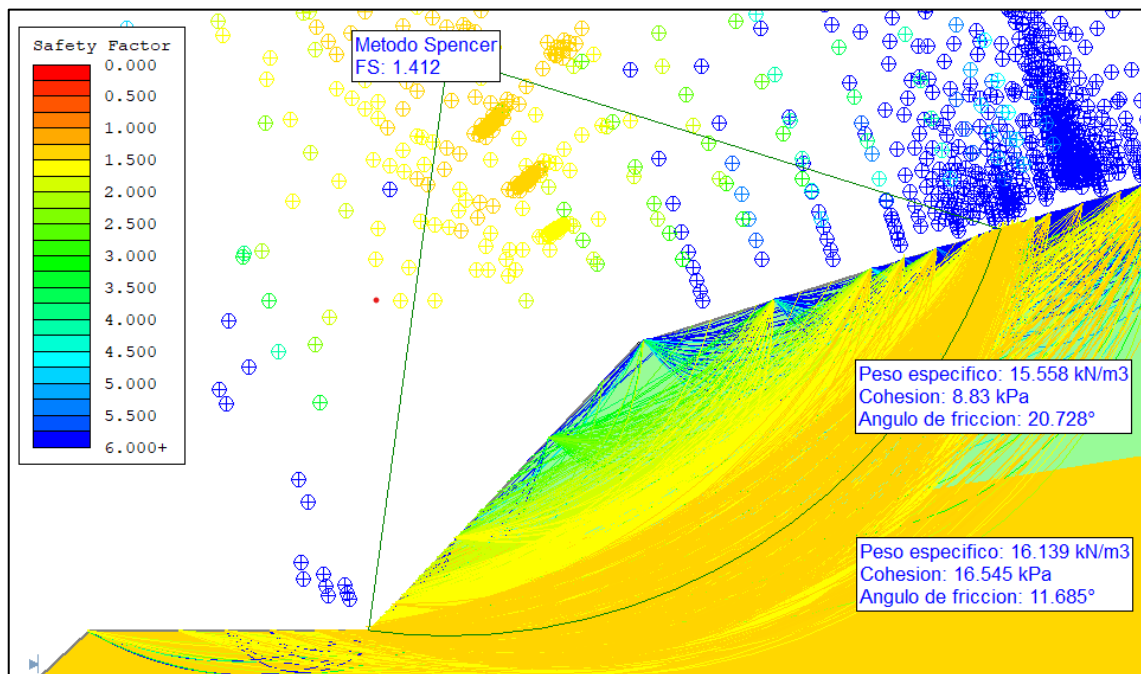
Sección 09 (progresiva 1+187.86 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 106

Análisis de estabilidad (método de equilibrio límite), sección 09

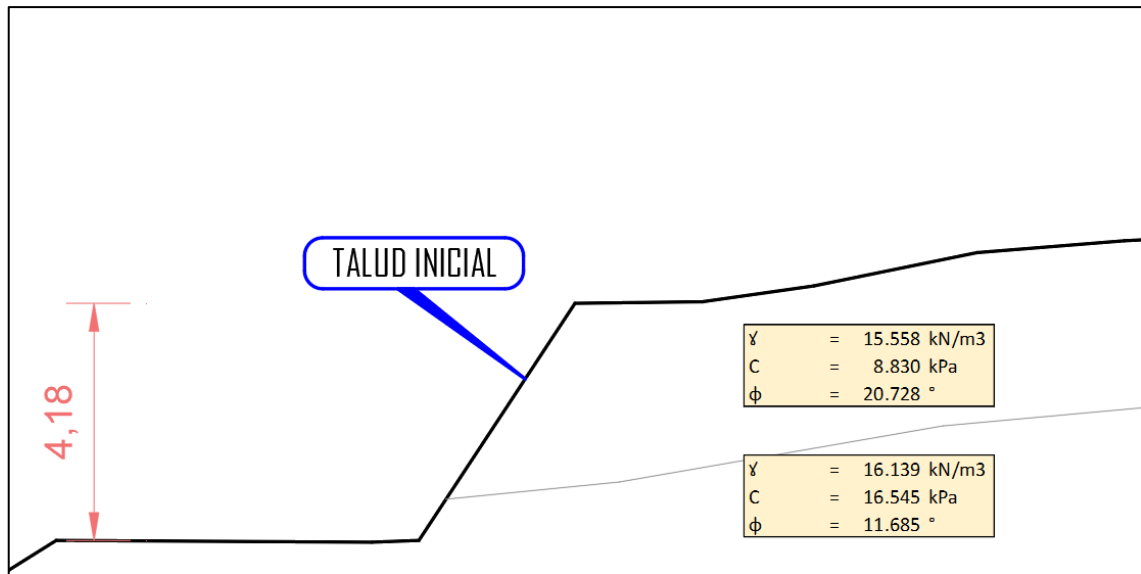


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 09	1.370	1.425	1.343	1.412	1.411

Figura 107

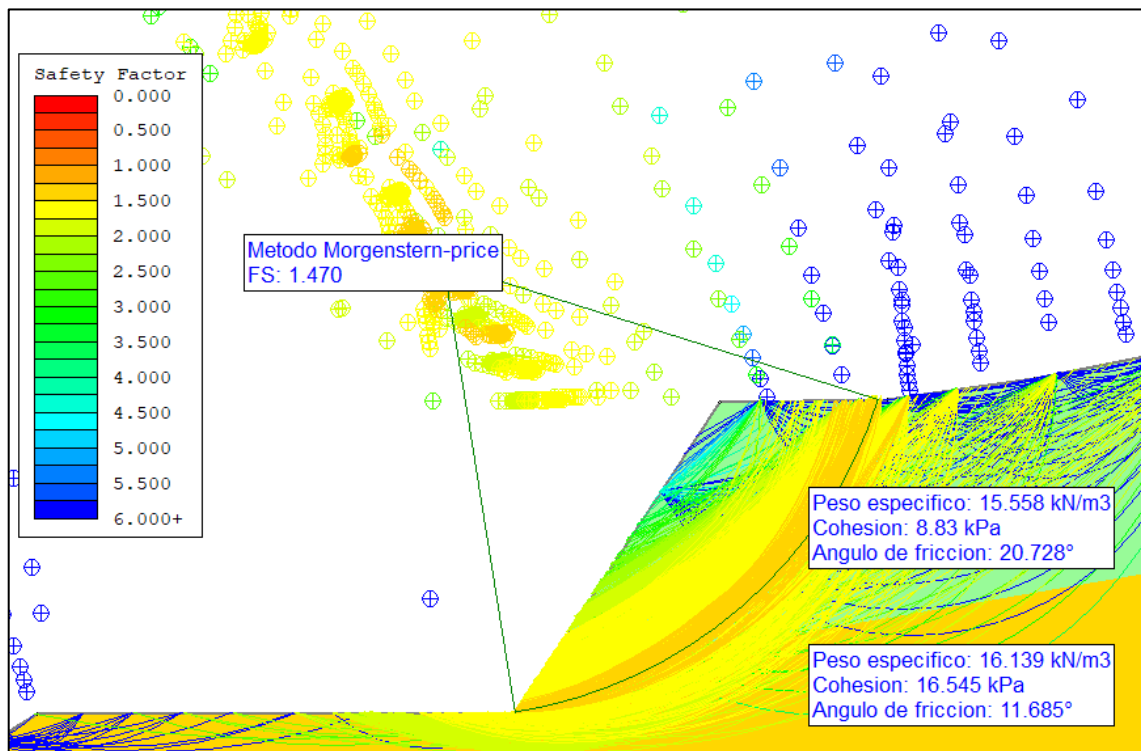
Sección 10 (progresiva 1+229.85 km)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 108

Análisis de estabilidad (método de equilibrio límite), sección 10

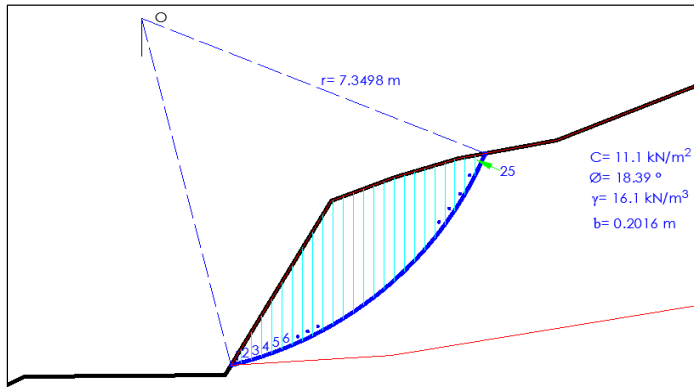


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 10	1.446	1.483	1.449	1.462	1.470

Anexo A-5: Determinación del factor de seguridad manual

Determinación del factor de seguridad mediante el metodo de Bishop simplificado



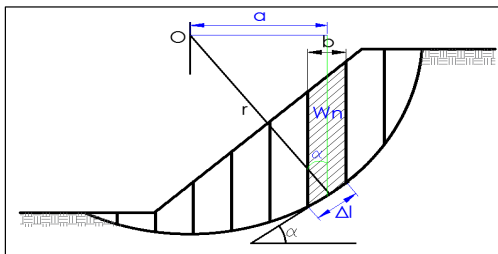
Seccion Analizada Tramo III sección 04
 Progresiva 0+924.95
 Cohesion (C) 11.1 kN/m²
 Angulo de fricción (Ø) 18.39 °
 Peso específico (γ) 16.1 kN/m³
 Ancho de dovela (b) 0.2016
 Radio (r) 7.3498 m

Formula a aplicar:

$$FS = \frac{\sum C_n + \sum (W_n \cos \alpha_n) \tan \phi}{\sum W_n \sin \alpha_n}$$

donde $m_{(C)n} = \cos \alpha_n \frac{\tan \phi \sin \alpha_n}{FS}$

Primeramente dividimos en rebanadas, en este caso para la sección analizada se dividira en 25 rebanadas con un ancho (b) de 0.2016 m



Para la determinación de la dimension de (a) y el area de la rebanada se realiza mediante el programa de dibujo Autocad

Del diagrama mostrado se concluye que:

$$\sin \alpha = \frac{a}{r} \Rightarrow a = r \cdot \arcsin \left(\frac{a}{r} \right), \quad W_n = \gamma \cdot \text{Area}_n$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{r} \Rightarrow r = \frac{b}{\cos \alpha}$$

Fs iteración= 1.464

Dovela	a (m)	Área	α (°)	ΔL	Wn	Wn senα	Cbn+Wn tanØ	m _{(C)n}	$\frac{C_n + (W_n \cos \alpha_n) \tan \phi}{m_{(C)n}}$
1	1.864	0.030	14.695	0.208	0.477	0.120887	2.39619804	1.025	2.3379886135
2	2.066	0.088	16.326	0.210	1.415	0.397804	2.70825674	1.024	2.6460374246
3	2.268	0.145	17.971	0.212	2.335	0.720284	3.01389228	1.021	2.9510980402
4	2.469	0.201	19.631	0.214	3.231	1.085604	3.31203413	1.018	3.2529321877
5	2.671	0.255	21.309	0.216	4.107	1.492514	3.60321755	1.014	3.5529131669
6	2.865	0.308	22.946	0.219	4.962	1.934498	3.88744254	1.009	3.8512110132
7	3.074	0.360	24.725	0.222	5.793	2.422945	4.16363858	1.003	4.1499093802
8	3.276	0.410	26.468	0.225	6.599	2.941343	4.43180566	0.996	4.4478300120
9	3.477	0.459	28.238	0.229	7.382	3.492564	4.69194379	0.988	4.7468320685
10	3.679	0.505	30.037	0.233	8.122	4.065756	4.93816507	0.979	5.0421570194
11	3.881	0.513	31.870	0.237	8.264	4.363354	4.98526827	0.969	5.1439396394
12	4.082	0.503	33.740	0.242	8.092	4.494462	4.92799506	0.958	5.1456742298
13	4.284	0.490	35.652	0.248	7.887	4.597239	4.86001658	0.945	5.1432261978
14	4.486	0.475	37.610	0.254	7.649	4.668166	4.78079756	0.931	5.1363874813
15	4.687	0.458	39.622	0.262	7.375	4.703432	4.68980274	0.915	5.1249622050
16	4.889	0.439	41.695	0.270	7.063	4.698078	4.58596159	0.898	5.1082700670
17	5.090	0.415	43.836	0.279	6.686	4.630887	4.46070990	0.879	5.0769932087
18	5.292	0.387	46.056	0.291	6.232	4.487385	4.30976555	0.857	5.0261764885
19	5.494	0.356	48.370	0.303	5.725	4.279265	4.14115751	0.834	4.9650680755
20	5.695	0.320	50.794	0.319	5.155	3.994668	3.95167418	0.808	4.8902091830
21	5.897	0.280	53.352	0.338	4.514	3.622031	3.73863925	0.779	4.7987080680
22	6.099	0.235	56.073	0.361	3.788	3.143369	3.49723535	0.747	4.6844428622
23	6.300	0.183	59.001	0.391	2.941	2.521369	3.21568667	0.710	4.5312071262
24	6.502	0.119	62.203	0.432	1.909	1.689126	2.87258268	0.667	4.3052977043
25	6.703	0.043	65.790	0.492	0.689	0.628477	2.46685284	0.617	3.9968858160
					75.19551	98.6307401			110.05635728

Fs= 1.464



A continuación desarrollaremos los procedimientos realizados con la ayuda de hoja Excel, para este caso desarrollaremos la dovela 15

- Determinación de α = ángulo del radio del círculo de falla con la vertical respecto a la tajada

$$\text{sen} \alpha = \frac{a}{r} \quad \alpha = \arcseno \left(\frac{a}{r} \right) \quad \alpha = \arcseno \left(\frac{4.687 \text{ m}}{7.3498 \text{ m}} \right) \quad \alpha = 39.622^\circ$$

- Determinación de Δl = longitud de arco del círculo en la base de la tajada

$$\cos \alpha = \frac{b}{\Delta l} \quad \Delta l = \frac{b}{\cos \alpha} \quad \Delta l = \frac{0.2016 \text{ m}}{\cos 39.622^\circ} \quad \Delta l = 0.262 \text{ m}$$

- Determinación de W_n = peso total de la dovela

$$W_n = \gamma \cdot \text{Area}_n \quad W_n = 16.1 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.458 \text{ m}^2 \quad W_n = 7.375 \text{ kN/m}$$

- Determinación de Fuerza desestabilizadora

$$W_n \text{ sen} \alpha \quad W_n \text{ sen} \alpha = 7.375 \cdot \text{sen}(39.622^\circ) \quad W_n \text{ sen} \alpha = 4.7034 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Determinación de Fuerza estabilizadora

$$B = C \cdot b_n \cdot W_n \tan \alpha \quad B = 11.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 0.2016 \text{ m} + 7.375 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot \tan(18.39^\circ) \quad B = 4.6898 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- Determinación del factor de corrección Considerando $F_s = 1.464$

$$m_{(c)_n} = \cos \alpha \cdot \frac{\tan \alpha \cdot \text{sen} \alpha}{F_s} \quad m_{(c)_n} = \cos(39.622^\circ) \cdot \frac{\tan(18.39^\circ) \cdot \text{sen}(39.622^\circ)}{1.464} \quad m_{(c)_n} = 0.915$$

- Iteración del factor de seguridad para recalcular la fuerza estabilizadora, para ello modificar el factor de seguridad adoptado hasta que coincida con el factor de seguridad

$$F_s = \frac{110.05636}{75.19551} \quad F_s = 1.464$$

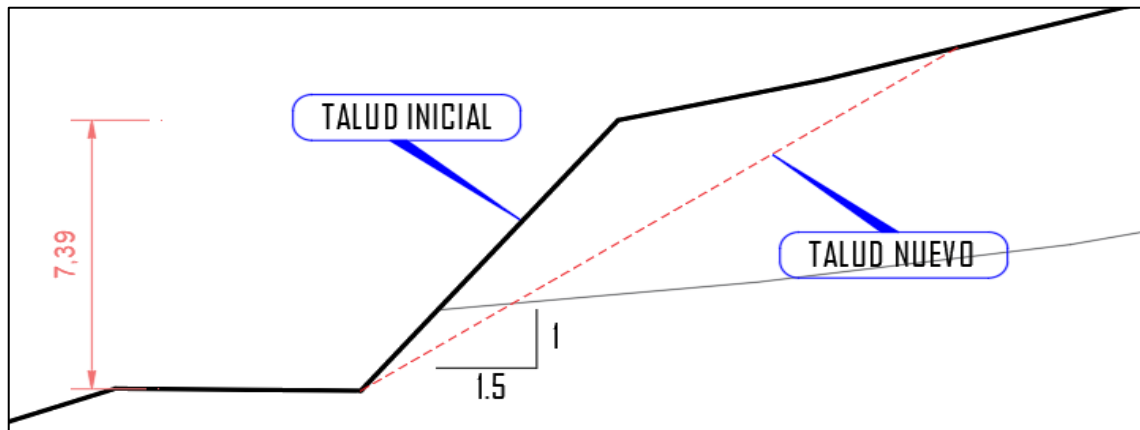
ANEXO B

Anexo B-1: Factor de seguridad de las soluciones (tramo I)

Plantamiento de modificación de pendiente para la sección 1 (0+286.10)

Figura 109

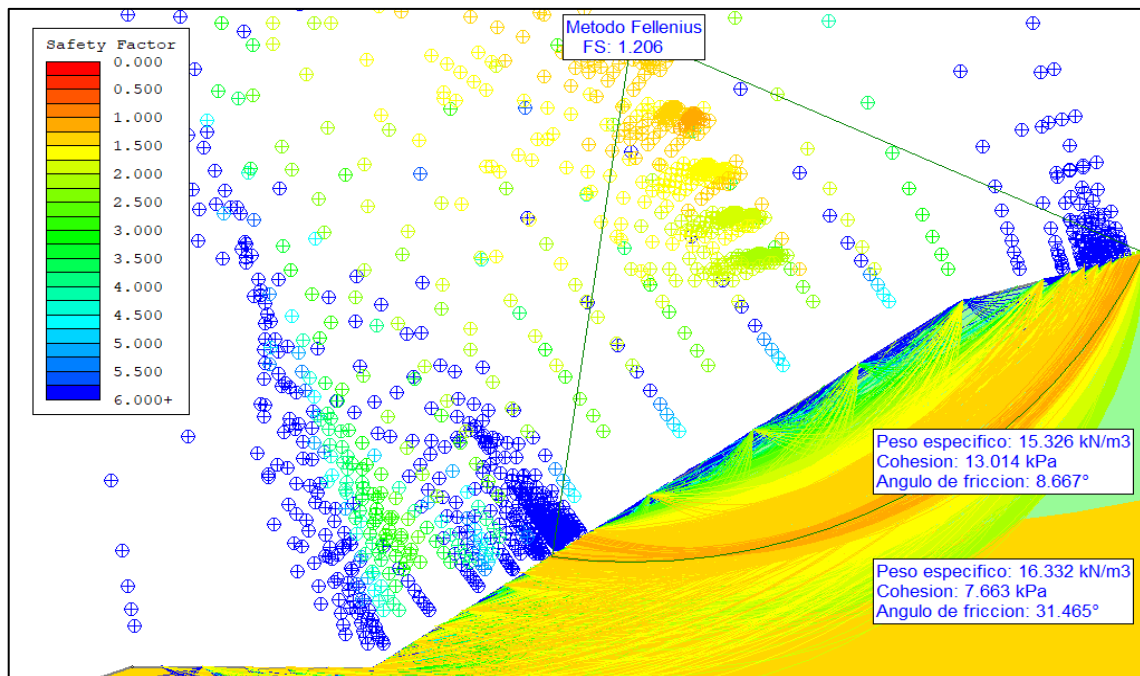
Propuesta de modificación de pendiente en la sección 01



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 110

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 01



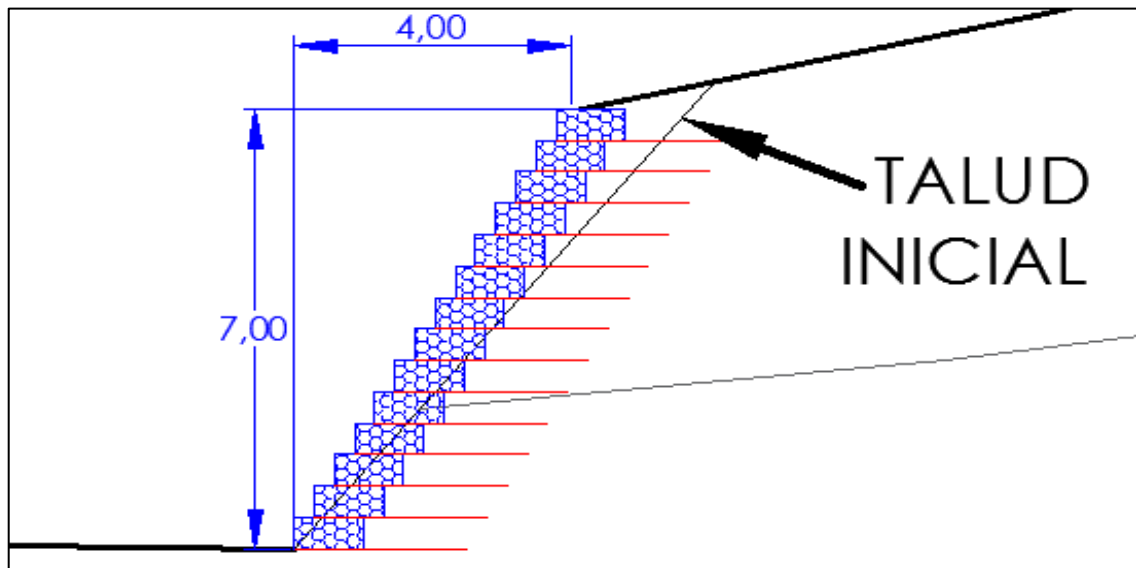
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 01	1.206	1.226	1.192	1.223	1.228

Plantamiento de muro de suelo reforzado para la sección 1 (0+286.10)

Figura 111

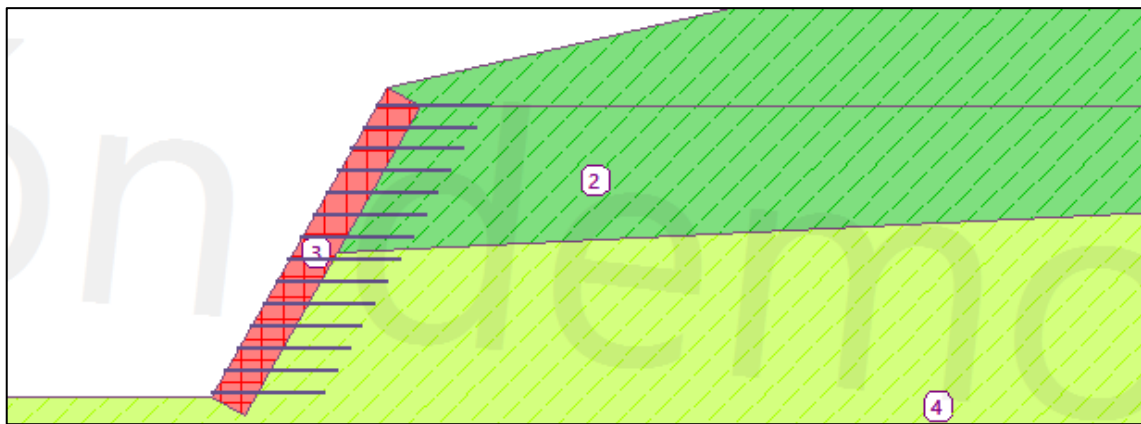
Propuesta de muro suelo reforzado en la sección 01



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 112

F.S. de la propuesta de muro de suelo reforzado en la sección 01



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

Geomalla uniaxial	: FORTGRID UX 50		
F.S. al desliz. geomalla	: 1.58	F.S. Bishop	: 1.58
F.S. resistencia tracción	: 11.09	F.S. Spencer	: 1.65
F.S. contra el deslizamiento	: 1.72	F.S. Janbu	: 1.64
F.S. contra el vuelco	: 2.67	F.S. Morg -Price	: 1.64
F.S. capacidad de carga	: 8.14		
Máxima tensión en la base	: 101.81 kPa		
Máxima tensión aceptable	: 829.05 kPa		

Planteamiento de muro de contención de C⁰ A⁰ para la sección 1

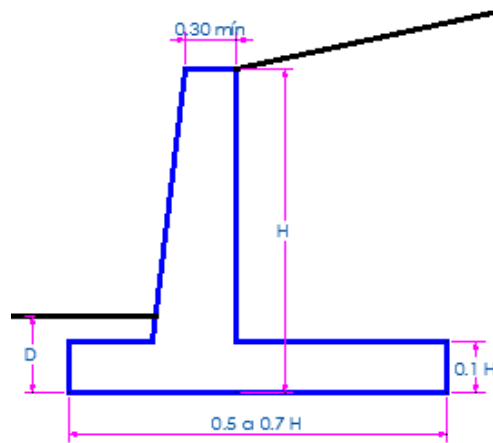
Según la norma CE.020 del reglamento nacional de construcciones del Perú donde menciona que el tipo de muro es de acuerdo a la altura como se muestra a continuación:

- Muro de gravedad, se usa para alturas de $H \leq 5\text{m}$
- Muro en voladizo, se usa para alturas de $H \leq 10\text{m}$
- Muro en voladizo con contrafuertes, se usa para alturas de $H > 10\text{m}$

Planteando el muro de contención en la sección analizada se verifica que la altura H es = 9.2m , por lo cual se plantea muro en voladizo que se desarrolla de la siguiente manera.

1. Predimensionamiento del muro de contención

En primer lugar se realiza el predimensionamiento tomando de referencia al Braja M. Dass (2013)



Aplicando al diseño de la sección inestable de análisis

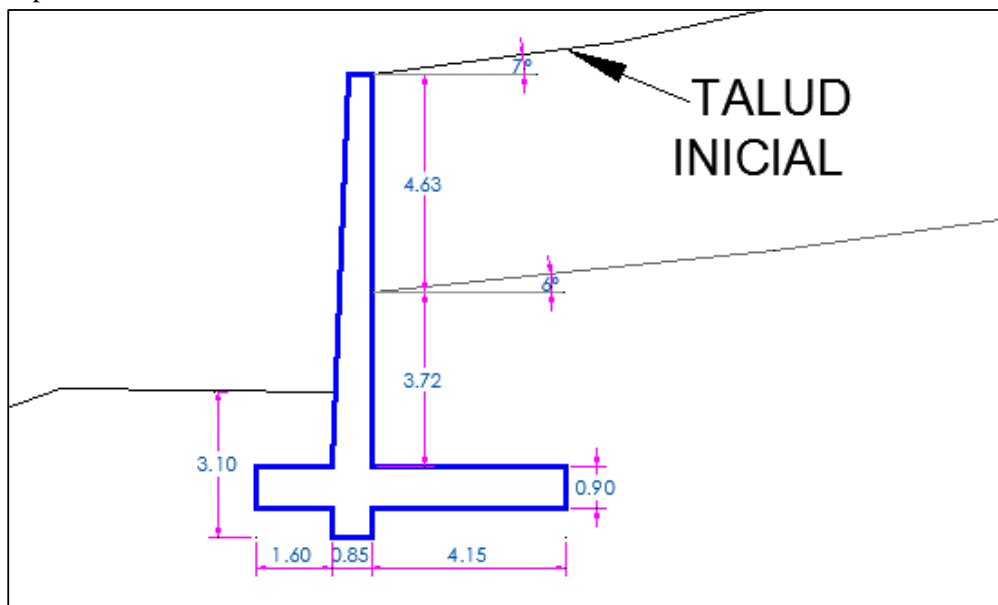
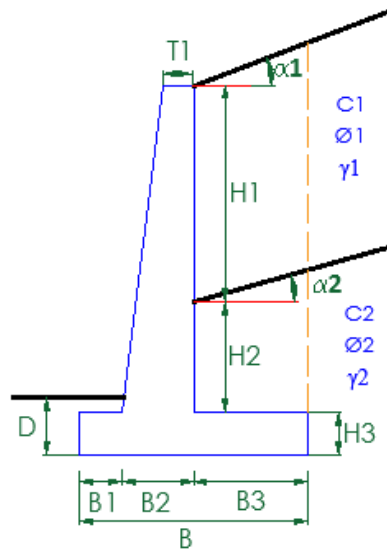


Figura 5: Propuesta de planteamiento de muro en voladizo en la sección 01

Predimensionamiento del muro en voladizo planteado



T1 = 0.50 m
B1 = 1.60 m
B2 = 0.90 m
B3 = 4.10 m
B = 6.60 m
H1 = 4.52 m
H2 = 3.82 m
H3 = 0.90 m
D = 3.10 m

Propiedades del muro de contención:

$$\gamma_c = 23.54 \text{ kN/m}^3$$

$$k_1 \text{ y } k_2 = 0.667 \quad \text{Rango de } 1/2 \text{ a } 2/3$$

Braja M Dass (2013)

Donde: γ_c Peso específico del concreto

Propiedades de los suelos que conforman el talud:

Datos del Terreno 1

$$\alpha_1 = 7^\circ$$

$$C_1 = 13.01 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi_1 = 8.667^\circ$$

$$\gamma_1 = 15.33 \text{ kN/m}^3$$

Datos del Terreno 2

$$\alpha_2 = 6^\circ$$

$$C_2 = 7.663 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi_2 = 31.47^\circ$$

$$\gamma_2 = 16.33 \text{ kN/m}^3$$

Donde:

α_1 y α_2 , ángulo de inclinación del suelo del talud

C_1 y C_2 , cohesión del suelo

ϕ_1 y ϕ_2 , ángulo de fricción del suelo

γ_1 y γ_2 , peso específico del suelo

2. Determinación del factor de seguridad al vuelco

Según el reglamento nacional de construcciones del Perú en la sección CE. 020 para muros de contención los factores de seguridad al vuelco debe cumplir que:

$$FS_{\text{vuelco}} \geq \frac{\sum M_0 \text{ Fuerzas estabilizadoras}}{\sum M_0 \text{ Fuerzas desestabilizadoras}} \geq 2.0$$

Las fuerzas desestabilizadoras son las fuerzas activas de Rankine por unidad de longitud de la pared que esta dada por:

$$P_a \geq K_a \gamma y \quad \text{Ademas,} \quad K_a \geq \cos^2 \frac{\cos \alpha \sqrt{\cos^2 \alpha \cos^2 \phi}}{\cos \alpha \sqrt{\cos^2 \alpha \cos^2 \phi}}$$

Donde:

P_a , fuerza activa de Rankine

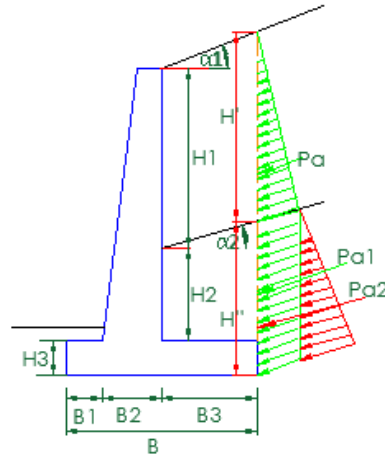
γ , peso específico del suelo

y , la profundidad de suelo de analisis

α , ángulo de inclinación del suelo

ϕ , ángulo de fricción del suelo en analisis

Se determina la fuerza activa de Rankine total por unidad de longitud de muro.



Para el Suelo 1

H'	=	4.592 m
$ka1$	=	0.8298
Pa	=	134.1 kN/m
Pv	=	16.34 kN/m
Ph	=	133.1 kN/m
Brazo de momento	=	6.68 m
$Pa1$	=	268.2 kN/m
$Pv1$	=	32.69 kN/m
$Ph1$	=	266.2 kN/m
Brazo de momento	=	2.58 m

Para el suelo 2

H''	=	5.15 m
$ka2$	=	0.319
$Pa2$	=	69.13 kN/m
$Pv2$	=	7.226 kN/m
$Ph2$	=	68.75 kN/m
Brazo de momento	=	1.72 m

Donde:

$Pa, Pa1, Pa2$, fuerza activa de Rankine total por unidad de longitud de muro
 $Pv, Pv1, Pv2$, componente vertical de la fuerza activa de Rankine
 $Ph, ph1, ph2$, componente horizontal de la fuerza activa de Rankine
 Las dimensiones de los brazos de momento es respecto al punto de volteo O

Se determina el valor del momento producido por las fuerzas desestabilizadoras aplicando la siguiente ecuación:

$$\square M_o \text{ Fuerzas desestabilizadoras} \square \square Pahn \text{ brazo de momento}$$

Donde:

$Pahn$, es la componente horizontal de la fuerza activa de Rankine

$$M_o = 1693.141 \text{ KN-m/m}$$

A continuación, se realiza el calculo de los momentos producido por las fuerzas estabilizadoras

Seccion	Area (m ²)	Peso (kN/m)	Brazo (m)	Momento
1	4.17	98.17848	2.25	220.9
2	1.668	39.27139	1.867	73.31
3	5.94	139.8514	3.3	461.5
4	1.032	15.8165	5.2	82.77
5	18.14	278.0775	4.6	1265
6	1.767	27.07801	3.9	104.7
7	1.767	28.85541	5.2	151
8	13.9	226.9364	4.6	1033
Pv		16.34442	4.0	65.38
$Pv1$		32.68884	6.6	215.7
$Pv2$		7.225672	6.6	47.69
Suma		910.3239		3720.83

Los valores de la tabla se refiere a:



Area (m²), es el area de la seccion según el grafico
Peso (kN/m), peso de la seccion según el grafico que es igual a $\text{Peso} = \gamma \text{ Area}$
Brazo (m), distancia del brazo de momento respecto al punto O
Momento (kN/m-m), respecto al punto O

Entonces los valores obtenidos son:

$$\square M_0 \text{ Fuerzas estabilizadoras} = 3720.83 \text{ KN-m/m}$$

$$\square V = 910.32 \text{ KN/m}$$

Calculo de Factor de seguridad al Volteo

$$FS_{\text{vuelco}} = \frac{\square M_0 \text{ Fuerzas estabilizadoras}}{\square M_0 \text{ Fuerzas desestabilizadoras}} \geq 2.0 \quad FS = 2.198$$

3. Determinación del factor de seguridad al deslizamiento

Según el reglamento nacional de construcciones del Perú en la seccion CE. 020 para muros de contencion los factores de seguridad al deslizamiento debe cumplir que:

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\square F_H \text{ Resistentes}}{\square F_H \text{ Actuantes}} \geq 1.5$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\square \gamma \tan(k_1 \square_2') \square Bk_2 C_2 \square P_p}{\square P_{ah}} \geq 1.5$$

Donde:

$\Sigma \gamma$, sumatoria de las fuerzas verticales estabilizadoras

k_1 y k_2 , factor adimensional de rango 1/2 a 2/3

\square_2' , angulo de fricción del suelo 2

B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención

C_2 , cohesión del suelo 2

ΣP_{ah} , sumatoria de la componente horizontal de la fuerza activa de Rankine total

P_p , fuerza pasiva

Determinacion de la fuerza pasiva total se utilizara las siguientes ecuaciones:

$$P_p = \frac{1}{2} k_p \square_2 D^2 + 2C_2 \sqrt{K_p} D \quad K_p = \cos \square \frac{\cos \square \sqrt{\cos^2 \square \cos^2 \square}}{\cos \square \sqrt{\cos^2 \square \cos^2 \square}}$$

Donde:

\square_2 , peso especifico del suelo 2

D, profundidad de desplante

B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención

C_2 , cohesión del suelo 2

ϕ , angulo de fricción del suelo 2

θ , inclinación del suelo en la zona anterior al muro

$$K_p = 3.18390$$

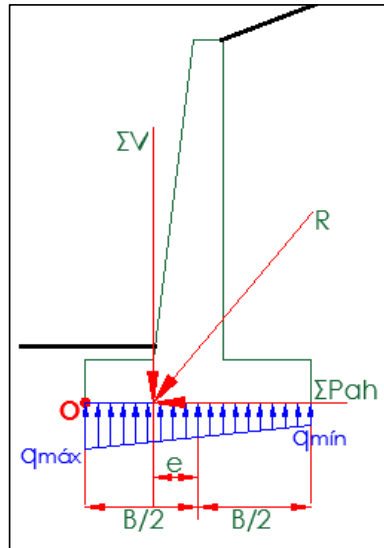
$$P_p = 334.633$$

Calculo de Factor de seguridad al deslizamiento

$$FS_{\text{deslizamiento}} = \frac{\sum v \tan(k_1 \phi_2') + \sum Bk_2 C_2 + \sum P_p}{\sum P_{ah}} \geq 1.5 \quad FS = 1.533$$

4. Determinación del factor de seguridad contra fallas de capacidad de carga

Primeramente se determina la excentricidad para lo cual se aplican las siguientes ecuaciones:



$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - \sum M_O}{\sum V}$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{\sum V}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right]$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{\sum V}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$$

Donde:

- $\sum M_R$, suma de los momentos resistentes
- $\sum M_O$, suma de los momentos desestabilizantes
- $\sum V$, suma de fuerzas verticales estabilizantes

Ademas $e < B/6$

Se determina la excentricidad

$$e = 1.07 \text{ m} \quad B/6 = 1.10 \text{ m} \quad \text{OK}$$

Determinación de las presiones máximas y mínimas con la aplicación de las siguientes ecuaciones

$$q_{\text{mín}} = \frac{\sum V}{B} \left[1 - \frac{6e}{B} \right] \quad \text{en cambio} \quad q_{\text{máx}} = \frac{\sum V}{B} \left[1 + \frac{6e}{B} \right]$$

$$q_{\text{punta (maxima)}} = 272.4157 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{talón (mínima)}} = 3.440052 \text{ kN/m}^2$$

Seguidamente se determina la capacidad ultima de carga según (Meyerhof, 1963) donde se indica:

$$q_u = c' N_c F_{sc} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qc} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma c} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

c , cohesión

q , tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base

γ , peso específico del suelo

B , dimensión de la longitud de la base del muro de contención

$F_{sc} F_{cd} F_{ci}$, factores de forma

$F_{qd} F_{qd} F_{qd}$, factores de profundidad

$F_{ci} F_{qi} F_{\gamma i}$, factores de inclinación de carga

$N_c N_q N_{\gamma}$ factores de capacidad de carga

Para la determinación de los factores de forma se determinara las propiedades del suelo de fundación con las siguientes formulas:

Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\phi \tan \alpha} \quad N_c = N_q \cot \alpha \quad N_y = 2 N_q \tan \alpha$$

Factores de profundidad considerando $Df/B \leq 1$ y $\phi > 0$ $B' = B + 2e$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \alpha \sin \alpha \left(\frac{D_f}{B'} \right)^2 \quad F_{cd} = F_{qd} \frac{1 + F_{qd}}{N_c \tan \alpha} \quad F_{is} = 1$$

Factores de inclinación de carga

$$F_{ci} = F_{qi} \left(\frac{1}{90} \right)^2 \quad F_{yi} = \left(\frac{1}{90} \right)^2 \tan \alpha \frac{Pah}{V}$$

Aplicando las ecuaciones planteadas se realiza el calculo de capacidad de carga ultima del suelo

$N_q = 21.7723$	$F_{qd} = 1.1946$
$N_c = 33.9439$	$F_{yd} = 1.0000$
$N_y = 27.8716$	$\psi = 27.2124$ Grados
$q = 50.6292$ KN/m ²	$F_{ci}=F_{qi} = 0.487$
$B' = 4.4549$ m	$F_{yi} = 0.0183$
$F_{cd} = 1.2783$	$q_u = 821.3$ kN/m ²

Una vez que se ha calculado la capacidad última de carga del suelo, se determina el factor de seguridad contra fallas de capacidad de carga

$$FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{q_u}{q_{m\acute{a}x}}$$

$FS = 3.0$ Generalmente se requiere un factor de seguridad de 3.
Según Braja Dass

5. Diseño estructural del muro de contención

Para la determinación del momento máximo se determinara con el esquema que se muestra, donde se determina las fuerzas activas del suelo y los brazos de momento.

Para luego para calcular el momento maximo ultimo se realiza de acuerdo a la norma E.060 del reglamento nacional de construcciones del Perú

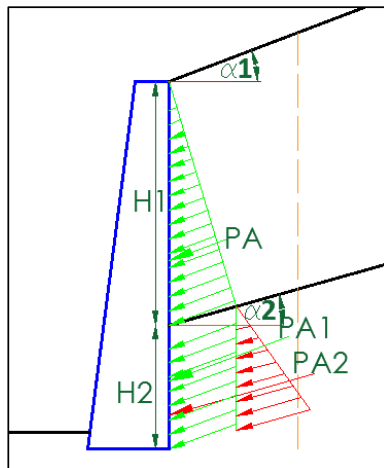
$$Mu_{m\acute{a}x} = 0.9CM + 1.7CS$$

Donde:

CM, carga muerta

CS, presión ejercida por el suelo

Determinación de momento máximo último



Calculo de las fuerzas activas

$$PA = 129.9$$

$$\text{Brazo de Momento} = 5.287 \text{ m}$$

$$PA1 = 219.6$$

$$\text{Brazo de Momento} = 1.896 \text{ m}$$

$$PA2 = 38.02$$

$$\text{Brazo de Momento} = 1.266 \text{ m}$$

Calculo de Momento $M_u = 1.7M$

$$M = 1151.284 \text{ kN/m-m}$$

$$M_u = 199.509 \text{ Tn-m}$$

Una vez calculado el valor de momento ultimo máximo se determina la cantidad de refuerzo requerido que se realiza con la siguiente expresión:

$$A_s \geq \frac{0.85 f_c b d}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{0.85 f_c b d^2}} \right], \quad d \geq T_w \geq \text{REC}$$

Donde:

f_c , resistencia a corte del concreto

f_y , resistencia a fluencia del acero de refuerzo

b , largo de muro analizado (1m)

d , peralte efectivo del muro

ϕ , parametro adimensional (para flexión $\phi=0.9$)

M_u , momento ultimo maximo

T_w , espesor de muro en la sección analizada

REC, recubrimiento (REC= 5 cm para concreto en contacto con el suelo)

(REC= 7 cm para concreto colocado contra el suelo y expuesto el)

Para el calculo de la cantidad de acero de refuerzo utilizaremos los siguientes datos:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2, \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2, \quad d = 0.85 \text{ m}$$

Determinación de refuerzo longitudinal, considerando que la cantidad de cuantía mínima es 0.0012, el espaciamiento máximo es el menor valor de $3T_w$ y 450mm según la ACI 318-19 (T_w = espesor de muro)

$$A_s = 68.61 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 10.2 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ adoptado}} = 68.60954 \text{ cm}^2$$

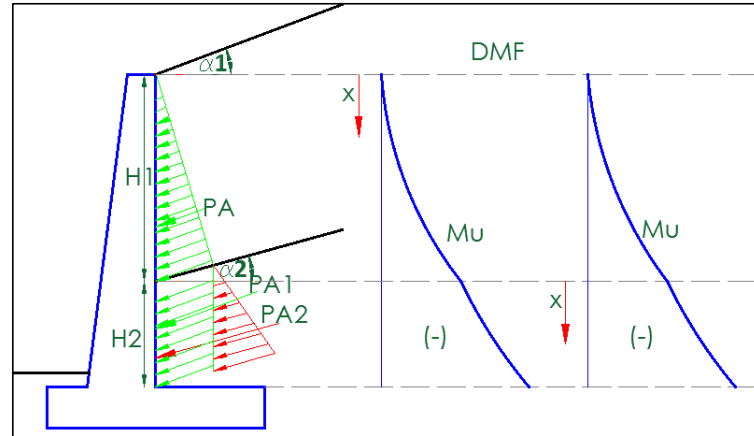
Usando $1 \frac{3}{8}''$ $S = 0.15 \text{ m}$

$$S_{\text{max}} = 0.45 \text{ m}$$

Debido a que el espesor del muro de contención es de sección variable, el momento resistente tambien varia, debido a lo cual se plantea el corte de acero, para lo cual el acero restante es el acero requerido dividido por 2.

$$A_{s \text{ restante}} = 34.30477 \text{ cm}^2$$

Planteo del diagrama de momento flector y la ecuación:



Del cual se plantea que las ecuación de la curva de momento flector esta dada por:

Si la sección de corte esta ubicado a lo largo de la H1

$$M_u = 1.7 \frac{K_a \cdot x^3 \cos \alpha_1}{6}$$

Si la sección de corte esta ubicado a lo largo de la H2

$$M_u = 1.7 \left[\frac{K_{a1} \cdot H_1^2}{2} \cdot \frac{H_1}{3} \cdot X \cdot \cos(\alpha_1) + \frac{K_{a1} \cdot H_1 \cdot X^2}{2} \cdot \cos(\alpha_1) + \frac{K_{a2} \cdot X^2}{2} \cdot \frac{X}{3} \cdot \cos(\alpha_2) \right]$$

Una vez ya planteada las ecuaciones del DMF, mediante tanteo determinemos la altura de corte.

Calculo de momento considerando el suelo 1, X max= 4.52 m

Colocar valor de X 4.52 m espesor de muro 0.72 m
 Mu= 330.2725 kN/m-m Mu= 33.66692 Tn-m
 Refuerzo Longitudinal para X=3m comparando con As restante= 34.305 cm²

As = 13.75 cm² No cumple

Calculo de momento considerando el suelo 1 y suelo 2, X max= 3.82 m

Colocar valor de X **1.815** m espesor de muro 0.80 m
 Mu= 896.6737 kN/m-m Mu= 91.40404 Tn-m

Refuerzo Longitudinal para X=3m comparando con As restante= 34.30 cm²

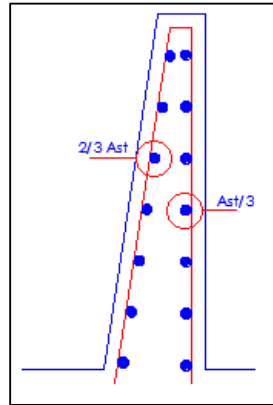
As = 34.00 cm² Cumple

Luego de realizar el tanteo para ambos casos se concluye que la altura de corte es la determinada mas el peralte en la seccion de analisis obtenida

Altura de Corte: 2.8 m

Determinación de refuerzo transversal, considerando que la cantidad de cuantía mínima es 0.0020, el espaciamiento máximo es el menor valor de $3T_w$ y 450mm según la ACI 318-19 (T_w = espesor de muro)

Para el calculo del acero transversal se utilizara la cuantía 0.0020, además de subdividir la altura del muro de contención en 3 partes tal como se muestra:



Parte Inferior De 0 a 2.8 metros $e= 0.9$ $S_{max}= 0.45$ m

$$A_s = 17 \text{ cm}^2$$

$$\frac{2}{3} A_{st} = 11.33 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{3/4"} \quad S= 0.25 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} A_{st} = 5.667 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{1/2"} \quad S= 0.22 \text{ m}$$

Parte Intermedia De 2.8 a 5.6 metros $e= 0.767$ $S_{max}= 0.45$ m

$$A_s = 14.33 \text{ cm}^2$$

$$\frac{2}{3} A_{st} = 9.556 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{3/4"} \quad S= 0.30 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} A_{st} = 4.778 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{1/2"} \quad S= 0.27 \text{ m}$$

Parte Superior De 5.6 a 8.3 metros $e= 0.633$ $S_{max}= 0.45$ m

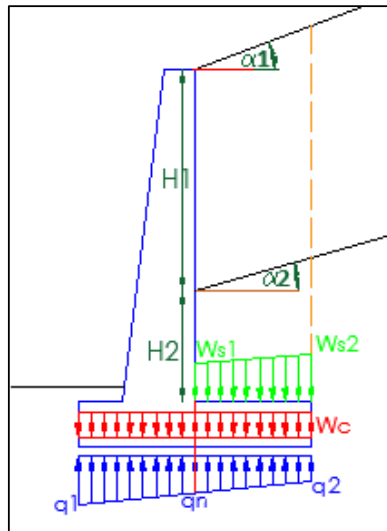
$$A_s = 11.67 \text{ cm}^2$$

$$\frac{2}{3} A_{st} = 7.778 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{3/4"} \quad S= 0.37 \text{ m}$$

$$\frac{1}{3} A_{st} = 3.889 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{1/2"} \quad S= 0.33 \text{ m}$$

Determinación de refuerzo en la cimentación, considerando que la cantidad de cuantía mínima es 0.0018, según la ACI 318-19

Para lo cual se determina las fuerzas que actúan en la cimentación y están dadas por:



W_{s1}	=	131.66	kN/m
W_{s2}	=	139.81	kN/m
W_c	=	21.19	kN/m
q_1	=	272.42	kN/m
q_2	=	3.44	kN/m
q_n	=	170.53	kN/m
q_m	=	207.21	kN/m

Para la determinación de W_{s1} y W_{s2} se realiza con la siguiente expresión:

$$W_{s1}, W_{s2} = \gamma_s \cdot h$$

Donde:

γ_s , peso específico de suelo
 h , altura de suelo

Para la determinación de W_c se realiza con la siguiente expresión:

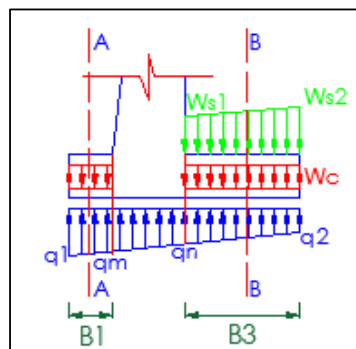
$$W_c = \gamma_c \cdot e_c$$

Donde:

γ_c , peso específico del concreto
 e_c , espesor de cimentación

Además los valores q_1 y q_2 son las presiones máximas y mínimas ya calculadas en la verificación del factor de seguridad contra fallas de capacidad de carga

Para lo cual realizamos el siguiente esquema donde las ecuaciones de los momentos está dada de la siguiente forma:



Para la seccion de corte A

$$M_{\max} = 1.7 \frac{q_m B_1^2}{2} - \frac{q_1 - q_m B_1^2}{3} + 0.9 \frac{W_c B_1^2}{2}$$

Para la seccion de corte B

$$M_{\max} = 1.7 \frac{W_s1 B_3^2}{2} - \frac{W_s2 - W_s1 B_3^2}{3} + \frac{q_2 B_3^2}{2} - \frac{q_n - q_2 B_3^2}{6} + 0.9 \frac{W_c B_3^2}{2}$$

Determinación de la cantidad de acero de refuerzo para la zapata anterior (Sección A)

$$M_u = 521.0699 \text{ kN/m-m} \quad M_u = 53.12 \quad T_n\text{-m}$$

Calculo del acero de refuerzo

$$A_s = 17.36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mínimo}} = 14.94 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ adoptado}} = 17.36 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{5/8"} \quad S = 0.12 \text{ m}$$

Determinación de la cantidad de acero de refuerzo para la zapata posterior (Sección B)

$$M_u = 1220.752 \text{ kN/m-m} \quad M_u = 124.4 \quad T_n\text{-m}$$

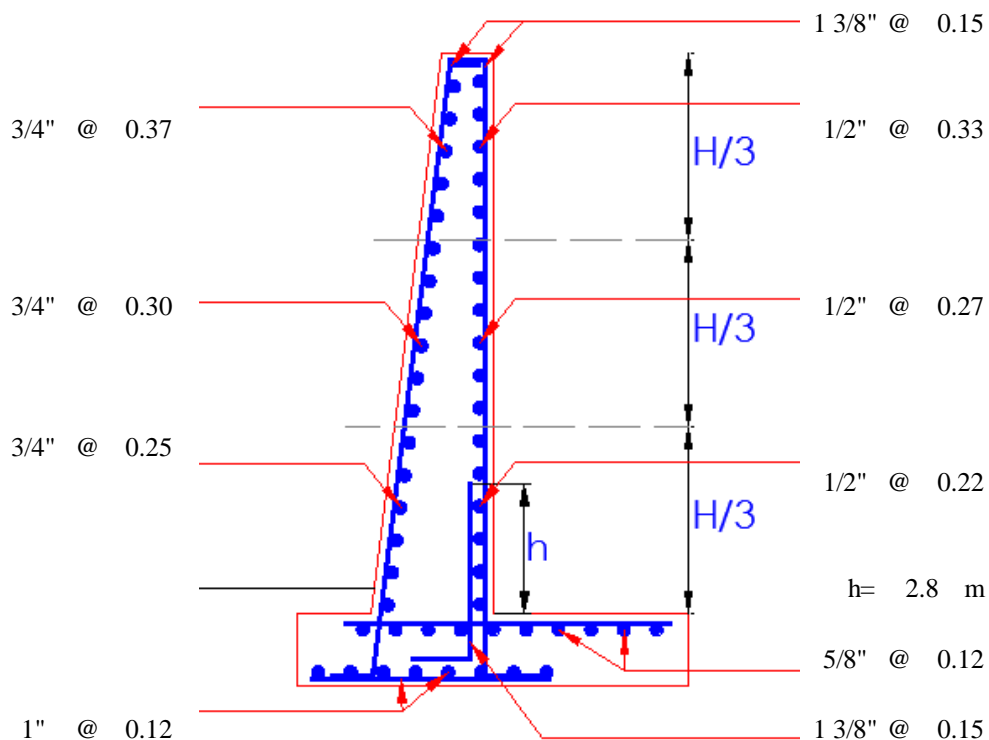
Calculo del acero de refuerzo

$$A_s = 42.19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ mínimo}} = 14.94 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ adoptado}} = 42.19 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{1"} \quad S = 0.12 \text{ m}$$

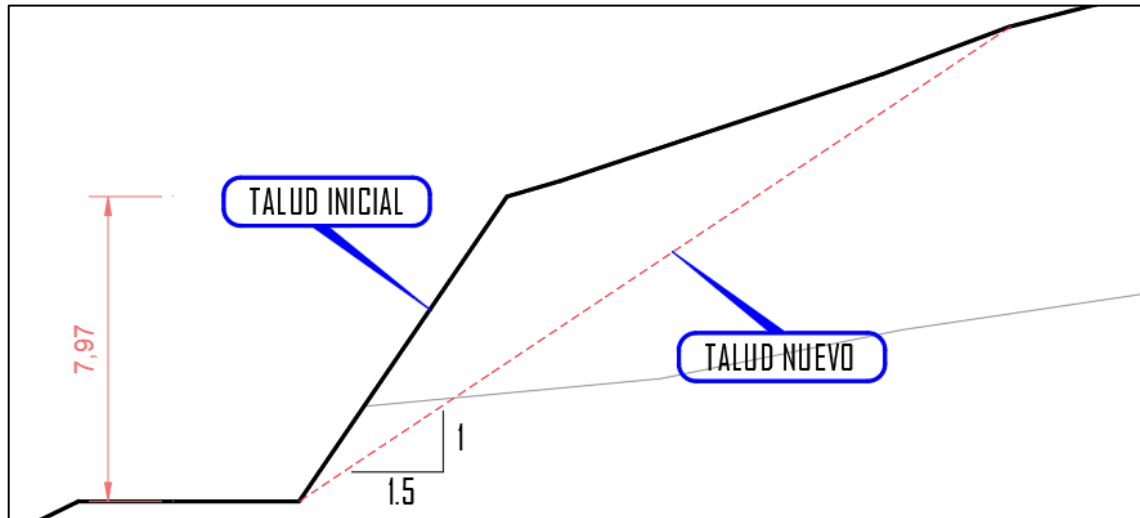
6. Esquema de los aceros de refuerzo (espaciamiento en metros)



Plantamiento de modificación de pendiente para la sección 2 (0+318.25 km)

Figura 113

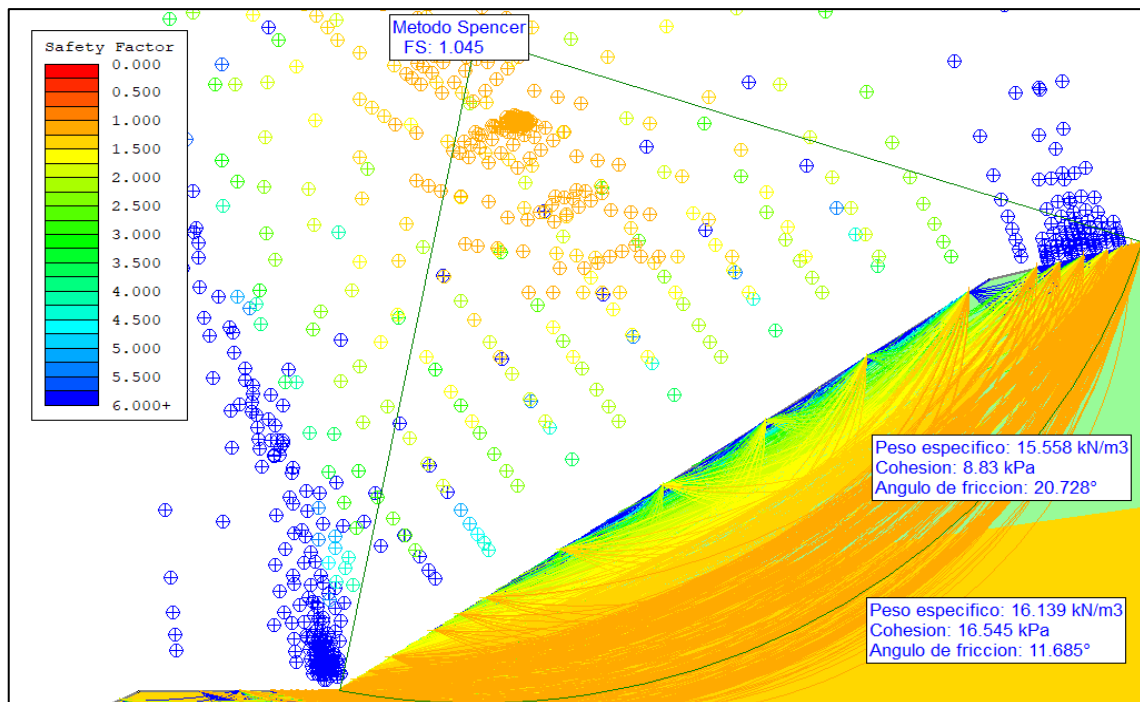
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 02



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 114

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 02



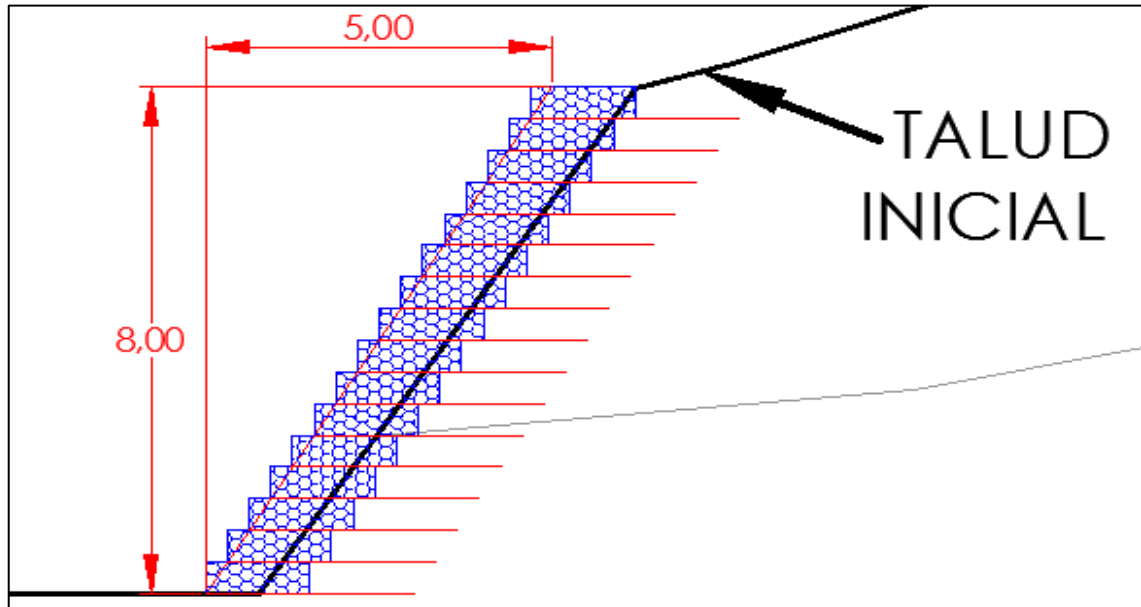
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 02	0.975	1.059	0.955	1.045	1.046

Plantamiento de muro de suelo reforzado para la sección 2 (0+318.25 km)

Figura 115

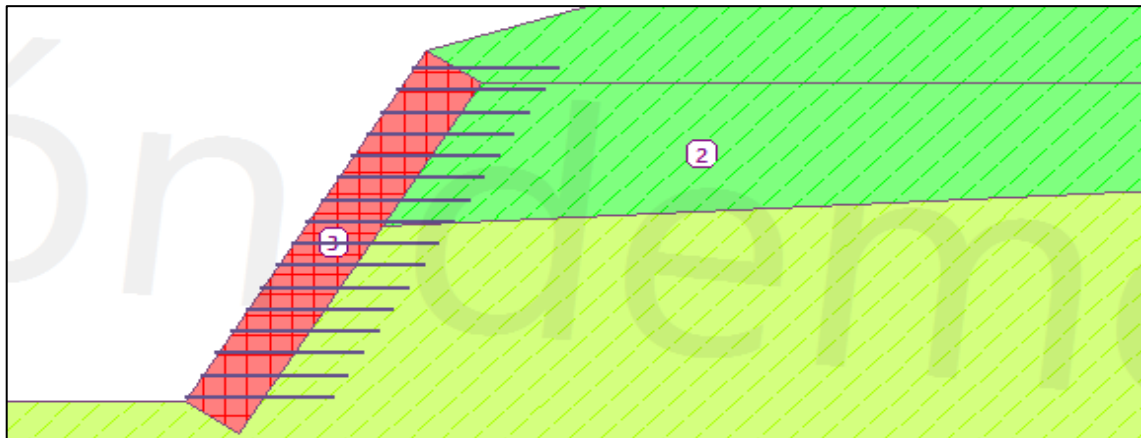
Propuesta de muro suelo reforzado en la sección 02



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 116

F.S. de la propuesta de muro de suelo reforzado en la sección 02



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

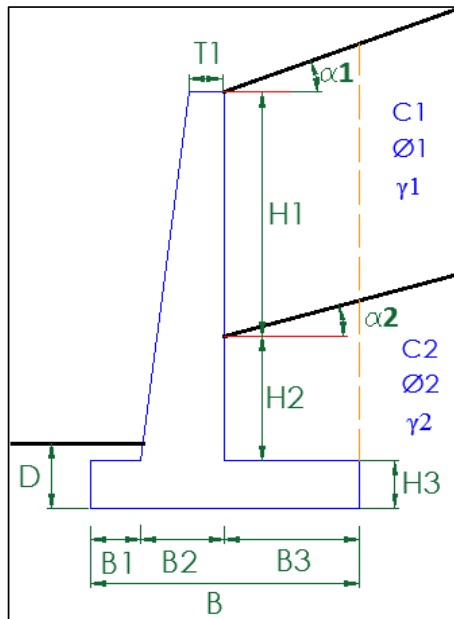
Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

Geomalla uniaxial	: FORTGRID UX 50
F.S. al desliz. geomalla	: 2.09
F.S. resistencia tracción	: 9.43
F.S. contra el deslizamiento	: 1.63
F.S. contra el vuelco	: 2.35
F.S. capacidad de carga	: 8.12
Máxima tensión en la base	: 116.13 kPa
Máxima tensión aceptable	: 942.84 kPa

F.S. Bishop	: 1.51
F.S. Spencer	: 1.55
F.S. Janbu	: 1.54
F.S. Morg -Price	: 1.54

Plantamiento de muro de contención de C⁰ A⁰ para la sección 2

Predimensionamiento del muro en voladizo planteado



Dimensiones del muro:

T1 =	0.50 m
B1 =	1.60 m
B2 =	0.90 m
B3 =	4.20 m
B =	6.70 m
H1 =	4.26 m
H2 =	4.01 m
H3 =	0.90 m
D =	3.10 m

Propiedades del muro de contención:

$\gamma_c =$	23.54 kN/m ³
k1 y k2 =	0.667 Rango de 1/2 a 2/3
	Braja M Dass (2013)

Donde: γ_c Peso específico del concreto

Propiedades de los suelos que conforman el talud:

Datos del Terreno 1

$\alpha_1 =$	8 °
C1 =	13.01 kN/m ²
$\phi_1 =$	8.667 °
$\gamma_1 =$	15.33 kN/m ³

Datos del Terreno 2

$\alpha_2 =$	5 °
C2 =	7.663 kN/m ²
$\phi_2 =$	31.47 °
$\gamma_2 =$	16.33 kN/m ³

Donde:

- α_1 y α_2 , ángulo de inclinación del suelo del talud
- C1 y C2, cohesión del suelo
- ϕ_1 y ϕ_2 , ángulo de fricción del suelo
- γ_1 y γ_2 , peso específico del suelo

2. Determinación del factor de seguridad al vuelco

Según el reglamento nacional de construcciones del Perú en la sección CE. 020 para muros de contención los factores de seguridad al vuelco debe cumplir que:

$$FS_{\text{vuelco}} \geq \frac{\sum M_0 \text{ Fuerzas estabilizadoras}}{\sum M_0 \text{ Fuerzas desestabilizadoras}} \geq 2.0$$

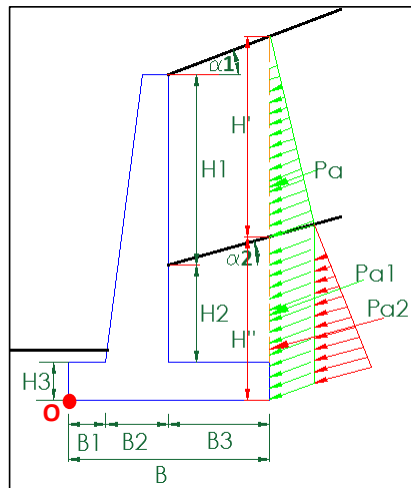
Las fuerzas desestabilizadoras son las fuerzas activas de Rankine por unidad de longitud de la pared que esta dada por:

$$P_a \geq K_a \gamma y \quad \text{Ademas, } K_a \geq \cos^2 \frac{\cos \alpha \sqrt{\cos^2 \alpha \cos^2 \phi}}{\cos \alpha \sqrt{\cos^2 \alpha \cos^2 \phi}}$$

Donde:

- P_a , fuerza activa de Rankine
- γ , peso específico del suelo
- y, la profundidad de suelo de analisis

Aplicando al muro analizado se determina la fuerza activa de Rankine para los suelos



Para el Suelo 1

$$\begin{aligned}
 H' &= 4.483 \text{ m} \\
 ka1 &= 0.8811 \\
 Pa &= 135.7 \text{ kN/m} \\
 Pv &= 18.88 \text{ kN/m} \\
 Ph &= 134.4 \text{ kN/m} \\
 \text{Brazo de momento} &= 6.77 \text{ m} \\
 Pa1 &= 271.4 \text{ kN/m} \\
 Pv1 &= 37.77 \text{ kN/m} \\
 Ph1 &= 268.7 \text{ kN/m} \\
 \text{Brazo de momento} &= 2.64 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Para el suelo 2

$$\begin{aligned}
 H'' &= 5.28 \text{ m} \\
 ka2 &= 0.318 \\
 Pa2 &= 72.16 \text{ kN/m} \\
 Pv2 &= 6.289 \text{ kN/m} \\
 Ph2 &= 71.88 \text{ kN/m} \\
 \text{Brazo de momento} &= 1.76 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Donde:

Pa, Pa1, Pa2, fuerza activa de Rankine del suelo
Pv, Pv1, Pv2, componente vertical de la fuerza activa de Rankine
Ph, ph1, ph2, componente horizontal de la fuerza activa de Rankine
Las dimensiones de los brazos de momento es respecto al punto de volteo O

Se determina el valor del momento producido por las fuerzas desestabilizadoras aplicando la siguiente ecuación:

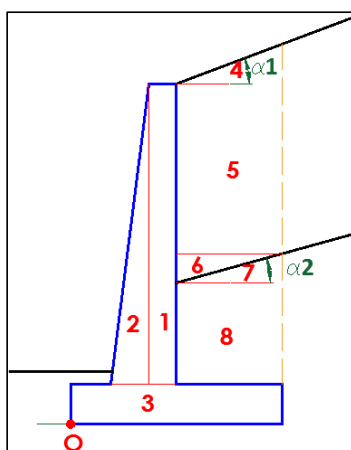
$$M_o = \sum P_{ahn} \cdot \text{brazo de momento}$$

Donde:

Pahn, es la componente horizontal de la fuerza activa de Rankine

$$M_o = 1744.787 \text{ KN-m/m}$$

A continuación, se realiza el calculo de los momentos producido por las fuerzas estabilizadoras



Seccion	Area (m ²)	Peso (kN/m)	Brazo (m)	Momento
1	4.134	97.3309	2.25	219
2	1.654	38.93236	1.867	72.67
3	6.03	141.9703	3.35	475.6
4	1.24	18.99765	5.3	100.7
5	17.56	269.1444	4.6	1238
6	1.543	23.65262	3.9	92.25
7	1.543	25.20518	5.3	133.6
8	15.29	249.7212	4.6	1149
Pv		18.88294	4.0	75.53
Pv1		37.76588	6.7	253.0
Pv2		6.289063	6.7	42.14
Suma		927.8925		3851.27



Los valores de la tabla se refiere a:

Area (m²), es el area de la seccion según el grafico

Peso (kN/m), peso de la seccion según el grafico que es igual a $\text{Peso} = \gamma \text{ Area}$

Brazo (m), distancia del brazo de momento respecto al punto O

Momento (kN/m-m), respecto al punto O

Calculo de Factor de seguridad al Volteo

$$FS = 2.207 \quad \text{CUMPLE}$$

3. Determinación del factor de seguridad al deslizamiento

Según el reglamento nacional de construcciones del Perú en la seccion CE. 020 para muros de contención los factores de seguridad al vuelco debe cumplir que:

$$FS_{\text{deslizamiento}} \geq \frac{\sum F_H \text{ Resistentes}}{\sum F_H \text{ Actuantes}} \geq 1.5$$

$$FS_{\text{deslizamiento}} \geq \frac{\sum v \tan(k_1 \phi_2') + \sum Bk_2 C_2 + \sum P_p}{\sum P_{ah}} \geq 1.5$$

Donde:

$\sum v$, sumatoria de las fuerzas verticales estabilizadoras

k_1 y k_2 , factor adimensional de rando 1/2 a 2/3

ϕ_2' , angulo de fricción del suelo 2

B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención

C_2 , cohesión del suelo 2

$\sum P_{ah}$, sumatoria de las fuerzas activas desestabilizantes

P_p , fuerza pasiva

Determinacion de la fuerza pasiva

Para la determinación de la fuerza pasiva se utilizara las siguientes ecuaciones:

$$P_p = \frac{1}{2} k_p \phi_2 D^2 + 2C_2 \sqrt{K_p} D \quad K_p = \cos \theta \frac{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta + \cos^2 \theta}}{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta + \cos^2 \theta}}$$

Donde:

ϕ_2 , peso especifico del suelo 2

D, profundidad de desplante

B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención

C_2 , cohesión del suelo 2

ϕ , angulo de fricción del suelo 2

θ , inclinación del suelo en la zona anterior al muro 0°

$$K_p = 3.18390$$

$$P_p = 334.633$$

$$FS = 1.526 \quad \text{CUMPLE}$$

4. Determinación del factor de seguridad contra fallas de capacidad de carga

Primeramente se determina la excentricidad para lo cual se aplican las siguientes ecuaciones:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_R - M_O}{V} \quad \text{Además } e < B/6$$

Donde:

- B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención
- M_R , momentos resistentes
- M_O , momentos desestabilizantes
- V, fuerzas verticales estabilizantes

$$e = 1.08 \text{ m} \quad B/6 = 1.12 \text{ m} \quad \text{OK}$$

Determinación de las presiones máximas y mínimas con la aplicación de las siguientes ecuaciones

$$q_{\min} = \frac{V}{B} - \frac{6e}{B^2} \quad \text{en cambio} \quad q_{\max} = \frac{V}{B} + \frac{6e}{B^2}$$

$$q_{\text{punta (maxima)}} = 272.4129 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{talón (mínima)}} = 4.569919 \text{ kN/m}^2$$

Seguidamente se determina la capacidad última de carga según (Meyerhof, 1963) donde se indica:

$$q_u = c' N_c F_{sc} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qc} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma c} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

- c, cohesión
- q, tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base
- γ , peso específico del suelo
- B, dimensión de la longitud de la base del muro de contención
- $F_{sc} F_{cd} F_{ci}$, factores de forma
- $F_{qd} F_{qd} F_{qd}$, factores de profundidad
- $F_{ci} F_{qi} F_{\gamma i}$, factores de inclinación de carga
- $N_c N_q N_{\gamma}$, factores de capacidad de carga

Para la determinación de los factores de forma se determinara las propiedades del suelo de fundación con las siguientes formulas:

Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\tan \phi} \quad N_c = N_q \cot \phi \quad N_{\gamma} = 2 N_q \tan \phi$$

Factores de profundidad considerando $Df/B \leq 1$ y $\phi > 0$

$$B' = B - 2e$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi \tan \left(\frac{D_f}{B} \right) \quad F_{cd} = F_{qd} \frac{1 + F_{qd}}{N_c \tan \phi} \quad F_{\gamma} = 1$$

Factores de inclinación de carga

$$F_{ci} = F_{qi} \left[\frac{1}{90} \right] \quad F_{ji} = \left[\frac{1}{90} \right] \quad \tan \alpha_1 \left[\frac{P_{ah}}{V} \right]$$

Aplicando las ecuaciones planteadas se realiza el calculo de capacidad de carga ultima del suelo

$N_q = 21.7723$	$F_{qd} = 1.1910$
$N_c = 33.9439$	$F_{yd} = 1.0000$
$N_y = 27.8716$	$\psi = 27.1066 \text{ Grados}$
$q = 50.6292 \text{ KN/m}^2$	$F_{ci}=F_{qi} = 0.488$
$B' = 4.5404 \text{ m}$	$F_{yi} = 0.0192$
$F_{cd} = 1.2731$	$q_u = 822.6 \text{ kN/m}^2$

Una vez que se ha calculado la capacidad última de carga del suelo, se determina el factor de seguridad contra fallas de capacidad de carga

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{máx}}}$$

$FS = 3.0$ Generalmente se requiere un factor de seguridad de 3.
Según Braja Dass

5. Diseño estructural de los muros estructurales

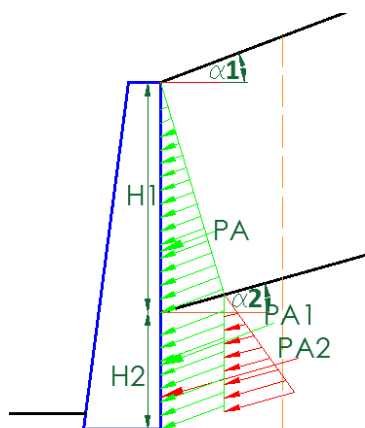
Para la determinación del momento máximo se determinara con el esquema que se muestra, donde se determina las fuerzas activas del suelo y los brazos de momento.

Para luego para calcular el momento maximo ultimo se realiza de acuerdo a la norma E.060 del reglamento nacional de construcciones del Perú

$$Mu_{\text{máx}} = 0.9CM + 1.7CS$$

Donde:

CM, carga muerta
CS, presión ejercida por el suelo



Calculo de las fuerzas activas

$PA = 122.5$
Brazo de Momento = 5.375 m

$PA1 = 230.6$
Brazo de Momento = 1.984 m

$PA2 = 41.65$
Brazo de Momento = 1.331 m

Calculo de Momento $Mu=1.7M$

$M = 1171.578 \text{ kN/m-m}$
 $Mu = 203.0257 \text{ Tn-m}$

Una vez calculado el valor de momento ultimo máximo se determina el area de acero que se realiza con las siguiente expresión:

Datos:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 0.847 \text{ m}$$

Refuerzo Longitudinal

$$A_s = 70.24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ minimo}} = 10.1676 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ adoptado}} = 70.24066 \text{ cm}^2$$

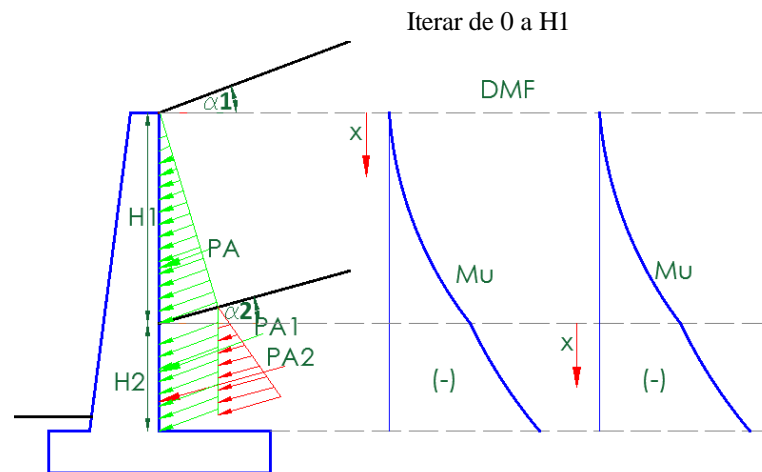
Usando $\boxed{1\ 3/8''}$ S = 0.14 m

Smax = 0.45 m

Determinacion de punto de corte de Varilla

As restante = 35.12033 cm²

Para iteración Tx = **0.71** m



Calculo de momento considerando el suelo 1, X max = 4.26 m

Colocar valor de X $\boxed{4.26}$ m espesor de muro 0.71 m

la ecuacion a aplicar es: $M_u \approx 1.7 \frac{K_a \gamma x^3 \cos^2 \alpha}{6}$

Mu = 292.9012 kN/m-m Mu = 29.85741 Tn-m

Refuerzo Longitudinal para X=3m comparando con As restante = 35.120 cm²

As = 12.36 cm² No cumple

Calculo de momento considerando el suelo 1 y suelo 2, X max = 4.01 m

Colocar valor de X $\boxed{2.004}$ m espesor de muro 0.80 m

$$M_u \approx 1.7 \left[\frac{K_{a1} \gamma H_1^2}{2} \frac{H_1}{3} X \cos(\alpha) + \frac{K_{a1} \gamma H_1 X^2}{2} \cos(\alpha) + \frac{K_{a2} \gamma X^2}{2} \frac{X}{3} \cos(\alpha) \right]$$

Mu = 912.4976 kN/m-m Mu = 93.01709 Tn-m

Refuerzo Longitudinal para X=3m comparando con A_s restante= 35.12 cm²

$A_s = 35.12$ cm² Cumple

Refuerzo Horizontal

Parte Inferior De 0 a 2.8 metros $e = 0.9$ $S_{max} = 0.45$ m

$A_s = 16.82$ cm²

$\frac{2}{3} A_{st} = 11.21$ cm² Usando S= 0.25 m

Usando S= 0.23 m

$\frac{1}{3} A_{st} = 5.606$ cm²

24.8

Parte Intermedia De 2.8 a 5.5 metros $e = 0.767$ $S_{max} = 0.45$ m

$A_s = 14.15$ cm²

$\frac{2}{3} A_{st} = 9.435$ cm² Usando S= 0.30 m

Usando S= 0.27 m

$\frac{1}{3} A_{st} = 4.717$ cm²

Parte Superior De 5.5 a 8.3 metros $e = 0.633$ $S_{max} = 0.45$ m

$A_s = 11.49$ cm²

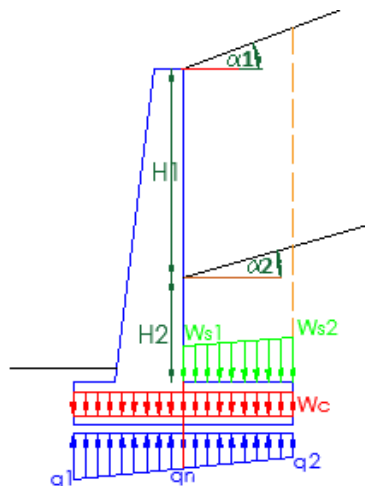
$\frac{2}{3} A_{st} = 7.657$ cm² Usando S= 0.37 m

Usando S= 0.33 m

$\frac{1}{3} A_{st} = 3.829$ cm²

Diseño de zapata interior

Diseño de 1m



$W_{s1} = 130.75$ kN/m

$W_{s2} = 140.16$ kN/m

$W_c = 21.19$ kN/m

$q_1 = 272.41$ kN/m

$q_2 = 4.57$ kN/m

$q_n = 172.47$ kN/m

$q_m = 208.45$ kN/m



Diseño de zapata anterior:

$$Mu = 521.9659 \text{ kN/m-m} \quad Mu = 53.21 \text{ Tn-m}$$

Calculo del acero de refuerzo

$$\begin{aligned} As &= 17.39 \text{ cm}^2 \\ As_{\text{minimo}} &= 14.94 \text{ cm}^2 \\ As_{\text{adoptado}} &= 17.39 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{3/4"} \quad S= 0.16 \text{ m} \end{aligned}$$

Diseño de zapata posterior:

$$Mu = 1258.993 \text{ kN/m-m} \quad Mu = 128.3 \text{ Tn-m}$$

Calculo del acero de refuerzo

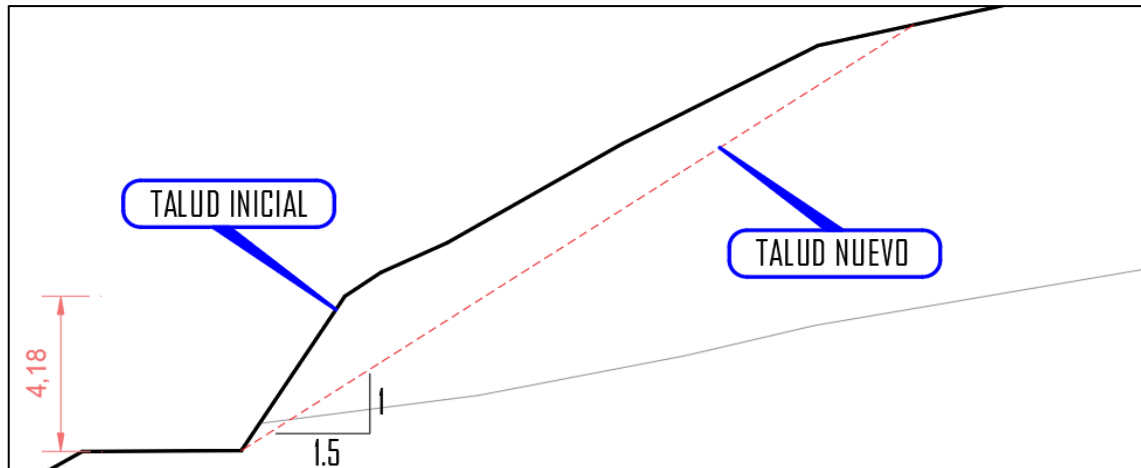
$$\begin{aligned} As &= 43.60 \text{ cm}^2 \\ As_{\text{minimo}} &= 14.94 \text{ cm}^2 \\ As_{\text{adoptado}} &= 43.60 \text{ cm}^2 \quad \text{Usando } \boxed{1"} \quad S= 0.12 \text{ m} \end{aligned}$$

Anexo B-2: Factor de seguridad de las soluciones (tramo II)

Plantamiento de modificación de pendiente para la sección 3 (0+438.60 km)

Figura 117

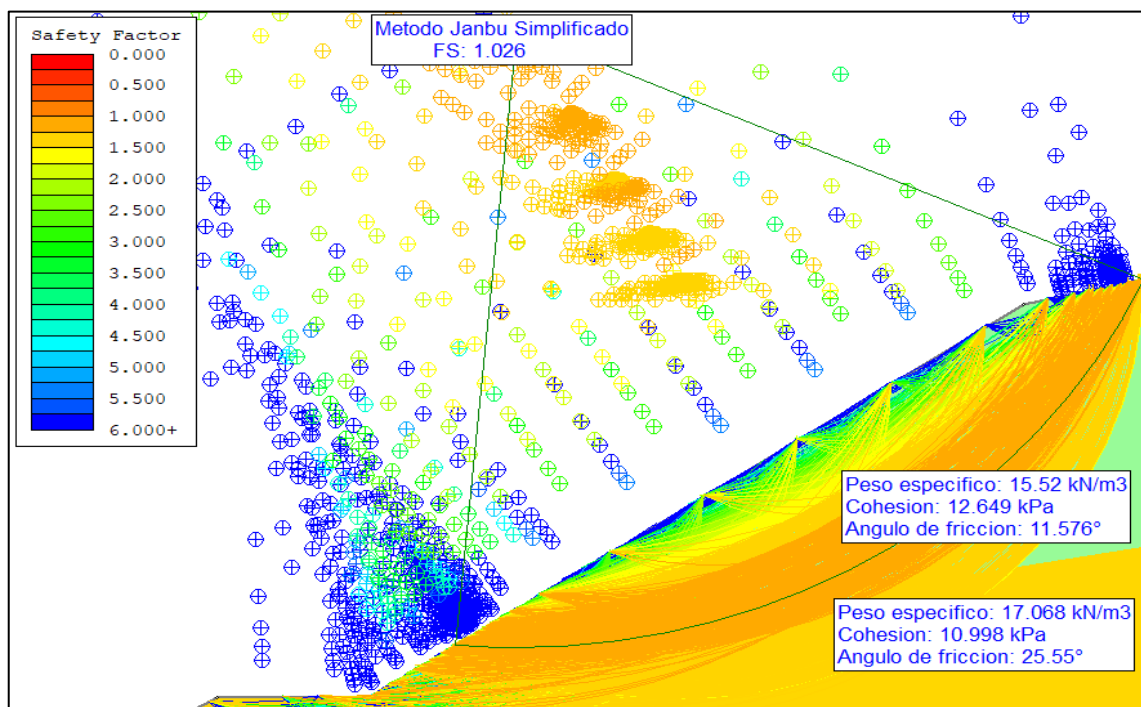
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 03



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 118

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 03



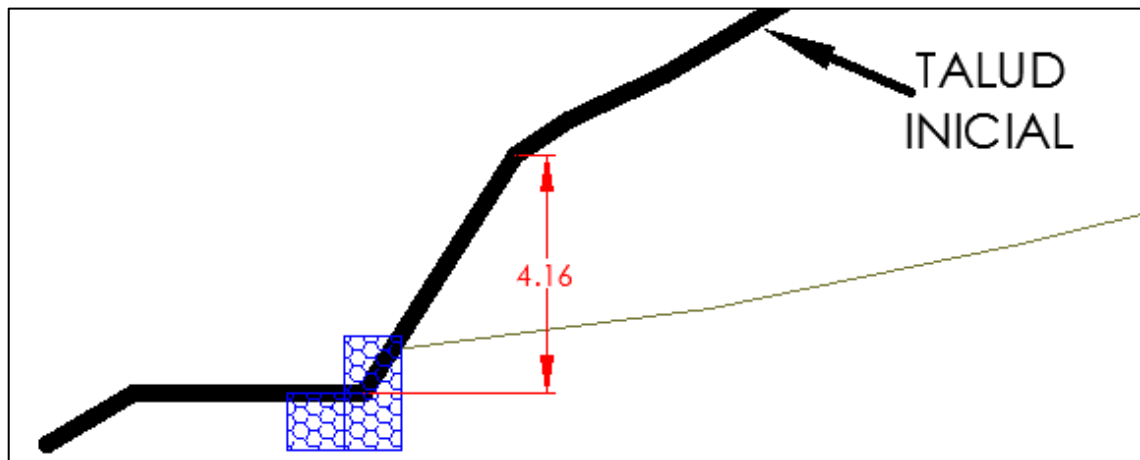
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 03	1.043	1.072	1.026	1.072	1.07

Plantamiento de muro de gaviones para la sección 3 (0+438.60 km)

Figura 119

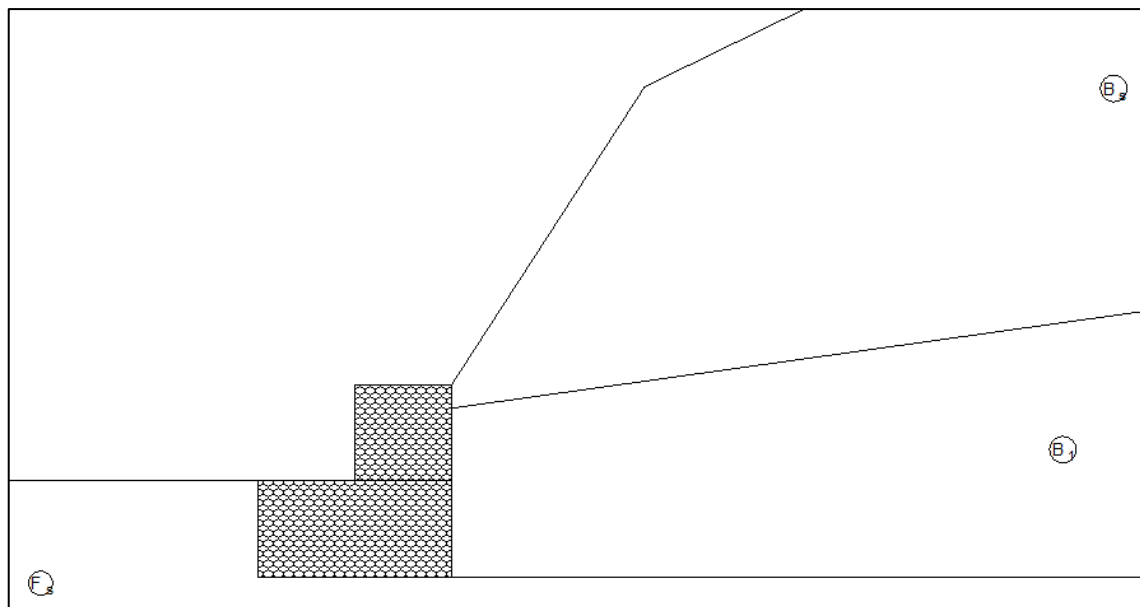
Propuesta de muro de gaviones en la sección 03



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 120

F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 03



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

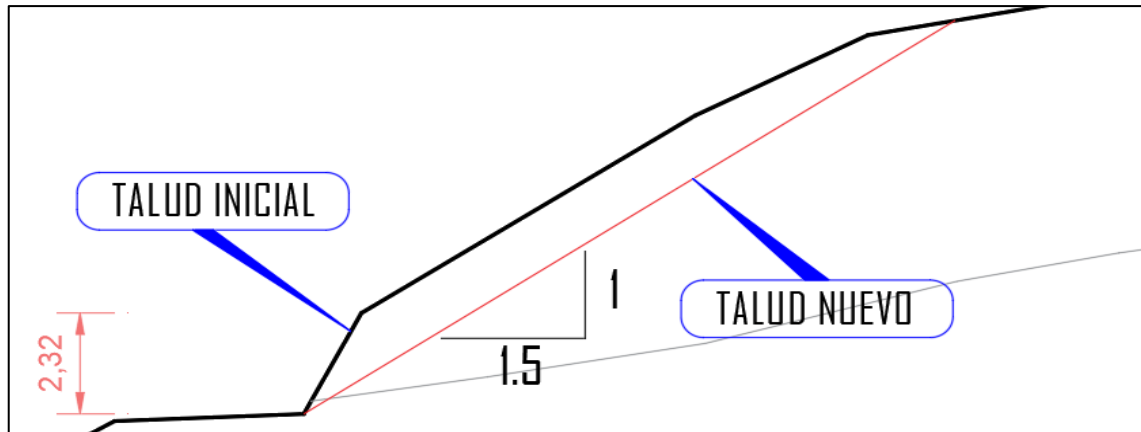
F.S. contra el deslizamiento	: 2.12
F.S. contra el vuelco	: 2.92
F.S. capacidad de carga	: 3.90
Máxima tensión en la base	: 40.40 kN/m ²
Máxima tensión aceptable	: 157.66 kN/m ²
Factor de seguridad global	: 1.62

Anexo B-3: Factor de seguridad de las soluciones (tramo III)

Plantemiento de modificación de pendiente para la sección 5 (0+828.51 km)

Figura 121

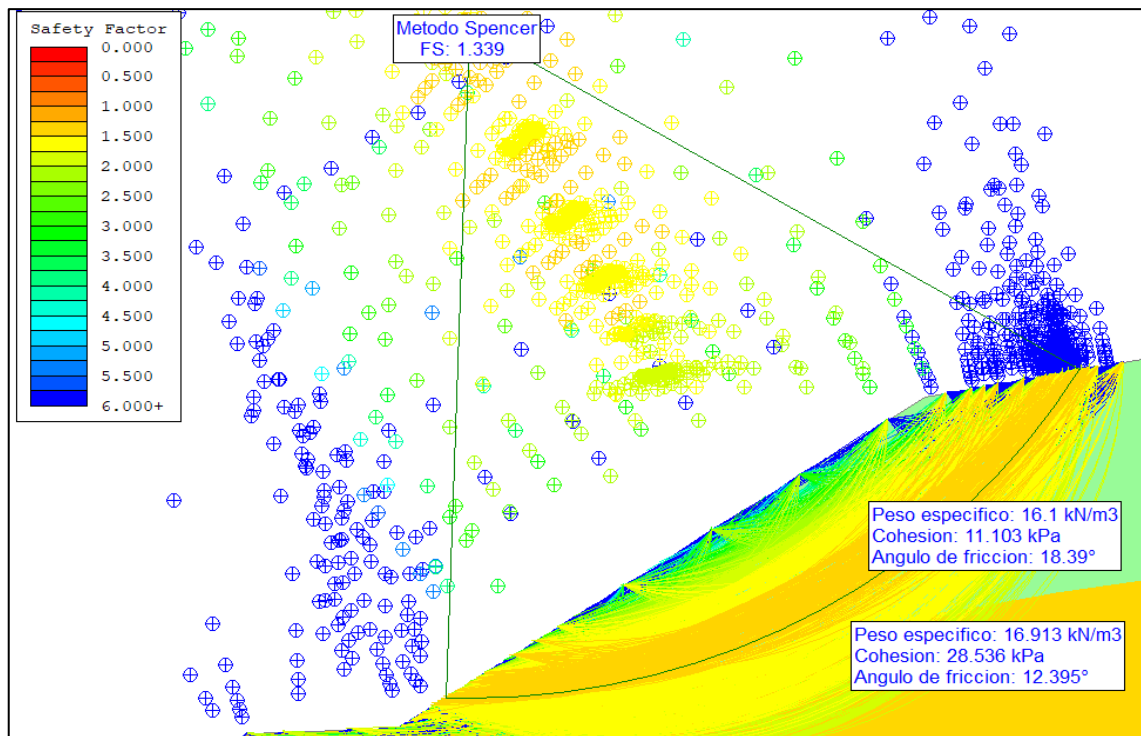
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 05



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 122

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 05



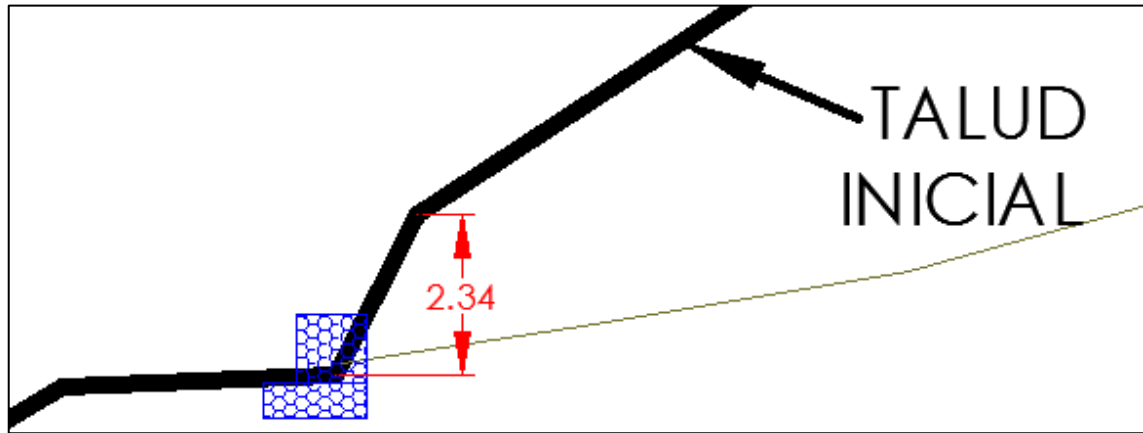
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 05	1.302	1.342	1.285	1.339	1.339

Plantamiento de muro de gaviones para la sección 5 (0+828.51 km)

Figura 123

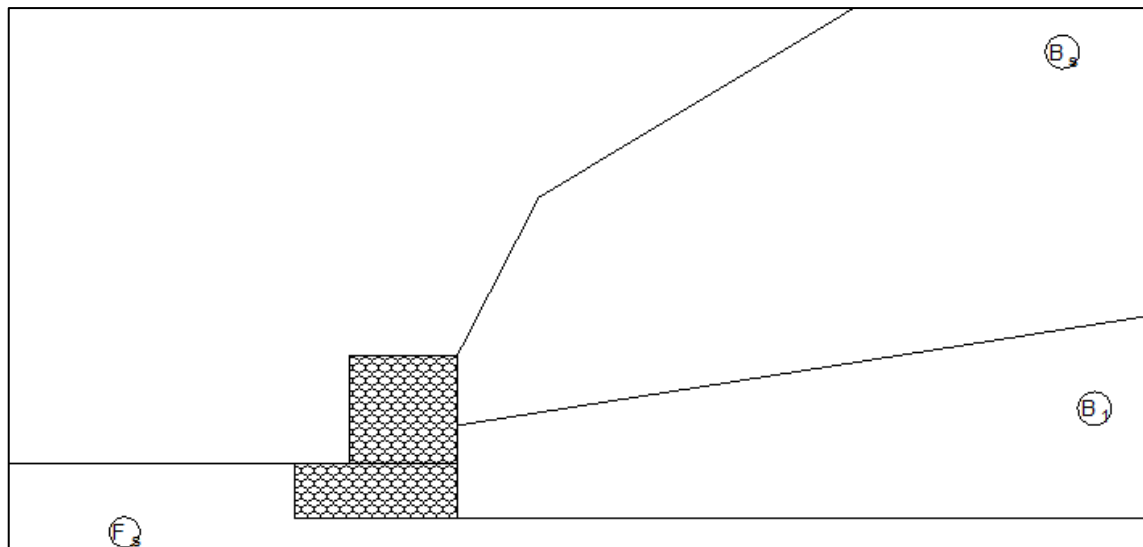
Propuesta de muro de gaviones en la sección 05



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 124

F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 05



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

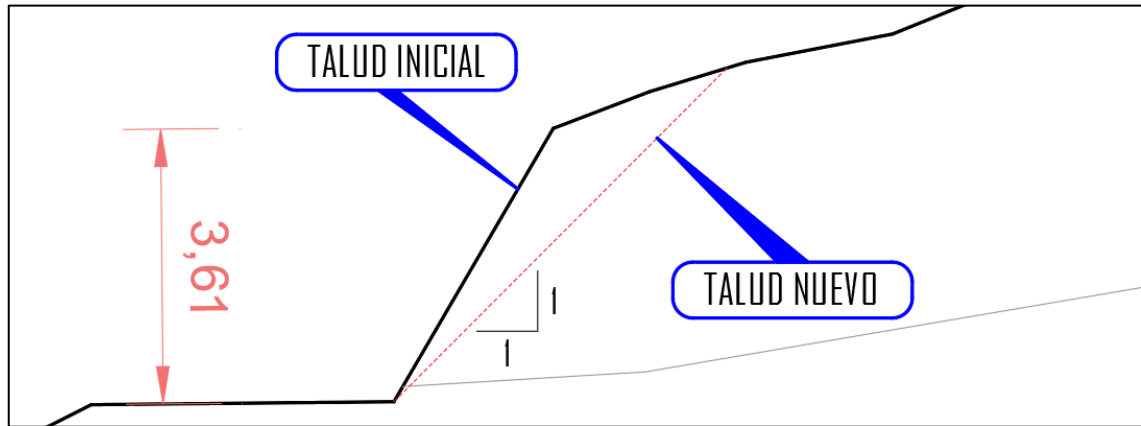
Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

F.S. contra el deslizamiento	: 2.30
F.S. contra el vuelco	: 2.71
F.S. capacidad de carga	: 3.45
Máxima tensión en la base	: 32.32 kN/m ²
Máxima tensión aceptable	: 107.97 kN/m ²
Factor de seguridad global	: 1.82

Plantamiento de modificación de pendiente para la sección 8 (0+924.95 km)

Figura 125

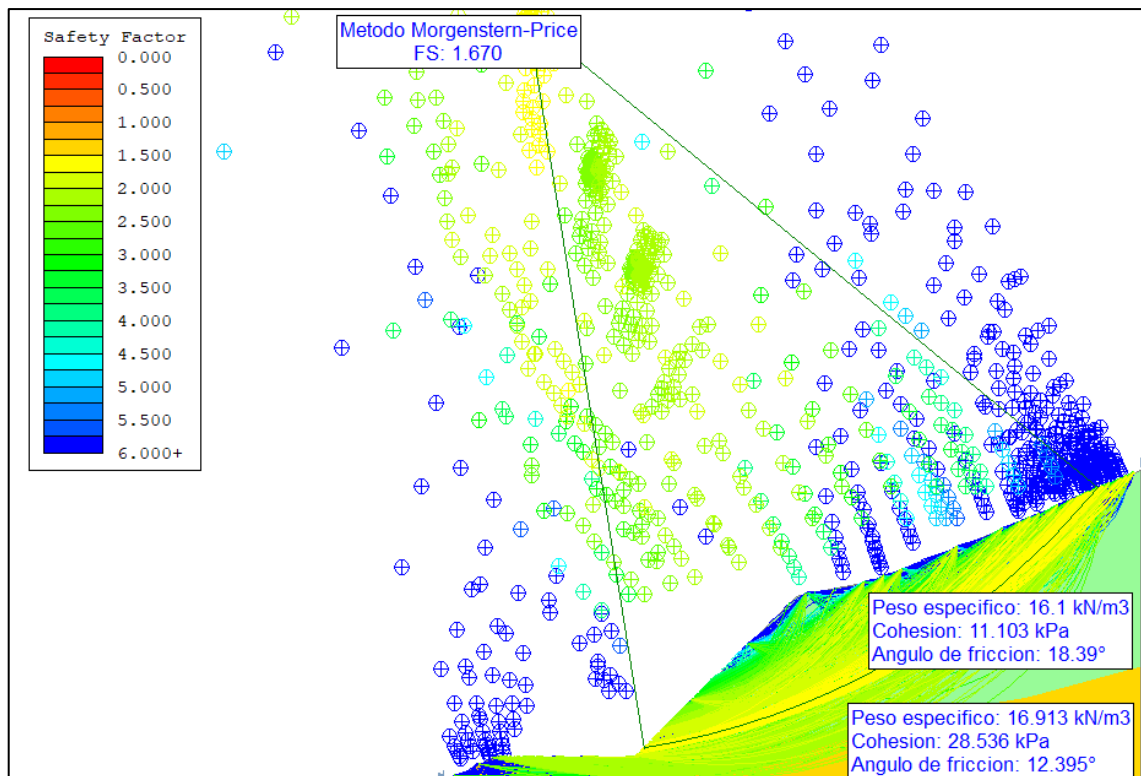
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 08



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 126

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 08



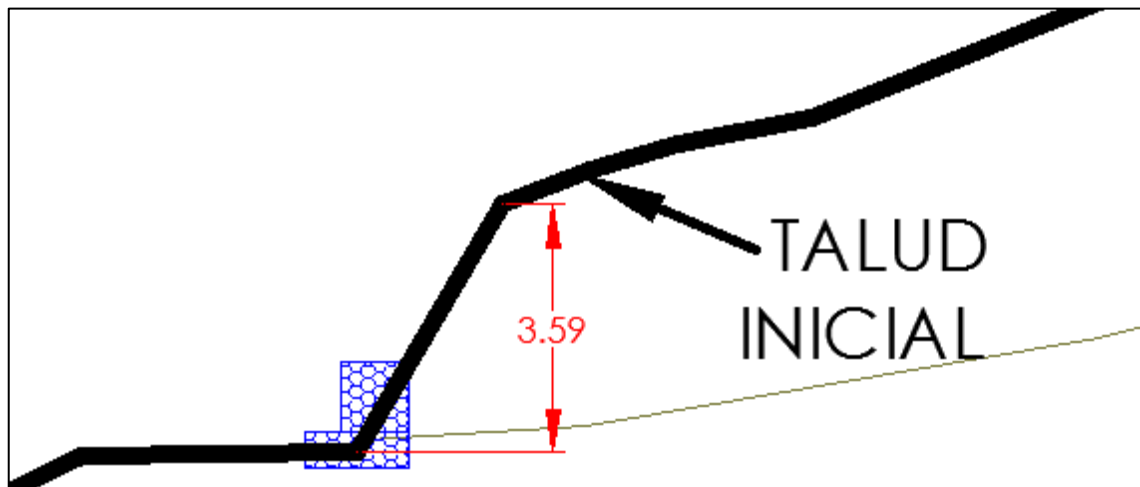
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 08	1.659	1.666	1.658	1.67	1.670

Plantamiento de muro de gaviones para la sección 8 (0+924.95 km)

Figura 127

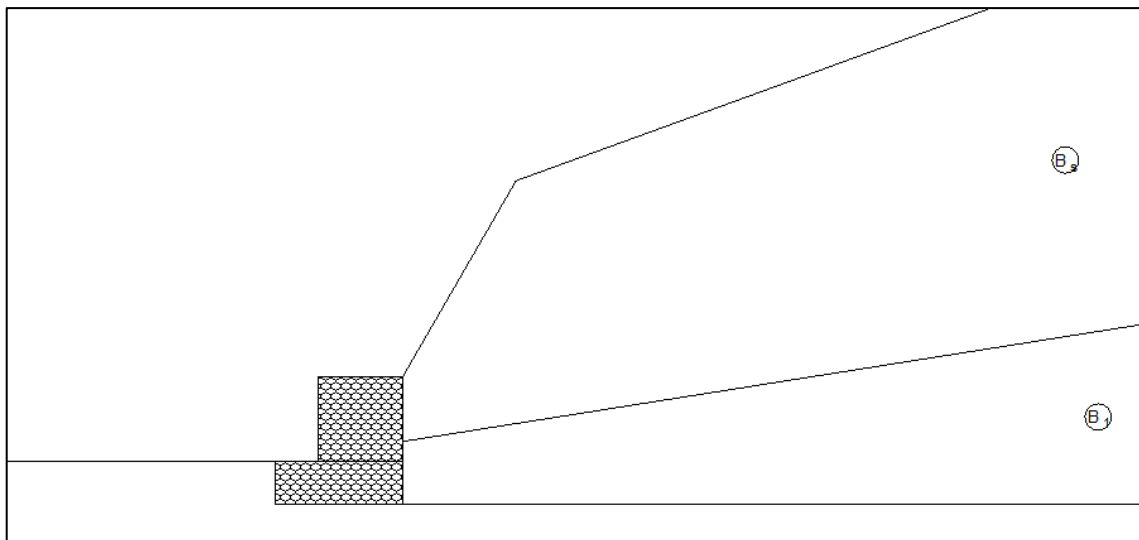
Propuesta de muro de gaviones en la sección 08



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 128

F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 08



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

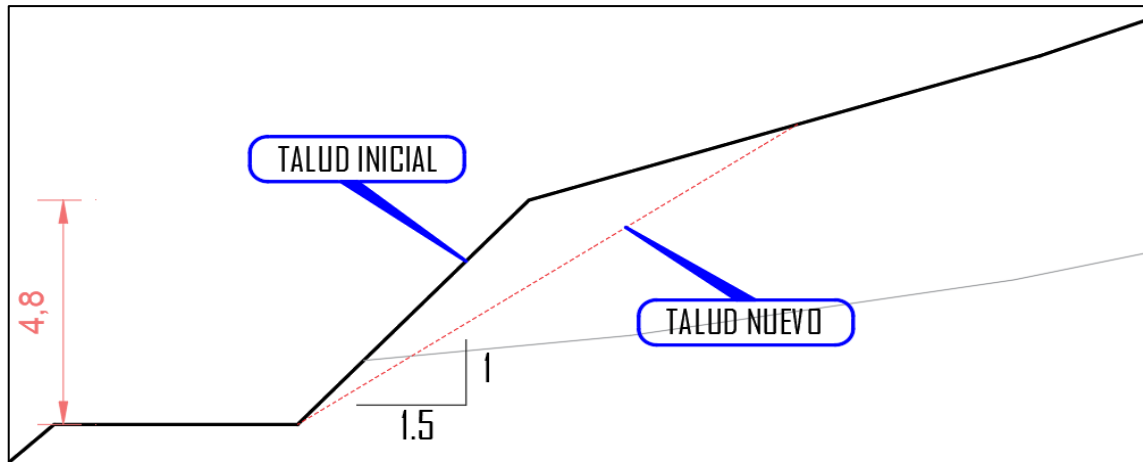
F.S. contra el deslizamiento	: 2.13
F.S. contra el vuelco	: 2.81
F.S. capacidad de carga	: 3.07
Máxima tensión en la base	: 35.11 kN/m ²
Máxima tensión aceptable	: 107.62 kN/m ²
Factor de seguridad global	: 2.01

Anexo B-4: Factor de seguridad de las soluciones (tramo IV)

Plantemiento de modificación de pendiente para la sección 9 (1+187.86 km)

Figura 129

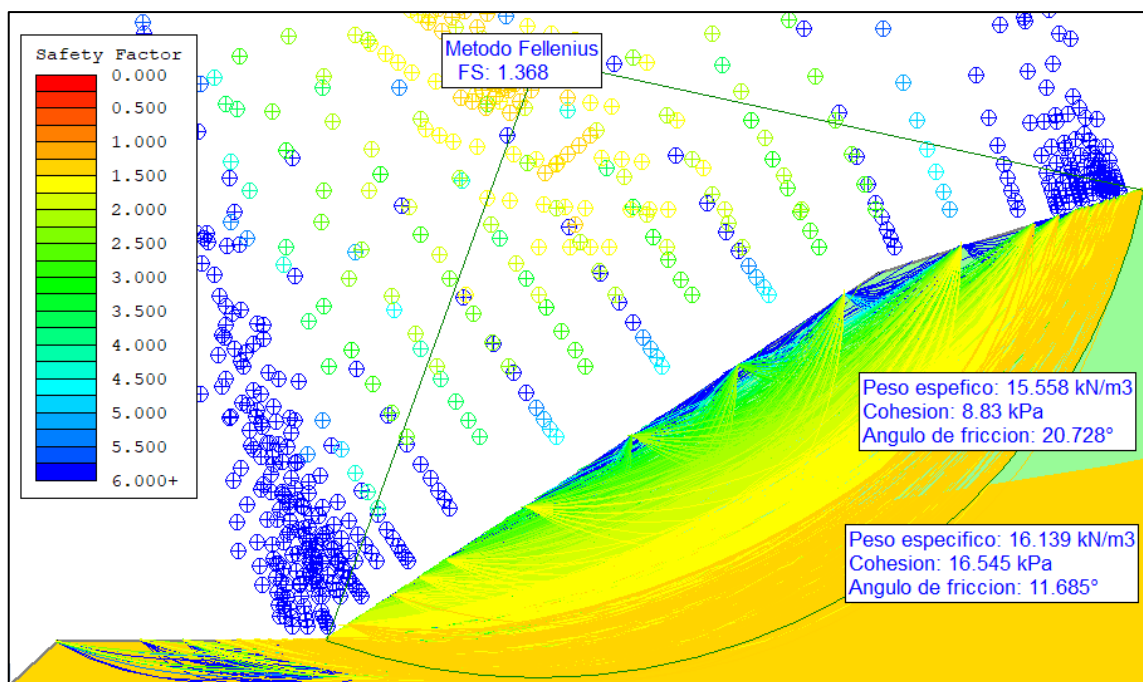
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 09



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 130

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 09



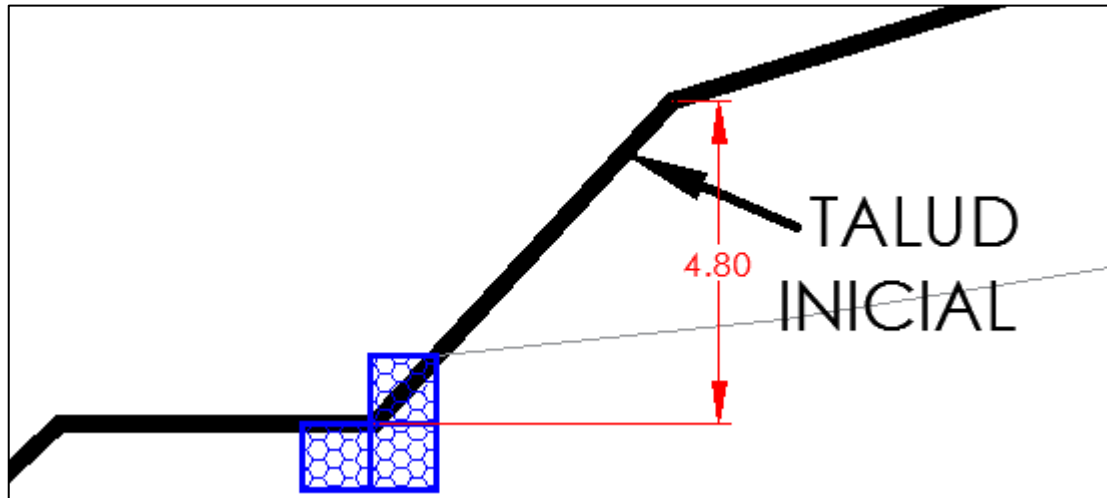
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 09	1.368	1.456	1.321	1.442	1.438

Plantamiento de muro de gaviones para la sección 9 (1+187.86 km)

Figura 131

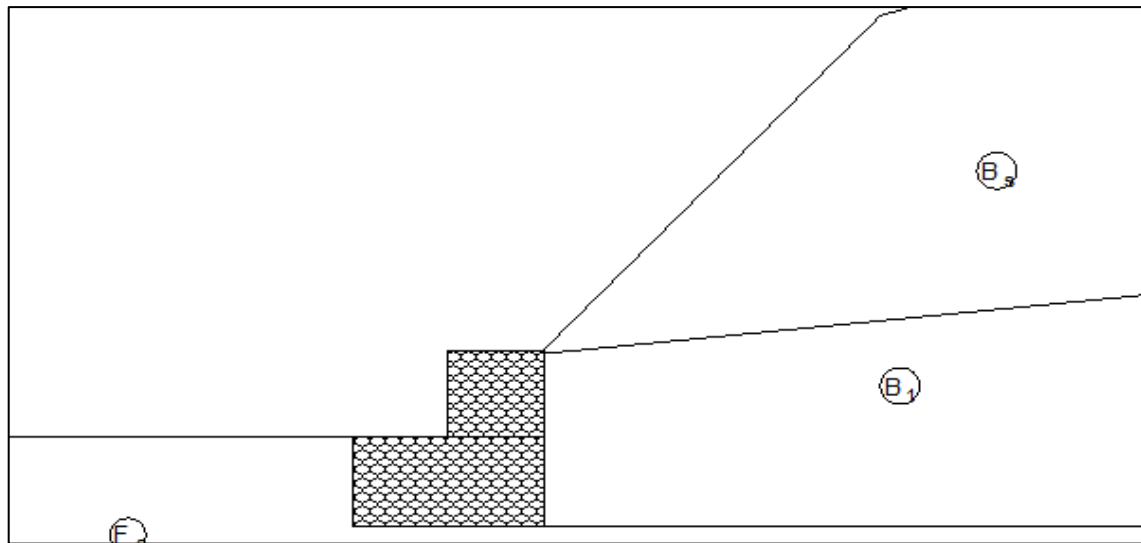
Propuesta de muro de gaviones en la sección 09



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 132

F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 09



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

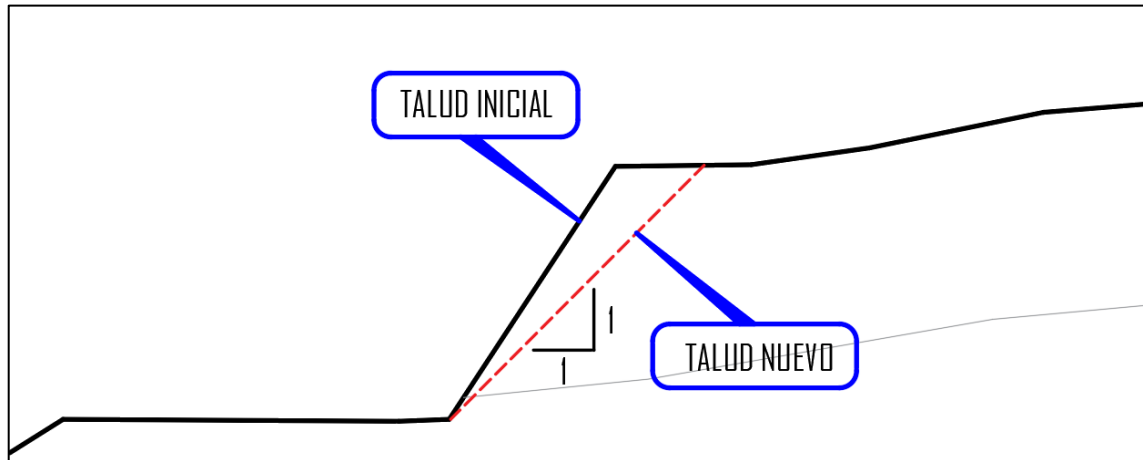
Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

F.S. contra el deslizamiento	: 3.39
F.S. contra el vuelco	: 6.34
F.S. capacidad de carga	: 2.88
Máxima tensión en la base	: 26.35 kN/m ²
Máxima tensión aceptable	: 79.55 kN/m ²
Factor de seguridad global	: 1.50

Plantamiento modificación de pendiente para la sección 10 (1+229.85 km)

Figura 133

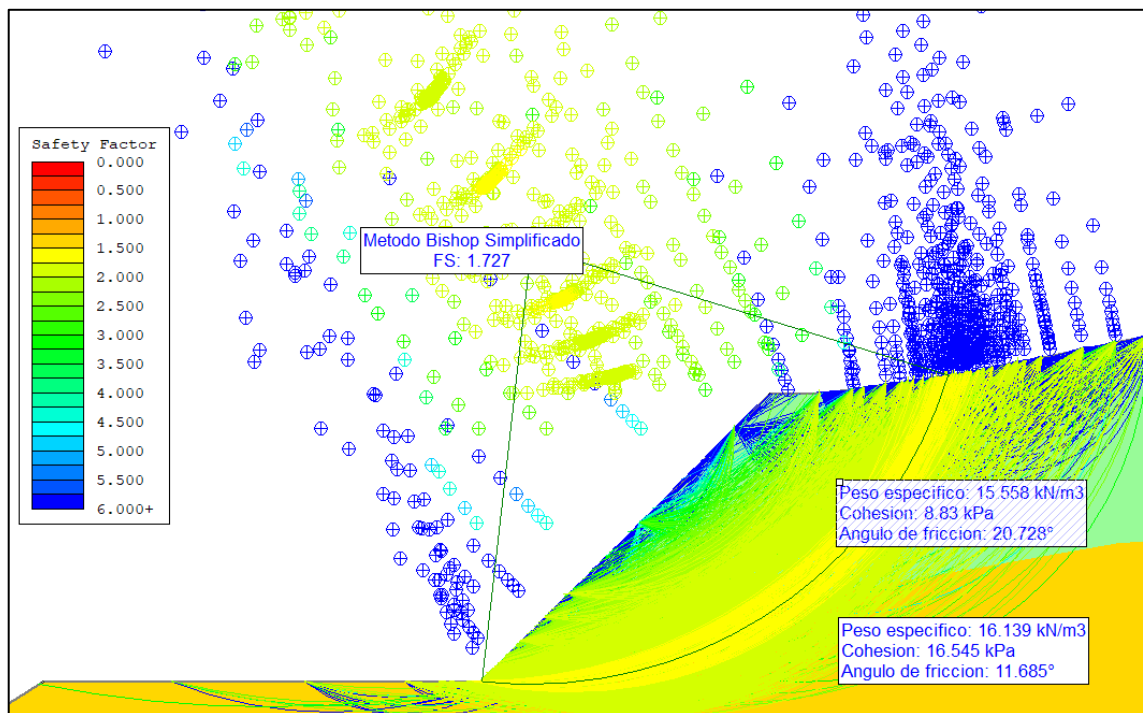
Propuesta de modificación de pendiente de la sección 10



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 134

F.S. de la propuesta de modificación de pendiente en la sección 10



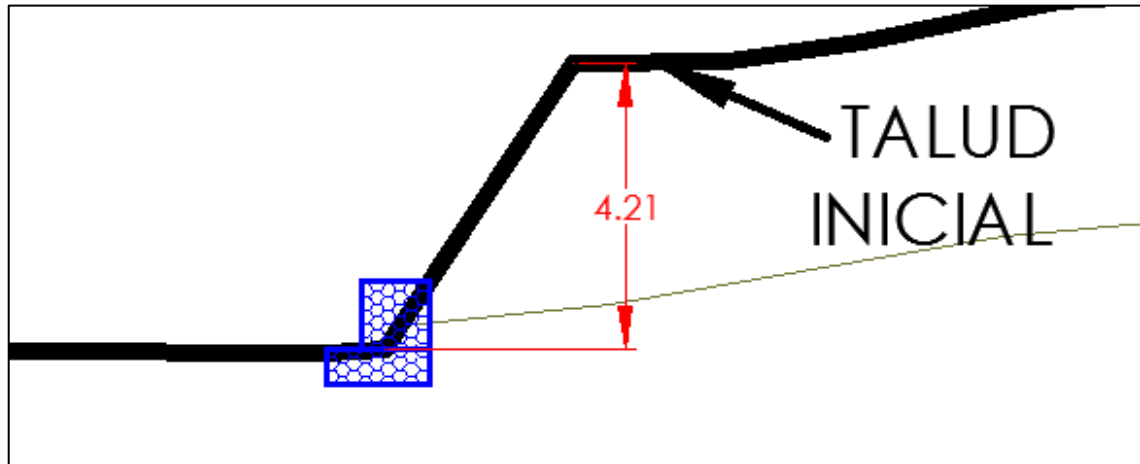
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Secciones	Fellenius	Bishop Simplificado	Janbu Simplificado	Spencer	Morgenstern-Price
Sección 10	1.667	1.727	1.635	1.709	1.713

Plantamiento de muro de gaviones para la sección 10 (1+229.85 km)

Figura 135

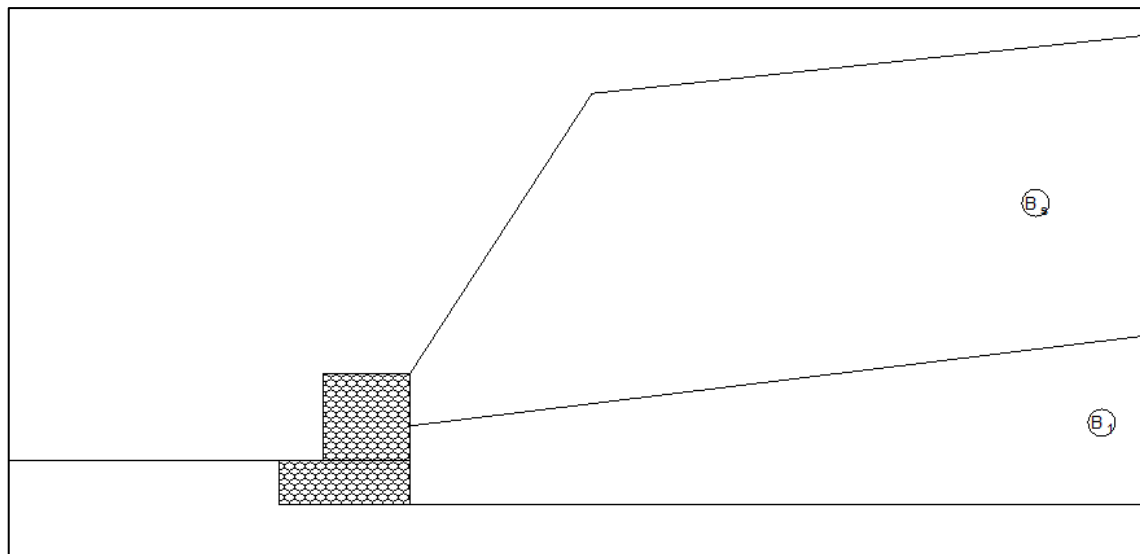
Propuesta de muro de gaviones en la sección 10



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 136

F.S. de la propuesta de muro de gaviones en la sección 10



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Los datos obtenidos de la verificación de la estabilidad son:

F.S. contra el deslizamiento	: 1.84
F.S. contra el vuelco	: 3.22
F.S. capacidad de carga	: 2.00
Máxima tensión en la base	: 31.69 kN/m ²
Máxima tensión aceptable	: 63.46 kN/m ²
Factor de seguridad global	: 1.50

ANEXO C

Anexo C-1: Para la calicata N° 1

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

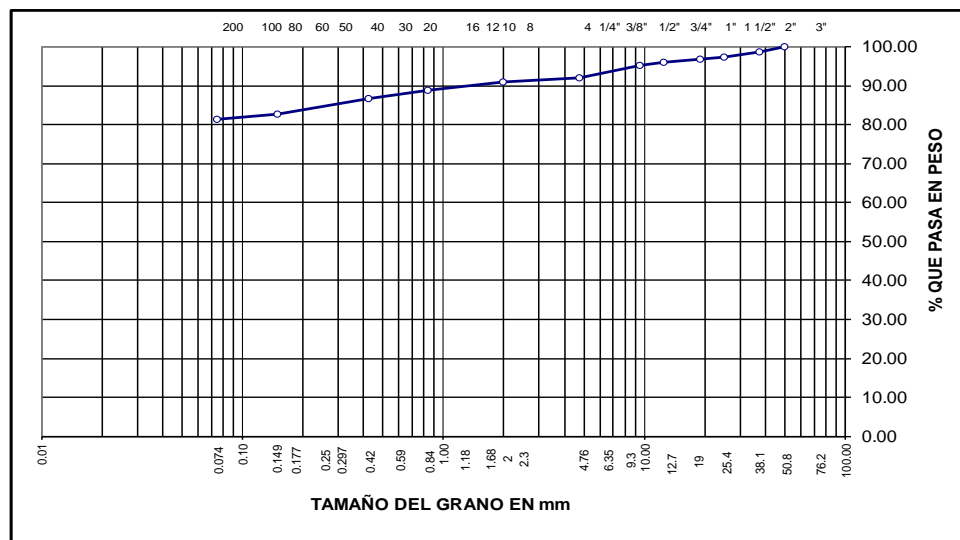
TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-1) **FECHA** : 09/03/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 5031 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 613 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 7.87 %
1 1/2"	37.500	65.00	1.29	1.29	98.71		Arena N°04-N°200 : 10.82 %
1"	25.000	63.00	1.25	2.54	97.46		Fino <N°200 : 81.31 %
3/4"	19.000	31.00	0.62	3.16	96.84		Humedad natural : 36.90 %
1/2"	12.500	38.00	0.76	3.92	96.08		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	49.00	0.97	4.89	95.11		L.L. : 53.65 %
No.04	4.750	150.00	2.98	7.87	92.13		L.P. : 33.59 %
No.10	2.000	8.00	1.20	9.07	90.93		I.P. : 20.06 %
No.20	0.840	14.00	2.10	11.18	88.82		Clasificación (SUCS) : MH
No.40	0.425	15.00	2.25	13.43	86.57		Descripción :
No.100	0.150	25.00	3.76	17.19	82.81		Limo alta plasticidad con arena
No.200	0.075	10.00	1.50	18.69	81.31		Clasificación (AASHTO) : A-7-5
<No.200		541.00	81.31	100.0			Descripción : Suelo arcilloso

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-1) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	80.9	64.5	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	63.4	50.4	
Peso de Agua (A-B)	gr	17.5	14.1	
Peso de Tara (C)	gr	13.8	13.8	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	49.6	36.6	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	35.3%	38.5%	36.90%

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

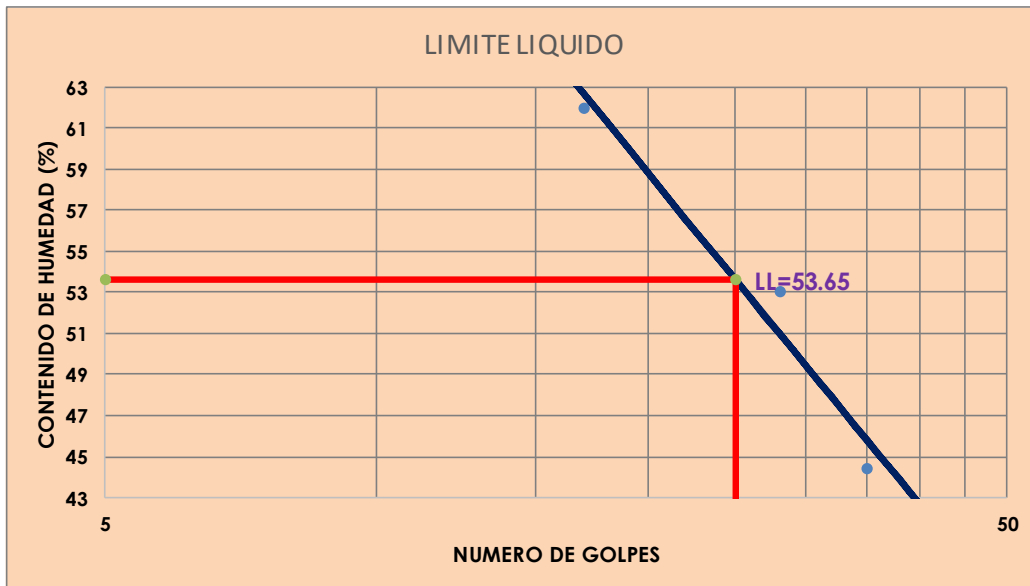
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-1) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2
Numero de Golpes	35	28	17		
Tara No.	104	105	106	120	102
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	23.33	21.46	21.00	23.64	23.79
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	20.40	18.70	18.13	21.69	21.28
Peso de Agua (A-B)	2.93	2.76	2.87	1.95	2.51
Peso de Tara (C)	13.80	13.50	13.50	15.86	13.84
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	6.60	5.20	4.63	5.83	7.44
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	44.39	53.08	61.99	33.45	33.74
I.P.= 20.06 % L.L.= 53.65 % L.P.= 33.59 %					





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

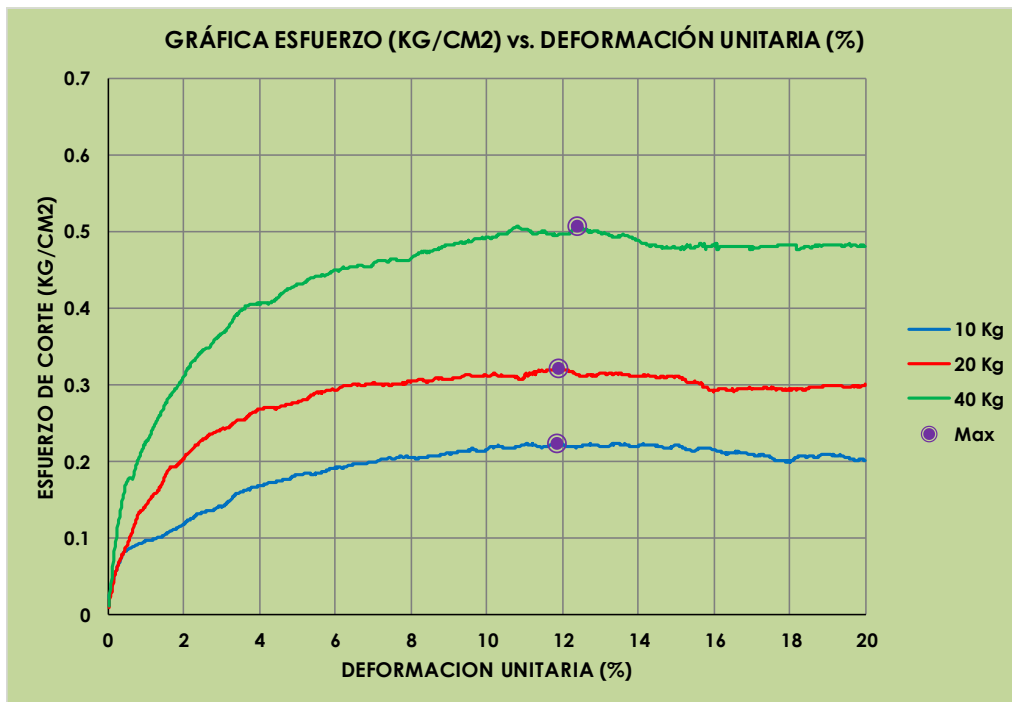
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

 : PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00-0.150 m (C-1) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

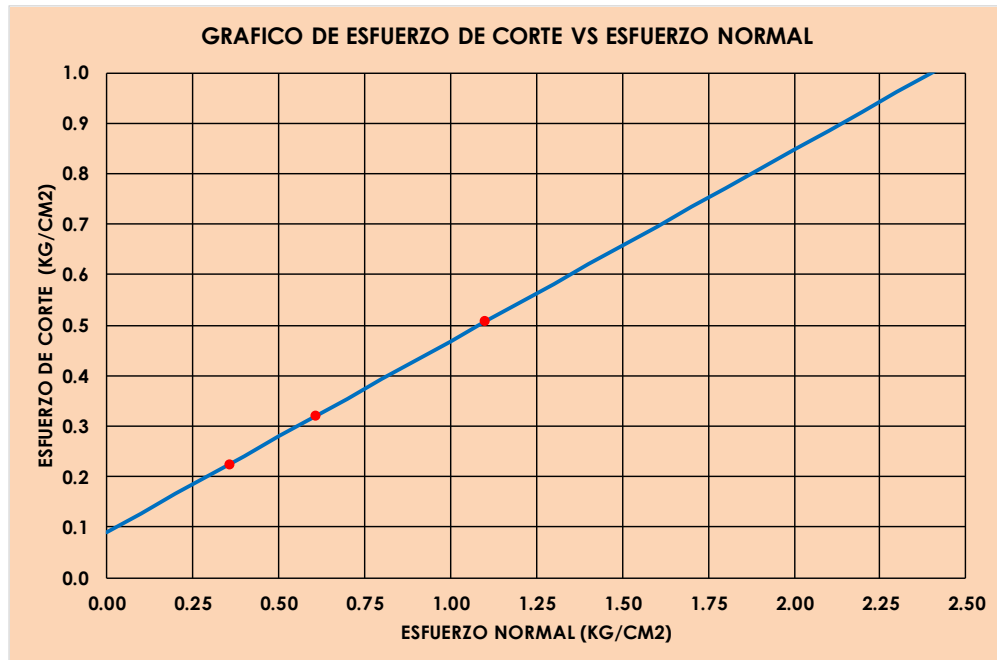
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-1) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.35836258	0.6064	1.1024
Esfuerzo Corte (kg/cm ²)	0.22	0.32	0.51
Peso Especifico (kg/m ³)	1567.45	1602.28	1588.11

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	20.728
Cohesion (kg/cm ²):	0.090

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-2: Para la calicata N° 2

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO

TECN. RESPONS. :

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-2)

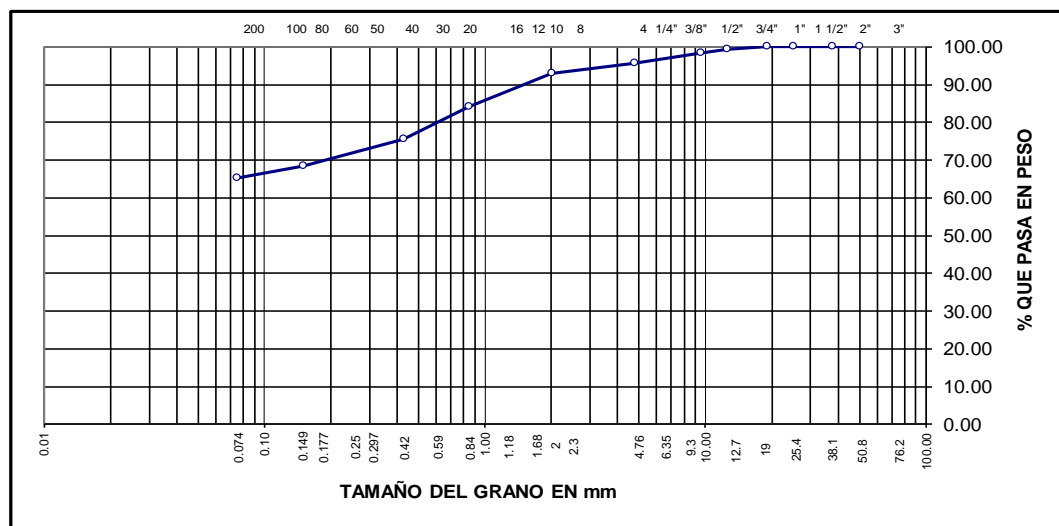
ING. RESPONS. :

FECHA : 09/03/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 4499 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 564 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 4.25 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena N°04-N°200 : 30.39 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino <N°200 : 65.36 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Humedad natural : 35.10 %
1/2"	12.500	30.00	0.67	0.67	99.33		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	37.00	0.82	1.49	98.51		L.L. : 53.80 %
No.04	4.750	124.00	2.76	4.25	95.75		L.P. : 38.22 %
No.10	2.000	16.00	2.72	6.96	93.04		I.P. : 15.58 %
No.20	0.840	52.00	8.83	15.79	84.21		Clasificación (SUCS) : MH
No.40	0.425	51.00	8.66	24.45	75.55		Descripción :
No.100	0.150	42.00	7.13	31.58	68.42		Limo alta plasticidad arenoso
No.200	0.075	18.00	3.06	34.64	65.36		Clasificación (AASHTO) : A-7-5
<No.200		385.00	65.36	100.0			Descripción :
							Suelo arcilloso

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: AL PIE DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-2) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	105	106	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	72.6	73.7	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	58.1	57.2	
Peso de Agua (A-B)	gr	14.5	16.5	
Peso de Tara (C)	gr	13.4	13.5	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	44.7	43.7	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	32.4%	37.8%	35.1%



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

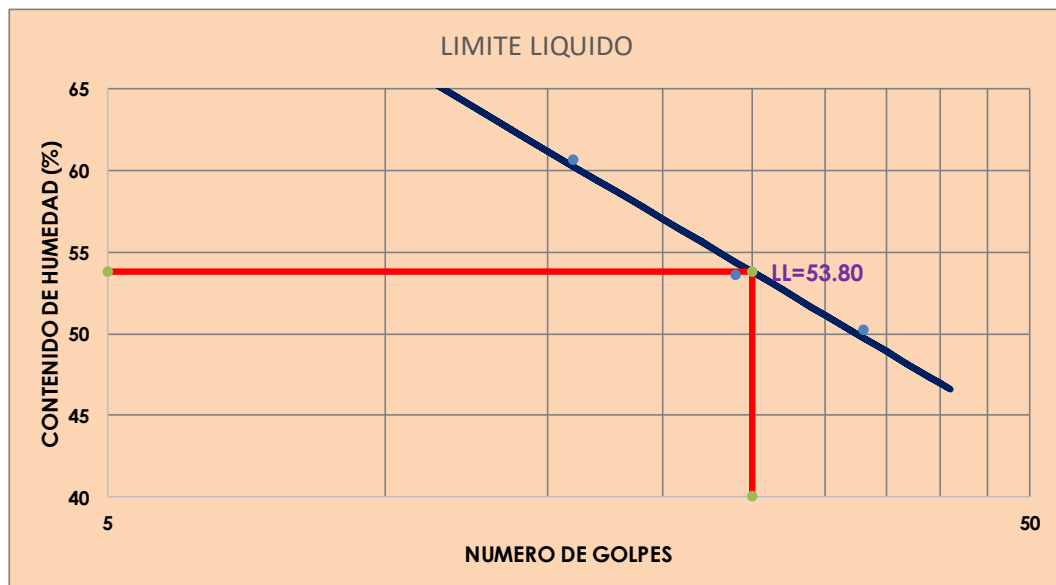
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-2) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	33	24	16		
Numero de Golpes					
Tara No.	107	108	109	121	119
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	26.59	21.77	22.24	28.46	30.33
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	22.90	18.95	19.13	25.97	26.71
Peso de Agua (A-B)	3.69	2.82	3.11	2.49	3.62
Peso de Tara (C)	15.55	13.69	14.00	19.44	17.26
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	7.35	5.26	5.13	6.53	9.45
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	50.20	53.61	60.62	38.13	38.31
I.P.= 15.58 % L.L.= 53.80 % L.P.= 38.22 %					



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

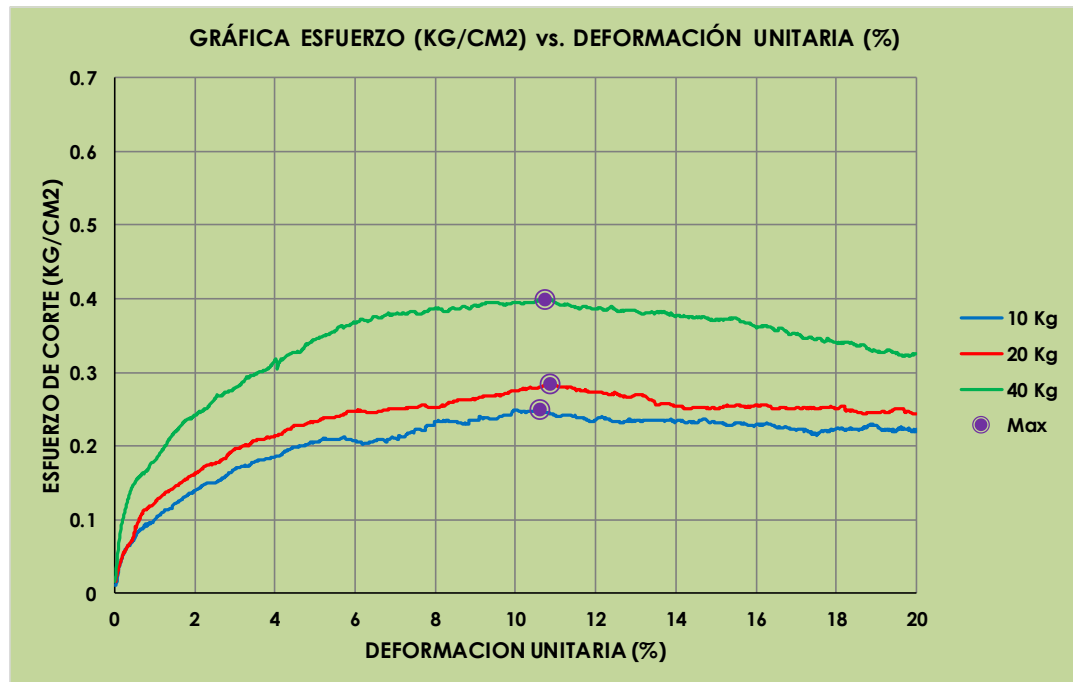
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-2) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

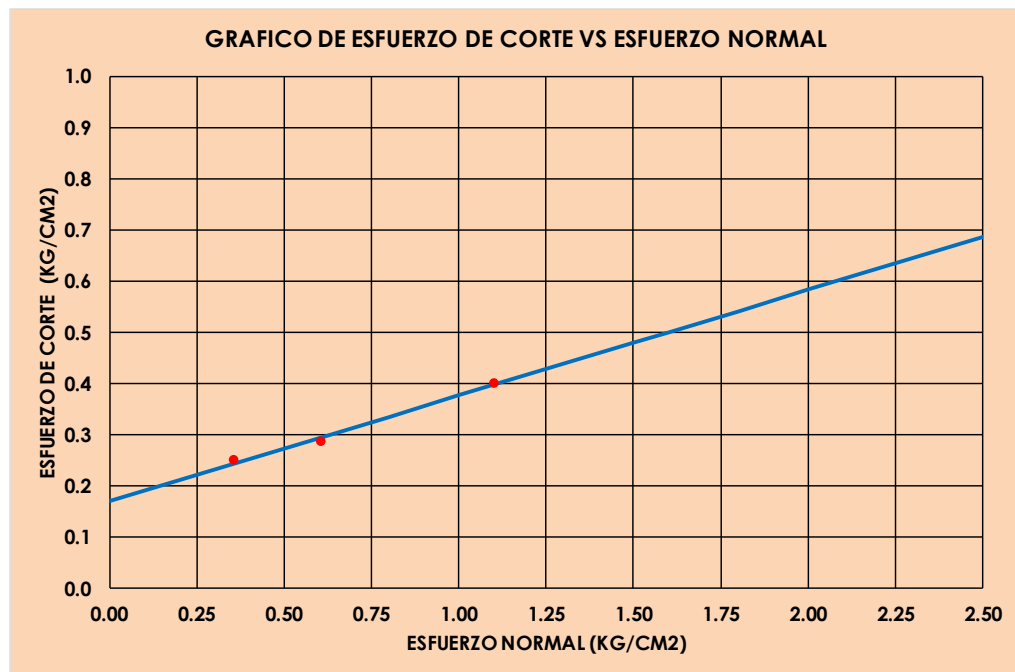
UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-2) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso

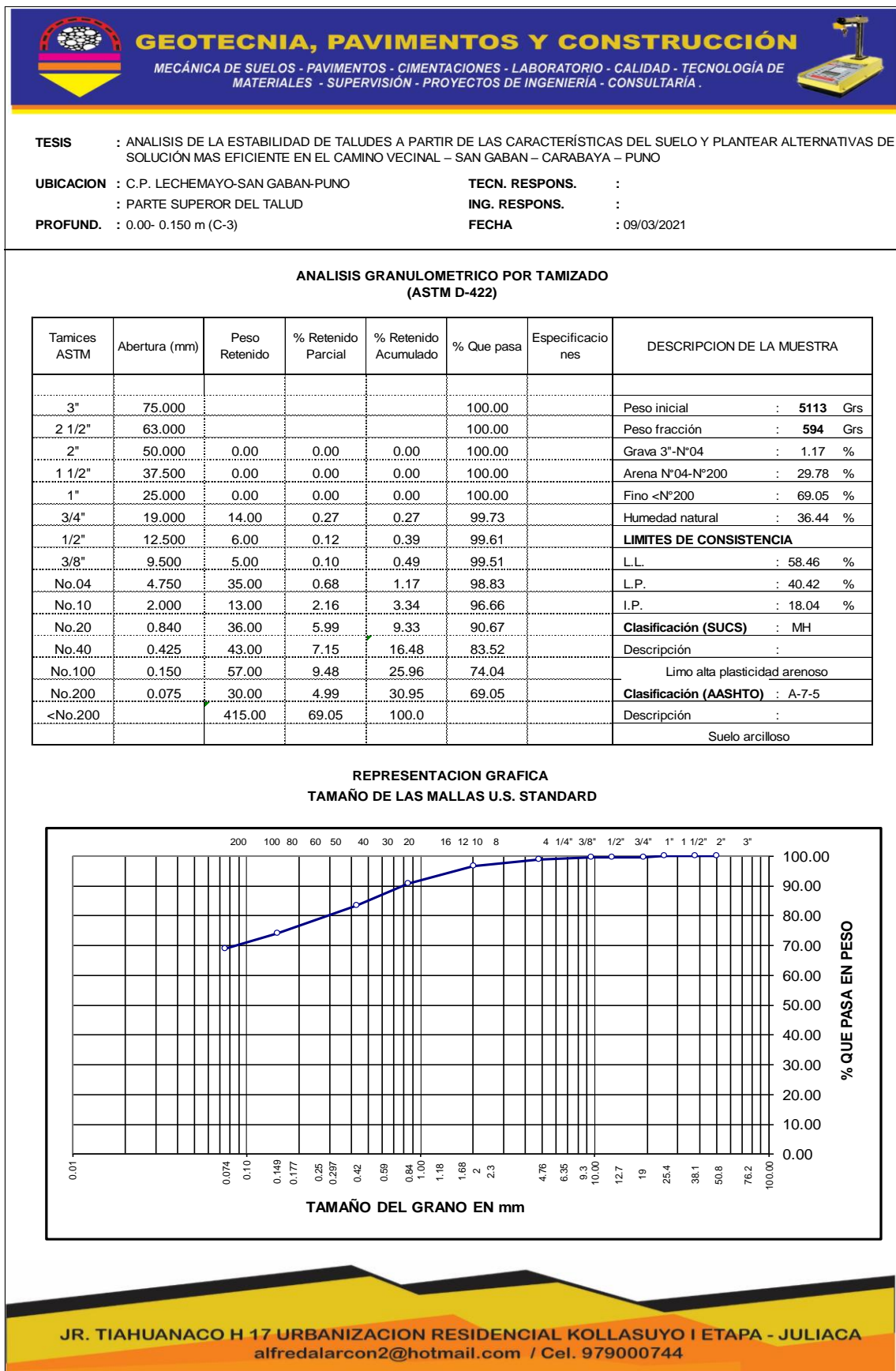


ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.35836258	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.25	0.28	0.40
Peso Especifico (kg/m ³)	1648.72	1626.55	1660.33

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	11.685
Cohesion (kg/cm ²):	0.169

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-3: Para la calicata N° 3





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE SUPEROR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-3) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	101	108	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	69.4	63.6	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	54.3	50.5	
Peso de Agua (A-B)	gr	15.1	13.1	
Peso de Tara (C)	gr	14.0	13.5	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	40.3	37.0	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	37.5%	35.4%	36.4%

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

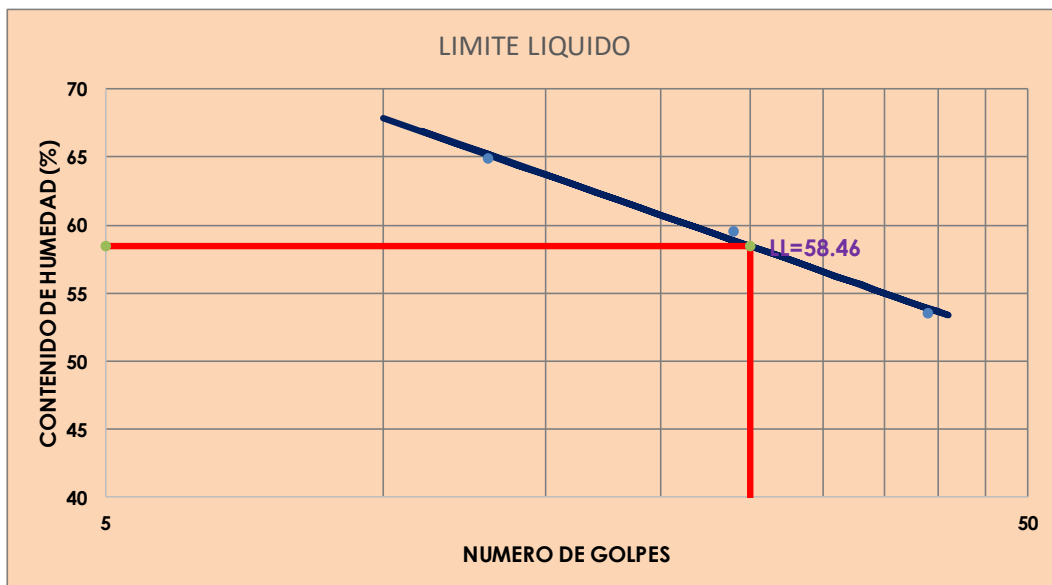
UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-3) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	39	24	13			
Numero de Golpes	39	24	13			
Tara No.	110	111	112		101	118
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	25.82	24.11	24.57		31.60	31.90
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	22.24	20.80	21.02		26.70	28.90
Peso de Agua (A-B)	3.58	3.31	3.55		4.90	3.00
Peso de Tara (C)	15.55	15.24	15.55		14.00	21.80
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	6.69	5.56	5.47		12.70	7.10
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	53.51	59.53	64.90		38.58	42.25
I.P.= 18.04 % L.L.= 58.46 % L.P.= 40.42 %						





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

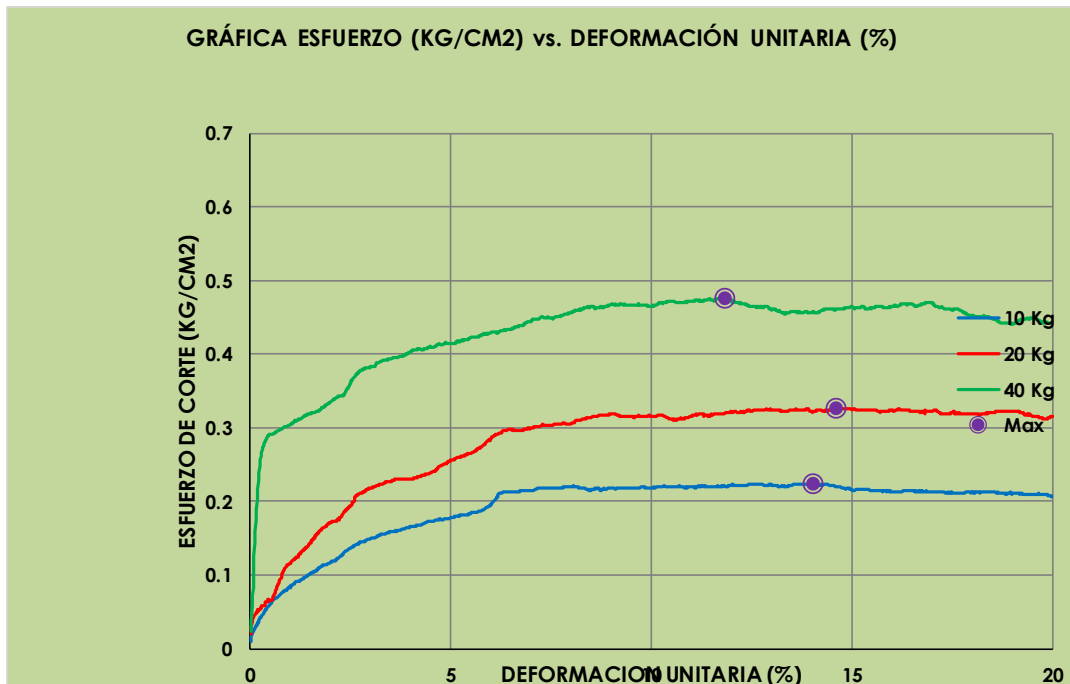
 : PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-3) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso

GRÁFICA ESFUERZO (KG/CM²) vs. DEFORMACIÓN UNITARIA (%)



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

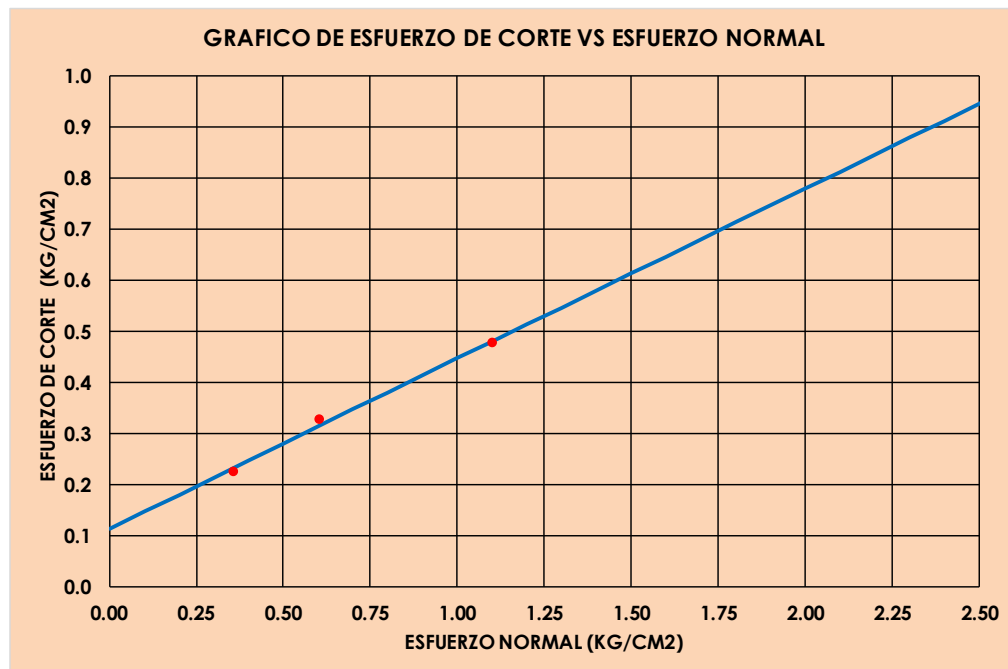
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-3) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.35836258	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.22	0.33	0.48
Peso Especifico (kg/m ³)	1648.72	1634.33	1640.59

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	18.390
Cohesion (kg/cm ²):	0.113

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-4: Para la calicata N° 4

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO

TECN. RESPONS. :

: PARTE INFERIOR DEL TALUD

ING. RESPONS. :

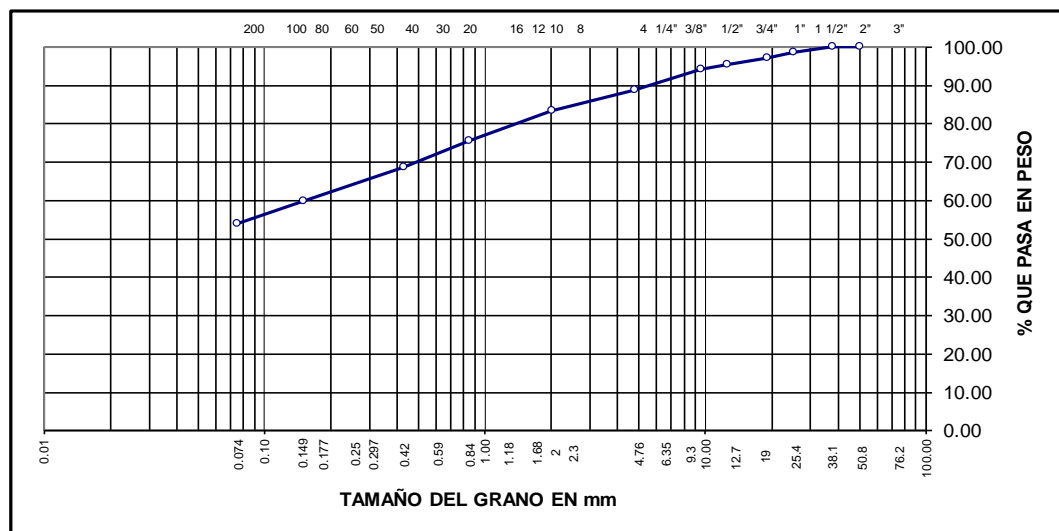
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-4)

FECHA : 09/03/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 4850 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 854 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 11.24 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena N°04-N°200 : 34.72 %
1"	25.000	68.00	1.40	1.40	98.60		Fino <N°200 : 54.05 %
3/4"	19.000	64.00	1.32	2.72	97.28		Humedad natural : 28.64 %
1/2"	12.500	85.00	1.75	4.47	95.53		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	60.00	1.24	5.71	94.29		L.L. : 46.02 %
No.04	4.750	268.00	5.53	11.24	88.76		L.P. : 33.62 %
No.10	2.000	51.00	5.30	16.54	83.46		I.P. : 12.40 %
No.20	0.840	76.00	7.90	24.44	75.56		Clasificación (SUCS) : ML
No.40	0.425	65.00	6.76	31.19	68.81		Descripción :
No.100	0.150	86.00	8.94	40.13	59.87		Limo baja plasticidad arenoso
No.200	0.075	56.00	5.82	45.95	54.05		Clasificación (AASHTO) : A-7-5
<No.200		520.00	54.05	100.0			Descripción :
							Suelo arcilloso

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE INFERIOR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-4) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	68.4	86.3	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	56.1	72.6	
Peso de Agua (A-B)	gr	12.3	13.7	
Peso de Tara (C)	gr	14.0	23.8	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	42.1	48.8	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	29.2%	28.1%	28.6%



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

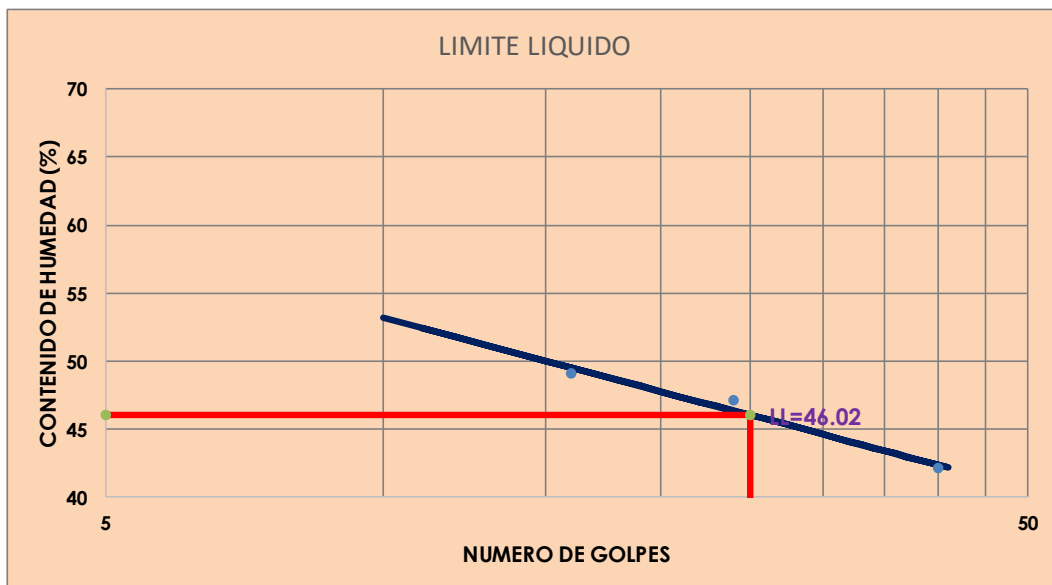
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE INFERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-4) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	40	24	16				
Numero de Golpes							
Tara No.	113	114	115		116	117	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	26.75	29.55	28.46		28.90	27.10	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	23.02	25.12	24.16		25.70	23.90	
Peso de Agua (A-B)	3.73	4.43	4.30		3.20	3.20	
Peso de Tara (C)	14.15	15.71	15.40		15.60	14.90	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	8.87	9.41	8.76		10.10	9.00	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	42.04	47.08	49.09		31.68	35.56	
<p>I.P.= 12.40 % L.L.= 46.02 % L.P.= 33.62 %</p>							





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

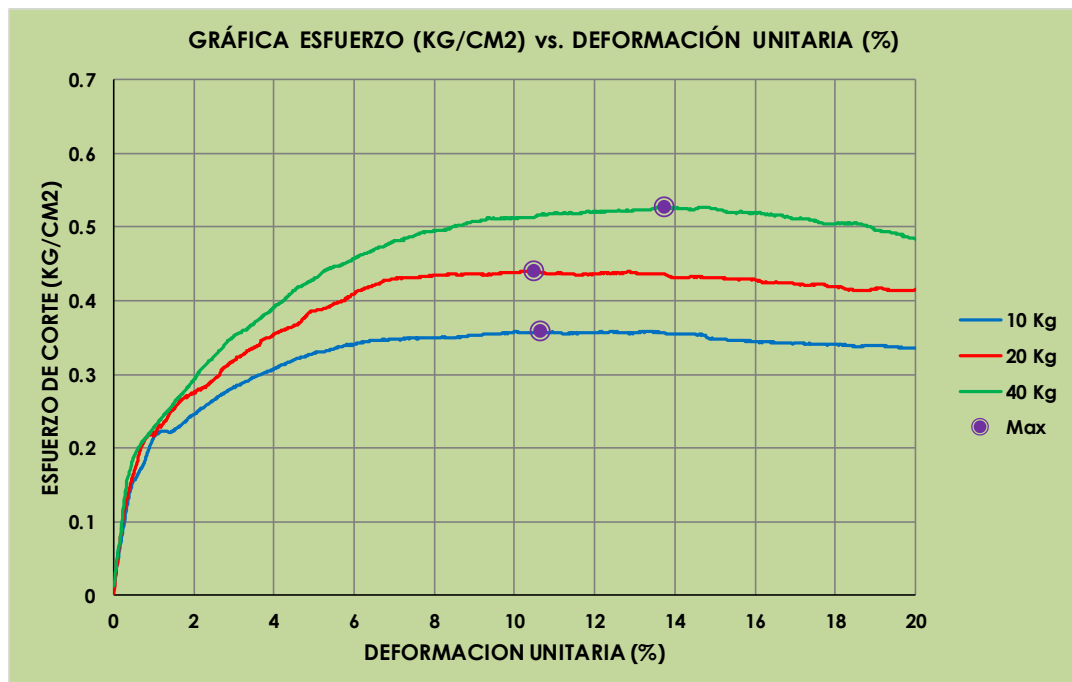
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE INFERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-4) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo baja plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

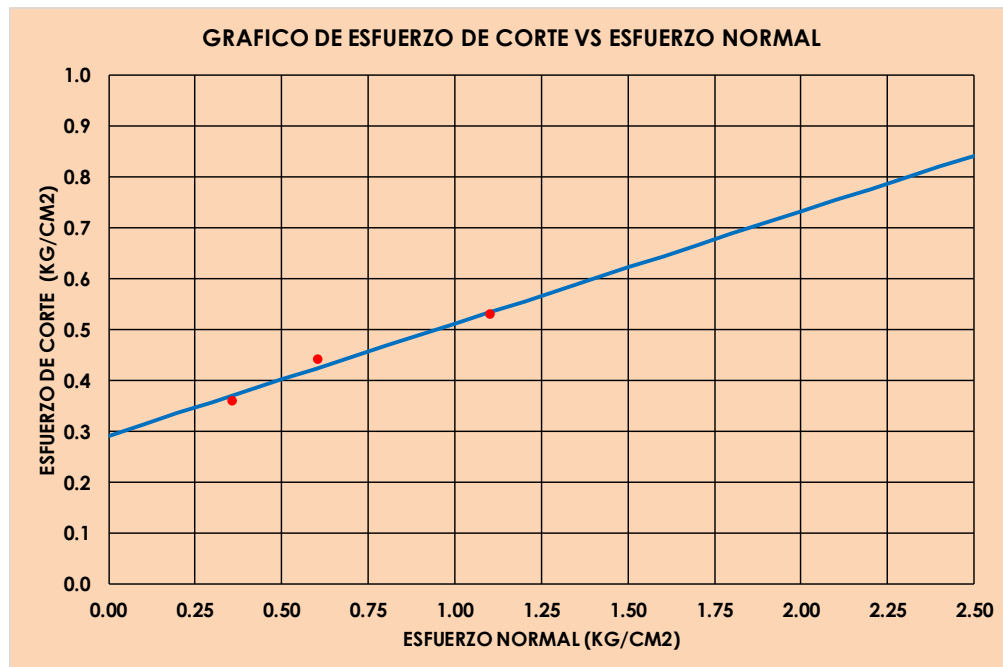
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE INFERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-4) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo baja plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso

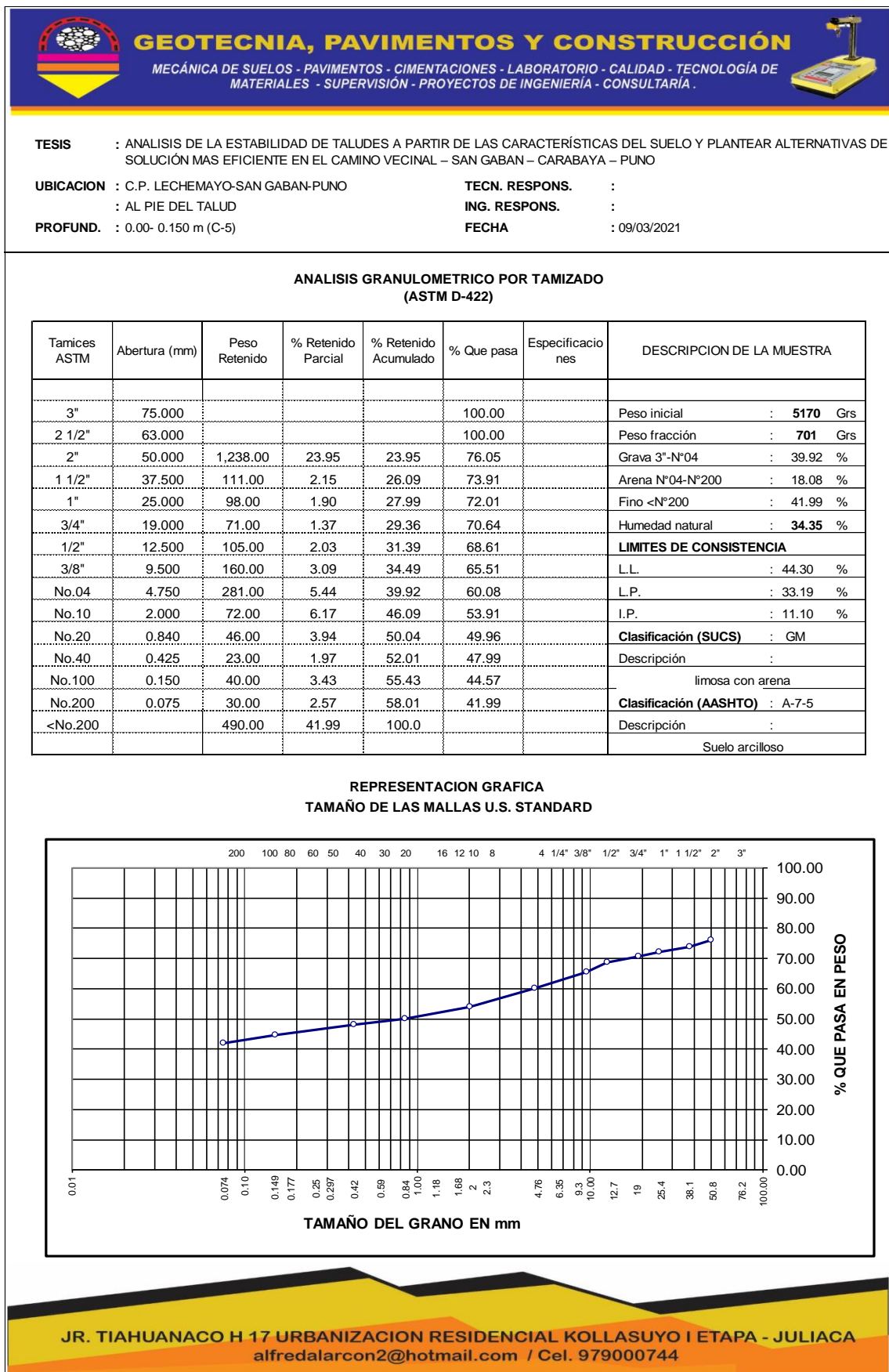


ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.35836258	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.36	0.44	0.53
Peso Especifico (kg/m ³)	1735.80	1729.65	1706.78

RESULTADOS:	
Angulo de Fricción Interna:	12.395
Cohesion (kg/cm ²):	0.291

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-5: Para la calicata N° 5





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: AL PIE DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-5) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	61.4	65.5	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	50.6	51.8	
Peso de Agua (A-B)	gr	10.8	13.7	
Peso de Tara (C)	gr	15.6	15.6	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	35.0	36.2	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	30.9%	37.8%	34.35%



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

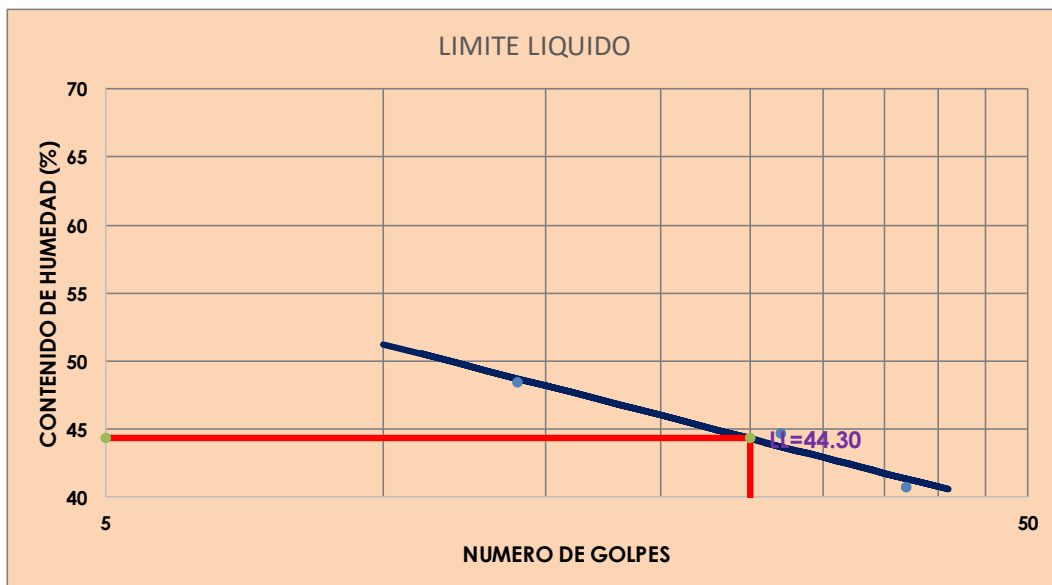
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-5) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	37	27	14				
Numero de Golpes	37	27	14				
Tara No.	03	02	01		04	05	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	22.86	22.71	36.24		41.20	41.80	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	19.44	19.11	31.52		37.00	39.00	
Peso de Agua (A-B)	3.42	3.60	4.72		4.20	2.80	
Peso de Tara (C)	11.04	11.04	21.77		23.80	30.90	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	8.40	8.07	9.75		13.20	8.10	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	40.71	44.61	48.41		31.82	34.57	
<p>I.P.= 11.10 % L.L.= 44.30 % L.P.= 33.19 %</p>							





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



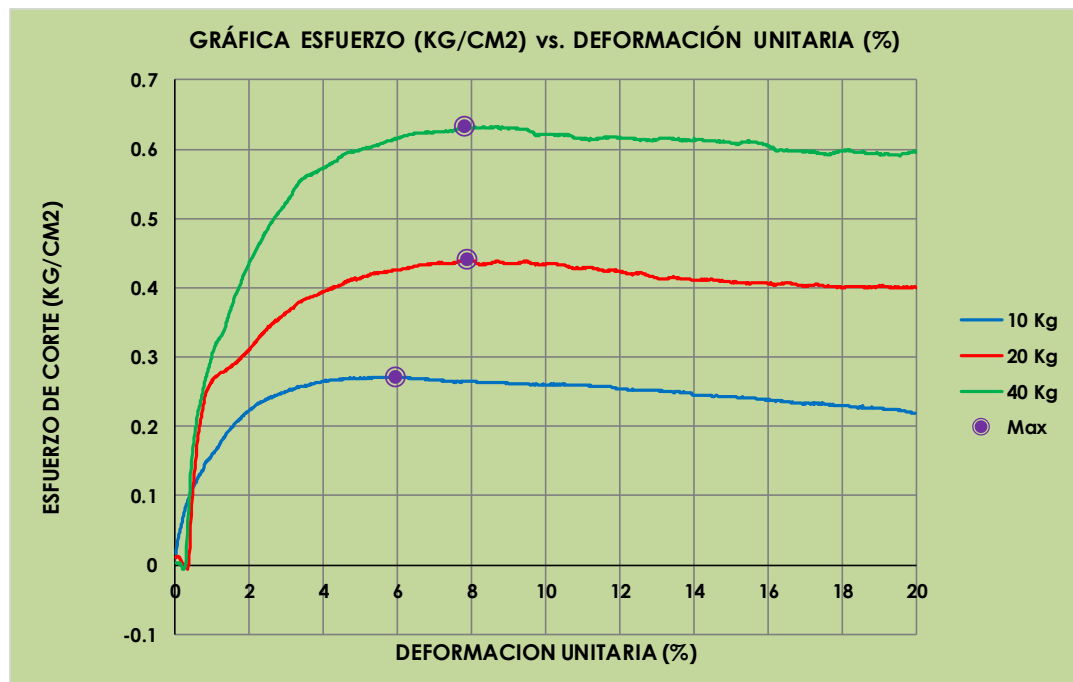
TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LEHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**
: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-5) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : limosa con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

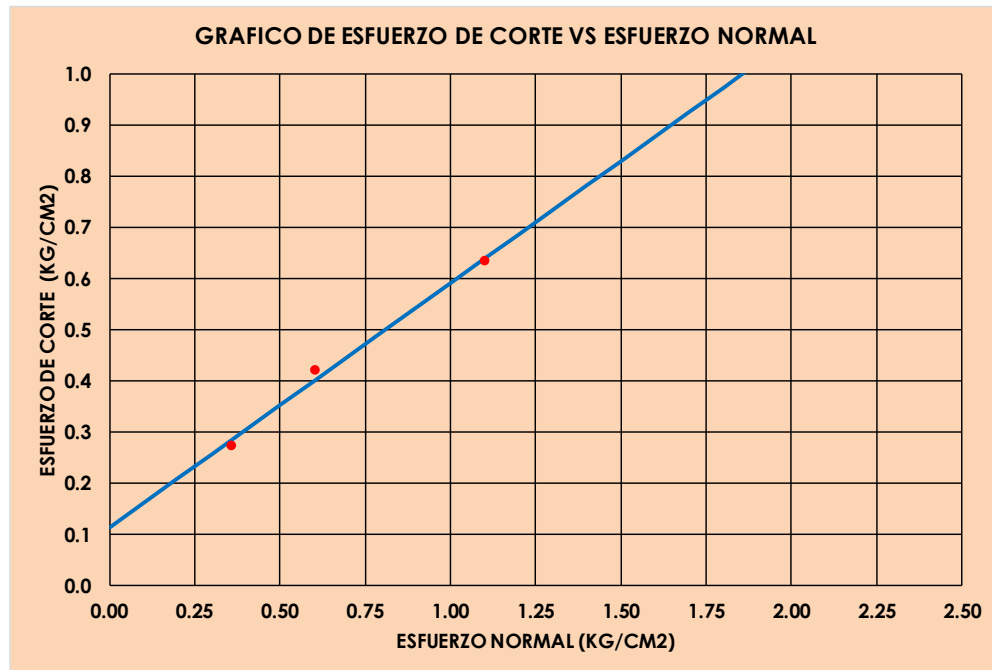
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-5) **ING. RESP. :**

FECHA : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : limosa con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.3583626	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.27	0.42	0.63
Peso Especifico (kg/m ³)	1753.22	1724.77	1741.61

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	25.550
Cohesion (kg/cm ²):	0.112

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-6: Para la calicata N° 6



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO
: AL PIE DEL TALUD

TECN. RESPONS. :

ING. RESPONS. :

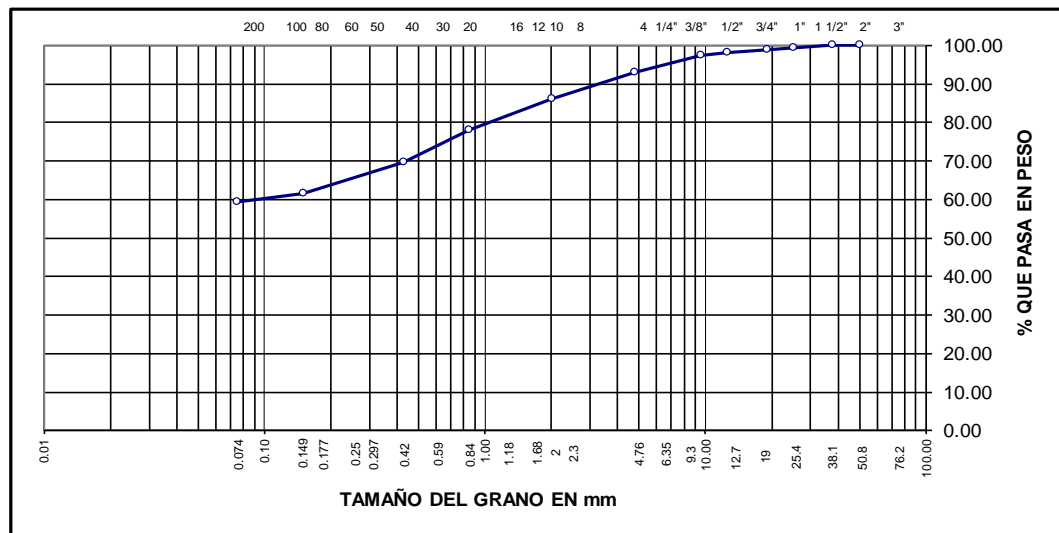
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-6)

FECHA : 09/03/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 3891 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 514 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 7.07 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena N°04-N°200 : 33.63 %
1"	25.000	28.00	0.72	0.72	99.28		Fino <N°200 : 59.30 %
3/4"	19.000	14.00	0.36	1.08	98.92		Humedad natural : 35.79 %
1/2"	12.500	28.00	0.72	1.80	98.20		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	32.00	0.82	2.62	97.38		L.L. : 57.85 %
No.04	4.750	173.00	4.45	7.07	92.93		L.P. : 39.29 %
No.10	2.000	37.00	6.69	13.76	86.24		I.P. : 18.56 %
No.20	0.840	45.00	8.14	21.89	78.11		Clasificación (SUCS) : MH
No.40	0.425	46.00	8.32	30.21	69.79		Descripción : Limo alta plasticidad arenoso
No.100	0.150	45.00	8.14	38.35	61.65		Clasificación (AASHTO) : A-7-5
No.200	0.075	13.00	2.35	40.70	59.30		Descripción :
<No.200		328.00	59.30	100.0			Suelo arcilloso

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: AL PIE DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-6) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	59.9	78.5	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	48.2	63.4	
Peso de Agua (A-B)	gr	11.7	15.1	
Peso de Tara (C)	gr	15.2	21.6	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	33.0	41.8	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	35.5%	36.1%	35.79%

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

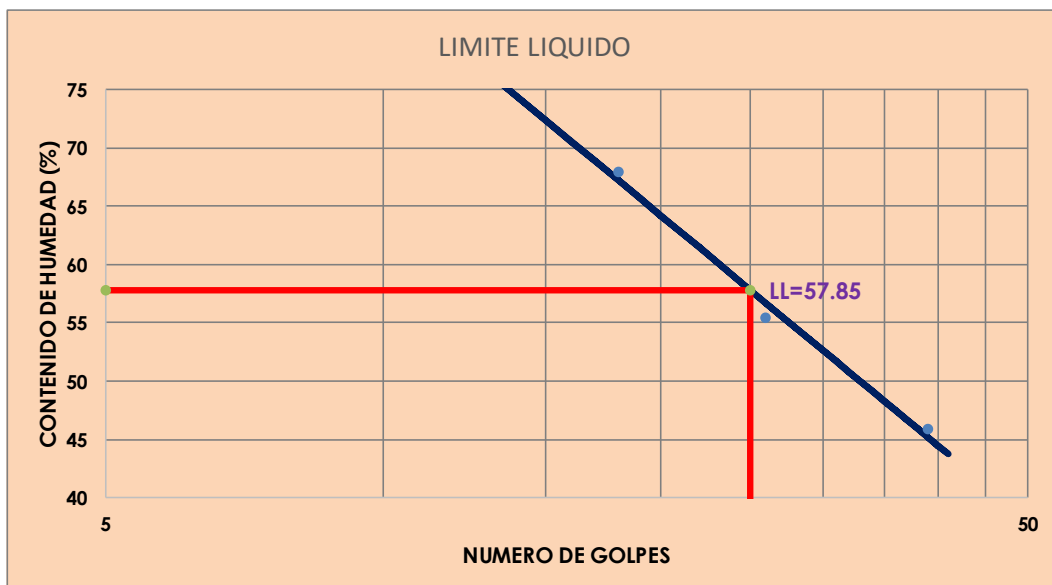
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-6) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	39	26	18		
Numero de Golpes	39	26	18		
Tara No.	104	105	106	06	07
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	24.88	23.02	23.48	25.70	23.60
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	21.46	19.75	19.58	22.20	20.80
Peso de Agua (A-B)	3.42	3.27	3.90	3.50	2.80
Peso de Tara (C)	14.00	13.84	13.84	13.50	13.50
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	7.46	5.91	5.74	8.70	7.30
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	45.84	55.33	67.94	40.23	38.36
I.P.= 18.56 % L.L.= 57.85 % L.P.= 39.29 %					





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



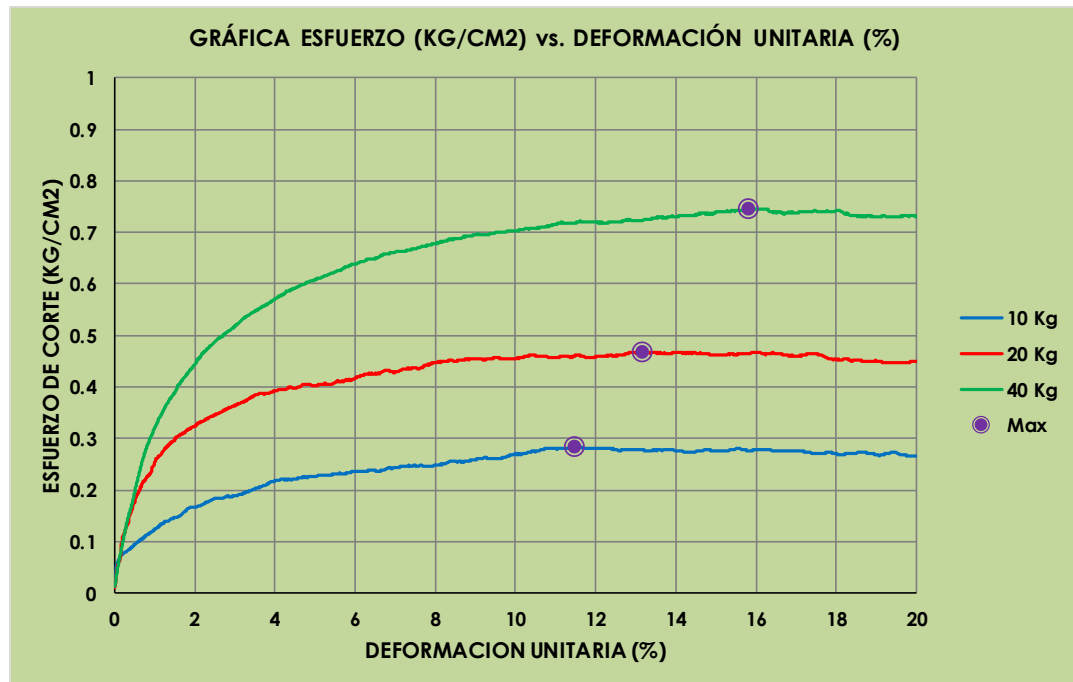
TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**
: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-6) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

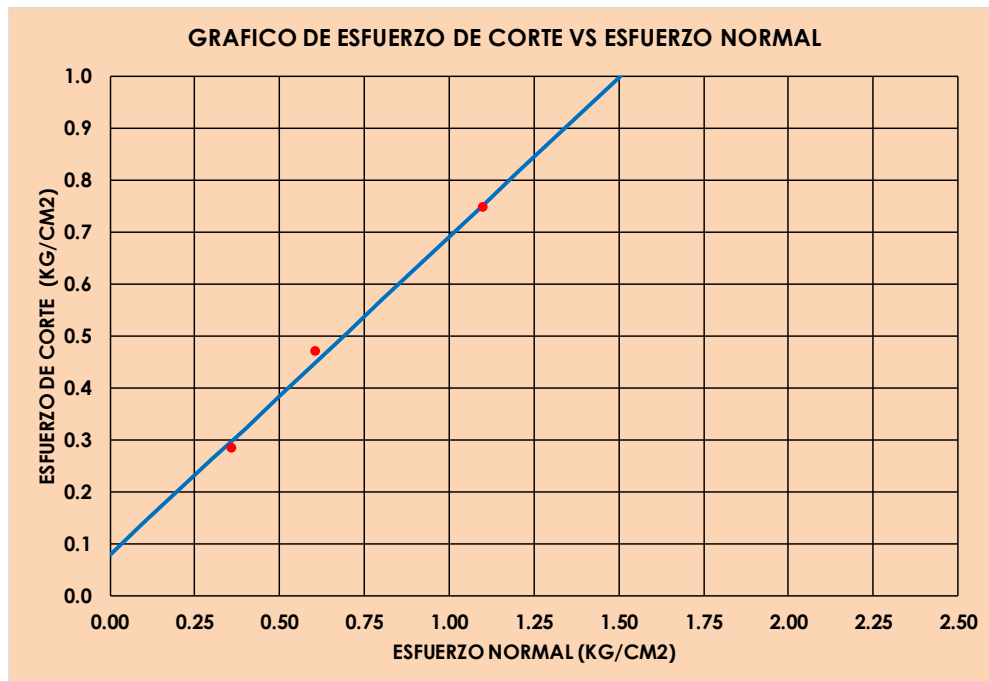
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: AL PIE DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-6) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad arenoso
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.3583626	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.28	0.47	0.75
Peso Especifico (kg/m ³)	1660.33	1685.53	1648.72

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	31.465
Cohesion (kg/cm ²):	0.078

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-7: Para la calicata N° 7

GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-7) **FECHA** : 09/03/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000				100.00		Peso inicial : 4182 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 614 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava 3"-N°04 : 3.75 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena N°04-N°200 : 22.26 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino <N°200 : 73.99 %
3/4"	19.000	16.00	0.38	0.38	99.62		Humedad natural : 33.14 %
1/2"	12.500	33.00	0.79	1.17	98.83		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	33.00	0.79	1.96	98.04		L.L. : 51.36 %
No.04	4.750	75.00	1.79	3.75	96.25		L.P. : 39.93 %
No.10	2.000	27.00	4.23	7.99	92.01		I.P. : 11.43 %
No.20	0.840	46.00	7.21	15.20	84.80		Clasificación (SUCS) : MH
No.40	0.425	35.00	5.49	20.68	79.32		Descripción :
No.100	0.150	27.00	4.23	24.92	75.08		Limo alta plasticidad con arena
No.200	0.075	7.00	1.10	26.01	73.99		Clasificación (AASHTO) : A-7-5
<No.200		472.00	73.99	100.0			Descripción :
							Suelo arcilloso

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

Tamaño del grano (mm)	% que pasa en peso
0.075	7.00
0.150	27.00
0.300	46.00
0.425	54.51
0.600	73.99
0.850	73.99
1.180	73.99
1.600	73.99
2.000	73.99
2.500	73.99
3.000	73.99
3.750	73.99
4.750	73.99
6.000	73.99
7.500	73.99
9.500	73.99
12.500	73.99
15.750	73.99
19.000	73.99
25.000	73.99
31.500	73.99
37.500	73.99
47.500	73.99
60.000	73.99
75.000	73.99

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

198

repositorio.unap.edu.pe
 No olvide citar adecuadamente esta tesis



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :

: PARTE SUPEROR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-7) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	113	115	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	57.5	54.0	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	46.6	44.5	
Peso de Agua (A-B)	gr	10.9	9.5	
Peso de Tara (C)	gr	14.2	15.4	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	32.4	29.1	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	33.6%	32.6%	33.14%



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

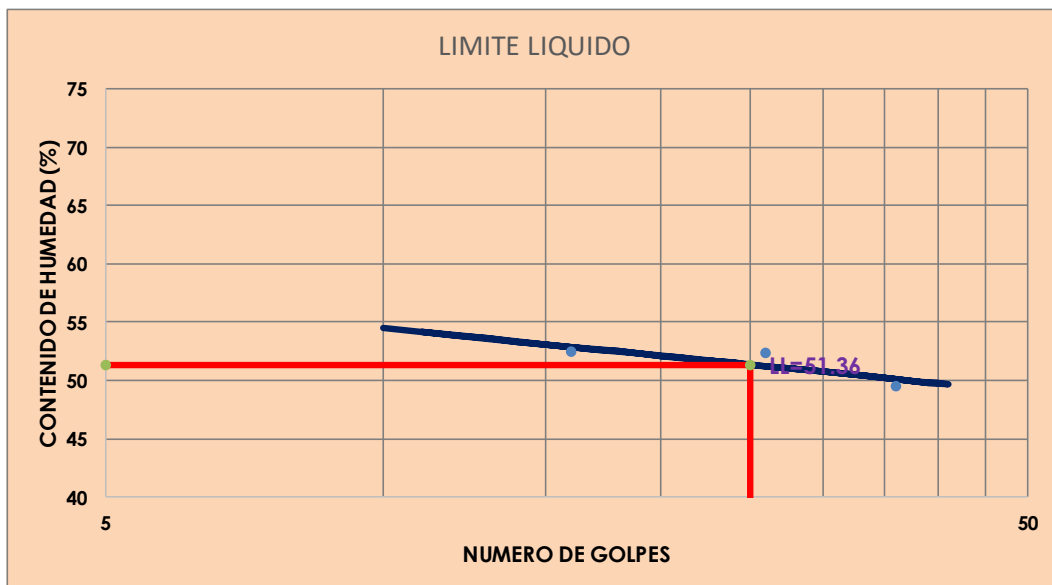
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-7) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	36	26	16				
Numero de Golpes	36	26	16				
Tara No.	107	109	108		110	111	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	26.30	26.01	23.49		25.30	25.80	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	22.23	21.83	20.17		22.70	22.60	
Peso de Agua (A-B)	4.07	4.18	3.32		2.60	3.20	
Peso de Tara (C)	14.00	13.84	13.84		15.60	15.20	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	8.23	7.99	6.33		7.10	7.40	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	49.45	52.32	52.45		36.62	43.24	
I.P.= 11.43 % L.L.= 51.36 % L.P.= 39.93 %							





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

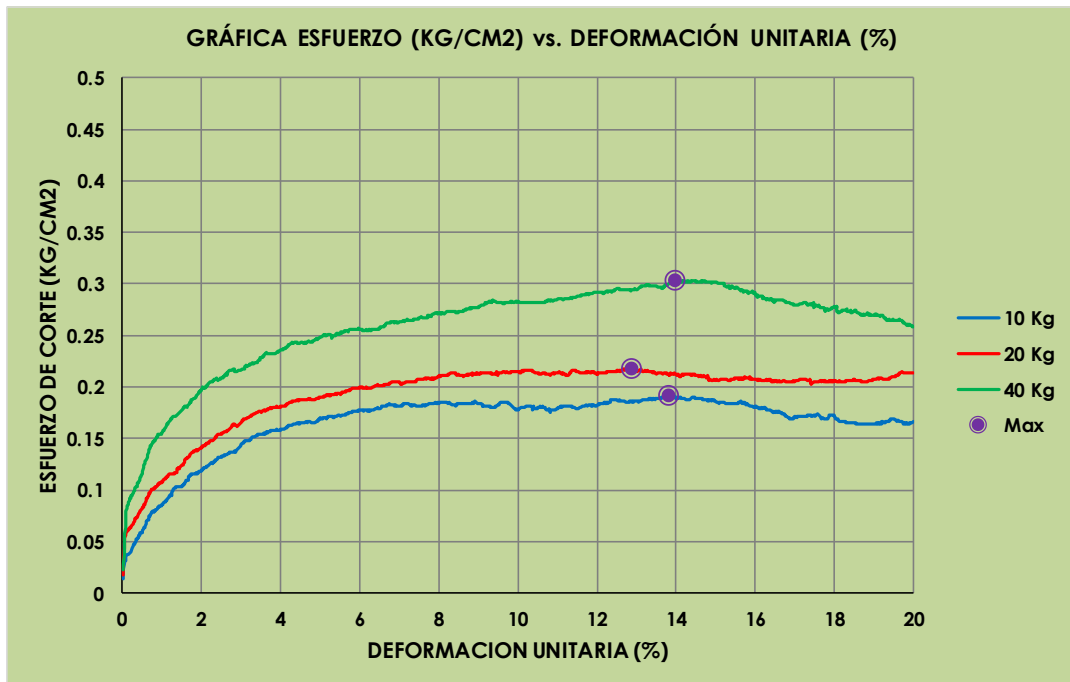
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-7) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

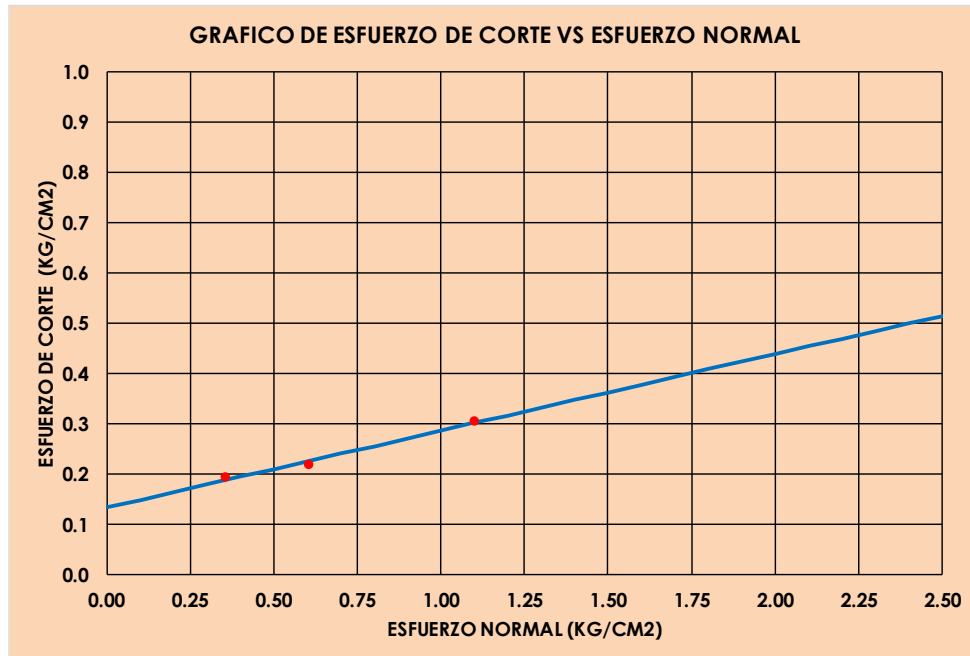
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-7) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad con arena
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.3583626	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.19	0.22	0.30
Peso Especifico (kg/m ³)	1567.45	1544.23	1575.11

RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	8.667
Cohesion (kg/cm ²):	0.133

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESPONS.** :
: PARTE SUPEROR DEL TALUD **ING. RESPONS.** :
PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-8) **FECHA** : 25/03/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS (ASTM D2216)

Descripción	Unidad	Ensayos		Promedio
Tara	N°	102	104	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	gr	49.0	60.2	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	gr	40.7	48.7	
Peso de Agua (A-B)	gr	8.3	11.6	
Peso de Tara (C)	gr	14.9	15.9	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	gr	25.8	32.8	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	gr	32.2%	35.3%	33.7%



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

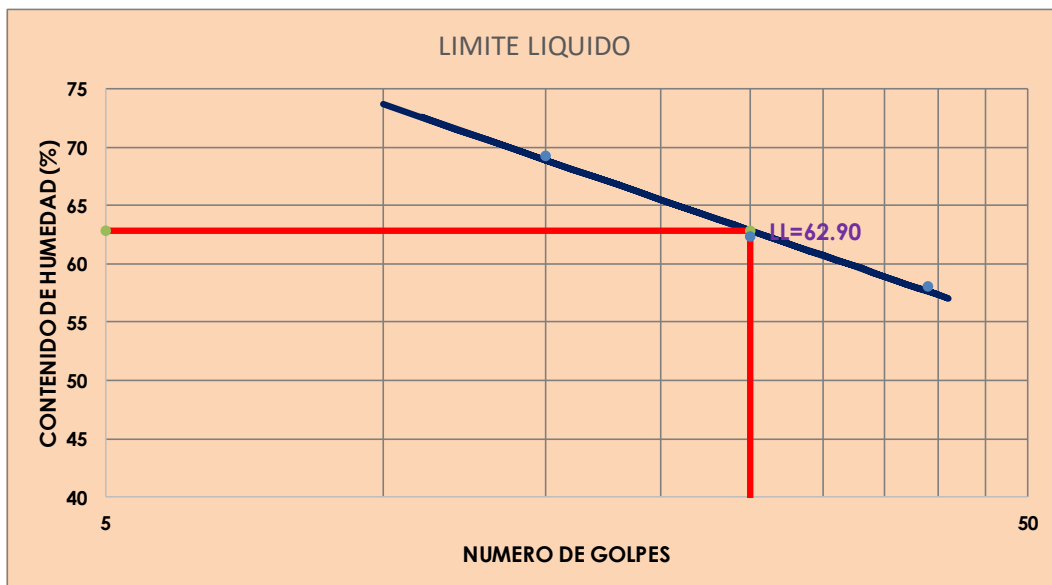
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-8) **FECHA** : 09/03/21

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	39	25	15				
Numero de Golpes	39	25	15				
Tara No.	112	118	119		120	121	
Peso de Suelo Humedo + Tara (A)	27.84	33.13	30.95		26.60	29.90	
Peso de Suelo Seco + Tara (B)	23.33	28.77	25.35		23.30	26.70	
Peso de Agua (A-B)	4.51	4.36	5.60		3.30	3.20	
Peso de Tara (C)	15.55	21.77	17.26		15.90	19.40	
Peso Neto de Suelo Seco (B-C)	7.78	7.00	8.09		7.40	7.30	
Porcentaje de Humedad (A-B)/(B-C)*100	57.97	62.29	69.22		44.59	43.84	
<p>I.P.= 18.68 % L.L.= 62.90 % L.P.= 44.22 %</p>							





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

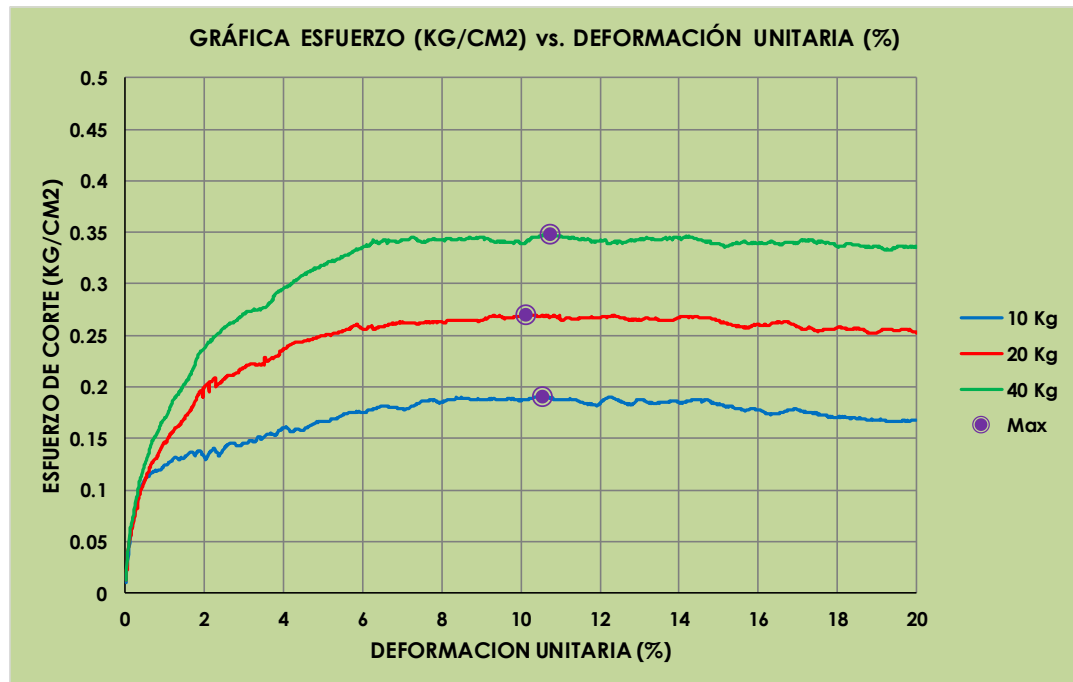
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-8) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MAS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABAN – CARABAYA – PUNO

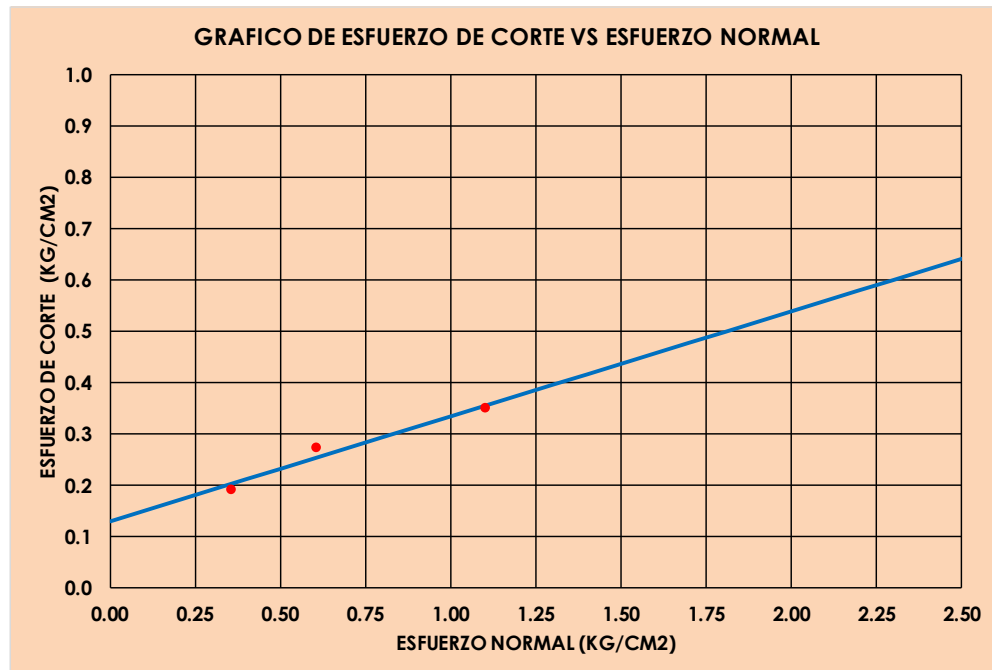
UBICACION : C.P. LECHEMAYO-SAN GABAN-PUNO **TECN. RESP.:**

: PARTE SUPERIOR DEL TALUD **ING. RESP. :**

PROFUND. : 0.00- 0.150 m (C-8) **FECHA** : 09/03/21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D-3080-98)

Estado de Muestra : Inalterada
Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/min
Clasificación SUCS : Limo alta plasticidad
Clasificación ASSHTO : Suelo arcilloso



ESPECIMEN	I	II	III
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.3583626	0.6064	1.1024
Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	0.19	0.27	0.35
Peso Especifico (kg/m ³)	1579.06	1576.50	1590.67

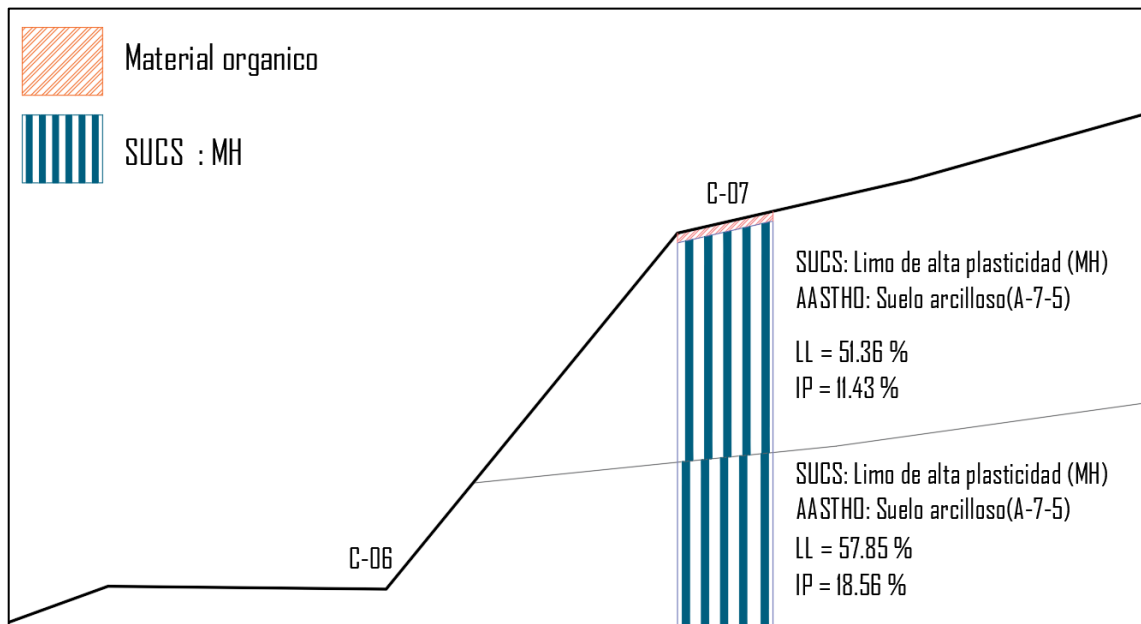
RESULTADOS:	
Angulo de Friccion Interna:	11.576
Cohesion (kg/cm ²):	0.1290

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

Anexo C-9: Perfil estatigrafico por progresivas

Figura 137

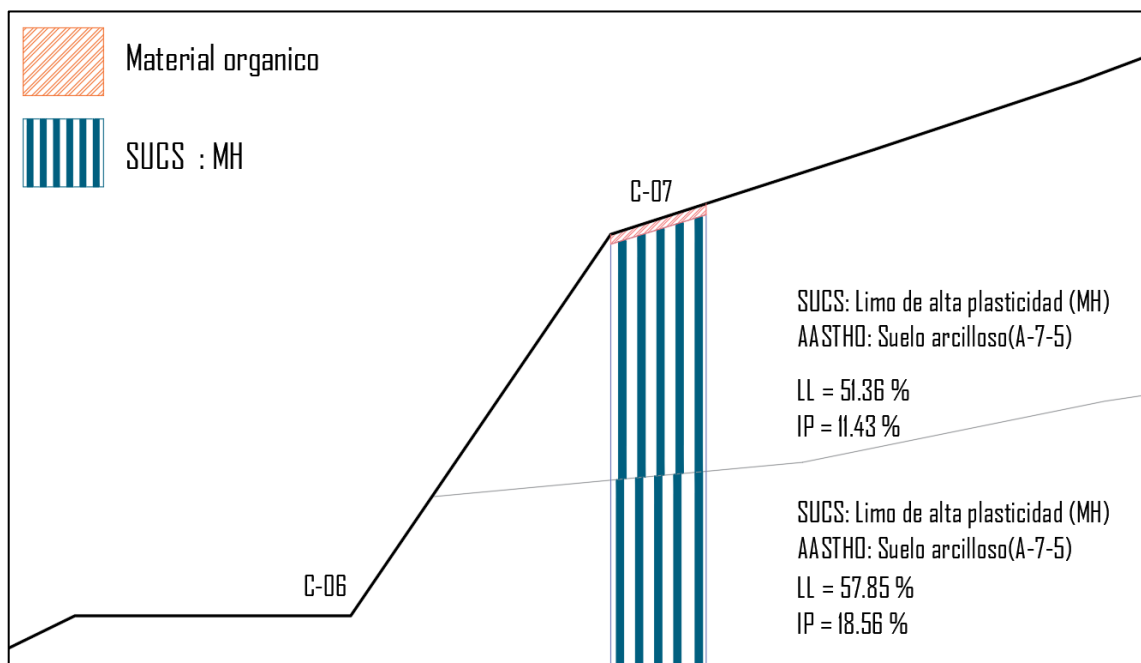
Perfil estratigráfico de la sección 01-prog. 0+286.10 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 138

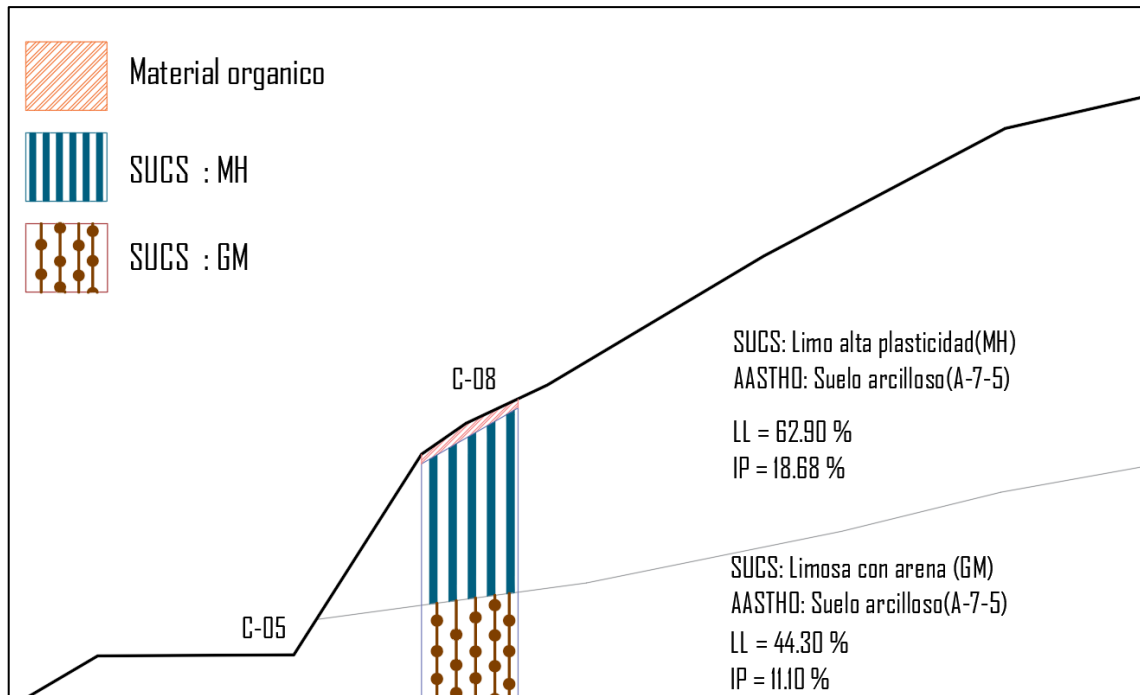
Perfil estratigráfico de la sección 02-prog. 0+318.25 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 139

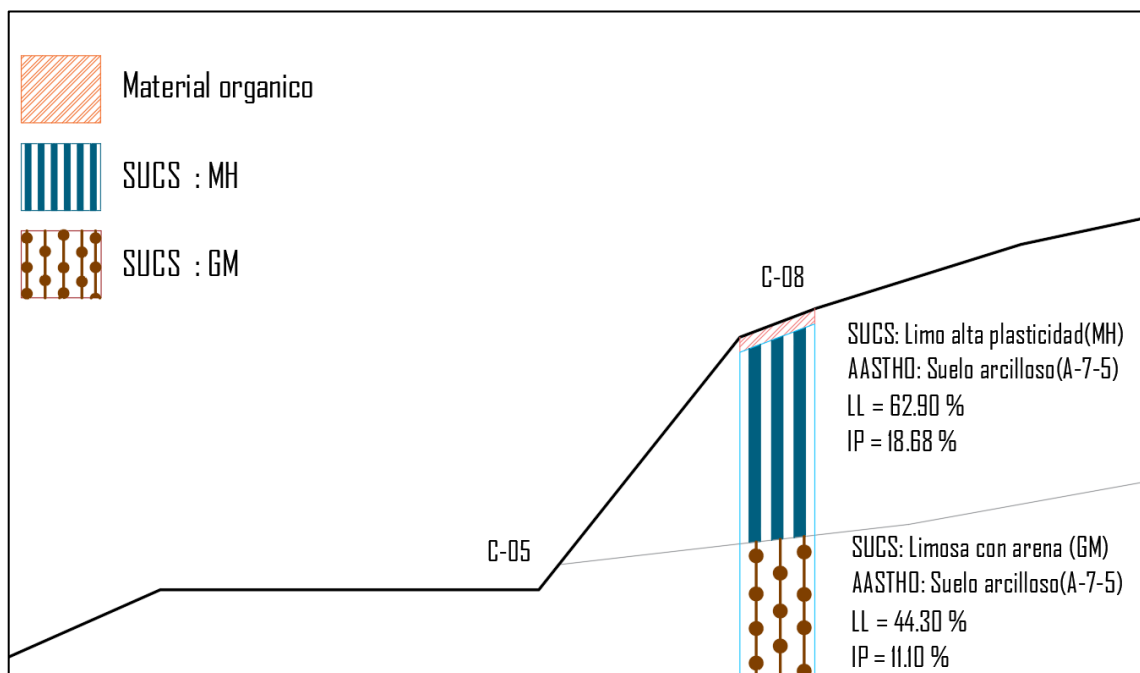
Perfil estratigráfico de la sección 03-prog. 0+438.60 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 140

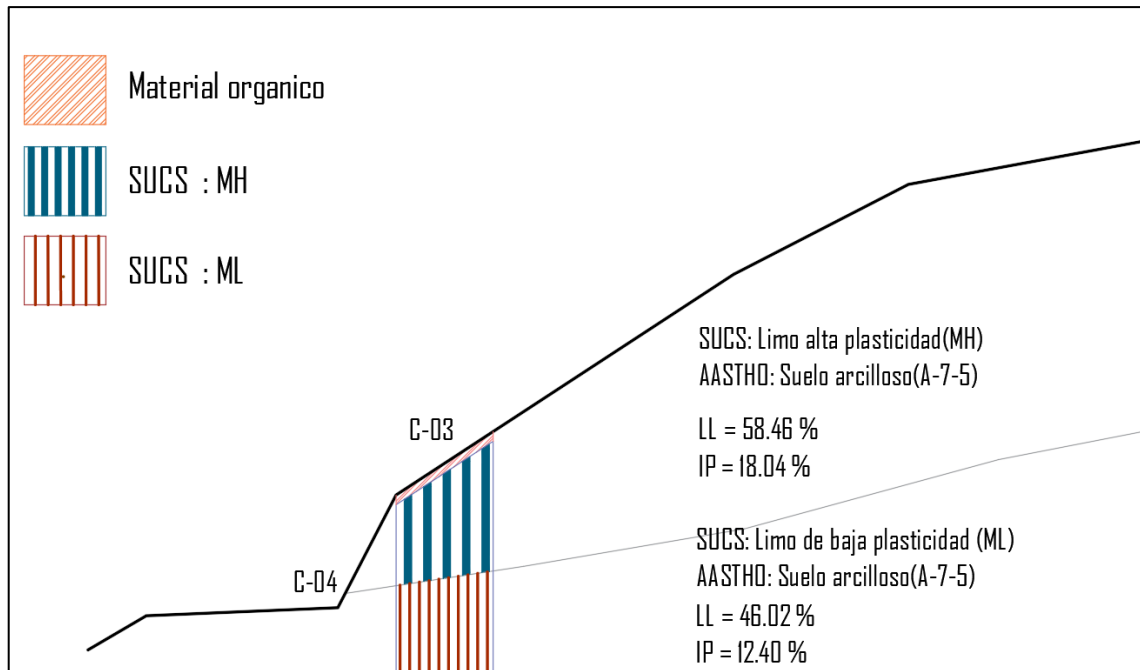
Perfil estratigráfico de la sección 04-prog. 0+468.33 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 141

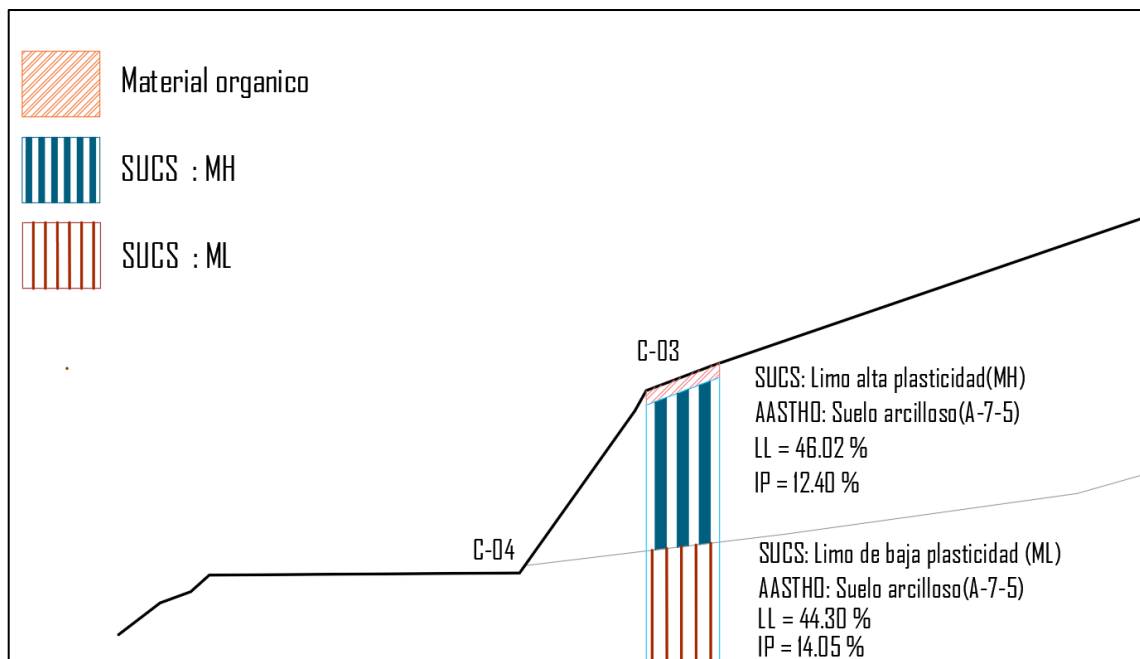
Perfil estratigráfico de la sección 05-prog. 0+828.51 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 142

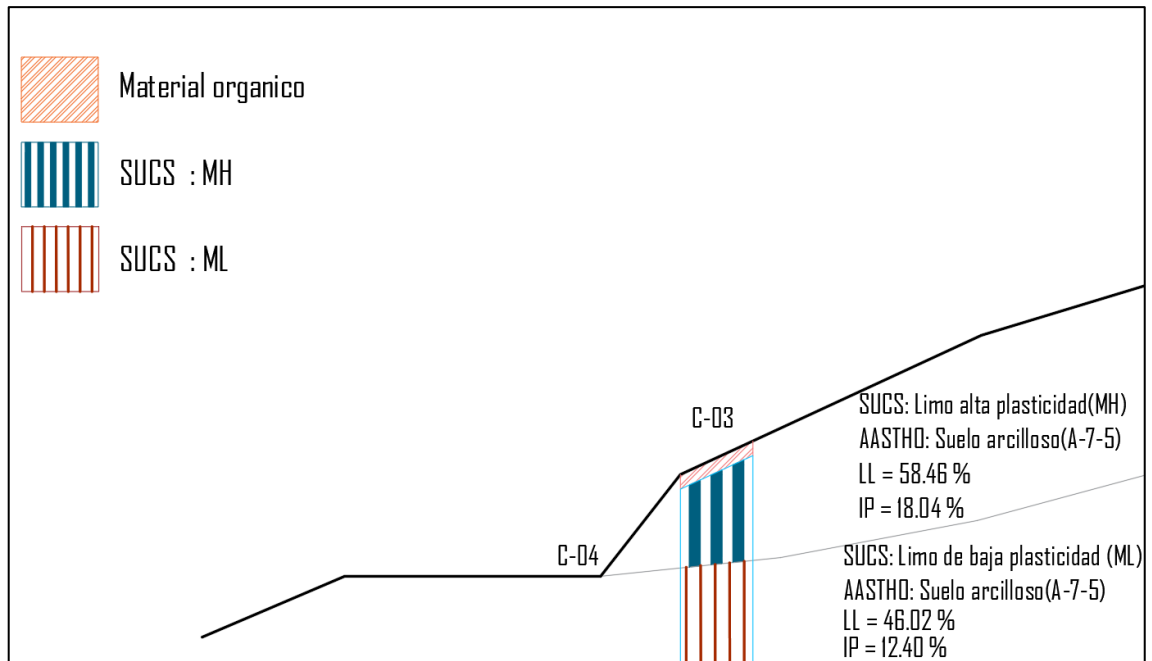
Perfil estratigráfico de la sección 06-prog. 0+880.98 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 143

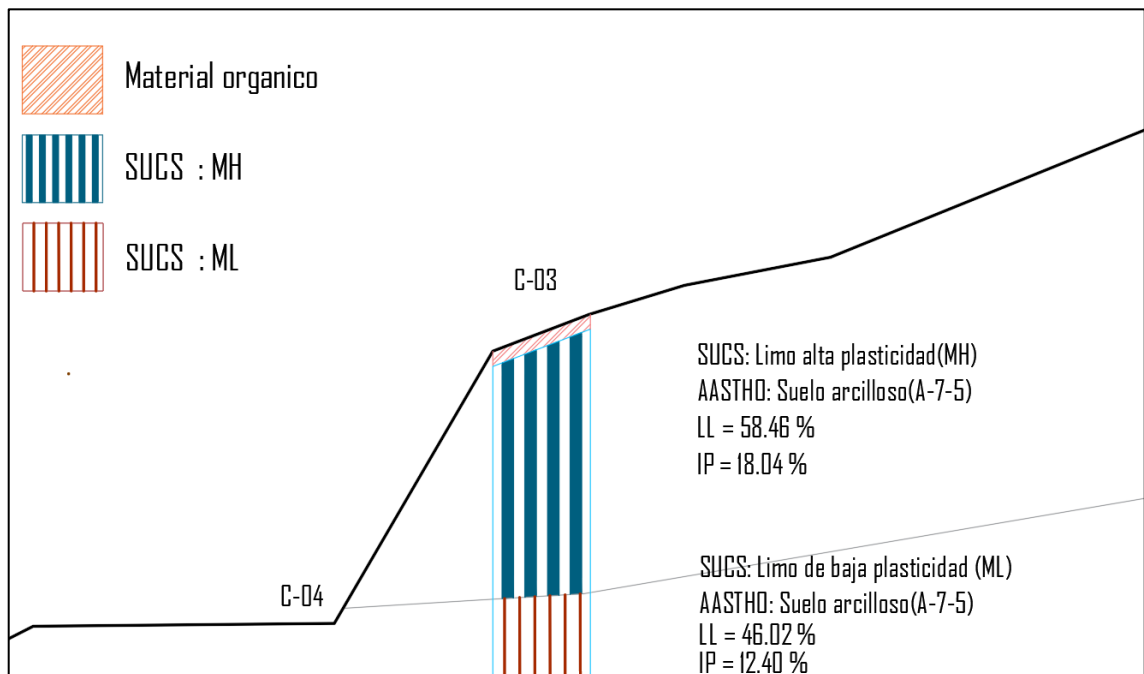
Perfil estratigráfico de la sección 07-prog. 0+904.55 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 144

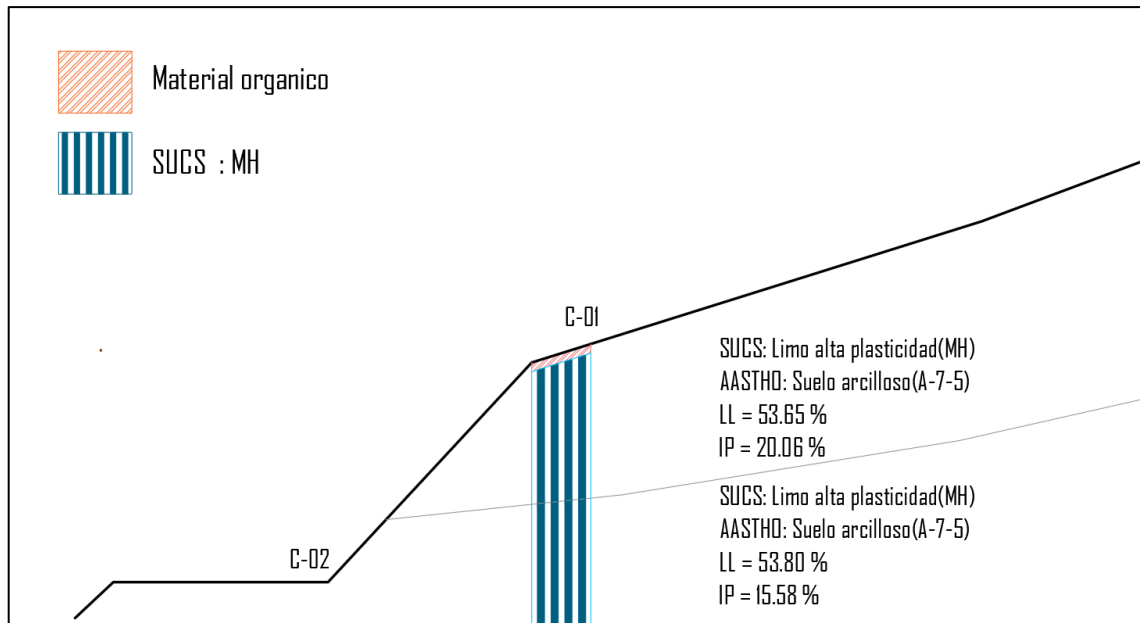
Perfil estratigráfico de la sección 08-prog. 0+924.95 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 145

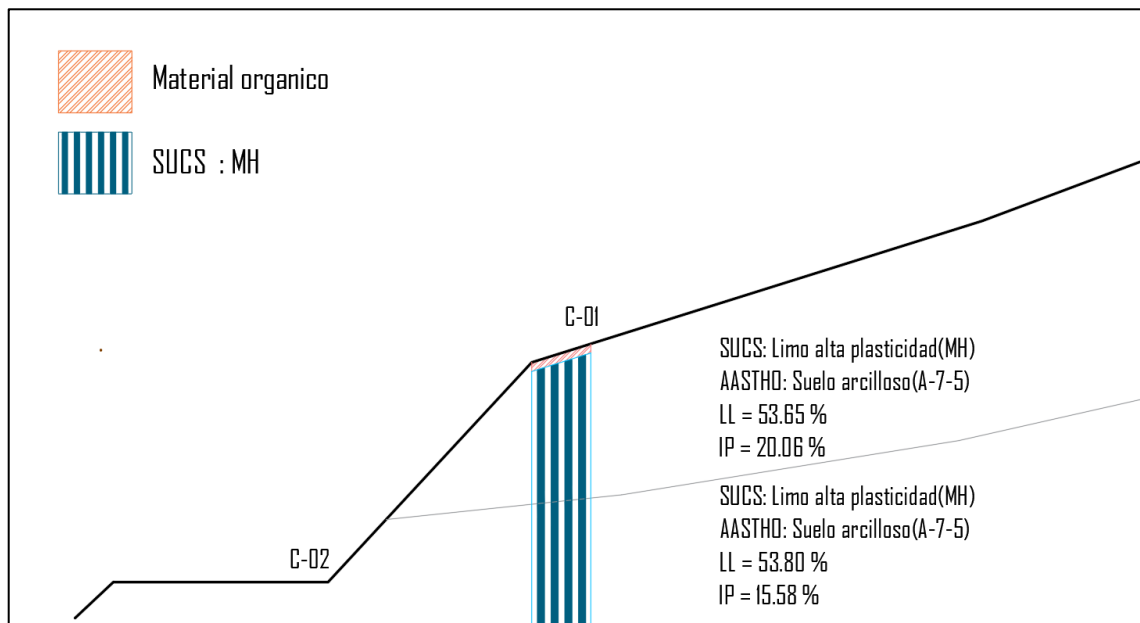
Perfil estratigráfico de la sección 09-prog. 1+187.86 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 146

Perfil estratigráfico de la sección 10-prog. 1+229.85 km



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

ANEXO D

Anexo D-1: Levantamiento topográfico

Figura 147

Deslizamiento del talud del camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 148

Levantamiento topográfico



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 149

Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 150

Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 151

Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-2: Excavación de calicatas

Figura 152

Excavación de calicata en el camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 153

Excavación de la calicata en la parte inferior del talud



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 154

Excavación de la calicata en la parte superior del talud



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 155

Levantamiento topográfico del camino vecinal Lechemayo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 156

Muestra alterada e inalterada y recubrimiento con cera



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 157

Muestras de la excavación de calicatas



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-3: Secado de muestras

Figura 158

Secado de muestras



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 159

Secado de muestras C-07



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 160

Secado de muestras



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-4: Contenido de Humedad

Figura 161

Contenido de humedad de las muestras



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-5: Ensayo de granulometría

Figura 162

Cuarteo de la muestra para el ensayo de la granulometría



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 163

Selección de muestra para el ensayo de granulometría



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 164

Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 165

Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 166

Ensayo de granulometría para la clasificación del suelo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-6: Límites de Atterberg

Figura 167

Ensayo de límite plástico para la clasificación del suelo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Anexo D-7: Ensayo de corte directo

Figura 168

Equipo para realizar el ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 169

Tallado de muestra inalterada para ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 170

Peso de la muestra inalterada



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 171

Preparación de muestra para el ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 172

Procedimiento para el ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 173

Preparación del equipo para el ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 174

Muestras ya sometidas al ensayo de corte directo



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 175

Culminación de los ensayos



Fuente. Elaborado por el equipo de trabajo



ANEXO E

Anexo E-1: Propuesta de estabilización del talud con muro de contención de C⁰ A⁰ (prog. 0+272 – 0+326 km), tramo I

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
TESIS : ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA – PUNO								
DISTRITO : San Gaban		DEPARTAMENTO : Puno						
PROVINCIA : Carabaya		FECHA :						
SECTOR : Lechemayo		PROGRESIVA : 0+272.00 - 0+326.00 Km						
01	MURO DE CONTENCION DE CONCRETO ARMADO							
01.01.	OBRAS PROVISIONALES							
01.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00
01.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
01.02.	OBRAS PRELIMINARES							
01.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	54.03	6.70		362.00	362.00
01.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	54.03	6.70		362.00	362.00
01.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.03.01.	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	1	54.03	59.83		3232.61	3232.61
01.03.03.	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1	54.03	2.64		142.64	3068.09
			1	54.03	12.80		691.58	
			1	54.03	45.50		2458.37	
	Disminucion de material drenante		-1	v=	224.49		-224.49	
01.03.03.	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	1	54.03	6.70		362.00	362.00
01.03.04.	TRASLADO DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACION (D.PROM)	m3	1	V=	#####		4364.03	4364.03
01.03.05.	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DRENANTE	m3		54.03	0.50	8.31	224.49	224.49
01.03.06.	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE	m	1	54.00			54.00	54.00
01.04.	CONCRETO SIMPLE							
01.04.01.	SOLADO e=4"	m2	1	54.03	6.70		362.00	362.00
01.05.	CONCRETO ARMADO							
01.05.01.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2	54.03		8.32	899.06	910.72
			2		area=	5.83	11.66	
01.05.02.	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1		Peso=		94537.30	94,537.30
01.05.03.	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	1	54.03	area=	6.50	351.20	666.19
			1	54.03	area=	5.83	314.99	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS :		ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO										
DISTRITO :		San Gaban			DEPARTAMENTO :		Puno					
PROVINCIA :		Carabaya			FECHA :							
SECTOR :		Lechemayo			PROGRESIVA :		0+272.00 - 0+326.00 Km					
Itens	Descripcion	Ø	N° de elementos iguales	N° de piezas por elemento	Long. Por pieza	Longitud (m) por Ø					Peso kg	
						3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"		1 3/8"
						0.560	0.994	1.552	2.235	3.973	7.907	
Acero muros de contención												
01.05.02. ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60											94,537.30	
Acero en zapatas												
						-	-	-	-	-	-	-
	Acero longitudinal	5/8"	47	1.00	54.0	-	-	2,539.4	-	-	-	3,941.16
	Acero Transversal	5/8"	450	1.00	5.9	-	-	2,641.5	-	-	-	4,099.61
						-	-	-	-	-	-	-
	Acero longitudinal	1"	27	1.00	54.0	-	-	-	-	1,458.0	-	5,792.63
	Acero transversal	1"	450	1.00	3.4	-	-	-	-	1,539.0	-	6,114.45
						-	-	-	-	-	-	-
Acero en muros												
						-	-	-	-	-	-	-
	Acero vertical	1 3/8"	360	2.00	10.0	-	-	-	-	-	7,200.0	56,930.40
		1 3/8"	360	1.00	4.3	-	-	-	-	-	1,548.0	12,240.04
	Acero horizontal	1/2"	38	1.00	54.0	-	2,052.0	-	-	-	-	2,039.69
		3/4"	28	1.00	54.0	-	-	-	1,512.0	-	-	3,379.32
						-	-	-	-	-	-	-

Presupuesto

Presupuesto	0201003	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO	Costo al	13/12/2021
Subpresupuesto	001	PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)		
Cliente	PUNO - CARABAYA - SAN GABAN			
Lugar				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
02	OBRAS PRELIMINARES				658.84
02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	362.00	0.91	329.42
02.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	362.00	0.91	329.42
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				196,216.41
03.01	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	3,232.61	9.85	31,841.21
03.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	3,068.09	7.35	22,550.46
03.03	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	362.00	2.28	825.36
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	4,364.03	29.57	129,044.37
03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DRENANTE	m3	224.49	42.80	9,608.17
03.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE	m	54.00	43.46	2,346.84
04	CONCRETO SIMPLE				11,189.42
04.01	SOLADO e=4"	m2	362.00	30.91	11,189.42
05	CONCRETO ARMADO				754,870.47
05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	910.72	35.57	32,394.31
05.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	94,537.30	5.08	480,249.48
05.03	CONCRETO fc=210 kg/cm2	m3	666.19	363.60	242,226.68
	COSTO DIRECTO				966,330.14

SON : NOVECIENTOS SESENTISEIS MIL TRESIENTOS TREINTA Y 14/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 001 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° Fecha presupuesto 13/12/2021
A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)

Partida 01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Rendimiento glb/DIA MO. 0.1000 EQ. 0.1000 Costo unitario directo por : glb 2,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
						2,500.00

Partida 01.02 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 895.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida 02.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 02.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Fecha : 04/01/2022 17:21:43



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 001 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° Fecha presupuesto 13/12/2021
A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)

Partida 03.01 CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 9.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0178	23.44	0.42
0.64						
Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1222	13.50	1.65
1.65						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.64	0.02
03011700010005	ALQUILER DE EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0178	423.50	7.54
7.56						

Partida 03.02 RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento m3/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : m3 7.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.1429	6.25	7.14
7.14						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.14	0.21
0.21						

Partida 03.03 NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m2 2.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	6.88	0.46
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	6.25	0.83
1.29						
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0333	13.50	0.45
0.45						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.29	0.04
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.0333	15.00	0.50
0.54						

Partida 03.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 29.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
0.22						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01
03011700010006	ALQUILER DE CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.0711	325.00	23.11
03011700010007	ALQUILER DE CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0178	350.00	6.23
29.35						

Fecha : 04/01/2022 17:21:43



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 001 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° Fecha presupuesto 13/12/2021
A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)

Partida 03.05 SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL DRENANTE

Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 42.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	6.25	4.00
4.00						
Materiales						
0207010013	GRAVA PARA FILTRO DE 3/4"-1/2"	m3		1.1050	35.00	38.68
38.68						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.00	0.12
0.12						

Partida 03.06 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE DRENAJE

Rendimiento m/DIA MO. 60.0000 EQ. 60.0000 Costo unitario directo por : m 43.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	7.50	1.00
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0667	6.25	0.42
1.42						
Materiales						
02150100010011	TUBERIA CRIBADA PVC D=160mm. U.F. Inc anillos	m		1.0500	40.00	42.00
42.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.42	0.04
0.04						

Partida 04.01 SOLADO e=4"

Rendimiento m2/DIA MO. 80.0000 EQ. 80.0000 Costo unitario directo por : m2 30.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	7.50	1.50
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.2000	6.88	1.38
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.8000	6.25	5.00
7.88						
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0600	13.50	0.81
0207030001	HORMIGON	m3		0.1150	35.00	4.03
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.7000	23.50	16.45
21.29						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.88	0.24
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.1000	15.00	1.50
1.74						

Fecha : 04/01/2022 17:21:43



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 001 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE CONTENCIÓN DE C° Fecha presupuesto 13/12/2021
A° (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)

Partida	05.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			35.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	7.50	5.00	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	6.88	4.59	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	6.25	2.08	
							11.67
Materiales							
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1000	13.50	1.35	
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1500	5.00	0.75	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2200	5.00	1.10	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0700	5.00	20.35	
							23.55
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.67	0.35	
							0.35
Partida	05.02 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			5.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	7.50	0.24	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	6.88	0.22	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0160	6.25	0.10	
							0.56
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	5.00	0.30	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	4.00	4.20	
							4.50
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.56	0.02	
							0.02
Partida	05.03 CONCRETO f'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000	Costo unitario directo por : m3			363.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.7778	7.50	13.33	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.7778	6.88	12.23	
0101010005	PEON	hh	10.0000	8.8889	6.25	55.56	
							81.12
Materiales							
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.6666	13.50	9.00	
02070200010003	AGREGADO GRUESO	m3		0.7100	35.00	24.85	
02070200010004	AGREGADO FINO	m3		0.4000	35.00	14.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	23.50	216.20	
							264.05
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.12	2.43	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.4444	6.00	2.67	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8889	15.00	13.33	
							18.43

Fecha : 04/01/2022 17:21:43



Anexo E-2: Propuesta de estabilización del talud con muro de suelo reforzado (prog. 0+272 – 0+326 km), tramo I

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
04	MURO DE SUELO REFORZADO							
04.01.	OBRAS PROVISIONALES							1.00
04.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	
								1.00
04.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	
04.02.	OBRAS PRELIMINARES							
04.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2						216.12
			1	27.02	4.00		108.08	
			1	27.01	4.00		108.04	
04.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2						3241.76
			14	27.02	4.00		1513.12	
			16	27.01	4.00		1728.64	
04.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
04.03.01.	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3						1407.46
			1	27.02	Area=	23.86	644.70	
			1	27.01	Area=	28.24	762.76	
04.03.03.	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3						1238.88
	Material propio		1	27.02	Area=	19.99	540.13	
	Material de prestamo		1	27.02	Area=	0.54	14.59	
	Material propio		1	27.01	Area=	25.33	684.16	
04.04.	MURO DE SUELO REFORZADO							
04.04.01.	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 50	m2						6480.00
			28	27.00	4.00		3024.00	
			32	27.00	4.00		3456.00	
04.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.5 m	m3						562.50
			70	5.00	1.50	0.50	262.50	
			80	5.00	1.50	0.50	300.00	
04.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 0.5 m	m3						45.00
			14	2.00	1.50	0.50	21.00	
			16	2.00	1.50	0.50	24.00	



Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
 Subpresupuesto 002 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MURO DE SUELO REFORZADO (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km)
 Cliente ----- Costo al 13/12/2021
 Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
02	OBRAS PRELIMINARES				3,146.67
02.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	216.12	0.91	196.67
02.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	3,241.76	0.91	2,950.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				101,581.49
03.01	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	1,407.46	9.85	13,863.48
03.02	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	1,238.78	70.81	87,718.01
04	MURO DE SUELO REFORZADO				282,487.05
04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 50	m2	6,480.00	17.80	115,344.00
04.02	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.5 m	m3	562.50	288.16	162,090.00
04.03	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 0.5 m	m3	45.00	112.29	5,053.05
	COSTO DIRECTO				390,610.21

SON : TRESCIENTOS NOVENTA MIL SEISCIENTOS DIEZ Y 21/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 002 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MURO DE SUELO REFORZADO (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida	01.01		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS			
Rendimiento	glb/DIA	MO. 0.1000	EQ. 0.1000	Costo unitario directo por : glb		2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
						2,500.00
Partida	01.02		SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD			
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		895.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	ril		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	ril		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida	02.01		TRAZO Y REPLANTEO INICAL			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida	02.02		TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Fecha : 04/01/2022 18:01:28



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 002 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MURO DE SUELO REFORZADO (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 03.01 CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 9.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0178	23.44	0.42
0.64						
Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1222	13.50	1.65
1.65						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.64	0.02
03011700010005	ALQUILER DE EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0178	423.50	7.54
7.56						

Partida 03.02 RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 70.81

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	6.0000	1.6000	6.25	10.00
12.00						
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2300	13.50	3.11
3.11						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.00	0.36
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1Ton	he	1.0000	0.2667	200.00	53.34
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.1333	15.00	2.00
55.70						

Partida 04.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMALLA FORTGRID UX 50

Rendimiento m2/DIA MO. 150.0000 EQ. 150.0000 Costo unitario directo por : m2 17.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	7.50	0.80
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	6.88	0.37
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1067	6.25	0.67
1.84						
Materiales						
0210030003	MALLA UNIAXIAL FORTGRID UX 50	m2		1.0600	15.00	15.90
15.90						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.84	0.06
0.06						

Fecha : 04/01/2022 18:01:28



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 002 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MURO DE SUELO REFORZADO (PROG. 0+272.00 - 0+326.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 04.02 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.5 m							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3			288.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50	
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25	
							38.75
Materiales							
02043000010016	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.2750	750.00	206.25	
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00	
							248.25
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16	
							1.16
Partida 04.03 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 0.5 m							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3			112.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50	
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25	
							38.75
Materiales							
02043000010017	GAVION TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.0675	450.00	30.38	
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00	
							72.38
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16	
							1.16



Anexo E-3: Propuesta de estabilización del talud con muro de gaviones (prog. 0+414 – 0+458 km), tramo II

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO	San Gaban	DEPARTAMENTO	Puno					
PROVINCIA	Carabaya	FECHA						
SECTOR	Lechemayo	PROGRESIVA	0+414.00 - 0+458.00 Km					
ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02	MURO DE GAVIONES (TRAMO II)							
02.01.	OBRAS PROVISIONALES							
02.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00
02.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
02.02.	OBRAS PRELIMINARES							
02.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	44.00	2.00		88.00	88.00
02.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	44.00	2.00		88.00	88.00
02.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.03.01.	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1	44.00	Area=	2.31	101.64	101.64
02.03.02.	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	1	44.00	2.00		88.00	88.00
02.03.03.	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PRO	m3	1	Vol=	101.64		101.64	101.64
02.04.	MURO DE GAVIONES							
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	8	5.00	2.00	1.00	80.00	80.00
02.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	1	4.00	2.00	1.00	8.00	8.00
02.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	8	5.00	1.00	1.00	40.00	40.00
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	1	4.00	1.00	1.00	4.00	4.00



Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
 Subpresupuesto 003 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+414.00 - 0+458.00 Km)
 Cliente ----- Costo al 13/12/2021
 Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
10	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
10.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
10.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
11	OBRAS PRELIMINARES				160.16
11.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	88.00	0.91	80.08
11.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	88.00	0.91	80.08
12	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,951.29
12.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	101.64	17.17	1,745.16
12.02	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	88.00	2.28	200.64
12.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	101.64	29.57	3,005.49
13	MURO DE GAVIONES				32,396.24
13.01	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	80.00	250.66	20,052.80
13.02	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	8.00	264.16	2,113.28
13.03	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	40.00	232.64	9,305.60
13.04	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	4.00	231.14	924.56
	COSTO DIRECTO				40,902.69

SON : CUARENTA MIL NOVECIENTOS DOS Y 69/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 003 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+414.00 - 0+458.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 10.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Rendimiento glb/DIA MO. 0.1000 EQ. 0.1000 Costo unitario directo por : glb 2,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
						2,500.00

Partida 10.02 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 895.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida 11.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 11.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Fecha : 04/01/2022 17:29:16



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 003 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+414.00 - 0+458.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida	12.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3			17.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	6.25	16.67	16.67
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.67	0.50	0.50
Partida	12.02 NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			2.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	6.88	0.46	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	6.25	0.83	1.29
	Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0333	13.50	0.45	0.45
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.29	0.04	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.0333	15.00	0.50	0.54
Partida	12.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			29.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22	0.22
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01	
03011700010006	ALQUILER DE CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.0711	325.00	23.11	
03011700010007	ALQUILER DE CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0178	350.00	6.23	29.35
Partida	13.01 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3			250.66
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50	
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25	38.75
	Materiales						
02043000010005	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1125	1,500.00	168.75	
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00	210.75
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16	1.16

Fecha : 04/01/2022 17:29:16



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 003 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+414.00 - 0+458.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 13.02 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 264.16

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010006	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1350	1,350.00	182.25
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
224.25						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 13.03 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 232.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2250	800.00	180.00
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
222.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						

Partida 13.04 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 231.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2550	700.00	178.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
220.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						

Anexo E-4: Propuesta de estabilización del talud con muro de gaviones (prog. 0+813 – 0+846 km), tramo III

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
TESIS	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO	San Gaban	DEPARTAMENTO	Puno					
PROVINCIA	Carabaya	FECHA						
SECTOR	Lechemayo	PROGRESIVA	0+813.00 - 0+846.00 Km					
02	MURO DE GAVIONES (TRAMO III)							
02.01.	OBRAS PROVISIONALES							
02.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00
02.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
02.02.	OBRAS PRELIMINARES							
02.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	33.00	2.00		66.00	66.00
02.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	33.00	2.00		66.00	66.00
02.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.03.01.	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1	33.00	Area=	1.21	39.93	39.93
02.03.02.	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	1	33.00	2.00		66.00	66.00
02.03.03.	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PRO)	m3	1	Vol=	39.93		39.93	39.93
02.04.	MURO DE GAVIONES							
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	7	4.00	2.00	0.50	28.00	28.00
02.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	1	3.00	2.00	0.50	3.00	3.00
02.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	1	2.00	2.00	0.50	2.00	2.00
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	7	4.00	1.00	1.00	28.00	28.00
02.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	1	3.00	1.00	1.00	3.00	3.00
02.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	1	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00



Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
 Subpresupuesto 004 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km)
 Cliente ----- Costo al 13/12/2021
 Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
14	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
14.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
14.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
15	OBRAS PRELIMINARES				120.12
15.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	66.00	0.91	60.06
15.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	66.00	0.91	60.06
16	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,016.81
16.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	39.93	17.17	685.60
16.02	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	66.00	2.28	150.48
16.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	39.93	29.57	1,180.73
17	MURO DE GAVIONES				20,627.14
17.01	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	28.00	373.41	10,455.48
17.02	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	3.00	411.91	1,235.73
17.03	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 2.0 x 0.5 m	m3	2.00	384.41	768.82
17.04	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	28.00	231.14	6,471.92
17.05	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	3.00	308.79	926.37
17.06	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	2.00	384.41	768.82
	COSTO DIRECTO				26,159.07

SON : VEINTISEIS MIL CIENTO CINCUENTINUEVE Y 07/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 004 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida	14.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 0.1000	EQ. 0.1000	Costo unitario directo por : glb		2,500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
						2,500.00
Partida	14.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		895.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida	15.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida	15.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Fecha : 04/01/2022 17:30:53



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 004 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida	16.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3			17.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	6.25	16.67	16.67
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.67	0.50	0.50
Partida	16.02 NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2			2.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	6.88	0.46	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	6.25	0.83	1.29
	Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0333	13.50	0.45	0.45
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.29	0.04	
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.0333	15.00	0.50	0.54
Partida	16.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			29.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22	0.22
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01	
03011700010006	ALQUILER DE CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.0711	325.00	23.11	
03011700010007	ALQUILER DE CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0178	350.00	6.23	29.35
Partida	17.01 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 0.5 m						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3			373.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50	
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25	38.75
	Materiales						
02043000010007	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.2650	1,100.00	291.50	
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00	333.50
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16	1.16

Fecha : 04/01/2022 17:30:53



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 004 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 17.02 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 2.0 x 0.5 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 411.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010008	GAVION TIPO CAJA DE 3.0 x 2.0 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.4125	800.00	330.00
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
372.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 17.03 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 2.0 x 0.5 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 384.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010009	GAVION TIPO CAJA DE 2.0 x 2.0 x 0.5 m (2.7 mm)	und		0.5500	550.00	302.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
344.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 17.04 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 231.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2550	700.00	178.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
220.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						

Fecha : 04/01/2022 17:30:53



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 004 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+813.00 - 0+846.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 17.05 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 3.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 308.79

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010010	GAVION TIPO CAJA DE 3.0 x 1.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.4125	550.00	226.88
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
268.88						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 17.06 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 384.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010011	GAVION TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.5500	550.00	302.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
344.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						



Anexo E-5: Propuesta de estabilización del talud con modificación de geometría (prog. 0+918 – 0+949 km), tramo III

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO	San Gaban	DEPARTAMENTO	Puno					
PROVINCIA	Carabaya	FECHA						
SECTOR	Lechemayo	PROGRESIVA	0+918.00 - 949.00 Km					
ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
03	MODIFICACION DE PENDIENTE (TRAMO III)							
03.01.	OBRAS PROVISIONALES							
03.01.01.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
03.02.	OBRAS PRELIMINARES							
03.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	31.05	4.38		136.00	136.00
03.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	31.05	4.38		136.00	136.00
03.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
03.03.01.	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	1	31.05	3.31		102.78	102.78

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
 Subpresupuesto 007 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km)
 Cliente Costo al 13/12/2021
 Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
26	OBRAS PROVISIONALES				895.00
26.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
27	OBRAS PRELIMINARES				247.52
27.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	136.00	0.91	123.76
27.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	136.00	0.91	123.76
28	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,012.38
28.01	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	102.78	9.85	1,012.38
	COSTO DIRECTO				2,154.90

SON : DOS MIL CIENTO CINCUENTICUATRO Y 90/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 007 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 26.01 SENALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 895.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida 27.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 27.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 28.01 CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 9.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0178	23.44	0.42
						0.64
Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1222	13.50	1.65
						1.65
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.64	0.02
03011700010005	ALQUILER DE EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0178	423.50	7.54
						7.56



Anexo E-6: Propuesta de estabilización del talud con muro gaviones (prog. 0+918 – 0+949 km), tramo III

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO	San Gaban	DEPARTAMENTO	Puno					
PROVINCIA	Carabaya	FECHA						
SECTOR	Lechemayo	PROGRESIVA	0+918,00 - 949,00 Km					
ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02	MURO DE GAVIONES (TRAMO III)							
02.01.	OBRAS PROVISIONALES							
02.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00
02.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
02.02.	OBRAS PRELIMINARES							
02.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	31.00	1.50		46.50	46.50
02.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	31.00	1.50		46.50	46.50
02.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.03.01.	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1	31.00	Area=	1.04	32.24	32.24
02.03.02.	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	1	31.00	1.50		46.50	46.50
02.03.03.	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PRO	m3	1	Vol=	32.24		32.24	32.24
02.04.	MURO DE GAVIONES							
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	1	5.00	1.50	1.00	7.50	7.50
02.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	6	4.00	1.50	1.00	36.00	36.00
02.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	1	2.00	1.50	1.00	3.00	2.00
02.04.04.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	1	5.00	1.00	1.00	5.00	5.00
02.04.05.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	6	4.00	1.00	1.00	24.00	24.00
02.04.06.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	1	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00



Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km)
Cliente ----- Costo al 13/12/2021
Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
18	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
18.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
18.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
19	OBRAS PRELIMINARES				84.64
19.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	46.50	0.91	42.32
19.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	46.50	0.91	42.32
20	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,612.92
20.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	32.24	17.17	553.56
20.02	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	46.50	2.28	106.02
20.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	32.24	29.57	953.34
21	MURO DE GAVIONES				20,015.15
21.01	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	7.50	241.41	1,810.58
21.02	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	36.00	274.41	9,878.76
21.03	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 1.0 m	m3	2.00	350.04	700.08
21.04	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	5.00	261.91	1,309.55
21.05	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	24.00	231.14	5,547.36
21.06	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	2.00	384.41	768.82
	COSTO DIRECTO				25,107.71

SON : VEINTICINCO MIL CIENTO SIETE Y 71/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida	18.01		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 0.1000	EQ. 0.1000	Costo unitario directo por : glb		2,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO		glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
							2,500.00
Partida	18.02		SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		895.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION		und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION		und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO		und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION		und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO		rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m		rl		5.0000	40.00	200.00
							790.00
Equipos							
0304010003	CONO DE SEGURIDAD		und		3.0000	35.00	105.00
							105.00

Partida	19.01		TRAZO Y REPLANTEO INICAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
							0.33
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE		p2		0.0200	5.00	0.10
							0.25
Equipos							
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS		he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.33	0.01
							0.33

Partida	19.02		TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
							0.33
Materiales							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE		p2		0.0200	5.00	0.10
							0.25
Equipos							
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS		he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.33	0.01
							0.33

Fecha : 04/01/2022 17:33:03



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 20.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m3 17.17

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	6.25	16.67
						16.67
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.67	0.50
						0.50

Partida 20.02 NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m2 2.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	6.88	0.46
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	6.25	0.83
						1.29
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0333	13.50	0.45
						0.45
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.29	0.04
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.0333	15.00	0.50
						0.54

Partida 20.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 29.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
						0.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01
03011700010006	ALQUILER DE CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.0711	325.00	23.11
03011700010007	ALQUILER DE CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0178	350.00	6.23
						29.35

Partida 21.01 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 241.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
						38.75
Materiales						
02043000010014	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1.5 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1450	1,100.00	159.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
						201.50
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
						1.16

Fecha : 04/01/2022 17:33:03



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 21.02 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.5 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 274.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010013	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 1.5 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1750	1,100.00	192.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
234.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 21.03 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 350.04

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010012	GAVION TIPO CAJA DE 2.0 x 1.5 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.4125	650.00	268.13
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
310.13						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 21.04 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 261.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2250	800.00	180.00
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
222.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 005 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 0+918.00 - 0+949.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 21.05 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 231.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2550	700.00	178.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
220.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						



Partida 21.06 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 384.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010011	GAVION TIPO CAJA DE 2.0 x 1.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.5500	550.00	302.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
344.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Anexo E-7: Propuesta de estabilización del talud con muro gaviones (prog. 1+170 – 1+213 km), tramo IV

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios

		UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
TESIS :	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO :	San Gaban	DEPARTAMENTO :	Puno					
PROVINCIA :	Carabaya	FECHA :						
SECTOR :	Lechemayo	PROGRESIVA :	1+170.00 - 1+213.00 Km					
ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
02	MURO DE GAVIONES (TRAMO IV)							
02.01.	OBRAS PROVISIONALES							
02.01.01.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00
02.01.02.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
02.02.	OBRAS PRELIMINARES							
02.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	43.00	2.00		86.00	86.00
02.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	43.00	2.00		86.00	86.00
02.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.03.01.	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1	43.00	Area=	2.54	109.22	109.22
02.03.02.	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	1	43.00	2.00		86.00	86.00
02.03.03.	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PRO	m3	1	Vol=	109.22		109.22	109.22
02.04.	MURO DE GAVIONES							
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	7	5.00	2.00	1.00	70.00	70.00
02.04.02.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	2	4.00	2.00	1.00	16.00	16.00
02.04.03.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	7	5.00	1.00	1.00	35.00	35.00
02.04.01.	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	2	4.00	1.00	1.00	8.00	8.00



Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 006 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 1+170.00 - 1+213.00 Km)
Cliente ----- Costo al 13/12/2021
Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
22	OBRAS PROVISIONALES				3,395.00
22.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
22.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
23	OBRAS PRELIMINARES				156.52
23.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	86.00	0.91	78.26
23.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	86.00	0.91	78.26
24	MOVIMIENTO DE TIERRAS				5,301.03
24.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	109.22	17.17	1,875.31
24.02	NIVELACION Y COMPATACION DEL TERRENO	m2	86.00	2.28	196.08
24.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)	m3	109.22	29.57	3,229.64
25	MURO DE GAVIONES				31,764.28
25.01	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	70.00	250.66	17,546.20
25.02	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m	m3	16.00	264.16	4,226.56
25.03	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	35.00	232.64	8,142.40
25.04	MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m	m3	8.00	231.14	1,849.12
	COSTO DIRECTO				40,616.83

SON : CUARENTA MIL SEISCIENTOS DIECISEIS Y 83/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 006 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 1+170.00 - 1+213.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 22.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Rendimiento glb/DIA MO. 0.1000 EQ. 0.1000 Costo unitario directo por : glb 2,500.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0203010007	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	2,500.00	2,500.00
						2,500.00

Partida 22.02 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 895.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida 23.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 23.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Fecha : 04/01/2022 17:35:51



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 006 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 1+170.00 - 1+213.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 24.01 EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL

Rendimiento m3/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : m3 17.17

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.6667	6.25	16.67
						16.67
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.67	0.50
						0.50

Partida 24.02 NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO

Rendimiento m2/DIA MO. 120.0000 EQ. 120.0000 Costo unitario directo por : m2 2.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	6.88	0.46
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	6.25	0.83
						1.29
Materiales						
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.0333	13.50	0.45
						0.45
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.29	0.04
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	he	0.5000	0.0333	15.00	0.50
						0.54

Partida 24.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA (D.PROM. = 2 km)

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 29.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
						0.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.22	0.01
03011700010006	ALQUILER DE CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	4.0000	0.0711	325.00	23.11
03011700010007	ALQUILER DE CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0178	350.00	6.23
						29.35

Partida 25.01 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 250.66

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
						38.75
Materiales						
02043000010005	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 2.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1125	1,500.00	168.75
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
						210.75
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
						1.16

Fecha : 04/01/2022 17:35:51



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 006 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MURO DE GAVIONES (PROG. 1+170.00 - 1+213.00 Km) Fecha presupuesto 13/12/2021

Partida 25.02 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por : m3 264.16

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	7.50	7.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	6.25	31.25
38.75						
Materiales						
02043000010006	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 2.0 x 1.0 m (2.7 mm)	und		0.1350	1,350.00	182.25
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
224.25						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.75	1.16
1.16						

Partida 25.03 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 5.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 232.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010002	GAVION TIPO CAJA DE 5.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2250	800.00	180.00
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
222.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						

Partida 25.04 MURO DE GAVIONES DE TIPO CAJA DE 4.0 x 1.0 x 1.0 m

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m3 231.14

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	7.50	2.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	6.25	8.33
10.33						
Materiales						
02043000010004	GAVION TIPO CAJA DE 4.0 x 1 x 1 m (2.7 mm)	und		0.2550	700.00	178.50
0207010011	PIEDRA DE 320-350mm	m3		1.0500	40.00	42.00
220.50						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.33	0.31
0.31						

Fecha : 04/01/2022 17:35:51



Anexo E-8: Propuesta de estabilización del talud con modificación de geometría (prog. 1+213 – 1+244.65 km), tramo IV

Metrado, presupuesto y análisis de costos unitarios

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
TESIS	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL – SAN GABÁN – CARABAYA - PUNO							
DISTRITO	San Gaban	DEPARTAMENTO	Puno					
PROVINCIA	Carabaya	FECHA						
SECTOR	Lechemayo	PROGRESIVA	1+213.00 - 1+244.65 Km					
ITEM	DENOMINACION Y/O DESCRIPCION	UND	N° VECES	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
03	MODIFICACION DE PENDIENTE (TRAMO IV)							
03.01.	OBRAS PROVISIONALES							
03.01.01.	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1				1.00	1.00
03.02.	OBRAS PRELIMINARES							
03.02.01.	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	1	31.65	4.19		132.61	132.61
03.02.02.	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	1	31.65	4.19		132.61	132.61
03.03.	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
03.03.01.	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	1	31.65	2.99		94.63	94.63

S10

Página 1

Presupuesto

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
 Subpresupuesto 008 PROPUESTA DE ESTABILIZACION DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE (PROG. 1+213.00 - 1+244.65 Km)
 Cliente ----- Costo al 13/12/2021
 Lugar PUNO - CARABAYA - SAN GABAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
29	OBRAS PROVISIONALES				895.00
29.01	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	895.00	895.00
30	OBRAS PRELIMINARES				241.36
30.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	132.61	0.91	120.68
30.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	132.61	0.91	120.68
31	MOVIMIENTO DE TIERRAS				932.11
31.01	CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA	m3	94.63	9.85	932.11
	COSTO DIRECTO				2,068.47

SON : DOS MIL SESENTIOCHO Y 47/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201003 ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES A PARTIR DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y PLANTEAR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN MÁS EFICIENTE EN EL CAMINO VECINAL - SAN GABÁN - CARABAYA - PUNO
Subpresupuesto 008 PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DEL TALUD CON MODIFICACION DE PENDIENTE Fecha presupuesto 13/12/2021
(PROG. 1+213.00 - 1+244.65 Km)

Partida 29.01 SENALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 895.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0293010001	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PROHIBICION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010002	SEÑALES DE ADVERTENCIA DE INFORMACION	und		5.0000	15.00	75.00
0293010003	SEÑALES DE AREAS DE TRABAJO	und		5.0000	30.00	150.00
0293010004	POSTES DE SEÑALIZACION	und		5.0000	40.00	200.00
0293010005	CINTA DE SEÑALIZACION COLOR ROJO	rl		5.0000	18.00	90.00
0293010006	MALLA DE SEGURIDAD EN ROLLOS 50yd x 1m	rl		5.0000	40.00	200.00
						790.00
Equipos						
0304010003	CONO DE SEGURIDAD	und		3.0000	35.00	105.00
						105.00

Partida 30.01 TRAZO Y REPLANTEO INICAL

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 30.02 TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.91

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	6.25	0.20
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	8.33	0.13
						0.33
Materiales						
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0050	30.00	0.15
0231000002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0200	5.00	0.10
						0.25
Equipos						
0301000020	ESTACION TOTAL INCLUIDO PRISMAS	he	1.0000	0.0160	20.00	0.32
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.33	0.01
						0.33

Partida 31.01 CORTE DE MATERIAL DE SUELO CON MAQUINARIA

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 9.85

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	6.25	0.22
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1.0000	0.0178	23.44	0.42
						0.64
Materiales						
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1222	13.50	1.65
						1.65
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.64	0.02
03011700010005	ALQUILER DE EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0178	423.50	7.54
						7.56





AG4
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2020

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP.003.2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Incertidumbre

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

Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2020
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2020
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2020
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0932-LM-2020 // 0259-CLM-2020

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2020-12-01
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Belcourt Mz. C Lt. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224
997 045 343
961 739 849
955 851 191
ventasag4ingenieria@gmail.com
ventas@ag4im.com
www.ag4ingenieria.com

Página 2 de 4
FM 0001



LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-312-2020**

Resultados de la Medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
Δ Emáx (g)		1.1	Δ Emáx (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

Página 3 de 4
FM000001

01 622 5224 • 997 045 343 • ventasag4ingenieria@gmail.com • www.ag4ingenieria.com
961 739 849 • ventas@ag4im.com
955 851 191



LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-312-2020**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP.003.2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a	5000 g
5000 g	a	20000 g
20000 g	a	30000 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.0000033067 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.54794 \text{ g}^2 + 0.00000001439401 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología de Fuerza

Calibration Certificate - Force Metrology Laboratory

F-266

Page / Págs 1 de 1

Equipo <i>Instrument</i>	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO - 2500 N	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem relacionado en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproduzcan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA	
Modelo <i>Model</i>	PS - 107 -D	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	258 -	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	No Presenta -	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	Del 10 % al 100 %	
Solicitante <i>Customer</i>	GEOTECNIA PUNO E.I.R.L	
Dirección <i>Address</i>	JR TIAHUANACO MZA. H LOTE 17 RES. COLLASUYO I E (A ESPALDAS DEL CEMENTERIO LA CAPILLA) PUNO - SAN ROMAN - JUJALACA	
Ciudad <i>City</i>	JULIACA	
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2020 - 10 - 12	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2020 - 10 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2020 - 10 - 12	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	08	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se saquen de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures



HENRY ESPINOSA
METROLOGÍA - LABORATORIO DE METROLOGÍA

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.
Teléfonos SI(1) 5621263 - 4641686 | RPC 986654547 - RPM 943827118 | labmetrologia@pinzuar.com.co

WWW.PINZUAR.COM.CO

DATOS TÉCNICOS

Tipo de equipo:	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO		
Capacidad:	2500 N	Dirección de carga:	COMPRESIÓN
Documento de Referencia:	PROCEDIMIENTO INTERNO LM-PC-27 Rev.0		
Ubicación:	Laboratorio		

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración del instrumento fue efectuada según las disposiciones de PROCEDIMIENTO INTERNO LM-PC-27 Rev.0, bajo el método de Comparación Directa, Fuerza Indicada Constante. Y en cumplimiento con lo dispuesto en la Revisión 0 del LM-PC-27.

PATRONES EMPLEADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN

Equipo	CELDA DE CARGA	CRONOMETRO	TERMO - HIGRÓMETRO
Fabricante	HBM	CASIO	---
Tipo / Modelo	S9M/5KN / MVD2555	HS-3	---
Serie	30949636 / 079407	204Q04R	---
Código interno	017418	026701	---
Intervalo de Medición	2,00000 mV/V	---	---
Clase	0,0	---	---
Certificado	4256	CNK-TFA-17273	NET-LT-CC-22108 MET-UN-CC-1145
Organismo Cert.	INM	COLMETRIK	METROLABOR
Fecha de Validez	2020-10-15	2019-11-13	2019-11-08
Incertidumbre	0,081	---	---
CMC	0,53 % ***	---	---

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INDICACIÓN	Posición del Patrón		0 °		120 °		240 °		0 °	
	Mq	x Pl	Serie 1		Serie 2		Serie 2'		Serie 3	
			Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Descendente
%	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	250,0	250,00	247,90	247,70	--	--	248,00	--	--	--
20	500,0	500,00	496,16	497,16	--	--	496,56	--	--	--
30	750,0	750,00	748,53	745,54	--	--	746,04	--	--	--
40	1000,0	1 000,0	994,93	994,63	--	--	994,63	--	--	--
50	1250,0	1 250,0	1 243,5	1 243,4	--	--	1 243,5	--	--	--
60	1500,0	1 500,0	1 492,9	1 493,9	--	--	1 493,4	--	--	--
70	1750,0	1 750,0	1 743,4	1 743,6	--	--	1 743,6	--	--	--
80	2000,0	2 000,0	1 994,0	1 994,4	--	--	1 994,3	--	--	--
90	2250,0	2 250,0	2 247,0	2 247,1	--	--	2 247,2	--	--	--
100	2500,0	2 500,0	2 500,1	2 501,7	--	--	2 501,1	--	--	--
Indicación después de la carga			-0,002	0,001	--	--	0,000	--	--	--

Nota: *** Porcentaje de la lectura

TABLA DE ERRORES DE LA CALIBRACIÓN

Capacidad		2 500,0	N		División de Escala						0,2	N		
Porcentaje de Carga	Promedio de las Lecturas	Equivalente	CÁLCULO DE ERRORES										Incertidumbre U	
			Exactitud (q)		Repetibilidad (b)		Resolución Relativa (a)	Reversibilidad (v)		Accesorios (Acc)				
%	N	N	N	%	N	%	%	N	%	N	%	N	%	
10	247,869	250,00	2,1	0,86	0,3	0,12	0,06	-	-	-	-	1,3	0,53	
20	496,624	500,00	3,4	0,68	1,0	0,20	0,04	-	-	-	-	2,6	0,53	
30	746,035	750,00	4,0	0,53	1,0	0,13	0,03	-	-	-	-	4,0	0,53	
40	994,799	1 000,0	5,2	0,52	0,3	0,03	0,02	-	-	-	-	5,3	0,53	
50	1 243,51	1 250,0	6,5	0,52	0,1	0,01	0,02	-	-	-	-	6,6	0,53	
60	1 493,44	1 500,0	6,6	0,44	1,0	0,07	0,01	-	-	-	-	7,9	0,53	
70	1 743,57	1 750,0	6,4	0,37	0,2	0,01	0,01	-	-	-	-	9,2	0,53	
80	1 994,25	2 000,0	6	0,29	0	0,02	0,01	-	-	-	-	11	0,53	
90	2 247,08	2 250,0	3	0,13	0	0,01	0,01	-	-	-	-	12	0,53	
100	2 500,97	2 500,0	-1	-0,04	2	0,06	0,01	-	-	-	-	13	0,53	
ERROR RELATIVO DE CERO			0,000	0,000	---		0,000	---		---				

ERRORES RELATIVOS ABSOLUTOS MÁXIMOS OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN					
EXACTITUD q (%)	REPETIBILIDAD b (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA a (%)	ERROR DE CERO te (%)	ACCESORIOS (%)	REVERSIBILIDAD v (%)
0,86	0,20	0,06	0,000	---	---

RELACION DE LOS ERRORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN

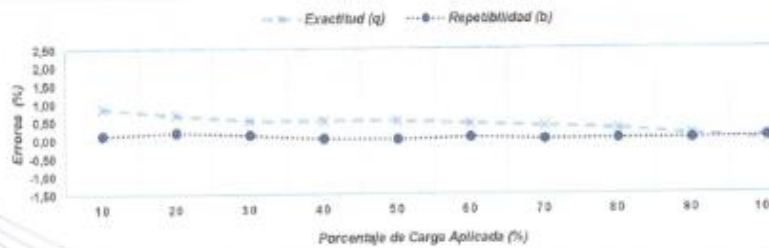


Figura 1. Relación de los errores de Exactitud (q) y de Repetibilidad (b) respecto a la carga aplicada en la calibración.

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN

Temperatura mínima:	21,2 °C	Temperatura máxima:	21,5 °C
Humedad relativa mínima:	62,3 % HR	Humedad relativa máxima:	63,1 % HR



DATOS TÉCNICOS

Tipo de equipo:	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO		
Capacidad:	2500 N	Dirección de carga:	COMPRESIÓN
Ubicación:	Laboratorio		

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

En el método de calibración se mide el desplazamiento en el indicador de caratula propio de la máquina y para el tiempo se emplea un cronómetro.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Medición en mm / min

RANGO BAJO				
Velocidad mm / min	Tiempo (min)	1		
0,000				
0,030				
0,060				
0,090				
0,120				
0,150				

RANGO ALTO				
Velocidad mm / min	Tiempo (min)	1		
0,000				
0,300				
0,600				
0,900				
1,200				
1,500				

DATOS TÉCNICOS

Tipo de equipo:	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO		
Capacidad:	2500 N	Dirección de carga:	COMPRESIÓN
Ubicación:	Laboratorio		

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El método de calibración es por comparación directa, se realizó la medición de fuerza ejercida por el brazo para cada relación y carga aplicada. Dicha medición se realizó ubicando el transductor de fuerza y aumentando el valor de la carga con las pesas propias del equipo de corte directo, la fuerza real aplicada se mide sobre una celda calibrada con trazabilidad.

Se realizó la prueba de carga y desplazamiento con el disco metálico según las disposiciones de la Norma INVIAS INV E-151 Numeral 7.1.1 y 7.1.2"

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

FACTOR DE MULTIPLICACIÓN 1 : (5)

CARGA			Equivalente N	Lectura 1 kgf	Lectura 2 kgf	Lect. Promedio kgf	Factor	Factor Promedio
Mq.	X	Pt.						
	kgf							
1	2		19,613	10,084	10,033	10,059	5,029	5,010
2	4		39,227	20,082	20,102	20,092	5,023	
3	8		78,453	40,123	40,113	40,12	5,015	
4	16		156,906	80,119	80,109	80,11	5,007	
5	32		313,813	159,27	159,29	159,28	4,977	

FACTOR DE MULTIPLICACIÓN 1 : (10)

CARGA			Equivalente N	Lectura 1 kgf	Lectura 2 kgf	Lect. Promedio kgf	Factor	Factor Promedio
Mq.	X	Pt.						
	kgf							
1	2		19,613	20,142	20,132	20,137	10,069	10,077
2	4		39,227	40,406	40,397	40,402	10,100	
3	8		78,453	81,054	81,003	81,03	10,129	
4	16		156,906	161,203	161,233	161,22	10,076	
5	32		313,813	320,391	320,360	320,38	10,012	



INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla resultado de la calibración pagina No 3. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura $k = 2,21$. Para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE FUERZA

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007.

CLASE DE LA ESCALA DE LA MÁQUINA	EXACTITUD (a)	REPETIBILIDAD (b)	REVERSIBILIDAD (v)	CERO (te)	RESOLUCIÓN RELATIVA (d)
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1,0	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2,0	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3,0	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud del servicio

Nombre ALARCON ATAHUACHI ALFREDO
Organización GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Cargo GERENTE GENERAL
Teléfono 979000744
Correo Electrónico ALFREDOALARCON2@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general del equipo encontrándose en buen estado de funcionamiento y apto para su calibración.
2. En cualquier caso, el equipo debe verificarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en el procedimiento interno LM-PC-27, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C y 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.
4. Con el presente certificado de calibración se adjunta la estampilla de calibración No. F-266

Fin del Certificado



ANEXO G

Planos