



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE  
PASIVOS Y MALLAS DE ALTA RESISTENCIA PARA LA  
ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES DE LA COSTA  
VERDE - TRAMO PLAYA LOS YUYOS, DISTRITO DE  
BARRANCO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA**



**PRESENTADA POR  
GIANCARLOS DANIEL CANALES RAMOS**

**ASESOR  
JORGE ALBERTO CABRERA SALVATIERRA**

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

**LIMA – PERÚ  
2024**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de  
Ingeniería y  
Arquitectura

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE PASIVOS  
Y MALLAS DE ALTA RESISTENCIA PARA LA  
ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES DE LA COSTA  
VERDE - TRAMO PLAYA LOS YUYOS, DISTRITO DE  
BARRANCO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA**

**TESIS**

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

**PRESENTADO POR:**

**CANALES RAMOS, GIANCARLOS DANIEL**

**ASESORES:**

**MG. JORGE ALBERTO CABRERA SALVATIERRA**

**CÓDIGO ORCID: 009-0007-8649-3537**

**LIMA-PERÚ**

**2024**

## DEDICATORIA

Le dedico este trabajo principalmente, a mis padres que me apoyaron en los momentos difíciles y creyeron en mi capacidad y me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional, especialmente en los momentos en donde quería rendirme y me motivaron en seguir adelante.

Y a mi asesor, familiares, amigos y a todas las personas que me impulsaron a seguir mis metas y que contribuyeron a lo largo de mi vida personal y universitaria con sus consejos, soporte y afecto.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres que siempre estuvieron guiándome para poder ser un buen profesional, por haberme proporcionado fuerzas en los momentos de debilidad y por haberme hecho la persona que soy ahora.

A mi asesor, el Mg. Jorge Alberto Cabrera Salvatierra que gracias a él pude guiarme de la mejor manera para poder elaborar mi tesis.

Al ing. Manuel David Román Gallardo, por haberme amparado y guiado en la elaboración de la presente tesis, proporcionado información valiosa en base a su experiencia profesional que me servirá de gran aprendizaje.

Gracias a todos.

## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                  | x   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                  | xi  |
| Resumen .....   | xiv |
| Abstract.....   | xv  |
| Introducción .....                                      | xvi |
| Capítulo I. Planeamiento del Problema .....             | 1   |
| 1.1. Situación problemática.....                        | 1   |
| 1.2. Definición del problema .....                      | 2   |
| 1.3. Formulación del problema .....                     | 2   |
| 1.3.1. Problema general.....                            | 2   |
| 1.3.2. Problemas específicos .....                      | 2   |
| 1.4. Objetivos.....                                     | 3   |
| 1.4.1. Objetivo general .....                           | 3   |
| 1.4.2. Objetivos específicos .....                      | 3   |
| 1.5. Importancia de la investigación.....               | 4   |
| 1.5.1. Importancia teórica.....                         | 4   |
| 1.5.2. Importancia práctica .....                       | 4   |
| 1.5.3. Importancia social .....                         | 4   |
| 1.6. Viabilidad de la investigación o presupuesto ..... | 4   |
| Capítulo II. Marco teórico .....                        | 5   |
| 2.1. Antecedentes.....                                  | 5   |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales .....               | 5   |

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| 2.1.2.        | Antecedentes nacionales .....             | 7  |
| 2.1.3.        | Incidentes en la Costa Verde .....        | 9  |
| 2.2.          | Bases teóricas .....                      | 16 |
| 2.2.1.        | Talud .....                               | 16 |
| 2.2.2.        | Fallas de un talud .....                  | 16 |
| 2.2.3.        | Tipos de tirantes.....                    | 21 |
| 2.2.4.        | Tipos de anclajes .....                   | 24 |
| 2.2.5.        | Partes de un anclaje.....                 | 27 |
| 2.2.6.        | Tipos de mallas de alta resistencia ..... | 27 |
| 2.2.7.        | Patín perforador .....                    | 29 |
| 2.2.8.        | Inyección de lechada.....                 | 33 |
| 2.2.9.        | La prueba del pull test.....              | 33 |
| 2.2.10.       | Tipos de software.....                    | 39 |
| 2.2.11.       | Bulbo.....                                | 41 |
| 2.3.          | Definición de términos básicos .....      | 42 |
| 2.4.          | Hipótesis.....                            | 43 |
| 2.4.1.        | Hipótesis general.....                    | 43 |
| 2.4.2.        | Hipótesis específicas.....                | 43 |
| Capítulo III. | Metodología .....                         | 44 |
| 3.1.          | Diseño metodológico .....                 | 44 |
| 3.1.1.        | Enfoque.....                              | 44 |
| 3.1.2.        | Tipo de investigación.....                | 44 |
| 3.1.3.        | Nivel .....                               | 44 |
| 3.1.4.        | Diseño .....                              | 44 |

|   |    |
|---|----|
| 3.2. Población y muestra .....                              | 44 |
| 3.2.1. Población .....                                      | 44 |
| 3.2.2. Muestra .....  | 45 |
| 3.3. Definición de variables.....                           | 45 |
| 3.3.1. Definición conceptual independiente.....             | 45 |
| 3.3.2. Definición operacional independiente.....            | 45 |
| 3.3.3. Definición conceptual dependiente.....               | 45 |
| 3.3.4. Definición conceptual independiente.....             | 46 |
| 3.4. Operacionalización de variables .....                  | 46 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....  | 47 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos..... | 47 |
| Capítulo IV. Desarrollo.....                                | 48 |
| 4.1. Descripción del caso de estudio .....                  | 48 |
| 4.2. Condiciones del sitio.....                             | 49 |
| 4.2.1. Ubicación .....                                      | 49 |
| 4.2.2. Topografía.....                                      | 50 |
| 4.2.3. Características climatológicas.....                  | 51 |
| 4.2.4. Características geológicas .....                     | 52 |
| 4.2.1. Características geomecánicas del suelo .....         | 54 |
| 4.2.2. Análisis de estabilidad de talud .....               | 55 |
| 4.2.3. Riesgo sísmico.....                                  | 58 |
| 4.3. Malla para emplear .....                               | 59 |
| 4.3.1. Malla MACMAT HS .....                                | 59 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.4.   | Análisis de talud en condiciones estáticas.....                                       | 64 |
| 4.4.1. | Sección estratigráfica N°1 .....  | 65 |
| 4.4.2. | Sección estratigráfica N°2 .....  | 66 |
| 4.4.3. | Sección estratigráfica N°3 .....  | 67 |
| 4.5.   | Análisis de talud en condiciones pseudo estáticas .....                               | 68 |
| 4.5.1. | Sección estratigráfica N°1 .....  | 69 |
| 4.5.2. | Sección estratigráfica N°2 .....  | 70 |
| 4.5.3. | Sección estratigráfica N°3 .....  | 71 |
| 4.6.   | Análisis de talud en condiciones estáticas con pernos de anclajes pasivos .....       | 72 |
| 4.6.1. | Sección estratigráfica N°1 .....  | 72 |
| 4.6.2. | Sección estratigráfica N°2 .....  | 73 |
| 4.6.3. | Sección estratigráfica N°3 .....  | 74 |
| 4.7.   | Análisis de talud en condiciones pseudo estático con pernos de anclajes pasivos ..... | 75 |
| 4.7.1. | Sección estratigráfica N°1 .....  | 75 |
| 4.7.2. | Sección estratigráfica N°2 .....  | 76 |
| 4.7.3. | Sección estratigráfica N°3 .....  | 77 |
| 4.8.   | Presupuesto referencial del Proyecto .....  | 78 |
| 4.9.   | Análisis de Precios Unitarios .....   | 82 |
| 4.9.1. | Traslado de Malla al Talud .....  | 82 |
| 4.9.2. | Suministro e instalación para pernos helicoidales D=25mm ....                         | 83 |
| 4.9.3. | Colocación e inyección de pernos helicoidales D=25mm .....                            | 84 |
| 4.9.4. | Suministro e instalación de malla MacMat HS .....                                     | 85 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| 4.9.5.       | Instalación de cable de ½.....  | 86  |
| 4.9.6.       | Acabados en toda la malla de alta resistencia (colocación de grapas y cosido) .....   | 87  |
| 4.9.7.       | Movilización y desmovilización de equipos y herramientas.....   | 87  |
| 4.9.8.       | Acarreo de herramientas, materiales y equipos al talud.....   | 88  |
| 4.9.9.       | Perforación con martillo neumático manual RH 650, L=1.30ml  | 89  |
| 4.9.10.      | Inyección para perforación de línea de vida; L=1.30ml.....  | 90  |
| 4.9.11.      | Instalación de cable ½ .....  | 91  |
| 4.9.12.      | Perforación para pernos autoperforante R32.....   | 92  |
| 4.9.13.      | Inyección de pernos autoperforante de D=32mm .....  | 93  |
| 4.9.14.      | Colocación de planchas y tuercas de fijación R32.....   | 94  |
| 4.9.15.      | Perforación para pernos helicoidales D=19, L=2M .....   | 95  |
| 4.9.16.      | Inyección de Pernos Helicoidales .....  | 96  |
| 4.9.17.      | Colocación de planchas y Tuercas De Fijación .....  | 97  |
| Capítulo V.  | Resultados .....  | 98  |
| 5.1.         | Sistema de pernos de anclajes pasivos.....  | 98  |
| 5.2.         | Factor de seguridad.....  | 99  |
| 5.3.         | Sistema de malla de alta resistencia .....  | 99  |
| Capítulo VI. | Discusión de Resultado .....  | 100 |
| 6.1.         | Discusión de hipótesis .....  | 100 |
| 6.1.1.       | Hipótesis general: Aplicar los pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la Costa Verde – Tramo Playa los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y departamento de Lima..... | 100 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.1.2. Hipótesis Especifica N°01: A partir de los resultados del software Slide 6.0 se podrá diseñar los pernos de anclajes pasivos para obtener la distancia de la falla y la distancia entre pernos.....   | 101 |
| 6.1.3. Hipótesis Especifica N°02: Se obtendrá el factor de seguridad requerido por las Normas Técnicas Peruanas para determinar la estatización de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima..... | 101 |
| 6.1.4. Hipótesis Especifica N°03: Las mallas de alta resistencia cumplen su función de contener superficialmente pequeños deslizamientos de tierra y piedras en la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.....   | 102 |
| 6.2. Contrastación de antecedentes .....   | 103 |
| 6.2.1. Antecedentes internacionales .....  | 103 |
| 6.2.2. Antecedentes nacionales .....   | 104 |
| Conclusiones .....   | 105 |
| Recomendaciones .....  | 107 |
| Fuentes de información .....   | 108 |
| Anexo 1: Matriz de consistencia .....  | 116 |
| Anexo 2: Ordenanza N°1414.....   | 117 |
| Anexo 3: Ordenanza N°2184.....   | 118 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1 Operación de variable dependiente .....   | 46  |
| Tabla 2 Operación de variable independiente ..... | 47  |
| Tabla 3 Antecedentes internacionales .....        | 103 |
| Tabla 4 Antecedentes nacionales .....             | 104 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Deslizamiento de rocas en el circuito de playa – enero 2014.....  | 10 |
| Figura 2 Incendio y deslizamientos de piedras en playa los yuyos.....      | 11 |
| Figura 3 Deslizamiento de tierra y piedras en Magdalena del Mar. ....      | 12 |
| Figura 4 Deslizamiento de tierra y piedras en la playa los yuyos.....      | 13 |
| Figura 5 Deslizamiento de tierra y piedras en la Av. Sucre. ....           | 14 |
| Figura 6 Incendio de gran magnitud en el acantilado de la Costa Verde..... | 15 |
| Figura 7 Deslizamiento de piedras y rocas en la playa la Herradura. ....   | 16 |
| Figura 8 Falla de talud, Caídos. ....                                      | 17 |
| Figura 9 Falla de talud, volteo.....                                       | 18 |
| Figura 10 Falla de talud, deslizamiento. ....                              | 19 |
| Figura 11 Falla de talud, Creep o reptación.....                           | 20 |
| Figura 12 Falla de talud, flujos parte I.....                              | 21 |
| Figura 13 Falla de talud, flujos parte II.....                             | 21 |
| Figura 14 Diwidag anclaje permanente.....                                  | 22 |
| Figura 15 Diwidag anclaje provisional.....                                 | 22 |
| Figura 16 Características y accesorios. ....                               | 23 |
| Figura 17 Características y accesorios.....                                | 24 |
| Figura 18 Anclaje activo.....  | 25 |
| Figura 19 Anclaje pasivo con bulón. ....                                   | 26 |
| Figura 20 Malla steelgrid HR.....  | 28 |
| Figura 21 Malla MACMAT R1 .....  | 29 |
| Figura 22 Patín perforador tipo T.....                                     | 30 |
| Figura 23 Columna de acero o aluminio .....                                | 31 |
| Figura 24 Martillo de cabeza.....  | 32 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 25 Peso total del patín y componentes. ....                 | 32 |
| Figura 26 Gata hidráulica.....                                     | 34 |
| Figura 27 Mesa de control. ....                                    | 35 |
| Figura 28 Manómetro.....   | 35 |
| Figura 29 Banco.....   | 36 |
| Figura 30 Aplicación de cargas.....                                | 37 |
| Figura 31 GEO5.....  | 39 |
| Figura 32 GEOSTUDIO. ....  | 40 |
| Figura 33 SLIDE 6.0. ....  | 41 |
| Figura 34 Bulbo.....   | 42 |
| Figura 35 Tramo playa Los Yuyos. ....                              | 49 |
| Figura 36 Ubicación de la playa Los Yuyos. ....                    | 50 |
| Figura 37 Secciones críticas de análisis. ....                     | 51 |
| Figura 38 El clima en Barranco.....                                | 52 |
| Figura 39 Formación geológica parte I. ....                        | 53 |
| Figura 40 Formación geológica parte II. ....                       | 54 |
| Figura 41 Ensayo de corte directo. ....                            | 55 |
| Figura 42 Teoría de Spencer .....                                  | 57 |
| Figura 43 Zonas Sísmicas. ....                                     | 59 |
| Figura 44 Malla MACMAT HS.....                                     | 60 |
| Figura 45 Tipos de conexiones.....                                 | 61 |
| Figura 46 Conexión beta parte I.....                               | 62 |
| Figura 47 Conexión beta parte II.....                              | 63 |
| Figura 48 Conexión beta parte III.....                             | 64 |
| Figura 49 Sección crítica en condiciones estáticas naturales. .... | 65 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 50 Sección crítica en condiciones estáticas.....                                       | 66 |
| Figura 51 Sección crítica en condiciones estáticas.....                                       | 67 |
| Figura 52 Resultados en condiciones estáticas. ....   | 68 |
| Figura 53 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.....                                | 69 |
| Figura 54 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.....                                | 70 |
| Figura 55 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.....                                | 71 |
| Figura 56 Resultados para condiciones pseudo estáticas. ....                                  | 71 |
| Figura 57 Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje..                    | 72 |
| Figura 58 Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje pasivos.....         | 73 |
| Figura 59 Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje pasivos.....         | 74 |
| Figura 60 Resultados en condiciones estáticas con pernos de anclajes pasivos.....             | 74 |
| Figura 61 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos. .... | 75 |
| Figura 62 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos. .... | 76 |
| Figura 63 Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos. .... | 77 |
| Figura 64 Resultados para condiciones pseudo estático con pernos de anclaje pasivos. ....     | 77 |
| Figura 65 Resumen del presupuesto .....   | 79 |
| Figura 66 Desagregado de gastos generales parte I .....                                       | 80 |
| Figura 67 Desagregado de gastos generales parte II .....                                      | 81 |

## Resumen

La inseguridad del acantilado de la Costa Verde ha sido objeto de estudio por el comportamiento que ha tenido a lo largo de los años, en el cual se ha propuesto diversos métodos de estabilización de taludes como solución a los constantes deslizamiento o desprendimiento a causa de fenómenos naturales e intervención humana, Sin embargo, se debe de identificar una solución óptima y adecuada para lograr una correcta estabilización, considerando que una misma solución no necesariamente pueda ser aplicada a otra parte del acantilado de la Costa Verde.

Por tal motivo, el objetivo de la presente tesis es analizar cómo los pernos de anclajes pasivos y las mallas de alta resistencia resultarían beneficiosas para la estabilización de taludes, principalmente en los taludes de Barranco de la Costa Verde. Así mismo, se utilizó el software SLIDE 6.0 para poder determinar las condiciones estáticas y pseudo estáticas.

La metodología empleada ha sido de tipo aplicada, diseño no experimental transeccional, nivel explicativo, enfoque cuantitativo y la población está constituida por la longitud total de los taludes de la Costa Verde, la muestra seleccionada fue de 500 m del tramo ubicado en la playa Los Yuyos en el distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima.

La propuesta de remediación permitirá alcanzar resultados favorables para el mejoramiento del talud y de su paisajismo, siendo así que, esta propuesta brindará un alcance del presupuesto con la finalidad de que el presente proyecto pueda ser evaluado, tanto en costo y en beneficio por las autoridades que están a cargo del mejoramiento y mantenimiento de la Costa Verde. También se logrará la reducción de la erosión de la tierra y piedras que logren desprenderse, evitando así grandes daños a los transeúntes y conductores que recorren por la Costa Verde.

**Palabras Clave:** Talud, Estabilidad, SLIDE 6.0, Pernos pasivos, Malla de alta resistencia, Costa Verde.



## **Abstract**

The insecurity of the Costa Verde cliff has been the object of study due to its behavior over the years, in which various methods of certainty of slopes have been proposed as a solution to the constant landslides or detachments due to phenomena natural and human intervention. However, an optimal and adequate solution must be identified to achieve a correct empirical one, considering that the same solution cannot be applied to another part of the Costa Verde cliff.

For this reason, the objective of this thesis is to analyze how passive anchor bolts and high resistance meshes would be beneficial for the determination of slopes, mainly in the slopes of Barranco de la Costa Verde. Likewise, the SLIDE 6.0 software was acquired to be able to determine the static and pseudo static conditions.

The methodology used has been of the applied type, transectional non-experimental design, explanatory level, quantitative approach, and the population is constituted by the total length of the slopes of the Costa Verde, the selected sample was 500 m of the section located on the beach Los Yuyos in the district of Barranco, Province and Department of Lima.

The remediation proposal will allow to achieve favorable results for the improvement of the slope and its landscaping, being so, this proposal will provide a scope of the budget in order that the present project can be evaluated, both in cost and benefit by the authorities. who are in charge of the improvement and maintenance of the Costa Verde. It will also achieve a reduction in the erosion of the earth and stones that manage to detach, thus preventing great damage to passers-by and drivers who travel along the Costa Verde.

**Keywords:** Slope, Stability, SLIDE 6.0, Passive bolts, High resistance mesh, Costa Verde.

NOMBRE DEL TRABAJO

**SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE PASIVOS Y MALLAS DE ALTA RESISTENCIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE L**

AUTOR

**GIANCARLOS DANIEL CANALES RAMOS**

RECuento DE PALABRAS

**23391 Words**

RECuento DE CARACTERES

**125566 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**137 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 17, 2024 12:55 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 17, 2024 12:58 PM GMT-5**

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



**Biblioteca FIA**

Patricia Aurora Rodríguez Toledo  
Bibliotecóloga

## Introducción

El acantilado de la Costa Verde se caracteriza por los taludes que presenta a lo largo de la línea costera. Estos han tenido grandes variaciones a lo largo de los años, ya que se han desarrollado grandes infraestructuras en la parte superior y alrededores. Además del desarrollo de las vías como sistema de transporte, atractivo turístico y residenciales que se encuentran en la zona. Estos cambios han hecho que las alteraciones de las condiciones de carga del talud varíen, encontrándose expuestas a posibles deslizamientos o desprendimientos.

Acerca de los taludes en el distrito de Barranco, los materiales característicos que lo componen están propensos a efectos climáticos o sísmicos. Todas estas fuerzas han provocado que, en distintas ocasiones, se desprendan hacia la vía costera provocando un estado de emergencia por el deslizamiento de tierra o piedras, quedando bloqueada la vía y generando malestar a los peatones, turistas y conductores que se ven afectados de manera directa o indirecta por dichos accidentes ocasionados en la Costa Verde.

Por tal motivo, la presente tesis propone la estabilización de los taludes mediante pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia en el distrito de Barranco, con el propósito de brindar una solución óptima se hará uso del software Slide 6.0 para condiciones estáticas y pseudo estáticas. Por último, la presente tesis esta estructura de la siguiente manera:

En el capítulo I, se presenta la formulación del problema general y específico. Esto incluye los objetivos y la justificación e importancia que motivaron a realizar dicha investigación.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico, donde se desarrolla los antecedentes Nacionales e Internacionales. también las bases teóricas asociadas a los estudios previos para poder desarrollar la tesis. Así mismo, se plantea la hipótesis general y específica suponiendo que la solución sea la óptima para lograr la estabilización de los taludes

En el capítulo III, Se muestra la metodología a emplearse, el cual comprende definir el tipo, el diseño la población y la selección de la muestra. Así como el desarrollo conceptual y operacional de variables.

En el capítulo IV, se desarrolla el procedimiento y método a emplearse. Se detalla algunos datos para el análisis de talud y parámetros geotécnicos con la finalidad de utilizarlos en el software Slide 6.0 y describir el proceso de ejecución del proyecto.

En el capítulo V, se presentan los resultados obtenidos del software Slide 6.0 para la estabilización de taludes en secciones estáticas y pseudo estáticas. Se elabora el presupuesto total de la ejecución del proyecto y la contrastación de las hipótesis.

En el capítulo VI, se discuten los resultados obtenidos para poder determinar si la propuesta es la óptima para su ejecución.

Finalmente se indican las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

## **Capítulo I. Planeamiento del Problema**

### **1.1. Situación problemática**

A nivel global la inseguridad de los acantilados comprende un problema de vital importancia cuando hablamos de seguridad personal al no existir un adecuado plan de contingencia ante estos deslizamientos o desprendimiento de tierra y rocas. Esto se ve producido por distintos factores como, terremotos, vientos, tsunamis, etc. Por otra parte, también se debe a la presencia de las construcciones que se llevan realizando al borde del acantilado, que provocan la debilitación del acantilado, todos estos factores causan una inseguridad constante a los usuarios de la vía costera o turistas que transitan constantemente la costa verde. Por el momento las autoridades han implementado una solución breve ante estos deslizamientos de tierra y rocas, que vienen a ser las geomallas BX GG60 de poliéster de alto modulo elástico y baja fluencia, aun así estas geomallas no cumplen con lo requerido que es frenar o contener deslizamientos o desprendimiento de grandes cantidades de piedras o rocas, ocasionando accidentes tanto a transeúntes como a los vehículos que transitan por la costa verde.

En tal sentido, los acantilados o taludes vulnerables si no son evaluados y estudiados para buscar aplicar métodos que logren la estabilidad, puede causar problemas graves a los suelos y carreteras, lo cual también afecta el desarrollo socioeconómico de los países, ya que se requiere de grandes inversiones para su reconstrucción, los cuales podrían ser evitados si se ejecutan las acciones correspondientes para la prevención de los daños (Arreygue, Ávila, & Hurtado, 2022).

Por ello, la presente tesis tiene como propuesta la implementación de pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia, para evitar las ocurrencias que vienen pasando a lo largo de los años y así mantener estables zonas propensas a movimientos de suelo.

## **1.2. Definición del problema**

Tal es el caso del acantilado de la Costa Verde - Tramo Playa Los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima, el cual se encuentra actualmente cubierto con geomallas, cuya función es la de detener pequeños desprendimientos de piedras, evitando que caigan de manera brusca a la vía y ocasione accidentes. Las mallas también se encuentran deterioradas, con mucha vegetación y cercos deficientes antes cualquier deslizamiento o desprendimiento de tierra y rocas, provocando accidentes, cierre de pista, entre otros.

Cabe destacar que se encuentra en constate erosión por fenómenos climáticos, afectando a los edificios aledaños poniendo en peligro y riesgo a dichas familias que se encuentran ocupando estas edificaciones.

Por ello, se hace necesario estabilizar y dar mayor seguridad a la población que vive en la parte superior como a la que comúnmente transitan las playas, además de dar una solución definitiva a la que se tiene actualmente que sólo está cubierto por geomallas, por tanto, surge la presente investigación que tiene como objetivo plantear un sostenimiento con pernos de anclaje pasivos y mallas de alta resistencia para la estabilización de los taludes de la costa verde - tramo playa los yuyos, distrito de barranco, provincia y departamento de lima.

## **1.3. Formulación del problema**

### ***1.3.1. Problema general***

¿La instalación de pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la Costa Verde - Tramo Playa Los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima?

### ***1.3.2. Problemas específicos***

- ¿Cuál sería la longitud y distancia de los pernos de anclaje pasivos para el sostenimiento interno de los taludes a emplearse para la

estabilización de la Costa Verde - tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima?

- ¿Cuál sería el factor de seguridad más recomendable para el diseño de la estabilización de los taludes?
- ¿La malla de alta resistencia servirá para el sostenimiento superficial de los taludes a emplearse para la estabilización de la Costa Verde - tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima?

#### **1.4. Objetivos**

##### ***1.4.1. Objetivo general***

Determinar si la instalación de pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la costa Verde - Tramo Playa Los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima.

##### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Determinar si la longitud y distancia de los pernos de anclaje pasivos son los adecuados para el sostenimiento interno de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.
- Determinar el factor de seguridad más recomendable para el diseño de la estabilización de los taludes.
- Determinar si la malla de alta resistencia servirá para el sostenimiento superficial de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.

## **1.5. Importancia de la investigación**

### ***1.5.1. Importancia teórica***

El actual estudio dejara como precedente la propuesta de pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia como opción viable para el sostenimiento de los taludes de la costa verde. Teniendo en cuenta que las personas más beneficiadas serán las que transitan constantemente por las vías de la Costa Verde.

### ***1.5.2. Importancia práctica***

La presente investigación aporta resultados significativos, ya que se plantean medidas para la disminución de daños por diferentes eventos ambientales mediante la implementación de pernos de anclaje pasivos y mallas de alta resistencia en la zona de estudio, lo cual será una referencia para futuros proyectos de estabilización de taludes.

### ***1.5.3. Importancia social***

El sistema de pernos de anclaje pasivos y mallas de alta resistencia planteado por la presente investigación, tiene como finalidad la de aminorar el riesgo de deslizamientos o desprendimientos de tierra y piedras, con ellos también reducir los accidente vehiculares y peatonales. Asimismo, favorecerá la estabilidad de los edificios existentes en la parte superior ante eventos sísmicos.

## **1.6. Viabilidad de la investigación o presupuesto**

La investigación será viable porque se dispone del tiempo necesario para poder desarrollar y poder presentar una investigación de calidad que proporcione datos verídicos y soluciones viables que se puedan implementar en un futuro cercano.



## Capítulo II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

(Pachón & Triviño, 2021) En su investigación concluyeron que la capacidad de transmitir las cargas de tracción aplicadas en la parte superficial del terreno a la zona interior del mismo no se tiene una estructura definida, ya que estas dependerán de las características que presente el terreno y de la fuerza que están sometidas los anclajes, por ellos las perforaciones que se realizan al terreno se hacen en distintos diámetros dependiendo del elemento que se empleara, ya sea barras o cables. Asimismo, proporcionar una homogeneidad en el proceso constructivo, determinando que tipo de anclajes serán, temporales o permanentes.

(Terán Vivar, 2020) en su investigación tuvo resultados que mostraron el método de refracción sísmica para determinar las capas subsuperficiales se midió las velocidades de las ondas P y S, así como su correlación con la geología local. Los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento de estudios anteriores se establecieron mediante mediciones directas en muestras de talud adquiridas. Por consiguiente, para anclas de tres hileras, se requiere una división horizontal de 1,25 metros para garantizar un FDS de 2,04 metros, mientras que, para anclas de cuatro hileras, una separación horizontal de 1,75 metros garantiza un FDS de 1,95 metros. Concluyó que, es necesario profundizar en la investigación mediante geofísica, ya que los datos cuantitativos del experimento directo son insuficientes para garantizar el comportamiento geomecánico del terreno.

(Monica Paola, 2018) en su investigación busca el bienestar y comodidad para los habitantes de la provincia de Tungurahua ubicado en Ecuador, principalmente usando barras de anclajes con inyecciones de lechada y concreto proyectado. Sin embargo, estos proyectos no cuentan con ensayos para la verificación de que dichas barras se encuentren adheridas correctamente, un factor que influye en la investigación es la escasez de maquinarias en la provincia, además de ser maquinas demasiadas grandes y adicional a ello es por el tipo de base que requiere, su aplicación está

destinada a suelos con estratos de macizos rocosos, mas no para suelos con una baja cohesión. Realizando 6 muestras de ensayos en barras de anclaje colocadas en el Paso Lateral de Ambato con fines experimentales, en abscisas 3+600 y 3+650, obteniendo resultados que le permitieron desarrollar su metodología de forma más completa y precisa. Observo que, al momento de aplicar las cargas, el suelo llegaba a un punto en el que se asienta repentinamente, produciendo un rebote en el desplazamiento y perdida de fuerza, contrarrestando este efecto dándole una carga inicial de asentamiento al anclaje correspondiente al 25% de la carga. Por lo que concluye que el proceso constructivo influye de manera significativa al momento de instalar los anclajes, ya que, la resistencia al deslizamiento de un anclaje está sujeta a parámetros como: la perforación, el diámetro de la barra, la longitud de perforación, el bulbo y la adherencia.

(Slingh & Mittal, 2020) Realizaron un estudio de un pendiente ubicado en el distrito de Chamoli en el estado de Uttarakhand de la India. La pendiente tiene una altura de 36,5 m con una media de 61° en tramos bajos, en tramos medios de 42° y 50° en tramos superiores. Este talud ha estado en constantes deslizamiento de tierra debido a la alta actividad sísmica (Zona V) según el registro del Servicio Geológico de la India. Por lo que se realizaron dos pruebas, en la primera prueba se realizaron condiciones sin ningún tipo de refuerzo, tanto estático como pseudoestático. En la segunda prueba se analizó el talud implementando anclajes autoperforantes. Estos análisis utilizaron el Software PHASE2, adoptando criterios como el corte Mohr-Coulomb para suelos que poseen material suelto y anclajes autoperforantes, así como, el módulo de elasticidad, diámetro de anclajes y resistencia máxima a la extracción de los anclajes. Concluyendo que para estabilizar el talud en condiciones pseudo estáticas se deberá implementar los anclajes autoperforantes entre 8 m a 10.5 m según la posición de la falla, tomando la longitud más alta en la parte inferior del talud esto con el fin de detener los desplazamientos y deformaciones que se lleguen a producir en el talud. Obteniendo un FS de 0.93 pero al implementar los pernos autoperforantes el FS aumento a 1.122 en condiciones sísmicas.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

(Eugenio, 2021) en su análisis tuvo como objetivo precisar cuánto se estabilizan los taludes de corte mediante anclajes metálicos carretera Chojata – Moquegua. Los resultados mostraron que, el modelo con los datos actuales en estado de humedad utilizado como referencia, un movimiento telúrico, en el programa Slide para obtener FS es superior al mínimo. El talud N°1 estabilizó un sector de 2,25 m<sup>2</sup> con un anclaje permanente activo instalado en un ángulo de 15°, alcanzando un FS de 1,266; el talud N°2 estabilizó un sector de 2,25 m<sup>2</sup> con un anclaje permanente activo instalado en un ángulo de 15°, llegando a un FS de 1,266; y el talud N°3 estabilizó un sector de 2,25 m<sup>2</sup> con un anclaje permanente activo instalado en un ángulo de 15°, llegando a FS de 1,266. Concluyó que, cada 2.25 m<sup>2</sup> de taludes de corte son estabilizados con anclajes metálicos en la carretera, la tensión y ángulo de anclaje son acordes.

Según (Ojeda, 2019), en su investigación tuvo como objetivo determinar de qué forma se estabilizan los taludes en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata– Pallasca. Indico que la norma E-050 que habla de suelos y cimentaciones y la norma E-020 que habla de la estabilización de suelos y taludes, indican que el factor de seguridad mínimo en taludes, en condiciones estáticas debe ser de 1.5 y en condiciones de sismo 1.25, observando que para la carretera Mollepata – Pallasca varía entre 1.258 y 4.903 en condiciones sísmicas, cumpliendo con el factor de seguridad mayor a 1.5. Obteniendo el dato de longitud mínima requerida, siendo 10.64m por lo que opto por considerar una longitud de anclaje de 12m, esto con el fin de obtener una mayor seguridad y estabilidad del talud.

(Portilla Naveros, 2021) en su investigación propone un sistema de banquetas protegidas con mallas Geoweb rellenas con tierra agrícola en los taludes del distrito de Magdalena del Mar, realizando ensayos estáticos y pseudo estáticos con y sin la propuesta de diseño de banquetas y de la malla Geoweb. Los resultados en condiciones estáticas en fallas locales y globales tienen resultados mayores o menos a uno, esto indica que en cualquier momento el talud podría fallar ya que, no cumplen con el FS mínimo de 1.5

para condiciones estáticas según la norma CE.020 y la E.050. Por otro lado, en condiciones pseudo estáticas indican que también podría ocurrir una falla del talud, puesto que los valores son inferiores al FS mínimo de 1.25 establecidas por las normas. Concluyendo que al aplicar las banquetas se vio un aumento del FS a 1.50 indicando que cumple con el FS mínimo requerido por las normas (CE.020 y E.050). De la misma forma, cumple con el FS mínimo requerido de 1,25 en condiciones pseudo estáticas obtenidas ya aplicando el método de banqueteo, a diferencia de unos puntos debido a que existe cierta diferencia de 0.009 y 0.016. Además, propone un presupuesto de s/13,448,019.97 millones, donde s/7,079,511.33 millones van destinados a excavación localizada, movimiento de tierra y La protección definitiva del sistema de malla Geoweb ocupa s/ 1,345,251.37 millón.

(Chavarría Jaque, 2021) en su estudio realizó una recolección de datos geotécnicos para poder Proponer un sistema de estabilización con suelo reforzado (sistema Terramesh Grid), compuesto por una malla hexagonal a doble torsión, panel de refuerzo, triangulo de soporte, geomalla Para Grid y geotextil no tejido, lo cual permitirá la incrementación de la estabilidad frente a deslizamientos. Por lo que utilizo los softwares Rocscience y el Slide v 6.0 para realizar el análisis de sensibilidad en condiciones actuales del talud, el análisis con sistema de banquetas y el talud sin reforzar. Concluyendo que para obtener una mayor estabilización de los taludes se debería realizar el análisis de estabilidad con banquetas para reducir la pendiente y ampliar la cimentación del suelo reforzado, proponiendo una banqueta de 2.5 m de ancho, una altura de 6.0 m y un ángulo de 60°; esto permitirá aumentar la seguridad en el proceso de movimiento de tierras con la finalidad de incrementar las propiedades del terreno natural. Además, propone un presupuesto de s/13,009,313.50 millones, donde s/9,280,863.01 millones van destinados a la partida de movimiento de tierras (Excavación, banqueteo, transporte de relleno, compactación, etc.). La protección Terramesh Grid ocupa s/ 2,877,294.69 millones, el resto del presupuesto va destinado para obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud y Protección del Talud.

### **2.1.3. Incidentes en la Costa Verde**

La Costa verde se distingue por sus acantilados y los taludes que presenta a lo largo de la franja costera (Empezando desde chorrillos y finalizando en la punta), al pasar los años estos han sido afectados por fenómenos naturales, como terremotos, tsunamis, la brisa, etc. Pero cabe resaltar que no solo se ha deteriorado por fenómenos naturales, sino que también hay presencia de intervención humana, como son las construcciones de edificios multifamiliares, malls, etc. La acumulación de todos estos factores es el causante de que el acantilado pierda estabilidad de sus taludes.

Al tener un talud inestable pone en peligro a los transeúntes y a los conductores ya que estos se verán afectados por la caída de piedra o bolones, deslizamiento o desprendimientos que puedan terminar en casos desastrosos como la pérdida de la vida humana.

- El 27/07/2010 Se aprobó la **ordenanza N° 1414** por el Concejo Municipal de Lima. Que indica la intangibilidad de los acantilados de la Costa Verde que forman parte del Corredor Ribereño de la Costa Verde, permitiendo única y exclusivamente que se desarrollen proyectos de inversión pública de infraestructura vial, siguiendo todos los procedimientos establecidos para proteger y mantener el paisaje natural de la Costa Verde (El consejo Metropolitano de Lima, 2010). Para más información ver Anexo 2
- Tras el deslizamiento de piedras en el circuito de playas el 20/01/2014 un niño de 3 años que viajaba con su hermano y sus padres queda en estado de coma al ser impactado con una piedra que le cayó en la cabeza, el accidente fue atendido inmediatamente y el niño fue trasladado a la clínica Good Hope donde tuvo que ser operado de emergencia por el estado crítico que presentaba (El comercio, 2014).

## Figura 1

*Deslizamiento de rocas en el circuito de playa – enero 2014.*



*Nota.* Niño queda en coma tras caerle roca de acantilado de la costa verde.

Fuente: El Comercio (2014).

- “Incendio de la costa verde ocasiono una gigantesca humareda y la caída de piedras el 31/07/2016 a la altura de la playa los yuyos, distrito de barranco. La unidad de bomberos informó que no se sabe la causa exacta por lo que se provocó el incendio ya que, en ningún momento se observó presencia de personas de mal vivir (RPP, 2016).

## Figura 2

*Incendio y deslizamientos de piedras en playa los yuyos.*



*Nota.* Incendio en acantilado de la costa verde provoca caída de piedras en la vía. Recuperado de: RPP (2016).

- “El 08/08/2019 se produjo un deslizamiento de tierra, piedras y restos de obras el en el distrito de Magdalena del Mar, los vecinos de la zona afirmaron que se produjo a la 1:00 de la madrugada, generando el cierre de ambas vías (Gestión, 2019).

### Figura 3

*Deslizamiento de tierra y piedras en Magdalena del Mar.*



*Nota.* Deslizamiento de tierra y piedras causa gran congestión vehicular.

Fuente: Gestión (2019).

- El 03/10/2019 El concejo Municipal de Lima precisa la **ordenanza N°1414** por la **Ordenanza N°2184** Indicando la intangibilidad de 120 metros de ancho en la parte superior de los acantilados de la Costa Verde, señalando que comienza desde el borde del talud y esta deberá ser acatada por todos los distritos costeros que abarcan unos 20 Km. Aproximadamente. Esta nueva ordenanza tiene como fin prohibir nuevas edificaciones, prohibir nuevas emisiones de licencia y ampliaciones. (El Peruano, 2019) Ver Anexo 3
- El 18/12/2019 ocurrió un desprendimiento de tierra y piedras a la altura de la playa los yuyos, distrito de Barranco, esto provocó una alerta para los transeúntes y para la municipalidad, afortunadamente al momento del deslizamiento ningún vehículo se encontraba en la zona (El Comercio, 2019)



#### Figura 4

*Deslizamiento de tierra y piedras en la playa los yuyos.*



*Nota.* Deslizamiento de tierra y piedra obstaculiza hasta 3 carriles.

Fuente: El Comercio (2019).

- El pasado 09/04/2023 ocurrió un deslizamiento de tierra y piedras en la subida de la Av. Sucre en el distrito de Magdalena del Mar, afortunadamente no hubo pérdidas de vida humanas y se realizó el plan de limpieza para poder habilitar la vía (INDECI, 2023).

## Figura 5

*Deslizamiento de tierra y piedras en la Av. Sucre.*



*Nota.* Deslizamiento de tierra y piedra restringe el paso.

Fuente: (INDECI, 2023).

- El 03/10/2023 ocurrió un incendio de gran magnitud en horas de la madrugada en el acantilado de la Costa Verde, en la jurisdicción de Barranco límite con chorrillos. La cusa se debió al ingreso de indigentes en la parte inferior del talud, provocando un incendio debió a las colillas de cigarro que dejan tirados más la presencia de maleza y el mal estado de la malla sintética. Esto produjo el incendio que afortunadamente no dejó víctimas humanas, pero sí daños cuantiosos (El Comercio, 2023).

## Figura 6

*Incendio de gran magnitud en el acantilado de la Costa Verde.*



*Nota.* Incendio de gran magnitud fue controlado tras arduo trabajo de los bomberos.

Fuente: (El Comercio, 2023).

- El 01/11/2023 se registró un accidente a la altura de la playa la Herradura (chorrillos), donde una familia decidió parar para que el piloto pudiera descansar y tomar un poco de aire, sin imaginar que minutos después se produciría un deslizamiento de rocas, cayendo una roca de aproximadamente 70 kilos en la parte del copiloto donde se encontraba Maritza Marina Huallpa, quien murió instantáneamente en el acto. El subgerente de gestión de riesgos de chorrillos declaró que el acantilado a la altura de la herradura no se encuentra cubierto con las mallas de protección, encontrándose a la espera de la autorización de la Municipalidad de Lima para empezar los trabajos de enmallado y colocar rejas de contención para impedir desprendimientos de piedra y rocas (RPP, 2023)

## Figura 7

*Deslizamiento de piedras y rocas en la playa la Herradura.*



*Nota.* Una mujer murió en el interior de su vehículo tras deslizamiento de piedras y rocas en la Costa verde, playa la Herradura.

Fuente: (RPP, 2023)

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Talud

Se conoce como talud, aquella masa de suelo que tenga una superficie externa inclinada con relación a la horizontal. En caso de que el talud se conforme de modo natural, se conoce como ladera natural o ladera y en caso de que la inclinación de la masa de suelo este intervenida por la actividad humana, se designa talud. (Yeffer, 2019).

### 2.2.2. Fallas de un talud

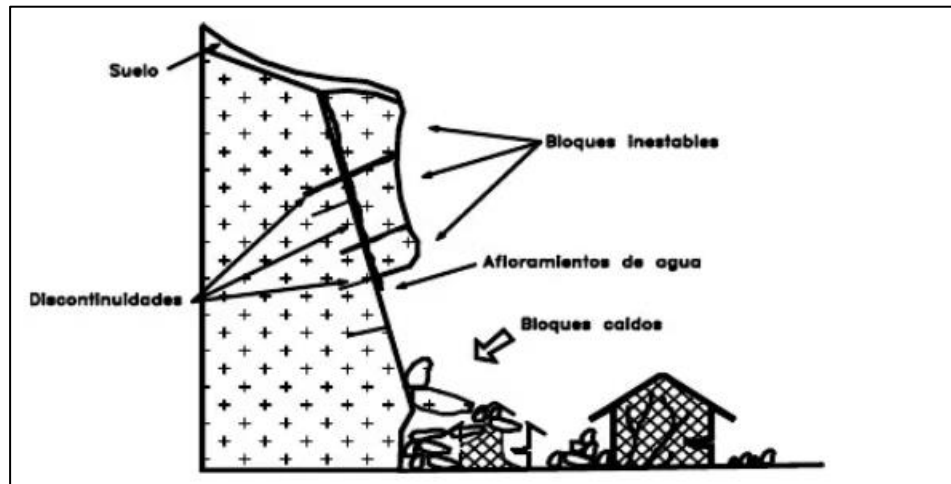
- **Caídos**

Es el desprendimiento y subsiguiente la caída de material del talud, compuesto por cualquier tipo de masa desde pequeño hasta grandes dimensiones provenientes del talud con una pendiente fuerte,

ocurriendo de manera instantánea, sin tener señales de un previo movimiento. (Jaime, 1998)

### Figura 8

*Falla de talud, Caídos.*



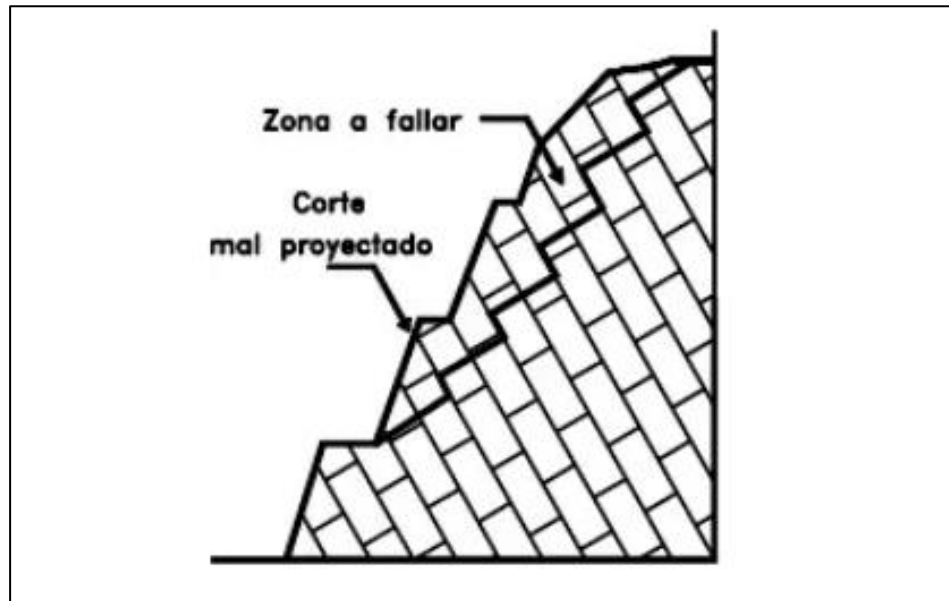
*Nota.* Se muestra un tipo de falla de talud, llamado caídos, consisten que se da un deslizamiento de manera intempestiva. Fuente: Jaime, S. (1998).

- **Volcamiento**

Consiste en la rotación hacia delante de pequeñas masas o de grandes volúmenes de metros cúbicos, dividiéndose en volcamientos por bloques, volcamientos por flexión o pandeo y volcamiento mixto. La razón por la que se llega a producir es por geometría desfavorable de talud, por existencia de agua, tensiones desfavorables, etc. (Jaime, 1998)

## Figura 9

*Falla de talud, volteo.*



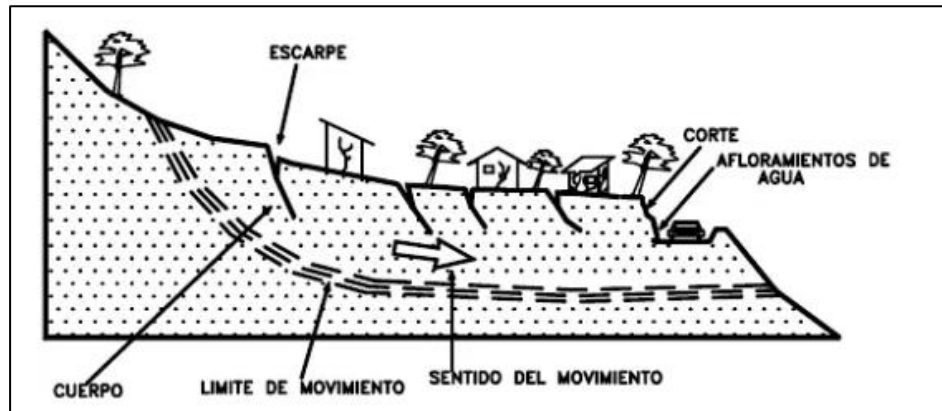
*Nota.* Se muestra un tipo de falla de talud, llamado Volcamiento o volteo, que puede llegar a generar un desmoronamiento. Fuente: (Jaime, 1998)

- **Deslizamiento**

El deslizamiento consiste en el movimiento de corte a lo largo de una o diversas superficies, teniendo un movimiento progresivo, es decir, no necesariamente inicia en su totalidad a lo largo de la falla. Por lo que las fallas pueden moverse en una sola o pueden dividirse en varias unidades (es decir, masas casi independientes). Dividiéndose en deslizamientos por rotación y por traslación (Jaime, 1998).

**Figura 10**

*Falla de talud, deslizamiento.*



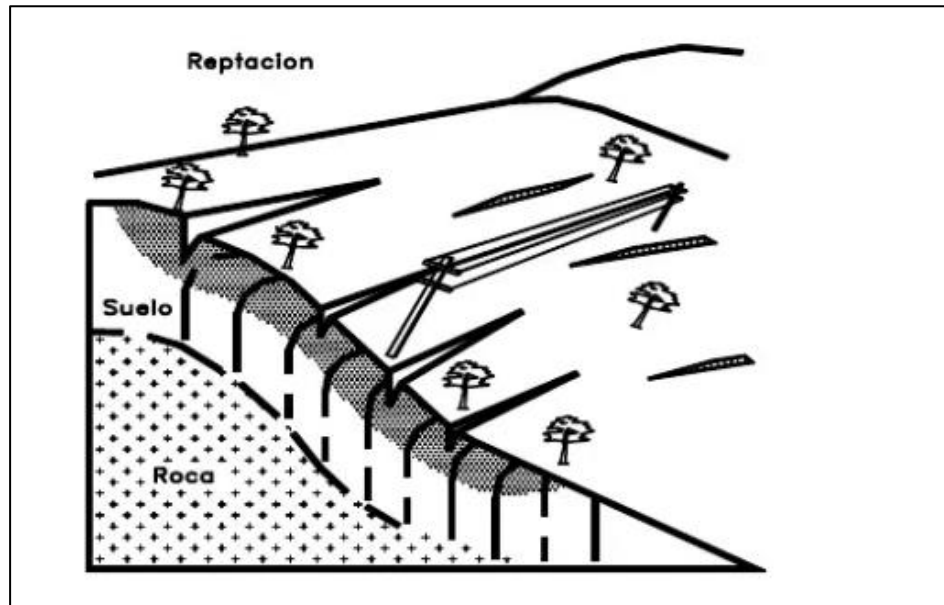
*Nota.* Se muestra un tipo de falla de talud, llamado Deslizamiento de suelos blandos. Fuente: (Jaime, 1998)

- **Creep o Reptación**

Este movimiento es conocido por ser muy lento a extremadamente lento, sin tener una superficie de falla definida, por lo general avanza unos centímetros al año, llegando a afectar a grandes áreas de superficie. También puede llegar a pasar a un movimiento por deslizamiento o flujo, ya que va ladera abajo. (Jaime, 1998)

**Figura 11**

*Falla de talud, Creep o reptación.*



*Nota.* Se muestra un proceso de Creep o también llamado reptación.

Fuente: (Jaime, 1998)

- **Flujo**

Este tipo de movimiento presenta una porción de suelo y de bloques pequeños en una misma masa que se desliza en la superficie de la falla, pueden ser lentos o rápido, así como húmedos o secos, y pueden haber de roca, de suelo, de residuos o de tierra. No obstante, este termina transportando grandes bloques a la parte inferior del talud. Es así como los movimientos lentos pueden asemejarse al movimiento de creep o reptación, con la diferencia de que en este caso se tiene definido el punto de movimiento y el estático. (Jaime, 1998)



## Figura 12

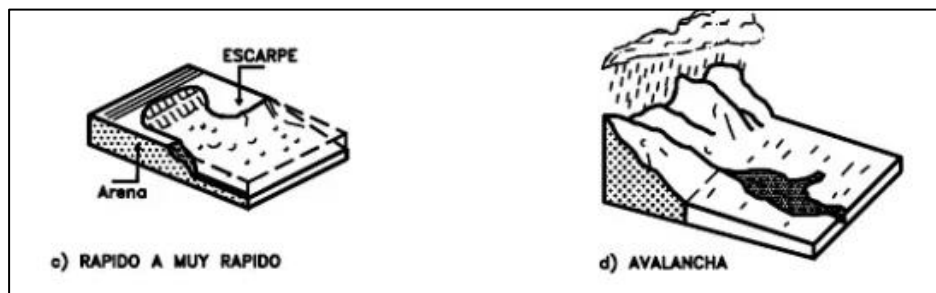
*Falla de talud, flujos parte I.*



*Nota.* Se muestra un proceso de flujo de lento a rápido y de rápido a Muy rápido. Fuente: (Jaime, 1998).

## Figura 13

*Falla de talud, flujos parte II.*



*Nota.* Se muestra un proceso de Muy rápido hasta producir una avalancha. Fuente: (Jaime, 1998).

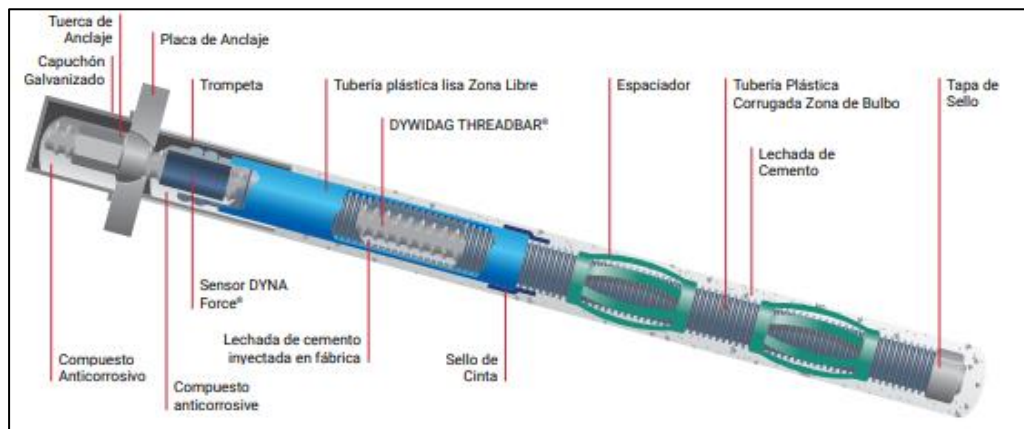
### 2.2.3. Tipos de tirantes

#### 2.2.3.1. Barra tipo DW (Diwidag) o similar

La barra tipo Diwidag cuenta con una probada roscada robusta que va a lo largo de toda la longitud de la barra. Su longitud dependerá del diseño que sea solicitado en el lugar de la obra sin ningún problema. Se emplea en excavaciones, muros anclados, anclajes para estabilizar taludes, etc. También suelen ser en anclajes permanentes o parcialmente temporales, esto dependerá de lugar en donde serán instalados. (Diwidag, 2021).

**Figura 14**

*Diwidag anclaje permanente.*

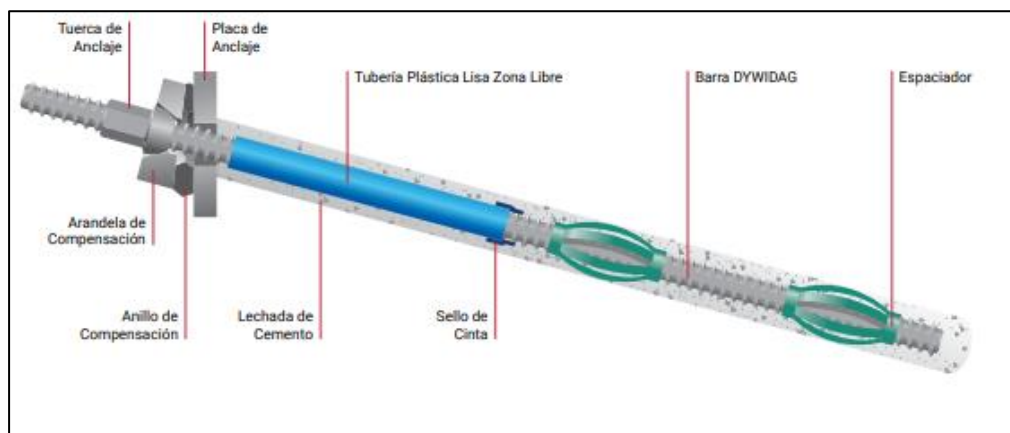


*Nota.* Se muestra todas las partes que presenta un anclaje tipo permanente.

Fuente: (Diwidag, 2021).

**Figura 15**

*Diwidag anclaje provisional.*



*Nota.* Se muestra todas las partes que presenta un anclaje tipo provisional.

Fuente: (Diwidag, 2021)

### **2.2.3.2. Barra tipo Gewi o autoperforantes**

La barra tipo Gewi o autoperforantes cuentan con una medida de 1.5 m, 2 m o de 3 m dependiendo de la longitud de perforación que se quiera llegar, permitiendo unir y anclar las barras roscadas, a diferencia de usar soldaduras o en muchos casos modificar la barra o hasta de implementar

solapes. La barra Gewi permitirá sin ningún problema el roscado de forma axial utilizando manguitos o también conocidos como cupling.

Los maguitos o cupling fueron diseñados para poder trasferir la carga de rotura de la barra con un FS mayor a 1,15. Cabe resaltar que al tener la opción de roscado esto también permite cortar la barra en cualquier punto que se necesite y si fuese necesario volver a unir con otra barra mediante maguitos o cupling. (GeoElements, 2021)

## Figura 16

*Características y accesorios.*

**CARACTERÍSTICAS Y ACCESORIOS**

Barra B500B (Grado 75): Resistencia a la tracción de 500/550 N/mm<sup>2</sup>

Barra 670/800 (Grado 97): Resistencia a la tracción de 670/800 N/mm<sup>2</sup>

Barra 950/1050 (Grado 150): Resistencia a la tracción de 950/1050N/mm

*Nota.* Se muestra el tipo de Barra B500B la que plantea usar para la investigación. Fuente: (GeoElements, 2021)

## Figura 17

### *Características y accesorios*



*Nota.* Se muestra el maguito o cupling al momento de colocar la lechada.

Fuente: Propia

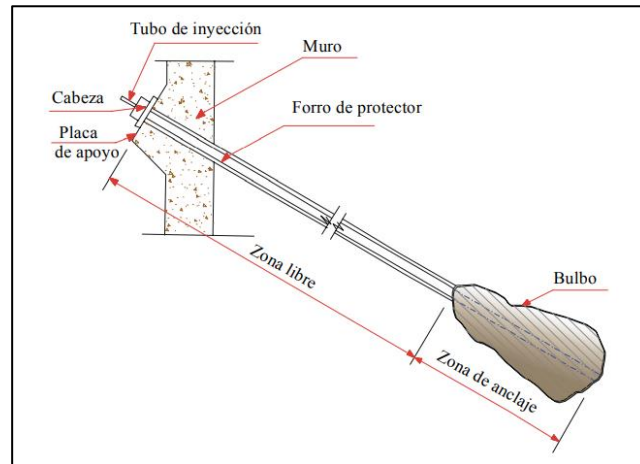
### **2.2.4. Tipos de anclajes**

#### **2.2.4.1. Anclajes activos**

Este tipo de anclajes por lo general se construyen con cables de torón, tomando profundidades de 12 m a más, inyectándose un bulbo a presión y posterior a ellos se tensionan a cargas superiores a las 80 Ton. Siendo su principal aplicación la de estabilizar los deslizamientos de alto volumen que se produzcan en los taludes o fallas de fondo. (Piqueras, 2019)

## Figura 18

*Anclaje activo.*



Nota. La figura muestra un Anclaje Activo. Fuente: (Piqueras, 2019)

### 2.2.4.2. Anclajes pasivos

Son llamados pernos o bulones que comúnmente son barras roscadas o corrugadas y llenados con lechada a baja presión. Estos entran en tracción por si solos, al obtener la fuerza exterior y oponerse al movimiento del terreno, por lo que puede ser más susceptible a sufrir grandes desplazamientos (Piqueras, 2019).

## Figura 19

*Anclaje pasivo con bulón.*



Nota. La figura muestra un Anclaje pasivo con bulón. Fuente: (Piquera, 2019).

### **2.2.4.3. Anclaje mixto**

Son cargas que se pretensan por debajo de la carga admisible, usando generalmente cables tensados, reservando su capacidad de resistencia para posibles eventualidades solicitadas.

### **2.2.4.4. Anclaje permanente**

Son dimensionados con grandes coeficientes de seguridad, con una duración de vida mayor a los 2 años, siendo el principal peligro que corre este tipo de anclajes es el de estar propenso a la corrosión, por lo tanto, para asegurar la zona del bulbo y el alargamiento que queda libre y la cabeza del anclaje se cubre con una caperuza rígida de plástico de un espesor de 5 mm.

### **2.2.4.5. Anclaje provisional o temporal**

Son anclajes que permiten estabilizar durante tiempos entre 9 meses a 2 años, de tener un ambiente muy agresivo este tiempo se acortaría, por lo que se realizaría un mantenimiento o se reemplazaría por otros elementos

resistentes que los sustituyan a largo plazo, siendo su protección ante la corrosión menos exhaustiva que en los anclajes permanentes.

### **2.2.5. Partes de un anclaje**

Estas se dividen en 3 zonas

*Zona de apoyo:* Esta conformado por una placa de apoyo donde descansa la cabeza del anclaje.

*Zona libre:* Es la parte interna de la barra o cable, que no se adhiere al terreno por lo que se estira por la fuerza de tracción libremente.

*Bulbo o zona de anclaje:* Esta queda adherido al terreno mediante una lechada de cemento, oponiéndose a la fuerza de tracción.

### **2.2.6. Tipos de mallas de alta resistencia**

#### **2.2.6.1. Malla STEELGRID HR & HR PVC**

Este producto Steelgrid HR & HR PVC está tejido por mallas de alambre de acero y cable, con forma hexagonal de doble torsión para trabajos de mitigación de desprendimiento y estabilización de taludes. Se acompañan de una placa, pernos de fijación y conectores de malla. Su principal ventaja es la alta resistencia, la buena transferencia de cargas y la alta resistencia a la rigidez mecánica que actúan sobre el sistema de anclajes (Maccaferri, 2013).

## Figura 20

### *Malla steelgrid HR*



*Nota.* Se muestra una malla Steelgrid ya colocado de manera correcta con sus placas, su perno de fijación y sus conectores. Fuente: (Maccaferri, 2013)

#### **2.2.6.2. Malla MACMAT R1**

La MacMat R1 está compuesta por una geomanta flexible, tridimensional que es la parte que tiene el 90% de vacíos, contando con un refuerzo de malla hexagonal de doble torsión, cubierto con polímeros específicos para obras de ingeniería. Por lo que la unión de estos dos elementos permite que trabajen ante una capacidad anti-erosiva, con optima resistencia a la tracción (Maccaferri, 2016).



## Figura 21

### *Malla MACMAT R1*



*Nota.* Está conformado por un geomanto y una malla hexagonal de doble torsión. Fuente: (Maccaferri, 2016).

### **2.2.7. Patín perforador**

Este tipo de maquinaria es efectiva y segura para la ejecución de anclajes pasivos y activos, Los elementos como la perforación hidráulica y los mandos irán montados sobre un patín compuesto por monotubos de aceros y tres patines, esto con el fin de poder deslizarlo por el talud. Esta máquina ira asegurada en la cabecera del talud mediante anclajes de tipo GEWI 25 mm de diámetro y 1,5 a 3m de longitud. (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”, 2023)

#### **2.2.7.1. Patín**

El patín en forma de **T** está constituido por una columna y tubos de acero y puede ser de dos tipos:

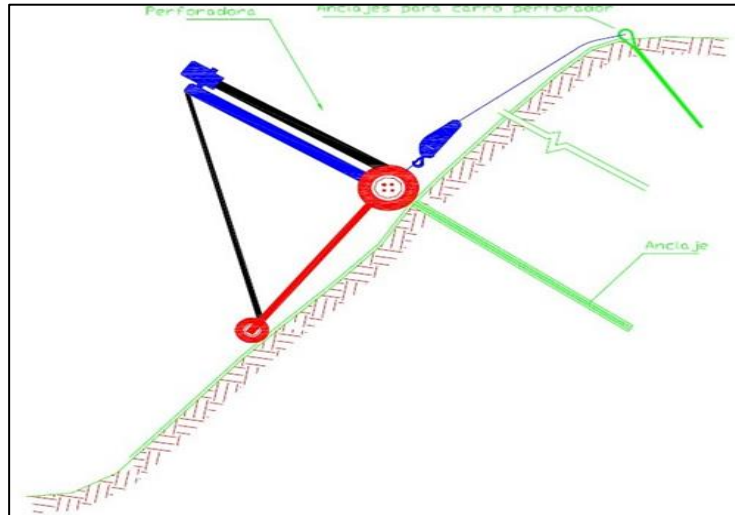
Patín en forma de “**T**” que consta de dos ruedas en su extremo corto y una rueda de diámetro inferior en su extremo largo. Llegando a pesar unos 150 Kg estando sin la columna.

Patín en forma de “**T**” que no cuenta con ruedas, tomando el nombre de trineo ya que, solo se desliza. Llegando a pesar unos 150 Kg estando sin

la columna (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”, 2023)

## Figura 22

*Patín perforador tipo T.*



*Nota.* Se puede observar la posición correcta del patín perforador a la hora de estar descendiendo por el talud. Fuente: (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”)

### 2.2.7.2. Columna

Este tipo de columna puede estar hecha de acero o aluminio según se requiera, en su base se instala la unidad de perforación que pueden ser martillo de fondo, martillo de cabeza y cabeza de rotación hidráulico. Su peso aproximado es de 90Kg (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”, 2023).

## Figura 23

*Columna de acero o aluminio*



*Nota.* Se puede observar la Columna que ira sobre el patín. Fuente: (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”, 2023)

### **2.2.7.3. Motor percutor**

Como se mencionó anteriormente puede ser martillo de fondo, hidráulico y martillo de cabeza, siendo este último el tipo de motor para realizar la perforación con pernos auto perforantes. Esto dependerá del diseño del patín perforador para poder usar pernos auto perforantes máximo de 2 ml. (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”, 2023)

## Figura 24

*Martillo de cabeza.*



*Nota.* Martillo de cabeza ya instalado en el patín perforador. Fuente: (“Perforación con patín perforador-martillo de cabeza e instalación punto de anclaje”)

## Figura 25

*Peso total del patín y componentes.*

| <b>Patín y componentes</b>  | <b>Peso Total (aprox)</b> |
|---|---------------------------|
| <b>Patín de patines + componentes (excepto central)<br/>(60+90+150+34+25)</b> | <b>360 kg</b>             |

*Nota.* Desarrollado por el autor del proyecto.

### 2.2.7.4. Ejecución

- Trabajos previos: En primer lugar, para poder tener una correcta ejecución se debe colocar una línea de vida homologada para los trabajadores en cabecera, tanto anclajes

para la maquinaria como anclajes independientes de los otros para los trabajadores.

- **Ejecución del sistema:** Ni bien se termine de instalar los elementos de seguridad, se colocará la membrana o malla de contención, después se procederá a colocar el patín perforador sobre el talud, ya sea desde la cresta o desde el pie, esto dependerá de la posibilidad de acceso sobre el mismo. El ascenso y descenso del patín se realizará mediante elementos de tracción tipo Tractel que cuentan con una capacidad de carga máxima vertical de 1.500 kg (cada uno), teniendo un total de 3.000 kg. La labor de perforación deberá ser realizado por dos operarios situados a los extremos de dicho patín, estos asegurados mediante el arnés homologado y cuerdas que estarán sujetas en la cresta en diferentes anclajes e independientes al de la maquinaria.

#### **2.2.8. Inyección de lechada**

La lechada que se emplea para la formación del bulbo tiene una dosificación a/c comprendida entre 0.30 y 0.35, tomando en cuenta la manejabilidad que garantice un buen trabajo. El tipo de cemento que se usa para la lechada deberá de ser Tipo V, alta resistencia al salitre ya que, está lechada se encuentra en un talud costero por lo mismo que presenta brisa marina, lluvias, aguas subterráneas, etc. La inyección que se da en los anclajes pasivos es de tres pasos y consistente en ocupar todo el espacio anular entre el refuerza y el suelo, esto se da mediante una lechada a baja presión o por lo general por efecto de la gravedad. Mientras más consistente se encuentre la lechada mayor será su adherencia al suelo, lo que conlleva a una mayor resistencia frente posibles deslizamientos (“Informe de diseño teórico de lechada para anclajes”)

#### **2.2.9. La prueba del pull test**

El ensayo se realizará como mínimo 72 horas después de haberse inyectado el perno de anclaje, previo análisis en campo y decisión del área

de calidad. Antes de iniciar la actividad se verificará la operatividad de la Máquina de ensayo hidráulica manual. La cuál debe tener un certificado de calibración con una vigencia no mayor a 12 meses de antigüedad. Se Realiza las pruebas de acuerdo con la norma ASTM D 4435.

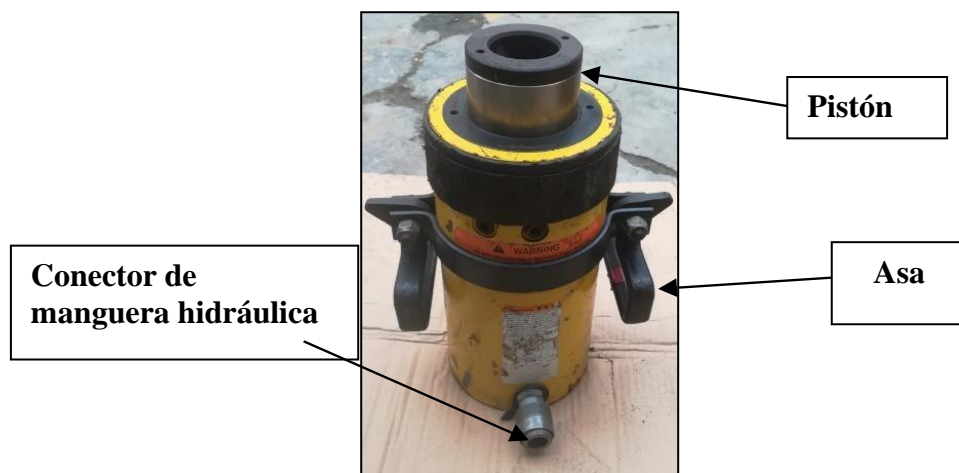
### 2.2.9.1. Componentes de la gata hidráulica

La gata hidráulica se compone de los siguientes elementos:

- ✓ Gata hidráulica (ASTM D4435-04): Se trata de un pistón accionado por hidrolina, en el cual se introduce el perno por el orificio. Tiene el peso suficiente para ser movilizado por una sola persona. Consta de 02 asas para facilitar su traslado. Tiene una zona de conexión a la manguera de hidrolina por la cual se transmite la presión del equipo, con traba de seguridad. A medida que se va trasmitiendo presión al equipo el pistón se va desplazando.

**Figura 26**

*Gata hidráulica.*



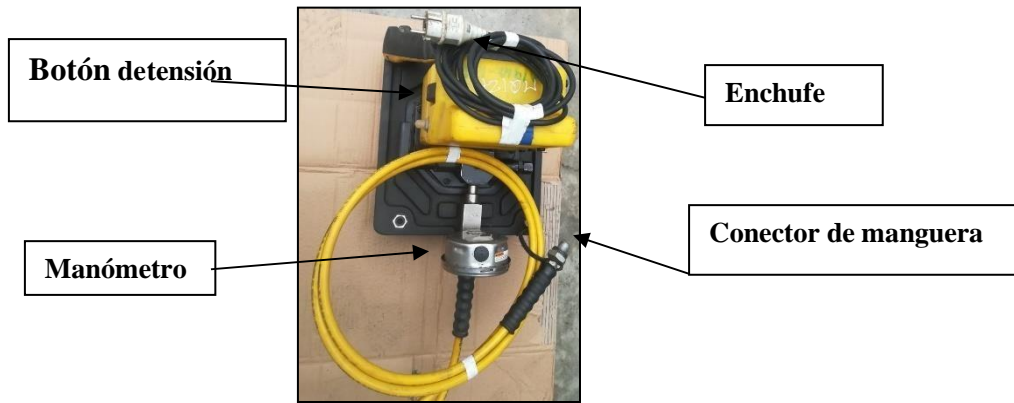
*Nota.* Componentes de la gata hidráulica.

- ✓ Mesa de control: Es el dispositivo con el cuál se acciona tensión a la gata hidráulica. Funciona mediante energía eléctrica, proporcionada por un grupo electrógeno portátil al igual que cualquier herramienta eléctrica como taladro o esmeril. En los laterales tiene 2 botones de control, uno para aplicar la

tensión de manera progresiva y otro para quitarle la tensión por completo mediante alivio.

**Figura 27**

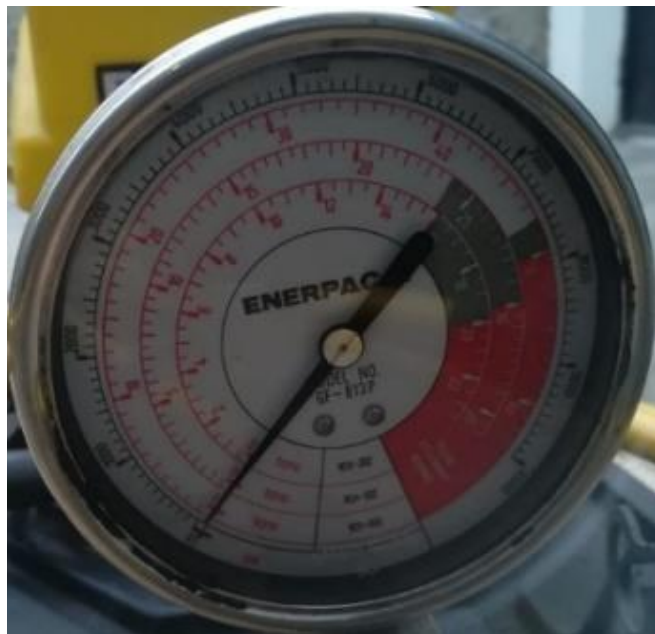
*Mesa de control.*



*Nota.* La mesa de control está compuesta por un botón de tensión, enchufe, manómetro y conector de manguera hidráulica.

**Figura 28**

*Manómetro.*



*Nota.* Se ubica en la mesa de control, en este se mide la presión aplicada.

## Figura 29

*Banco.*



*Nota.* Es un elemento auxiliar que se coloca para instalar un tramo de empalme.

### a) Aplicación de Cargas (ASTM D4435-04):

- ✓ Antes de aplicar la carga de ensayo se procede a nivelar el equipo aplicando cargas no representativas (según evaluación, en este caso el 10% de la carga de ensayo) las cuales sirven para un mejor posicionamiento de este hasta conseguir que se estabilice.
- ✓ Con el equipo nivelado, se realiza la tensión, mediante el botón de la mesa de control, en el cual se comenzará a ver en el manómetro el desplazamiento de la aguja mientras se aumenta la presión.
- ✓ Se coloca el pistón del equipo de ensayo (gata hidráulica) de acuerdo con la dirección de la barra helicoidal. Se verifica las condiciones adecuadas para la ejecución de la prueba y de esta manera nos aseguramos de que se han producido todos los ajustes necesarios. En el caso de algunos anclajes será



necesario elevar la carga varias veces para conseguir el ajuste total de las placas.

### Figura 30

*Aplicación de cargas.*



*Nota.* Se debe colocar el pistón de acuerdo con la dirección del perno.

Fuente: Propia

- ✓ La tensión se aplica de manera progresiva con el botón. Es probable que la tensión se vaya transmitiendo al terreno por lo cual este se acomoda con ligeras pérdidas de tonelaje en el manómetro. Estas pérdidas se van corrigiendo con aplicación de más tensión. Únicamente la gata hidráulica trabaja a la carga indicada cuando la medición es la misma de manera estable. En ese momento se comienza el conteo del tiempo y al finalizar el mismo la tensión estará cercana a la indicada (se consideran pérdidas pequeñas, debidas al acomodo del terreno y el perno). En esta etapa los trabajadores deben apartarse de la trayectoria de extracción.
- ✓ Una vez pasado el tiempo del ensayo a la tensión propuesta se toman los datos y se indica si la prueba para ese rango ha sido satisfactoria o no. Después se sigue aplicando hasta la siguiente tensión según la carga de ensayo. Así sucesivamente hasta finalizar el

proceso. En el momento que acabe se realiza el alivio de la tensión y de esta manera la aguja baja por completo a 0 y el pistón se afloja, pudiendo soltar la tuerca y quitar la placa y pistón.

- ✓ Si el perno no soporta la tensión del ensayo, este fallo podrá observar cuando la aguja baja súbitamente a 0 y no habrá posibilidades que se aplique tensión con el botón de aplicar, puesto que no encontrará oposición del perno y no será posible que la aguja suba.
- ✓ Como proceso de operación del equipo cabe indicar que se puede manipular por una sola persona, la cual debe estar capacitada para operar el mismo.
- ✓ La gata hidráulica trabaja energizada por un grupo electrógeno portátil o no dependerá del equipo a solicitar, al igual que cualquier herramienta, su operación se basa en un proceso manual.
- ✓ Existen 2 escenarios para la realización de ensayos de Tesado:
  - Trabajo a pie de talud: el operario podrá realizar ensayos a pie de talud, sin sistemas de elevación siempre y cuando no se realice la prueba a pernos de alturas mayores de 1,5 metros. En ese caso el operario delimitará el área y se desplazará a pie hasta el punto, cargando el equipo de manera individual o con ayuda de otra persona. Lo instalará y hará la prueba.
  - Trabajo en altura (cabecera): En caso de que no se tenga posibilidad de utilizar equipos elevadores debido a que la altura sea superior, se realizará la prueba con 02 operarios suspendidos, en ese caso el equipo se desplazará paralelamente junto con los operarios y en cuerdas totalmente independientes, con el fin de que el equipo no aporte carga extraordinaria a la cuerda de trabajo o de seguridad

de los operarios. Cabe destacar que el peso del equipo es de 20 kg por lo que cualquier persona puede operarlo, pero al tratarse de trabajo suspendido se recomienda que se maneje entre 02 personas.

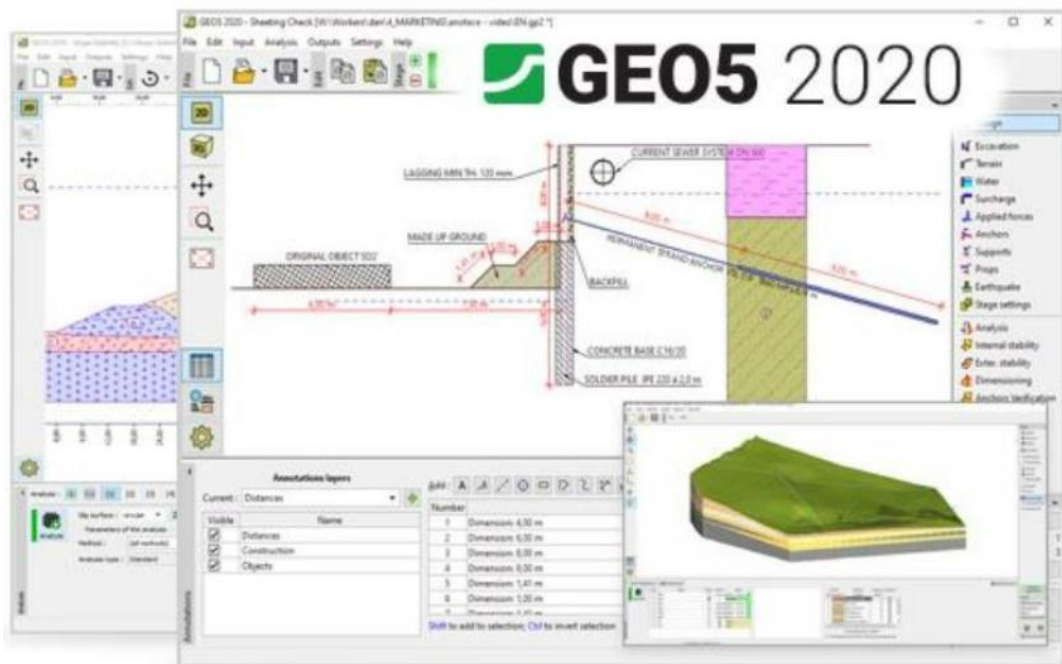
## 2.2.10. Tipos de software

### 2.2.10.1. Software GEO5

Este tipo de programa es utilizado para el análisis de estabilidad de taludes, ya sean terraplenes, corte de tierra, estructuras como anclajes o muros de reforzamiento, etc. Su superficie se toma como un círculo o polígono y se analiza por todos los métodos generales.

**Figura 31**

*GEO5.*



*Nota.* Software para estabilización de taludes. Fuente: (GEO5 PERÚ, 2020)

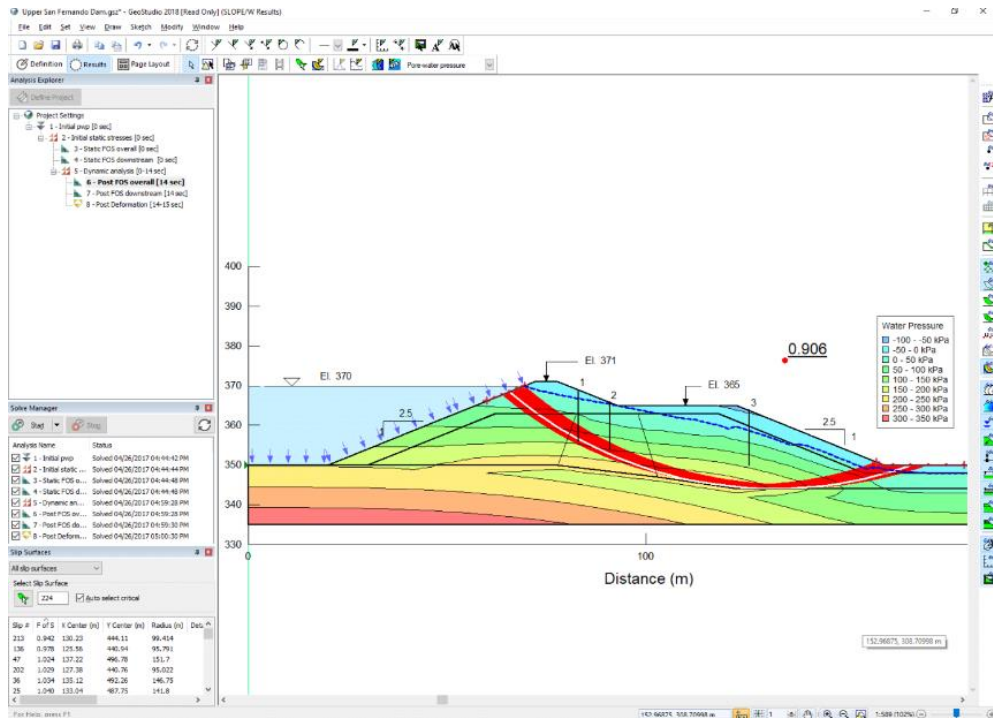
### 2.2.10.2. Software GEOSTUDIO

Este software es utilizado debido a que su sistema integrado les permite a ingenieros geólogos y geocientíficos combinar distintos análisis, aplicando diferentes productos en un solo modelado. Debido a esto se

puede modelar la estabilidad de pendientes, la deformación del suelo, la transferencia de calor, masa en suelo y roca.

**Figura 32**

*GEOSTUDIO.*



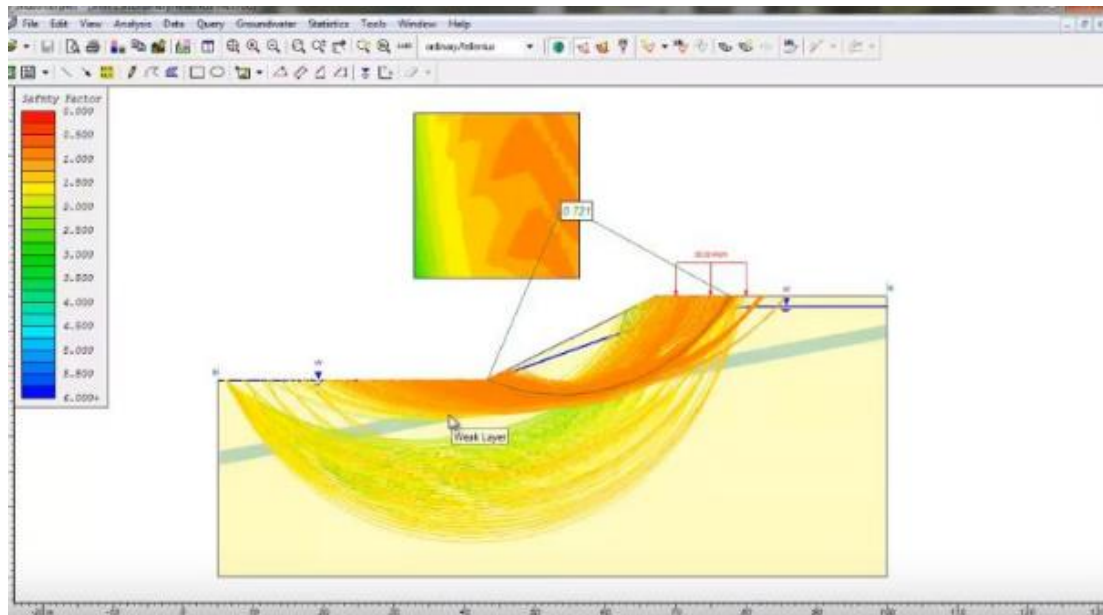
*Nota.* Software para estabilización de taludes. Fuente: (GeoStudio, 2023)

### 2.2.10.3. Software SLIDE

El software analiza la estabilidad de taludes en 2D que aplica métodos de equilibrio límite para obtener el cálculo de la estabilidad. Por lo general se implementan en la minería y en obras civiles es muy variado, ya que permite evaluar problemas geotécnicos, como estabilidad de terraplenes, presas y taludes en minería o en edificaciones. Esto convirtiéndolo en el software líder en el campo de la modelización geotécnica.

**Figura 33**

*SLIDE 6.0.*



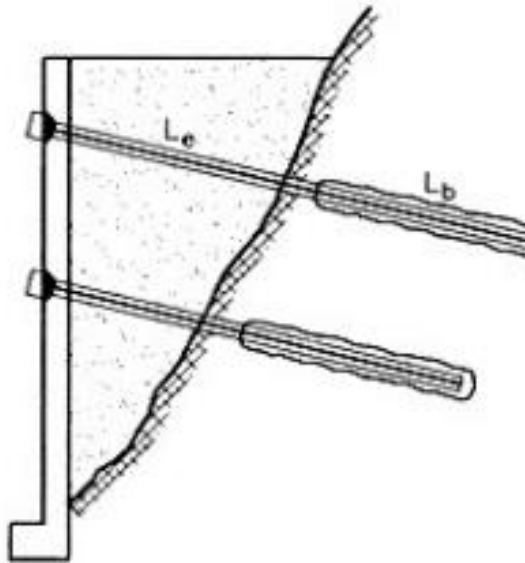
*Nota.* Software para estabilización de taludes. Fuente: (ICOG, 2016)

### **2.2.11. Bulbo**

Bulbo o también conocido como zona de anclaje, es el diseño de la lechada que tendrá la capacidad de adherencia al terreno y que transmitirá su carga.

## Figura 34

*Bulbo.*



*Nota.* Bulbo es la parte que se adhiere al terreno. Fuente: (Piquera, 2019)

### 2.3. Definición de términos básicos

**Talud:** aquella masa de suelo que tenga una superficie externa inclinada con relación a la horizontal

**Anclaje:** Elemento capaz de soportar cargas de tracción desde la superficie del terreno hasta su parte interna del mismo.

**Anclaje activo:** Elemento que usa cables de acero, testado una vez el bulbo alcance su resistencia máxima, no inferior al 50%.

**Anclaje pasivo:** anclajes que usan barras de acero, que se encuentran sometidas a una tracción baja, generalmente no inferior al 10% ni superior al 25%.

**Anclaje mixto:** Son anclajes que reservan su capacidad de resistencia para posibles eventualidades.

**Anclaje permanente:** son aquellos anclajes que se consideran su vida útil mayor a los 2 años

**Anclajes provisionales:** también concisos como temporales tiene una vida útil no superior a los 2 años que esto dependerá de su ambiente de trabajo (terreno marino, terrenos contaminados, etc).

**Anclaje retesable:** Es un anclaje que permite variar su carga durante su vida útil.

**Anclaje no retesable:** Es un anclaje que no permite variar su carga.

**Cabeza:** Parte externa del anclaje que trasmite la carga a la superficie del terreno

**Zona libre:** Es la parte que queda en medio de la cabeza y el bulbo

**Lechada:** Mortero que contiene una gran cantidad de agua que le otorga una consistencia de líquido viscoso que permite ser utilizado para rellenar cavidades y juntas entre materiales contiguos.

**Bulbo:** Es el diseño de la lechada que tendrá la capacidad de adherencia al terreno.

## **2.4. Hipótesis**

### ***2.4.1. Hipótesis general***

La propuesta de aplicar pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos, distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.

### ***2.4.2. Hipótesis específicas***

- A partir de los resultados del software Slide 6.0 se podrá diseñar los pernos de anclajes pasivos para obtener la distancia de la falla y determinar el FS necesario cumpliendo con lo requerido mínimo por las Normas Técnicas Peruanas E.050 y la CE.020
- Se obtendrá el factor de seguridad requerido por las Normas Técnicas Peruanas E.050 y la CE.020 para determinar la estabilización de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.
- Las mallas de alta resistencia cumplen su función de contener superficialmente pequeños deslizamientos de tierra y piedras en la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.

## **Capítulo III. Metodología**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Enfoque**

La presente investigación es de enfoque cuantitativo y como tal se usará el método hipotético deductivo.

#### **3.1.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es de tipo aplicada, ya que busca proponer innovaciones que resuelvan ciertos problemas que se tienen actualmente, ya sea por medio de un nuevo producto o un servicio que puedan dar solución a un problema.

#### **3.1.3. Nivel**

El alcance de la presente investigación es explicativo ya que, consiste en una variable dependiente y otra independiente, siendo la dependiente la que dará respuesta al objetivo de la investigación.

#### **3.1.4. Diseño**

El diseño es no experimental transeccional. Este diseño no experimental también es el diseño cuantitativo que involucra la observación a fin de captar conclusiones a base de ella. Se considera de corte transeccional porque se dará en un momento, no en varios, como es el caso del longitudinal.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

La población de la presente investigación está conformada por aproximadamente 22.5 Km, que va desde el Club Regatas en Chorrillos hasta la Av. Santa Rosa ubicado en la Perla. La población hace referencia a objetos o personas de los cuales se desea conocer, estos pueden estar conformados por personas, animales, fechas, muestras de laboratorio, accidentes, lugares, etc.



### **3.2.2. Muestra**

La muestra de la presente investigación está conformada por el talud ubicado en la playa Los Yuyos, se tomó 500 metros aproximadamente, tomando como punto inicial conocido como el Kiosco de Claudia y el servicio Marítimo como punto final ubicado en la costa verde en el tramo playa los yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.

### **3.3. Definición de variables**

#### **3.3.1. Definición conceptual independiente**

Aplicación de pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia están constituidos por elementos de reforzamiento que tienen como finalidad primordial reducir las fuerzas actuantes e incrementar la resistencia contribuyente con la estabilidad para evitar posibles deslizamientos o desprendimientos.

#### **3.3.2. Definición operacional independiente**

Al implementar los pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia se dimensionan en etapas preliminares, trabajos de instalación y etapa de verificación o adicionales.

La variable Independiente tiene como dimensiones etapas preliminares que contiene evaluación de la pendiente, diseño preliminar, diseño detallado y control de diseño, preparación y control; como segunda dimensión presenta principales trabajos de instalación que consisten en despeje de la cara y de la cresta del talud (vegetación y tierra o piedra suelta que se encuentre).

#### **3.3.3. Definición conceptual dependiente**

El deslizamiento o desprendimiento por causa de la brisa, la humedad y distintos factores, llegan a generar situaciones que producen una inestabilidad y provocan diversos cambios en la geometría de los taludes. Por lo que se busca la estabilización para asegurar la viabilidad de un talud

a largo plazo y lograr aminorar la falla del talud (esto incluye deslizamiento y desprendimientos de tierra y piedras).

### 3.3.4. Definición conceptual independiente

La estabilización de taludes se da mediante la inspección de las condiciones de estabilidad de un talud y el tipo de metodología que se usara para remediar ese talud.

La variable dependiente tiene como dimensión la estimación de la condición del talud y la de indicar su (FS), mecánica de suelo y geometría del talud. Por otro lado, la metodología de estabilización y remediación del talud conlleva a seleccionar el método o la combinación de métodos para la estabilización.

### 3.4. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operación de variable dependiente*

| Variable Dependiente                            | Definición   | Dimensiones         | Indicadores  |
|---|--|---------------------|--|
| Estabilización del acantilado de la costa verde | Se refiere al grado de inestabilidad que se encuentran las viviendas en la parte superior del talud y a los cambios que puede sufrir debido a efectos climáticos | Tiempo<br>Seguridad | Menor costo de mantenimiento<br>Disminución de accidentes en la costa verde<br>Menor deslizamientos de tierra y piedra<br>Libre tránsito para peatones y conductores<br>Número de viviendas sobre el talud |

**Tabla 2***Operación de variable independiente*

| Variable Independiente  | Definición  | Dimensiones                                  | Indicadores                 |
|---|---|--|-----------------------------|
| Sostenimiento con pernos de anclaje pasivos y malla de alta resistencia | Es una alternativa que se implementa en un talud, ya sea artificial o natural, capaz de otorgar estabilización y que este sea sostenible a largo plazo sin afectar negativamente su entorno | Observación mediante investigaciones pasadas | Norma CE.020<br>E.050       |
|   |   | Diseño de pernos de anclaje pasivo           | Perno de anclaje pasivo     |
|   |   | Malla de alta resistencia                    | Cable de acero, alambre N°8 |

**3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En general, la recolección de datos se dio por medio de estudios, investigaciones y en conformidad con las siguientes normas:

- Norma CE.020 (Suelos y Taludes).
- Norma E.050 (Suelos y cimentaciones).
- Norma E.030 (Diseño Sismo Resistente).
- ASTM D 4435 (Método estándar para prueba de tracción de perno de anclaje)
- Estudio de la seguridad física de los acantilados de la Costa Verde: Proyecto Mapa de suelo de fundación de Lima-Callao incluyendo los taludes de los acantilados del Suroeste.
- Informes de estabilización de taludes

**3.6. Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos**

El estudio realizado por la presente investigación se analizó con la ayuda de datos históricos, con fotos insitu, el Software Slide 6.0 y posterior a ellos la obtención de imágenes que demostraran la validez de la investigación.

## Capítulo IV. Desarrollo

### 4.1. Descripción del caso de estudio

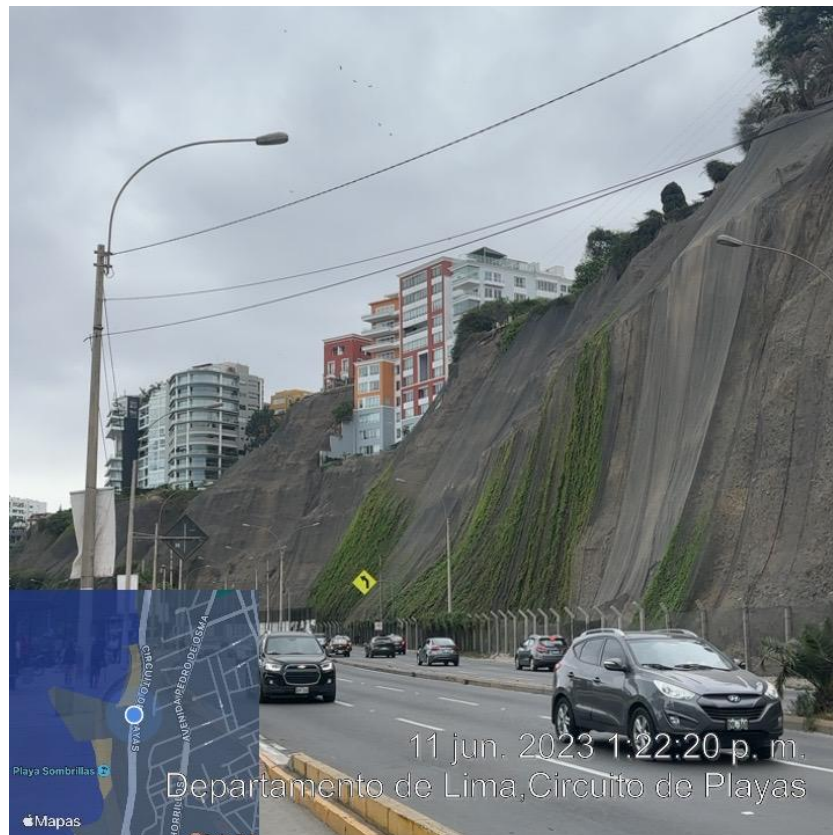
Para la elección del tramo de estudio se evaluaron dos criterios. En primer lugar, se tomó en cuenta el alto peligro que presentan las edificaciones ubicadas al borde del talud, poniendo en riesgo a los transeúntes y conductores de la Costa Verde. Esto ha generado la necesidad de buscar una solución para evitar posibles desprendimientos que afecten a estas edificaciones en dicha zona.

Así mismo, se tomó como segundo criterio las condiciones actuales que presentan las geomallas ubicadas a lo largo de la playa Los Yuyos en el distrito de Barranco. Este tramo evidenció la poca eficacia del método actual, ya que dichas geomallas tienen como fin la contención de pequeños deslizamientos de tierra y piedras, mas no el de contener grandes deslizamientos.

Por consiguiente, la visita que se realizó dio mayor claridad a la necesidad que presenta el tramo de la playa Los Yuyos de implementar un material de alta durabilidad por tratarse de un riesgo latente para los transeúntes. A partir de esto, se concluyó que la falta de mantenimiento y la poca resistencia del material, generan soluciones a corto plazo, debido a la poca capacidad de contener grandes deslizamientos de tierra y piedra. Así mismo, al pie del talud se observan barreras limitantes de poca eficiencia, ya que estas no protegen de nada cuando se presentan dichos desprendimientos. Además del riesgo que presentan las edificaciones en la parte superior del talud al momento de presentarse un movimiento telúrico de gran magnitud.

## Figura 35

Tramo playa Los Yuyos.



*Nota.* Tramo de estudio. Fuente: Propia

## 4.2. Condiciones del sitio

### 4.2.1. Ubicación

Los taludes del distrito de Barranco tienen una longitud de 2 kilómetros con alturas promedio de 54 metros y pendiente promedio de  $36^\circ$  a  $58^\circ$ . Se encuentra limitado por el norte con el distrito de Miraflores, por el sur con el distrito de Chorrillos y por el este con el distrito de Santiago de Surco.

Luego de realizar la visita de investigación en la extensión de los taludes de Barranco para elegir la zona de estudio, se tomó como tramo crítico a los taludes ubicados en el circuito de playas en dirección al distrito de barranco, otra ruta sería partiendo desde el parque municipal de barranco y continuar por la bajada de baños hasta llegar al mirador y posteriormente hace el descenso hacia la playa.

### Figura 36

Ubicación de la playa Los Yuyos.



*Nota.* Tramo de estudio. Fuente: Google Maps (Google Maps, 2023).

#### 4.2.2. Topografía

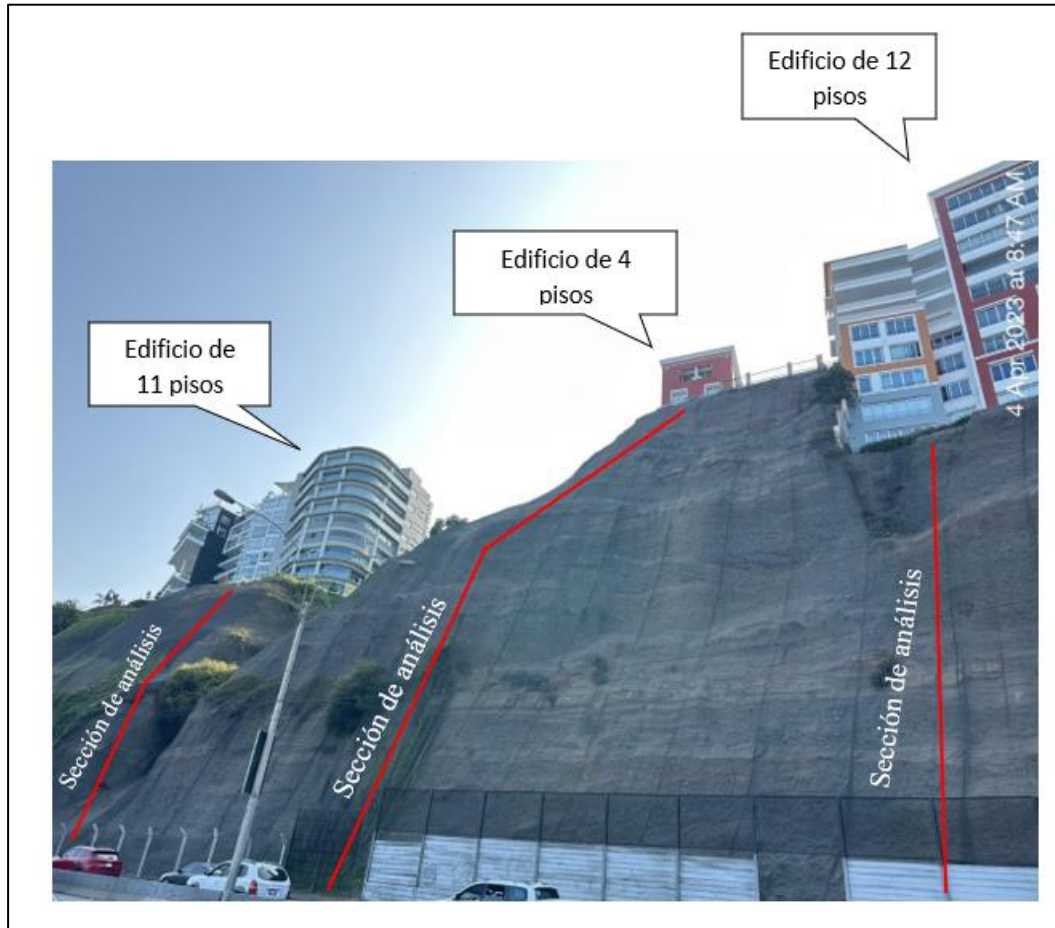
Cabe mencionar que, si bien no se tiene el alcance para realizar un levantamiento topográfico, se tomaron referencias de datos ya existentes de (Guillen, 2020). Los acantilados en el área de estudio promedian unos 50.7 a 70.8 metros de altura (tomando como promedio unos 54 metros). La pendiente que presentan los taludes varía entre  $36^\circ$  a  $58^\circ$ . Presentando materiales no consolidados como conglomerantes, conformado por gravas y limo-arenosa.

Esto ha provocado que la topografía del acantilado de la Costa Verde se haya visto afectado por la erosión (como son el agua, la brisa, la húmedas, etc.) Por otra parte, las pendientes de los acantilados también se han visto afectadas por cargas en la parte superior, estas condiciones han

provocado deslizamiento o desprendimientos de tierra y piedra que aumenta la tasa de accidentes.

### Figura 37

*Secciones críticas de análisis.*



*Nota.* Secciones críticas de análisis presentan estructuras cercanas y con un aproximado de 4 a 12 pisos. Fuente: Elaboración Propia (2023)

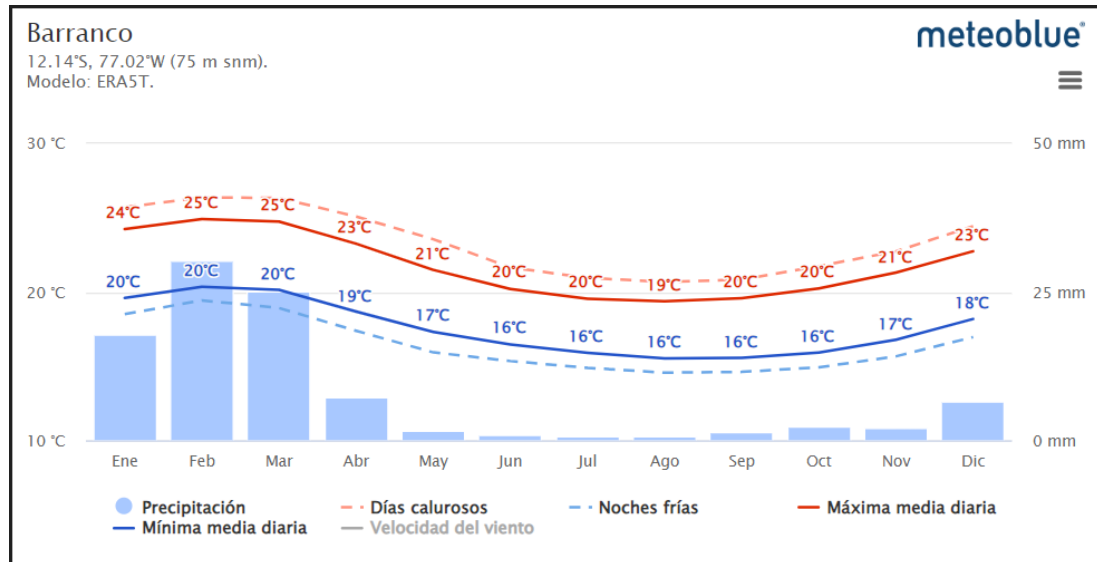
#### **4.2.3. Características climatológicas**

El clima promedio del distrito de Barranco todo el año es de 25°C que dura aproximadamente 3 meses siendo el mes más cálido del año en Barranco el mes de enero - febrero con un promedio de 25 - 30°C y un mínimo de 20°C. También presenta una temperatura fresca que dura un promedio de 3 meses que va desde abril hasta fines de junio con temperatura promedio de 21 - 23°C, considerándose el mes más frío entre

julio - octubre con una temperatura promedio de 19°C y máxima de 23°C.  
(Meteoblue, 2023)

**Figura 38**

*El clima en Barranco.*



*Nota.* Clima Promedio en el distrito de Barranco. Fuente: (Meteoblue, 2023).

#### **4.2.4. Características geológicas**

Lima ha experimentado fuertes erosiones durante el periodo cuaternario, lo cual ha provocado un crecimiento y deformación del acantilado a lo largo de la costa que llegan a alturas promedio de hasta 70 msnm. Siendo el conglomerante el material predominante de este acantilado. (Geology of Lima, 1997)

La presente área contiene sedimentos y estratificaciones cruzadas, por lo que se encuentra capas de grava cementadas con aglomerantes areno-limosos de una amplia granulometría cuyos granos son más finos mientras se va desplazando para el Oeste. Este tramo de la costa verde está formado por grandes depósitos de fluvioaluviónicos que vienen a tener granos gruesos que son llamados fanglomerado, el cual se conoce como conglomerado de Lima, cuyos agregados son predominantes ígneos. El distrito de Barranco, Miraflores, Magdalena y San Isidro predominan espesores iguales por más de 50 m de grava bajamente gradada, de denso



a muy densa, con gran cantidad de piedra y bolones promedio de 15 pulgadas.

**Figura 39**

*Formación geológica parte I.*



*Nota.* Formación geológica en el área de estudio. Fuente: Propia.

## Figura 40

*Formación geológica parte II.*



*Nota.* Formación geológica en el área de estudio. Fuente: Propia.

### **4.2.1. Características geomecánicas del suelo**

Cañari Sánchez realizó pruebas in situ de corte directo con equipos de laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de ingeniería, dicho equipo permitió ensayar muestras de 0.70 m x 0.70 m x 0.30 m realizándose el corte en la corona del talud de la costa verde. Permitiendo obtener datos del conglomerado, como el ángulo de fricción ( $\phi$ ), la cohesión (c) y el peso específico.

## Figura 41

*Ensayo de corte directo.*



*Nota.* Ensayo de corte directo insitu en la Costa Verde. Fuente: (Elias & Soto, 2022)

### **4.2.2. Análisis de estabilidad de talud**

A la hora de resolver la inestabilidad de los taludes se tendrá en consideración las ecuaciones del área en estudio. Tomando en primer lugar las de equilibrio límite y las segundas exponen la conducta del área del terreno. Las ecuaciones son en su mayoría complejas cuando los terrenos están en entorno de la napa freática. Sin embargo, el caso en estudio no cuenta con fugas por lo que nuestro sistema de análisis estará en circunstancias de área seca. Estos sistemas trabajan con datos de cohesión y el ángulo de fricción como resistencia del material constante del terreno en estudio, por lo que se verá valido usar el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.

El modelo Mohr-Coulomb es un sistema matemático el cual detalla las reacciones de materiales vulnerables. Este criterio se interpreta por la envolvente lineal de los círculos Mohr los cuales se provocan en la rotura y se detalla como:

$$\tau = c + \tan(\phi) \cdot \sigma$$

Donde:

$\tau$  se considera el esfuerzo cortante

$\sigma$  se considera la tensión de normal

$c$  cohesión

$\phi$  es el ángulo de fricción o de rozamiento interno

#### 4.2.2.1. Método de equilibrio límite

El sistema o método de equilibrio límite tiene como finalidad examinar el equilibrio del cuerpo rígido, conformado por el talud y por el área de deslizamiento de cualquier tamaño o forma, ya sea, línea recta, espiral logarítmica o arco circular. Se medirán las fuerzas de corte ( $\tau$ ) y se comparan con las fuerzas de resistencia al corte disponible ( $S$ ), teniendo como base a la rotura de Mohr-Coulomb, de tal comparativa se obtiene la primera referencia sobre la estabilidad con el coeficiente de seguridad.

$$FS = \frac{\text{Resistencia al corte disponible}}{\text{Equilibrio de esfuerzos de corte}} = \frac{\tau}{S}$$

Podemos encontrar otros métodos de equilibrio límite que estiman el equilibrio global del cuerpo rígido, otro divide el cuerpo en rebanadas o dovelas como son: Spencer, Ordinary, Bishop simplificado, Sarma, Janbu y Price.

En el siguiente subtítulo, se explicará el método aplicable para el estudio del talud de la presente tesis.

#### 4.2.2.2. Método de Spencer

El método Spencer logra satisfacer por completo el equilibrio de momentos y el de esfuerzos. El método de (Spencer E. , 1967) se basa en el supuesto de que las fuerzas que se encuentran entre las rebanadas o dovelas se encuentran paralelas, es decir, que poseen el mismo ángulo de pendiente.

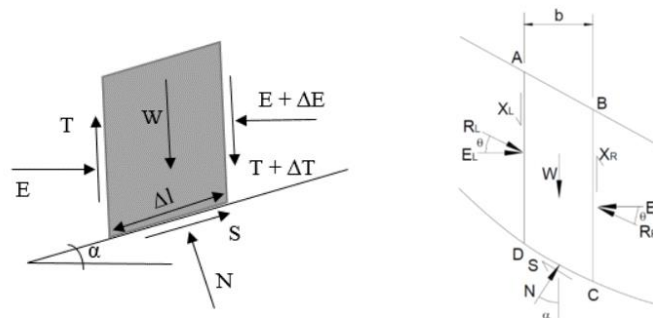
Spencer plantea dos interrogantes, en la primera aplica equilibrio de fuerzas y en el otro equilibrio de momentos, las que se resuelven para calcular los (FS) y los ángulos de pendiente de las dovelas. El método de Spencer es considerado muy puntual y eficaz para la gran mayoría de los

taludes y perfiles, considerándose el más integro y simple para el cálculo del (FS).

En los siguientes gráficos se muestra una rebanada o dovelas con fuerzas actuantes.

**Figura 42**

*Teoría de Spencer*



*Nota.* Recuperado de ICE Virtual Library.

- Sumatoria de fuerzas con relación a la vertical

$$T - (T + \Delta T) - W + N \cos \alpha + S \sin \alpha - R_L \cdot \sin \theta + R_R \cdot \sin \theta = 0$$

$$S \sin \alpha - R_L \cdot \sin \theta + R_R \cdot \sin \theta = W + \Delta T \quad \text{Ec. (1)}$$

- Despejando el valor de N (fuerza de contacto)

$$N = (W + \Delta T - S \sin \alpha + R_L \cdot \sin \theta - R_R \cdot \sin \theta) \cdot (\cos \alpha) - 1 \quad \text{Ec. (2)}$$

- Reemplazamos la relación del FS en la ecuación de Coulomb.

$$T = C + \sigma \tan \phi$$

$$T = C + (\sigma - u) \tan \phi$$

$$FS \cdot S = C \cdot \Delta l + (N - u \Delta l) \tan \phi \quad \text{Ec. (3)}$$

- Reemplazamos el valor N de la Ec. 2 en la Ec.3,

$$FS \cdot S = C \cdot \Delta l + ((W + \Delta T - S \sin \alpha + R_L \cdot \sin \theta - R_R \cdot \sin \theta) \cdot (\cos \alpha) - 1 - u \Delta l) \tan \phi$$

$$FS \cdot S = C \cdot \Delta l + \left( \frac{W}{\cos \alpha} \right) \tan \phi + \left( \frac{\Delta T}{\cos \alpha} \right) + \tan \alpha \cdot \tan \phi \cdot (-S + R_L - R_R) - (u \Delta l) \tan \phi \quad \text{Ec. (4)}$$

- De los gráficos, se puede obtener el valor de  $\Delta l$ ,

$$\Delta l = \left( \frac{b}{\cos \alpha} \right) \quad \text{Ec. (5)}$$

- Reemplazamos el valor de  $\Delta l$  en la Ec. 4 para determinar el factor de seguridad.

$$FS = \frac{\left(\frac{cb}{\cos \alpha}\right) + \left(\frac{w}{\cos \alpha}\right) \tan \varphi + \left(\frac{Xr-Xl}{\cos \alpha}\right) + \tan \alpha \cdot \tan \varphi (-S+RL-RR) - \left(\frac{u.b}{\cos \alpha}\right) \tan \varphi}{S}$$

Una vez obtenido el (FS) el software se encargará de evaluar de manera interna los posibles factores de seguridad (FS) que cumplan con las referencias establecidas en las NTP CE.020, E.050 y la E.030 para considerar un talud estable.

- Si el FS es menor ( $FS < 1$ ), se considera inestable o que pueda colapsar.
- Si el FS es mayor ( $FS > 1$ ), se considera estable pero no en su totalidad

En la presente tesis para lograr el factor de seguridad óptimo se utilizará el software Slide V6.0 donde se ha desarrollado el método Spencer.

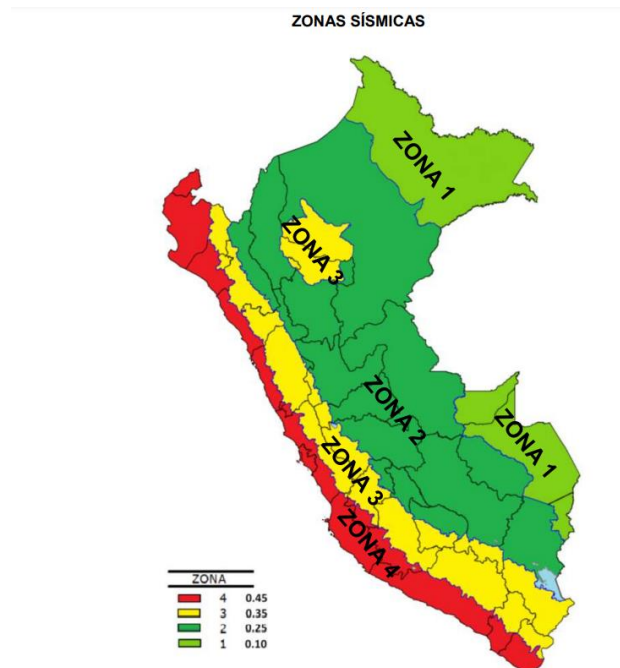
#### **4.2.3. Riesgo sísmico**

El Perú se localiza en una zona altamente sísmica. Los movimientos sísmicos a lo largo de la costa peruana son causados generalmente por convergencia de las placas de Nazca hacia las Placas de América del Sur. Por esta razón, el área en estudio es parte de una zona activa la cual posee deslizamientos periódicos. Por tal motivo se hará uso de las siguientes normas: La (CE.020, 2016) (Suelos y taludes) indicando que el factor mínimo requerido para fallas estáticas deberá ser mayor o igual a 1.5 y para fallas pseudo estáticas (sísmicas) mayor o igual a 1.25. En el caso de que no se llegue a los factores de seguridad requeridas el ingeniero o especialista a cargo deberá de optar por proponer otro método o la unión de métodos para que logre que se logre un factor de seguridad adecuada. La norma (E.050, 2016) (Suelos y Cimentaciones) De la misma manera indica que el (FS) mínimo del talud, en condiciones estáticas deberá de ser 1.5 y en condiciones sísmicas 1.25. La norma (E.030, 2016) (Diseño Sismo resistente) Indica que el (FS) deberá de ser mayor o igual que 1.2. El factor de aceleración asignado se indica en la figura 39 tomando como aceleración máxima horizontal en suelo rígido con un 10% de ser excedida en 50 años,

por lo que, el factor Z es de 0.45g y el análisis sísmico del talud será utilizando 2/3 de la aceleración estimada por la norma, dando un factor pseudo estático de 0.3 g.

### Figura 43

*Zonas Sísmicas.*



*Nota.* Zonas sísmicas indicando el Factor “Z”. Fuente: (E.030, 2016).

### 4.3. Malla para emplear

#### 4.3.1. Malla MACMAT HS

La malla MacMat HS es la nueva generación de geomantas de alta resistencia, que combina un geocompuesto tejido a partir de alambre de acero y cables, aparte de estar revestidas con una capa de PVC. Estas también cuentan con una doble torsión hexagonal que le proporciona una alta resistencia, alta rigidez mecánica y gran transferencia de cargas. Utilizándose para revestir los taludes con diferentes variaciones de rocas o suelos que necesiten gran resistencia a la tracción de la malla reforzada (Maccaferri, 2019).

La malla MacMat Hs se encuentra disponible en cuatro variantes como son: 30 cm, 50 cm, 100 cm y 200 cm. En las cuatro opciones los cables de acero son de 8 mm en todo lo largo del rollo o se encuentran espaciados cada 30, 50 y 100 cm respectivamente.

#### Figura 44

*Malla MACMAT HS.*



*Nota.* Malla MacMat HS compuesta por geomanta, cable de acero y malla hexagonal de doble torsión. Fuente: Elaboración Propia (2023).

##### 4.3.1.1. Ejecución

- **Primera etapa:** Limpieza de la cresta, esta superficie debe estar preparada para el correcto anclaje de estas mallas, para esta limpieza se usa el método de rapel donde se usará palas y rastrillos con el fin de remover bloques sueltos, tierra suelta y vegetación excesiva. En algunos casos se necesitará la ayuda de maquinaria.
- **Segunda etapa:** La perforación que se realizará en la cresta del talud debe estar completamente calificada, siempre deberá estar usando equipo adecuado para alcanzar el diámetro y profundidad exigidas por el proyecto. La perforación que se

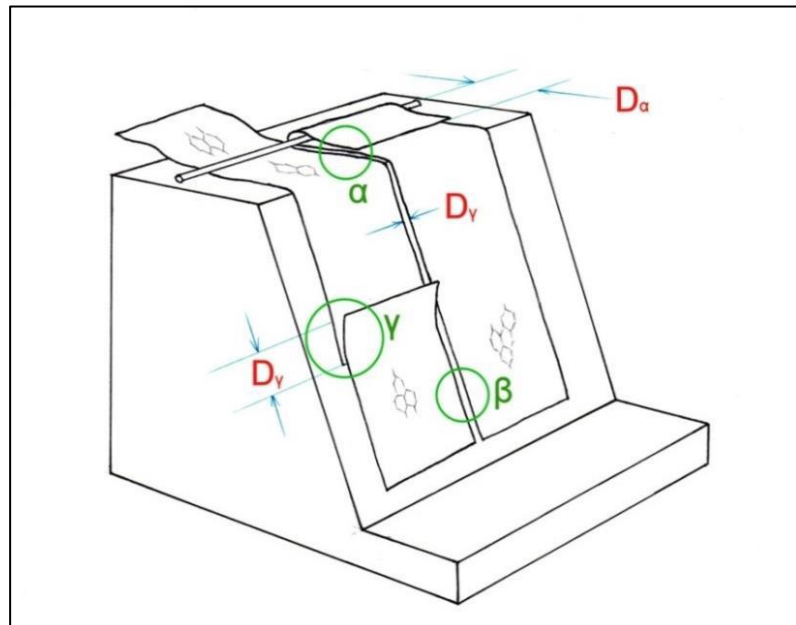


realiza puede ser manual o bien puede ser mecanizada con el patín perforador.

- **Tercera etapa:** Al momento de instalar la malla se utilizará el método de arriba para abajo, ya que solo se tendrá que movilizar la malla a la parte superior del talud y se tendrá que soltar haciéndole su correcto seguimiento para que quede en la posición correcta. Previo a esto se tendrá que instalar el cable en toda la longitud que se desenrollará la malla para facilitar la instalación y aumentar la seguridad.
- **Cuarta etapa:** Al finalizar el desenrollado de las mallas se tendrán que realizar ciertos ajustes como, exceso de malla o algunos alineamientos necesarios. Para las conexiones se tienen tres tipos: las conexiones Alpha, las conexiones Beta y las conexiones Gamma.

**Figura 45**

*Tipos de conexiones.*



*Nota.* Se muestra los puntos exactos en donde se hace uso cada tipo de conexión. Fuente: (Maccaferri, 2013).

- **Las conexiones Alpha:** Son conexiones que se dan en la cresta del talud y su función es la de unir los cables.

### Figura 46

*Conexión beta parte I.*

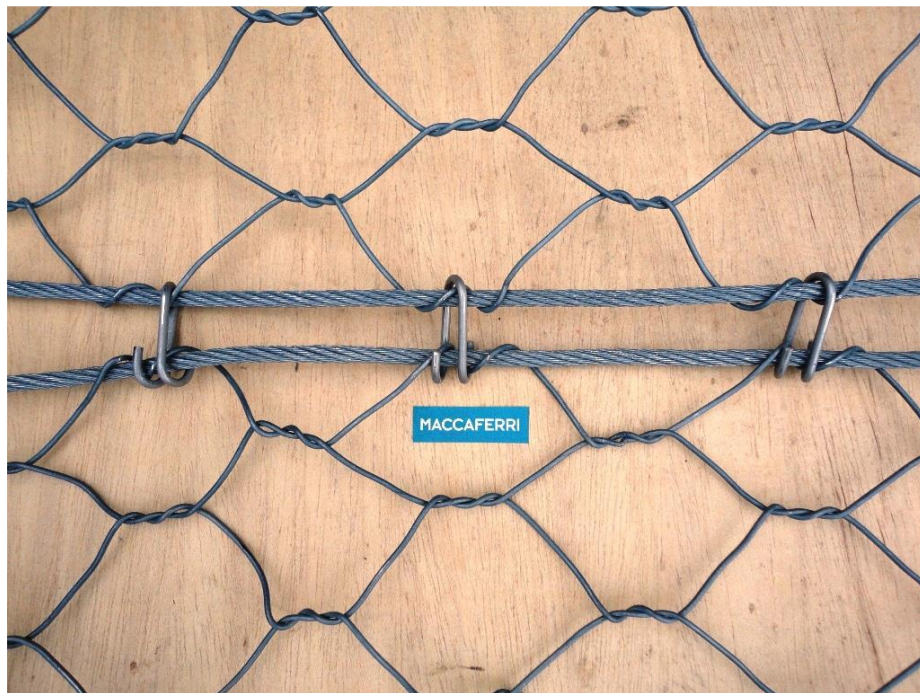


*Nota.* Se puede observar la sobre posición necesaria para formar la ligación, mínimo unos 20 a 22cm. Fuente: (Maccaferri, 2013)

- **Las conexiones Beta:** Estas conexiones son las que van en la parte lateral de las mallas y se usa el accesorio HR-Link para conectar los cables de acero laterales de los rollos de malla.

## Figura 47

*Conexión beta parte II.*



*Nota.* Está conformado el accesorio HR-Link para unir las mallas laterales

Fuente: (Maccaferri, 2013).

- **Las conexiones Gamma:** Son conexiones que se asemejan a la conexión Alpha, con el único detalle que estas van sobre posicionadas longitudinalmente en la parte del medio de la malla.

**Figura 48**

*Conexión beta parte III.*



*Nota.* Se puede observar la sobre posición longitudinal necesaria para formar la ligación, mínimo unos 30 a 33cm. Fuente: (Maccaferri, 2013).

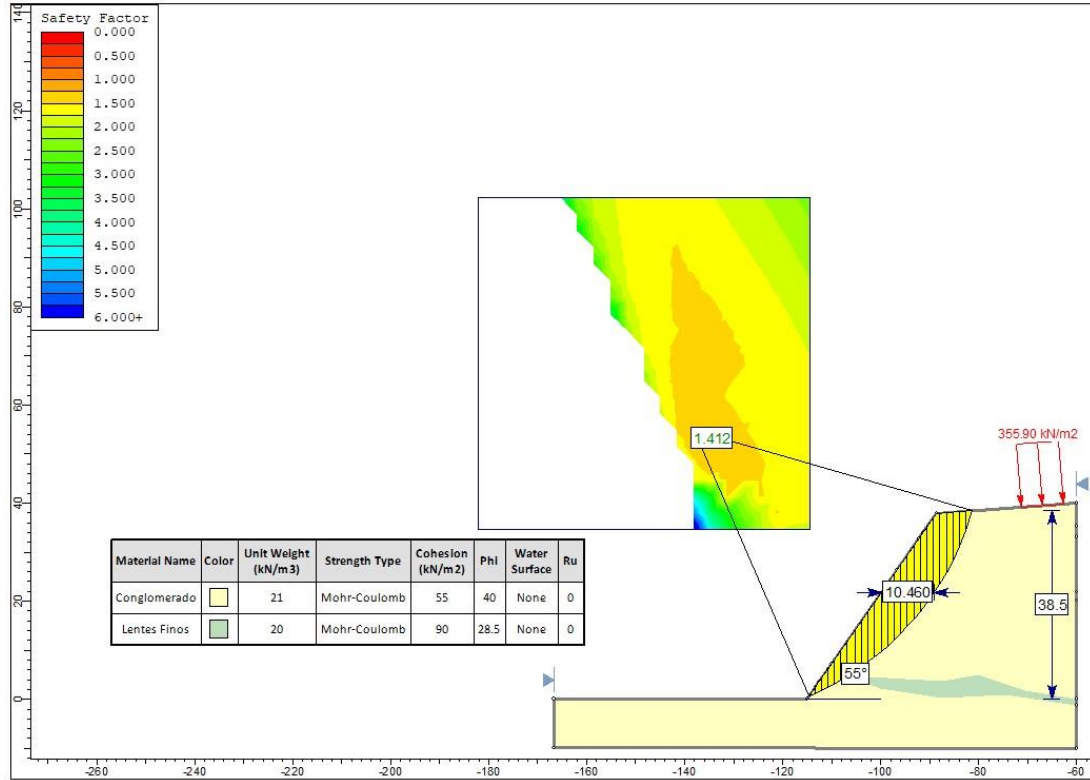
#### **4.4. Análisis de talud en condiciones estáticas**

Para poder obtener las condiciones del talud de la Costa Verde en el tramo de la playa los Yuyos distrito de Barranco, escogimos tres (3) secciones críticas más representativas del acantilado para ser analizadas en el software Slide 6.0 y conseguir los resultados de la estabilidad actual. Las secciones estratigráficas fueron escogidas por presentar edificaciones de gran magnitud al borde del acantilado, todas las secciones la pueden ver en la figura 35. Seguidamente se mostrarán los resultados obtenidos del software Slide 6.0 modelados y antes de implementar los pernos de anclajes pasivos.

#### 4.4.1. Sección estratigráfica N°1

Figura 49

Sección crítica en condiciones estáticas naturales.

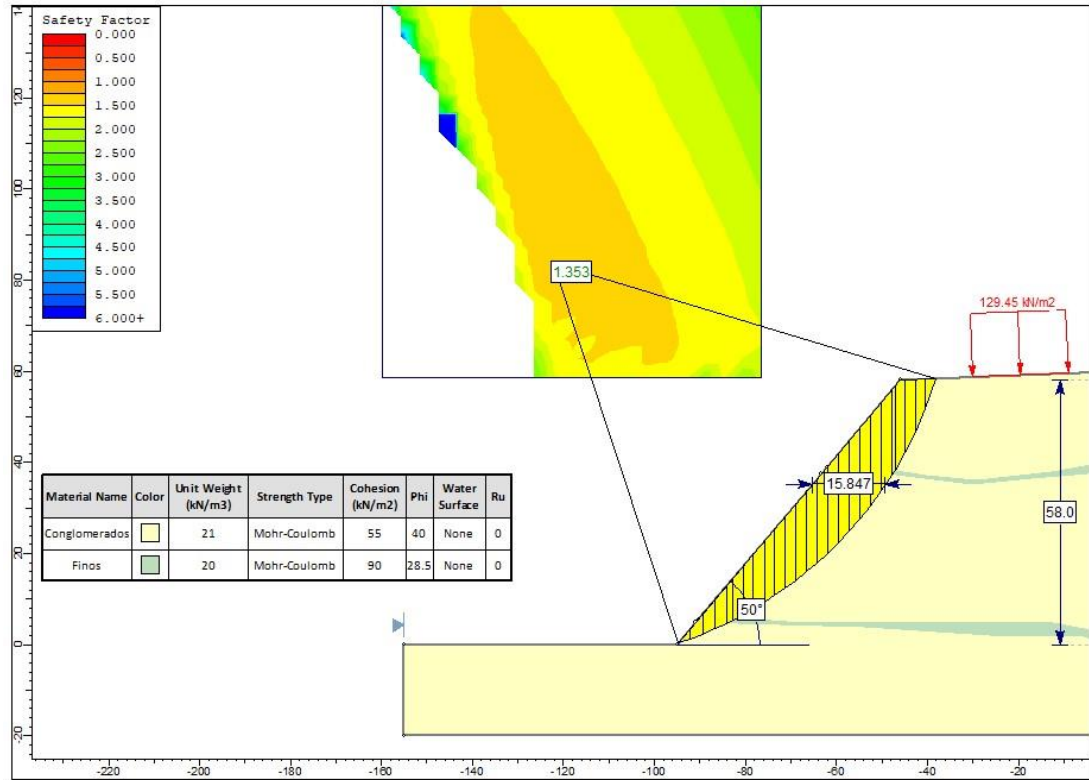


Nota. Se puede observar que el FS de 1.412 esta debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia

#### 4.4.2. Sección estratigráfica N°2

Figura 50

Sección crítica en condiciones estáticas.

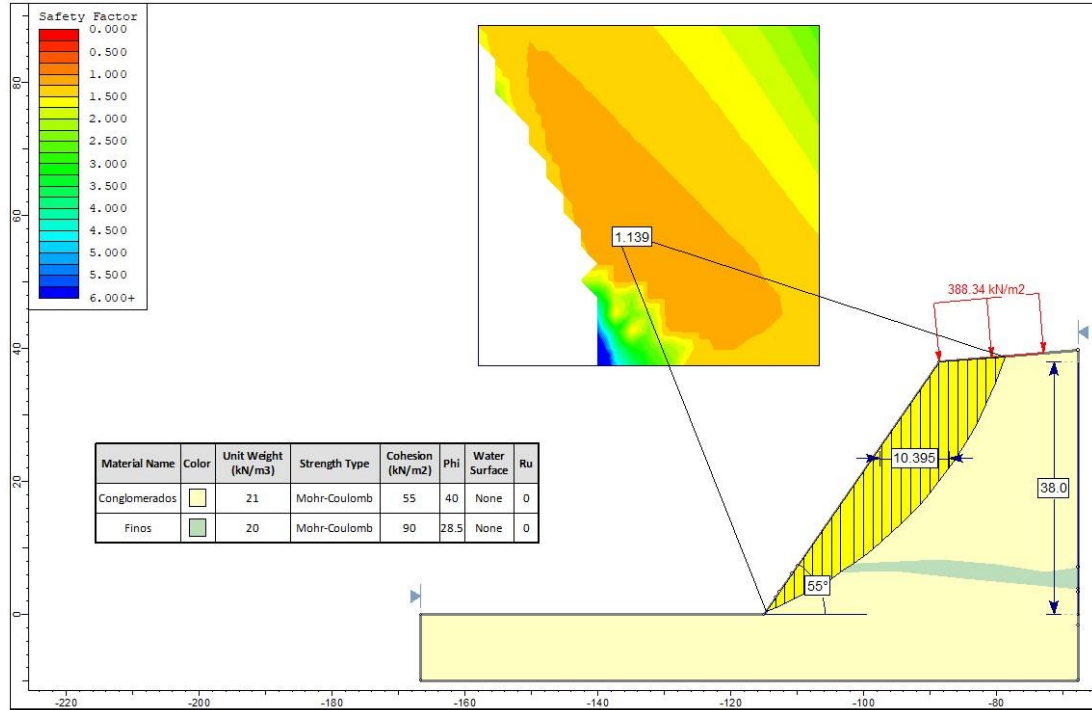


Nota. Se puede observar el FS de 1.353 esta debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia

### 4.4.3. Sección estratigráfica N°3

Figura 51

Sección crítica en condiciones estáticas.



Nota. Se puede observar el FS de 1.139 estando debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia.

En las tres secciones se puede observar que la falla está presente en todo el talud y con un FS por debajo del permitido que es 1.5, esto nos indica que las secciones en estudio no son estables en su totalidad en condiciones naturales. Por lo que, se requiere la implementación de los pernos de anclaje pasivos. Adicional a ello como se ha hecho mención en capítulos anterior, se implementará la malla de alta resistencia, otorgando una seguridad superficial que busca reducir pequeños deslizamientos y conservar la belleza que posea la Costa Verde. La Figura 48 muestra los resultados obtenidos.

## Figura 52

*Resultados en condiciones estáticas.*

| Secciones | Factor de Seguridad (FS) |
|-----------|--------------------------|
|           | Estático                 |
| N1        | 1.412                    |
| N2        | 1.353                    |
| N3        | 1.139                    |

### 4.5. Análisis de talud en condiciones pseudo estáticas

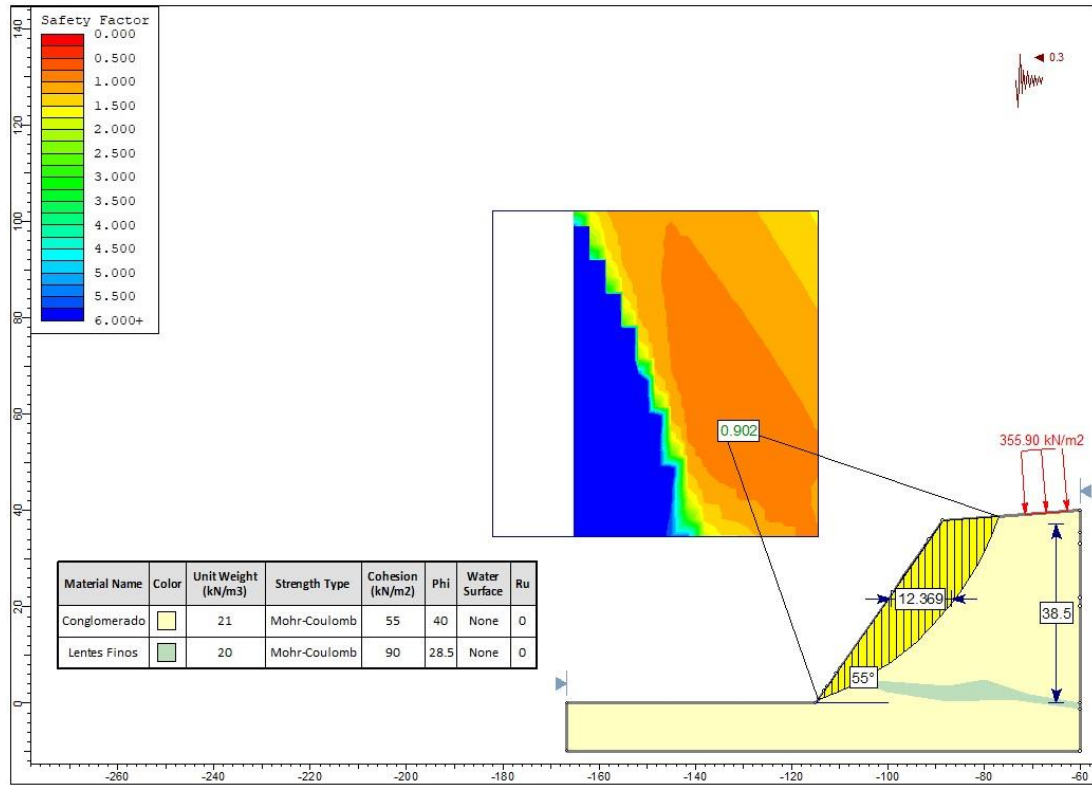
Según mostrado en el punto anterior 4.4. el talud de la Costa Verde en el tramo playa los yuyos distrito de Barranco no es estable en su totalidad por lo que se propone la implementación de pernos de anclajes pasivos. A lo largo de los años los taludes de la costa verde se han mantenido en pie para condiciones estáticas, por tal motivo, se simulo con el software Slide 6.0 que sucedería en el caso la zona de estudio se vea afectada por un sismo con factor de aceleración de 0.3g. Obteniendo los siguientes resultados adquiridos en presencia de un sismo.



### 4.5.1. Sección estratigráfica N°1

**Figura 53**

*Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.*

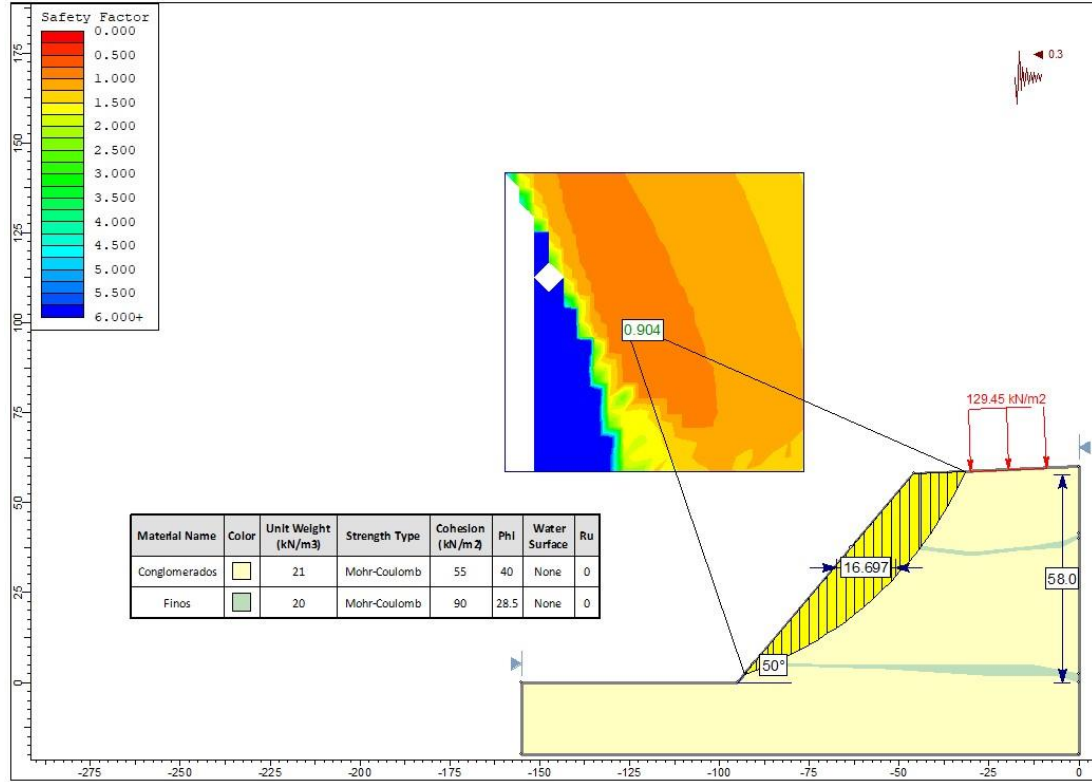


*Nota.* Se puede observar el FS de 0.902 estando debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia.

### 4.5.2. Sección estratigráfica N°2

**Figura 54**

*Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.*

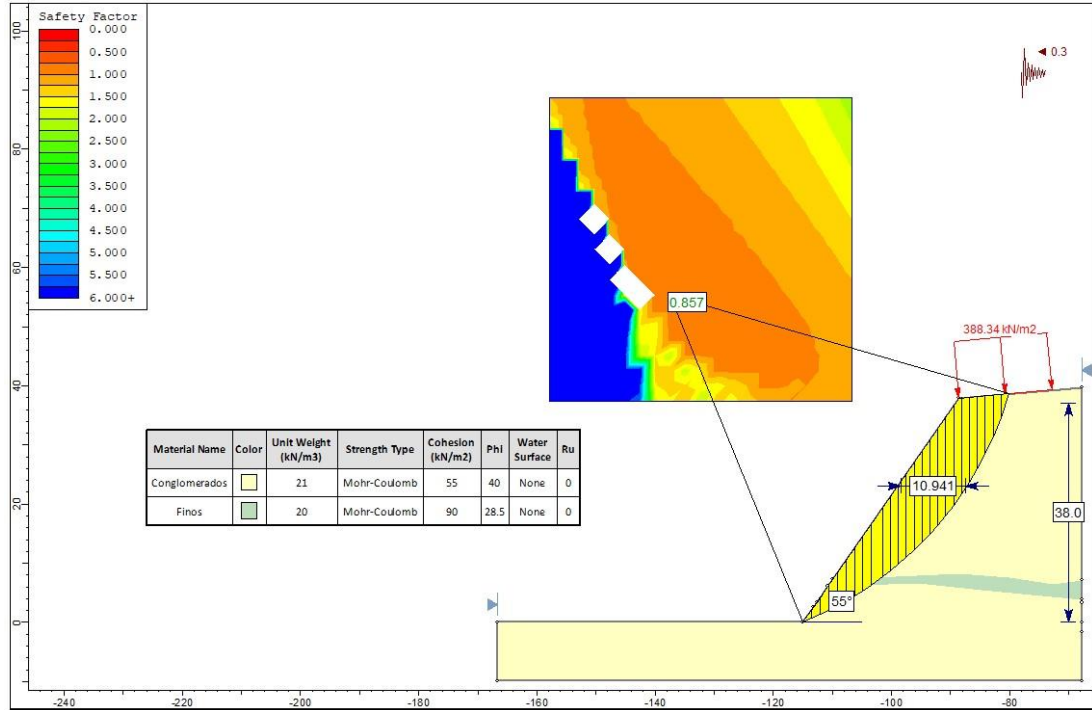


*Nota.* Se puede observar el FS de 0.904 estando debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia.

### 4.5.3. Sección estratigráfica N°3

**Figura 55**

*Sección crítica en condiciones pseudo estáticas.*



*Nota.* Se puede observar el FS de 0.857 estando debajo de lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en las figuras, en las tres divisiones la estabilidad se ve afectada tanto para el estado estático y pseudo estáticas. Las tres secciones están por debajo de lo que está aceptado por la norma E.050 para que sea un talud estable. La figura 52 muestra los resultados obtenidos en condiciones pseudo-estáticas.

**Figura 56**

*Resultados para condiciones pseudo estáticas.*

| Secciones | Factor de Seguridad (FS) |         |
|-----------|--------------------------|---------|
|           | Estático                 | Sísmico |
| N1        | 1.412                    | 0.902   |
| N2        | 1.353                    | 0.904   |
| N3        | 1.139                    | 0.857   |

Como se explicó anteriormente, La presente tesis busca remediar los desprendimientos de tierra y piedras mediante el método de pernos de anclajes pasivos para estabilización interna y malla de alta resistencia para estabilización superficial.

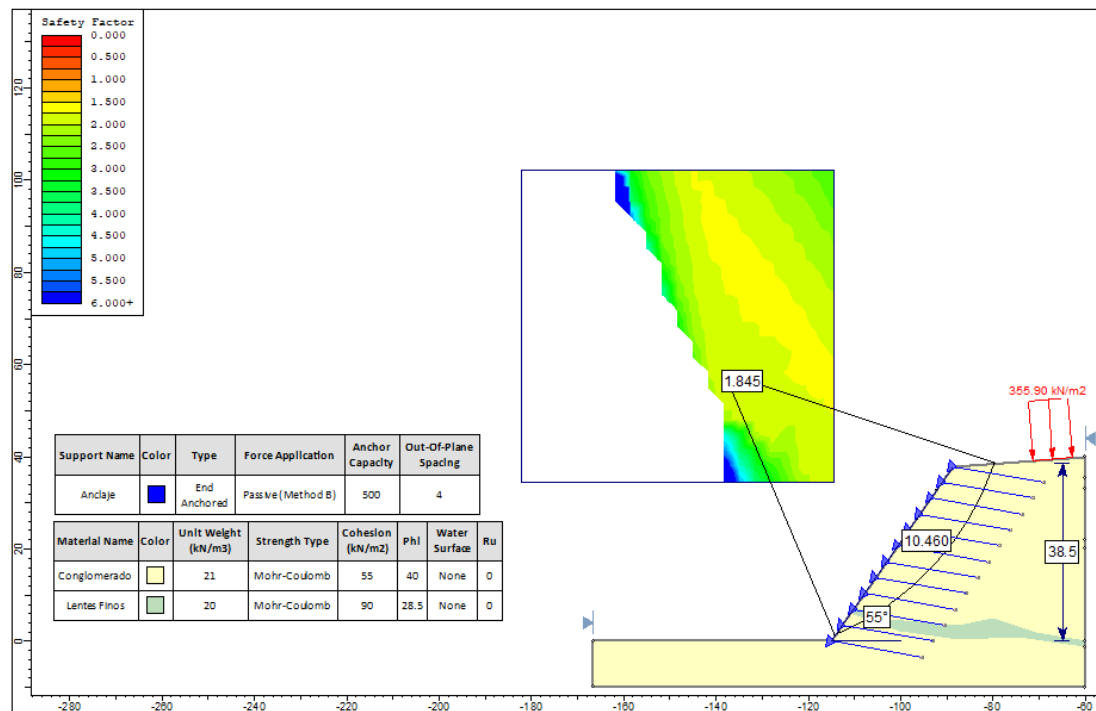
Para lograr aumentar el (FS) cuando el talud se vea afectado por un sismo será la implementación de pernos pasivos, para lograr ello se tendrá que realizar una perforación que permita pasar la falla y poder estabilizarlo. Para casos superficiales se implementará la malla de alta resistencia que permitirá contener pequeños deslizamientos o desprendimientos de tierra y piedra.

#### 4.6. Análisis de talud en condiciones estáticas con pernos de anclajes pasivos

##### 4.6.1. Sección estratigráfica N°1

Figura 57

Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje.

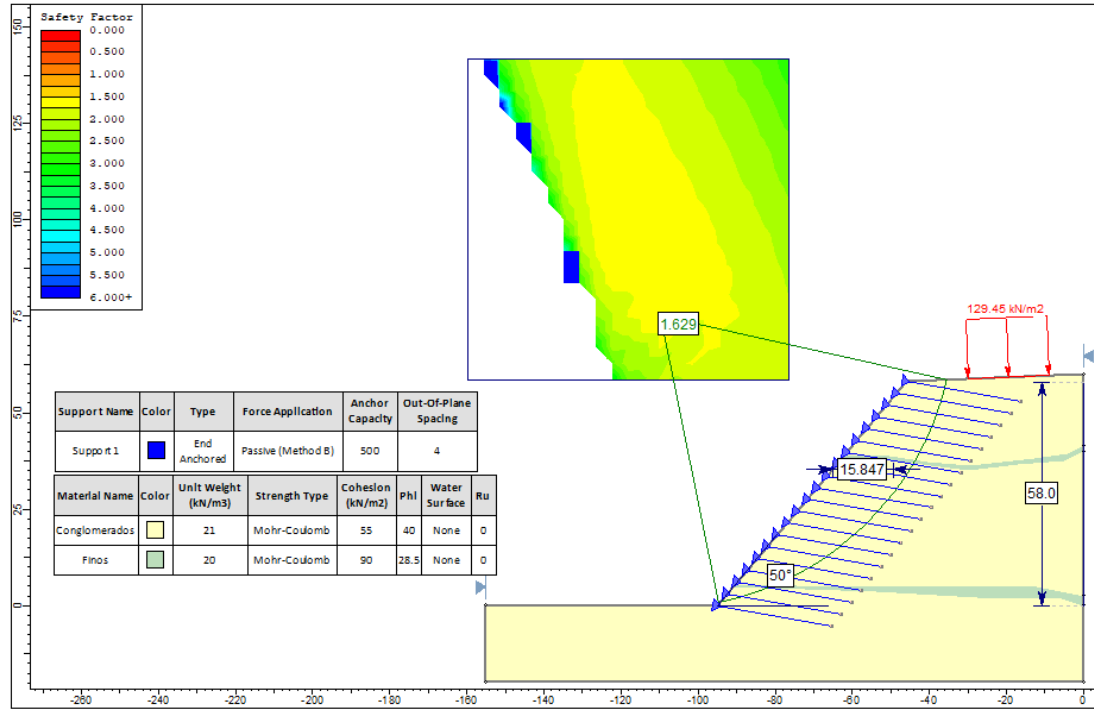


Nota. Se puede observar el FS aumento a 1.845 estando por encima de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia.

### 4.6.2. Sección estratigráfica N°2

**Figura 58**

*Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje pasivos.*

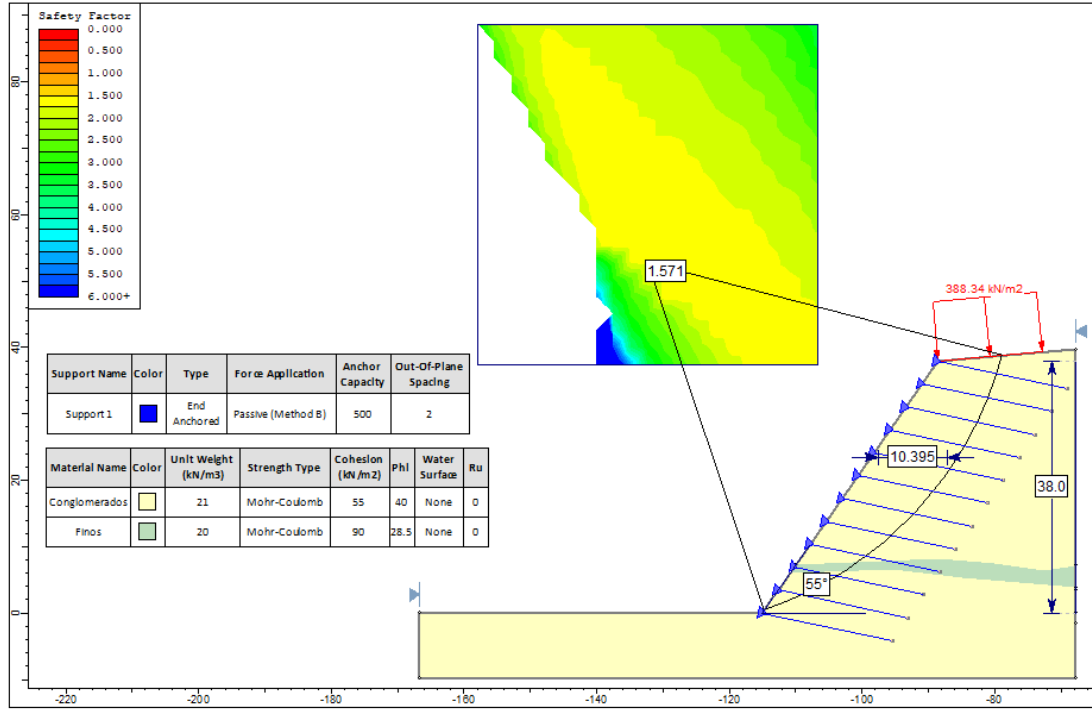


*Nota.* Se puede observar el FS aumento a 1.629 estando por encima de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia.

### 4.6.3. Sección estratigráfica N°3

**Figura 59**

*Sección crítica en condiciones estáticas con pernos de anclaje pasivos.*



*Nota.* Se puede observar el FS aumento a 1.571 estando por encima de lo requerido FS mayor o igual a 1.5. Fuente: Propia

**Figura 60**

*Resultados en condiciones estáticas con pernos de anclajes pasivos.*

| Secciones | Factor de Seguridad (FS) |
|-----------|--------------------------|
|           | Estático                 |
| N1        | 1.845                    |
| N2        | 1.629                    |
| N3        | 1.571                    |

Como se puede observar en la Figura 55, los taludes con el diseño propuesto en condiciones estáticas resultaron ser mayores o iguales al FS 1.5, cumpliendo con las NTP (CE.020, E.050 y la E.030). En general, los resultados indican que los taludes en estudio son estables en condiciones

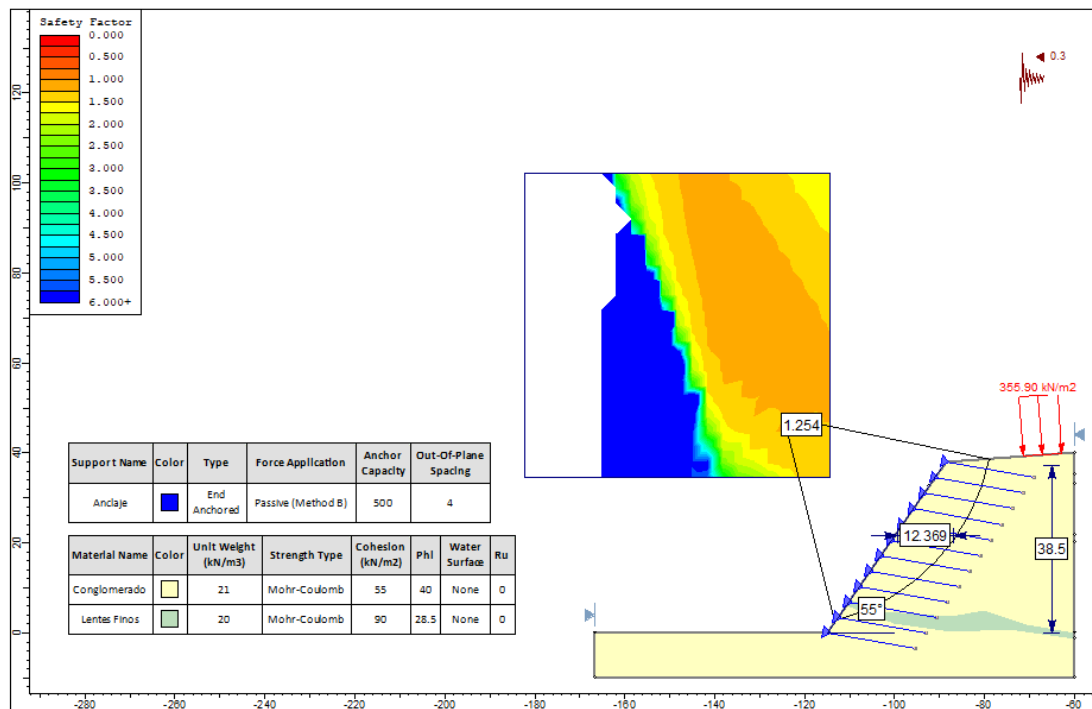
estáticas. Lo cual significa que la propuesta de pernos de anclajes pasivos es conveniente, Sin embargo, esto no da solución a la erosión, por lo que se plantea colocar la malla de alta resistencia para evitar posibles pequeños deslizamientos o desprendimientos del talud, con la finalidad de sembrar Grass y mejorar las condiciones paisajistas del acantilado de la Costa Verde.

#### 4.7. Análisis de talud en condiciones pseudo estático con pernos de anclajes pasivos

##### 4.7.1. Sección estratigráfica N°1

Figura 61

Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos.

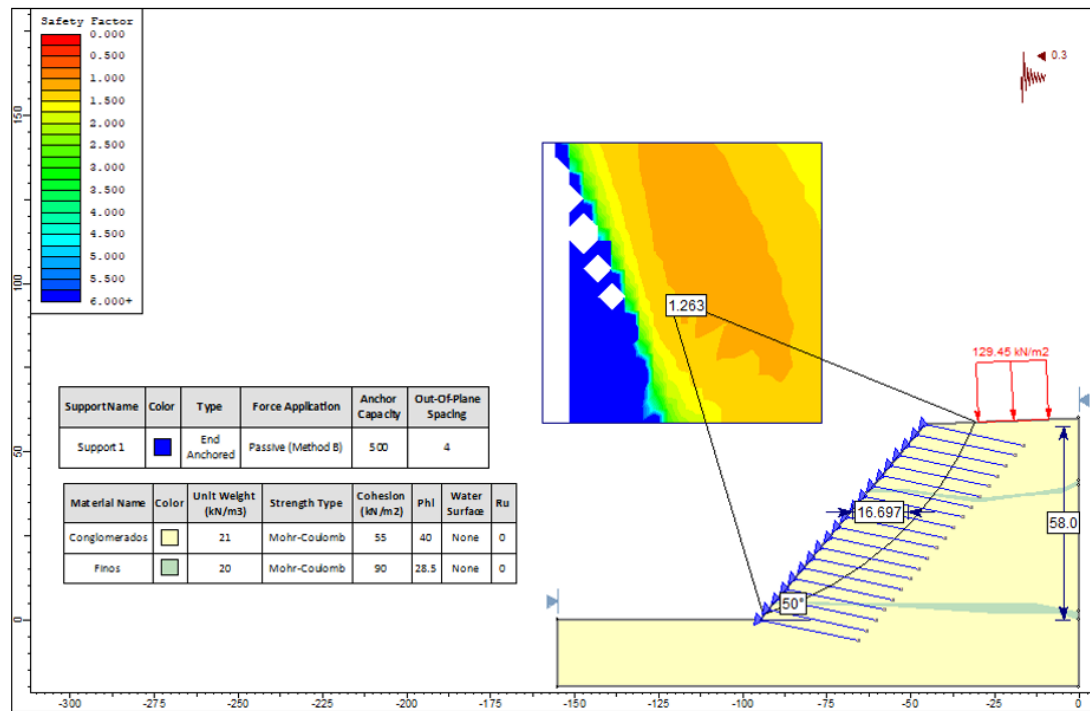


Nota. Se puede observar el FS de 1.254 estando por encima de lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia

### 4.7.2. Sección estratigráfica N°2

Figura 62

Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos.



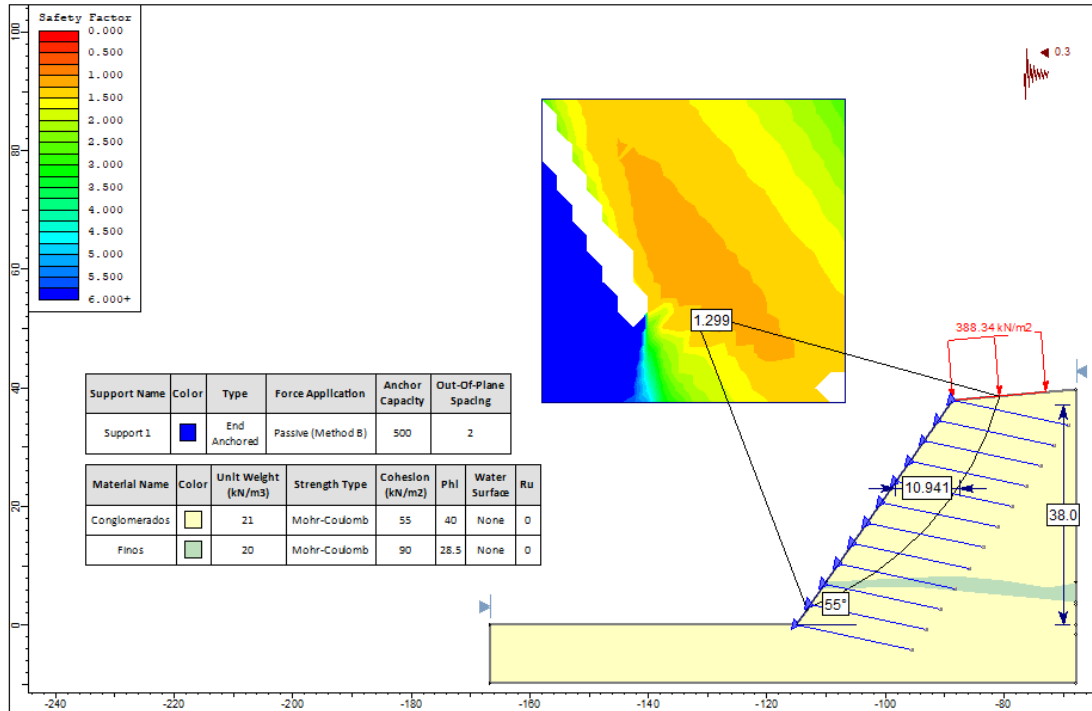
Nota. Se puede observar el FS de 1.263 estando cerca a lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia



### 4.7.3. Sección estratigráfica N°3

**Figura 63**

*Sección crítica en condiciones pseudo estáticas con pernos de anclaje pasivos.*



*Nota.* Se puede observar el FS de 1.299 estando por encima de lo requerido FS mayor o igual a 1.25. Fuente: Propia

**Figura 64**

*Resultados para condiciones pseudo estático con pernos de anclaje pasivos.*

| Secciones | Factor de Seguridad (FS) |         |
|-----------|--------------------------|---------|
|           | Estático                 | Sísmico |
| N1        | 1.845                    | 1.254   |
| N2        | 1.629                    | 1.263   |
| N3        | 1.571                    | 1.299   |

Como se aprecia en la figura 64, la simulación de los taludes con el diseño propuesto ha podido dar resultados cercanos o igual al factor de seguridad (FS) 1.25.

#### **4.8. Presupuesto referencial del Proyecto**

En la figura 61 se muestra el costo probable que conllevará la ejecución de los pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia.

Presupuesto: “Propuesta de solución para la estabilización de los taludes de la Costa Verde en el distrito de Barranco”.

Subpresupuesto: Instalación de pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia.

Cliente: Universidad San Martín de Porres, Costo al 15/10/2023.

Lugar: Lima – Lima - Barranco.

**Figura 65**

*Resumen del presupuesto*

| ITEM       | DESCRIPCION   | UND | METRADO   | P.UNITARIO (S/.) | P.PARCIAL (S/.)         | P.PARCIAL DOLARES (\$) |
|------------|---|-----|-----------|------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>1</b>   | <b>INSTALACION DE MALLA DE ALTA RESISTENCIA</b>                               |     |           |                  | <b>S/ 2,217,998.57</b>  | <b>\$583,683.83</b>    |
| <b>1.1</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>   |     |           |                  | <b>S/ 92,647.34</b>     | <b>\$24,380.88</b>     |
| 1.1.1      | TRASLADO DE MALLA AL TALUD  | m2  | 22,500.00 | 4.12             | S/ 92,647.34            | \$24,380.88            |
| <b>1.2</b> | <b>ANCLAJES PARA TENSORES</b>   |     |           |                  | <b>S/ 204,188.67</b>    | <b>\$53,733.86</b>     |
| 1.2.1      | SUMINISTRO E INSTALACION PARA PERNOS HELICOIDALES D=25mm                      | und | 360.00    | 391.66           | S/ 140,997.15           | \$37,104.51            |
| 1.2.2      | COLOCACION E INYECCION DE PERNOS HELICOIDALES D=25mm                          | und | 360.00    | 175.53           | S/ 63,191.52            | \$16,629.35            |
| <b>1.3</b> | <b>INSTALACION DE MALLA DE ALTA RESISTENCIA</b>                               |     |           |                  | <b>S/ 1,752,064.54</b>  | <b>\$461,069.62</b>    |
| 1.3.1      | SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA MACMAT HS                                   | m2  | 22,500.00 | 77.87            | S/ 1,752,064.54         | \$461,069.62           |
| <b>1.4</b> | <b>TENSADO DE CABLE DE ALTA RESISTENCIA</b>                                   |     |           |                  | <b>S/ 25,413.02</b>     | <b>\$6,687.64</b>      |
| 1.4.1      | INSTALACION DE CABLE DE 1/2   | ml  | 1,024.00  | 24.82            | S/ 25,413.02            | \$6,687.64             |
| <b>1.5</b> | <b>ACABADOS</b>   |     |           |                  | <b>S/ 143,685.00</b>    | <b>\$37,811.84</b>     |
| 1.5.1      | ACABADOS EN TODA LA MALLA DE ALTA RESISTENCIA (COLOCACION DE GRAPAS Y COSIDO) | m2  | 22,500.00 | 6.39             | S/ 143,685.00           | \$37,811.84            |
| <b>2</b>   | <b>INSTALACION DE PERNOS AUTOPERFORANTES</b>                                  |     |           |                  | <b>S/ 18,847,011.68</b> | <b>\$4,959,739.92</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>OBRAS PRELIMINARES</b>   |     |           |                  | <b>S/ 59,791.90</b>     | <b>\$15,734.71</b>     |
| 2.1.1      | MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (HUACHIPA)           | glb | 1.00      | 38,988.70        | S/ 38,988.70            | \$10,260.18            |
| 2.1.2      | ACARREO DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS AL TALUD                        | glb | 1.00      | 20,803.20        | S/ 20,803.20            | \$5,474.53             |
| <b>2.2</b> | <b>LINEA DE VIDA</b>  |     |           |                  | <b>S/ 31,307.38</b>     | <b>\$8,238.79</b>      |
| 2.2.1      | PERFORACION CON MARTILLO NEUMATICO MANUAL RH 650, L= 1.30 ML                  | und | 167.00    | 54.62            | S/ 9,121.01             | \$2,400.26             |
| 2.2.2      | INYECCION PARA PERFORACION DE LINEA DE VIDA; L=1.30 ML                        | und | 167.00    | 40.21            | S/ 6,715.28             | \$1,767.18             |
| 2.2.3      | INSTALACION DE CABLE DE 1/2   | ml  | 500.00    | 30.94            | S/ 15,471.10            | \$4,071.34             |
| <b>2.3</b> | <b>PERFORACION CON PATIN PERFORADOR</b>                                       |     |           |                  | <b>S/ 18,755,912.40</b> | <b>\$4,935,766.42</b>  |
| 2.3.1      | PERFORACION PARA PERNOS AUTOPERFORANTE R32                                    | ml  | 84,850.00 | 144.87           | S/ 12,292,219.50        | \$3,234,794.61         |
| 2.3.2      | INYECCION DE PERNOS AUTOPERFORANTE DE D=32mm (Inc. Tres fases de Inyección)   | ml  | 84,850.00 | 72.03            | S/ 6,111,745.50         | \$1,608,354.08         |
| 2.3.3      | COLOCACION DE PLANCHAS Y TUERCAS DE FIJACION R32 (Inc. torque )               | und | 3,637.00  | 96.77            | S/ 351,947.40           | \$92,617.74            |
| <b>3</b>   | <b>INSTALACION DE PERNOS HELICOIDALES PARA ADHERENCIA DE LA MALLA</b>         |     |           |                  | <b>S/ 1,387,063.37</b>  | <b>\$365,016.68</b>    |
| <b>3.1</b> | <b>PERFORACION CON MARTILLO NEUMÁTICO</b>                                     |     |           |                  | <b>S/ 1,387,063.37</b>  | <b>\$365,016.68</b>    |
| 3.1.1      | PERFORACION PARA PERNOS HELICOIDALES D=19, L=2m                               | ml  | 5,673.00  | 129.23           | S/ 733,121.79           | \$192,926.79           |
| 3.1.2      | INYECCION DE PERNOS HELICOIDALES L=2m   | ml  | 5,673.00  | 72.03            | S/ 408,626.19           | \$107,533.21           |
| 3.1.3      | COLOCACION DE PLANCHAS Y TUERCAS DE FIJACION D=19                             | und | 2,837.00  | 86.47            | S/ 245,315.39           | \$64,556.68            |
|            | <b>COSTO DIRECTO</b>  |     |           |                  | <b>S/ 22,452,073.62</b> | <b>\$5,908,440.43</b>  |
|            | <b>GASTOS GENERALES (12%)</b>   |     |           |                  | <b>S/ 2,694,248.83</b>  | <b>\$709,012.85</b>    |
|            | <b>UTILIDAD (10%)</b>   |     |           |                  | <b>S/ 2,245,207.36</b>  | <b>\$590,844.04</b>    |
|            | <b>SUB-TOTSL</b>  |     |           |                  | <b>S/ 27,391,529.82</b> | <b>\$7,208,297.32</b>  |
|            | <b>IGV (18%)</b>  |     |           |                  | <b>S/ 4,930,475.37</b>  | <b>\$1,297,493.52</b>  |
|            | <b>TOTAL</b>  |     |           |                  | <b>S/ 32,322,005.19</b> | <b>\$8,505,790.84</b>  |

Nota. Se puede observar que el costo es de S/. 32,322,005.19 (Treinta y dos millones trescientos veintidós mil cinco con 19/100 soles). Fuente: Propia.

**Figura 66**

*Desagregado de gastos generales parte I*

| GASTOS GENERALES    |  |     |      |            |       |               |                  |
|---------------------|--|-----|------|------------|-------|---------------|------------------|
| <b>PROYECTO:</b>    | SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE PASIVOS Y MALLAS DE ALTA RESISTENCIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES DE LA COSTA VERDE - TRAMO PLAYA LOS YUYOS, DISTRITO DE BARRANCO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA |     |      |            |       |               |                  |
| <b>CONTRATISTA:</b> | INMOBILIARIA & CONSTRUCTORA GLAI S.A.C.  |     |      |            |       |               |                  |
| <b>MONEDA:</b>      | SOLES  |     |      |            |       | <b>MESES</b>  | <b>6.00</b>      |
| EDT                 | DESCRIPCIÓN  | UM  | CANT | INCIDENCIA | MESES | PU            | PARCIAL          |
| 01                  | COSTOS INDIRECTOS FIJOS  |     |      |            |       |               | S/. 32.100.00    |
| 01.01               | Alquiler de oficina  | mes | 1.00 |            | 5.50  | S/. 1.500.00  | S/. 8.250.00     |
| 01.02               | Alquiler de almacen  | mes | 1.00 |            | 5.50  | S/. 1.500.00  | S/. 8.250.00     |
| 01.03               | Alquiler de baños disal - Incluye mantenimiento  | mes | 4.00 |            | 6.00  | S/. 650.00    | S/. 15.600.00    |
| 02                  | COSTOS INDIRECTOS VARIABLES  |     |      |            |       |               | S/. 1.255.200.00 |
| 02.01               | DIRECCIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA   |     |      |            |       |               |                  |
| 02.02               | Gerente de Obra  | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 18.000.00 | S/. 108.000.00   |
| 02.03               | Ing. Residente de Obra   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 15.000.00 | S/. 180.000.00   |
| 02.04               | Ing. De produccion   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 8.000.00  | S/. 96.000.00    |
| 02.05               | Asistente de Produccion  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 5.000.00  | S/. 60.000.00    |
| 02.06               | Ing. SSOMA   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 8.000.00  | S/. 96.000.00    |
| 02.07               | asistente SSOMA  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 5.000.00  | S/. 60.000.00    |
| 02.08               | Jefe de oficina tecnica  | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 8.500.00  | S/. 51.000.00    |
| 02.09               | Jefe de topografia   | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 7.000.00  | S/. 42.000.00    |
| 02.10               | tecnico de topografia  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 5.000.00  | S/. 60.000.00    |
| 02.11               | Ayudante de topografia   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 2.500.00  | S/. 30.000.00    |
| 02.12               | Ing. De costos y presupuestos  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 8.000.00  | S/. 96.000.00    |
| 02.13               | asistente de costos y presupuestos   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 5.000.00  | S/. 60.000.00    |
| 02.14               | Cadista  | PER | 3.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 3.500.00  | S/. 63.000.00    |
| 02.15               | Administrador de obra  | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 6.000.00  | S/. 36.000.00    |
| 02.16               | Jefe de recursos humanos   | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 6.000.00  | S/. 36.000.00    |
| 02.17               | asistente de recursos humanos  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 3.500.00  | S/. 42.000.00    |
| 02.18               | Jefe de logistica  | PER | 1.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 6.000.00  | S/. 36.000.00    |
| 02.19               | Almacenero   | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 3.000.00  | S/. 36.000.00    |
| 02.20               | Conductor 1  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 2.800.00  | S/. 33.600.00    |
| 02.21               | conductor 2  | PER | 2.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 2.800.00  | S/. 33.600.00    |

*Nota.* Realizado por el autor del proyecto.

**Figura 67**

*Desagregado de gastos generales parte II*

| GASTOS GENERALES        |  |     |       |            |       |               |                         |
|-------------------------|--|-----|-------|------------|-------|---------------|-------------------------|
| <b>PROYECTO:</b>        | SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE PASIVOS Y MALLAS DE ALTA RESISTENCIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES DE LA COSTA VERDE - TRAMO PLAYA LOS YUYOS, DISTRITO DE BARRANCO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA |     |       |            |       |               |                         |
| <b>CONTRATISTA:</b>     | INMOBILIARIA & CONSTRUCTORA GLAI S.A.C.  |     |       |            |       |               |                         |
| <b>MONEDA:</b>          | SOLES  |     |       |            |       | <b>MESES</b>  | <b>6.00</b>             |
| EDT                     | DESCRIPCIÓN  | UM  | CANT  | INCIDENCIA | MESES | PU            | PARCIAL                 |
| 02                      | SEGURIDAD DE OBRA  |     |       |            |       |               | S/. 48.000.00           |
| 02.01.01                | Vigilancia permanente  | PER | 5.00  | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.600.00  | S/. 48.000.00           |
| 02.01.02                | Cuota sindical   | Glb | 1.00  | 100.00%    | -     | S/. 0.00      | S/. 0.00                |
| 02.01                   | EXAMENES MEDICOS,POLIZAS   |     |       |            |       |               | S/. 94.500.00           |
| 02.01.01                | Empleados  | PER | 63.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 250.00    | S/. 94.500.00           |
| 02.02                   | TRANSPORTE   |     |       |            |       |               | S/. 27.000.00           |
| 02.02.01                | Camioneta de operaciones   | UND | 1.00  | 100.00%    | 6.00  | S/. 4.500.00  | S/. 27.000.00           |
| 02.03                   | HOSPEDAJE  |     |       |            |       |               | S/. 677.017.50          |
| 02.03.01                | Hospedaje (habitaciones) - Staff   | MES | 13.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.235.00  | S/. 96.330.00           |
| 02.03.02                | Hospedaje (habitaciones) - Mano de obra calificada   | MES | 20.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.900.00  | S/. 228.000.00          |
| 02.03.03                | Hospedaje (habitaciones) - Personal obrero   | MES | 30.00 | 75.00%     | 5.50  | S/. 2.850.00  | S/. 352.687.50          |
| 02.04                   | ALIMENTACIÓN   |     |       |            |       |               | S/. 453.600.00          |
| 02.04.01                | Alimentación - Personal Staff  | MES | 13.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.200.00  | S/. 93.600.00           |
|                         | Alimentación - Mano de obra calificada   | MES | 20.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.200.00  | S/. 144.000.00          |
|                         | Alimentación - Personal obrero   | MES | 30.00 | 100.00%    | 6.00  | S/. 1.200.00  | S/. 216.000.00          |
| 02.05                   | EQUIPOS DE PRTECCIÓN PERSONAL  |     |       |            |       |               | S/. 40.320.00           |
| 02.05.01                | Personal involucrado   | MES | 63.00 | 100.00%    | 2.00  | S/. 320.00    | S/. 40.320.00           |
| 02.06                   | OTROS  |     |       |            |       |               | S/. 66.511.33           |
| 02.06.01                | Gastos de Lavandería y Limpieza  | GLB | 1.00  | 100.00%    | -     | S/. 49.711.33 | S/. 49.711.33           |
| 02.06.02                | Estación Total TS 010 de 1'  | UND | 1.00  | 100.00%    | 6.00  | S/. 2.800.00  | S/. 16.800.00           |
| <b>GASTOS GENERALES</b> |  |     |       |            |       |               | <b>S/. 2.694.248.83</b> |

*Nota.* Realizado por el autor del proyecto.

## 4.9. Análisis de Precios Unitarios

### 4.9.1. Traslado de Malla al Talud

| Partida     | 1.1.1                      | TRASLADO DE MALLA AL TALUD |               |                  |                                    |                   |                    |
|-------------|----------------------------|----------------------------|---------------|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m2/DIA                     | MO. 371,0000               | EQ.           | 371,0000         | Costo unitario directo por :<br>m2 | S/.               | 4,12               |
|             | <b>Descripción Recurso</b> |                            | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                    | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>        |                            |               |                  |                                    |                   |                    |
|             | CAPATAZ                    |                            | hh            | 0,1000           | 0,0026                             | 20,20             | 0,05               |
|             | OPERARIO                   |                            | hh            | 6,0000           | 0,1617                             | 19,10             | 3,09               |
|             | PEON                       |                            | hh            | 2,0000           | 0,0539                             | 15,20             | 0,82               |
|             |                            |                            |               |                  |                                    |                   | <b>3,96</b>        |
|             | <b>Equipos</b>             |                            |               |                  |                                    |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES      |                            | %mo           |                  | 4,0000                             | 3,96              | 0,16               |
|             |                            |                            |               |                  |                                    |                   | <b>0,16</b>        |

#### 4.9.2. Suministro e instalación para pernos helicoidales D=25mm

| Partida     | 1.2.1 SUMINISTRO E INSTALACION PARA PERNOS HELICOIDALES D=25mm |            |               |                  |                                     |                   |                    |
|-------------|--|------------|---------------|------------------|-------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | und/DIA  | MO. 8,0000 | EQ.           | 8,0000           | Costo unitario directo por :<br>und | S/.               | 391,66             |
|             | <b>Descripción Recurso</b>                                     |            | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                     | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>  |            |               |                  |                                     |                   |                    |
|             | CAPATAZ  |            | hh            | 0,1000           | 0,1250                              | 20,20             | 2,53               |
|             | OPERARIO   |            | hh            | 2,0000           | 2,5000                              | 19,10             | 47,75              |
|             | OFICIAL  |            | hh            | 2,0000           | 2,5000                              | 17,80             | 44,50              |
|             | PEON   |            | hh            | 1,0000           | 2,5000                              | 15,20             | 38,00              |
|             |  |            |               |                  |                                     |                   | <b>132,78</b>      |
|             | <b>Materiales</b>  |            |               |                  |                                     |                   |                    |
|             | ACEITE TORCULA   |            | gal           |                  | 0,0250                              | 45,00             | 1,13               |
|             | ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZAD                                |            | und           |                  | 0,1000                              | 25,00             | 2,50               |
|             | MANGUERA DE LONA DE 300 PSI D= 1"                              |            | m             |                  | 0,2500                              | 35,00             | 8,75               |
|             | PERNO HELICOIDAL   |            | und           |                  | 0,1500                              | 15,00             | 2,25               |
|             | TUERCA DE FIJACIÓN D=25mm                                      |            | und           |                  | 1,1000                              | 190,00            | 209,00             |
|             | PLACA DE 200x200x4.5mm D=25mm                                  |            | und           |                  | 1,0500                              | 7,52              | 8,57               |
|             |  |            |               |                  | 1,0500                              | 19,00             | 20,05              |
|             |  |            |               |                  |                                     |                   | <b>252,25</b>      |
|             | <b>Equipos</b>   |            |               |                  |                                     |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES  |            | %mo           |                  | 5,0000                              | 132,78            | 6,64               |
|             |  |            |               |                  |                                     |                   | <b>6,64</b>        |

### 4.9.3. Colocación e inyección de pernos helicoidales D=25mm

| Partida     | 1.2.2                           | COLOCACION E INYECCION DE PERNOS HELICOIDALES D=25mm |            |                              |            |               |        |
|-------------|---------------------------------|--|------------|------------------------------|------------|---------------|--------|
| Rendimiento | und/DIA                         | MO. 5,0000   | EQ. 5,0000 | Costo unitario directo por : |            | S/.           | 175,53 |
|             |                                 |  |            | und                          |            |               |        |
|             | Descripción Recurso             | Unidad   | Cuadrilla  | Cantidad                     | Precio S/. | Parcial S/.   |        |
|             | <b>Mano de Obra</b>             |  |            |                              |            |               |        |
|             | CAPATAZ                         | hh   | 0,1000     | 0,1250                       | 20,20      | 2,53          |        |
|             | OPERARIO                        | hh   | 1,0000     | 1,2500                       | 19,10      | 23,88         |        |
|             | OFICIAL                         | hh   | 2,0000     | 2,5000                       | 17,80      | 44,50         |        |
|             | PEON                            | hh   | 2,0000     | 2,5000                       | 15,20      | 38,00         |        |
|             |                                 |  |            |                              |            | <b>108,90</b> |        |
|             | <b>Materiales</b>               |  |            |                              |            |               |        |
|             | CEMENTO TIPO V                  | kg   |            | 11,0500                      | 1,54       | 17,02         |        |
|             | AGUA                            | lt   |            | 17,0000                      | 1,10       | 18,70         |        |
|             |                                 |  |            |                              |            | <b>35,72</b>  |        |
|             | <b>Equipos</b>                  |  |            |                              |            |               |        |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES           | %mo  |            | 5,0000                       | 108,90     | 5,45          |        |
|             | BOMBA INYECTORA NEUMATICA       | hm   | 0,25       | 0,3125                       | 46,50      | 14,53         |        |
|             | PULMON RECEPTOR DE AIRE COMPRIM | hm   | 0,25       | 0,3125                       | 35,00      | 10,94         |        |
|             |                                 |  |            |                              |            | <b>30,92</b>  |        |



#### 4.9.4. Suministro e instalación de malla MacMat HS

| Partida     | 1.3.1                             | SUMINISTRO E INSTALACION DE MALLA MACMAT HS |               |                  |                                    |                   |                    |
|-------------|-----------------------------------|---|---------------|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m2/DIA                            | MO. 200,0000                                | EQ.           | 200,0000         | Costo unitario directo por :<br>m2 | S/.               | 77,87              |
|             | <b>Descripción Recurso</b>        |   | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                    | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>               |   |               |                  |                                    |                   |                    |
|             | CAPATAZ                           |   | hh            | 0,6700           | 0,0335                             | 20,20             | 0,68               |
|             | OPERARIO                          |   | hh            | 8,0000           | 0,4000                             | 19,10             | 7,64               |
|             | PEON                              |   | hh            | 2,0000           | 0,1000                             | 15,20             | 1,52               |
|             | OFICIAL RAPHELERO OFICIAL RAPHELE |   | hh            | 2,0000           | 0,1000                             | 18,20             | 1,82               |
|             |                                   |   |               |                  |                                    |                   | <b>11,66</b>       |
|             | <b>MATERIALES</b>                 |   |               |                  |                                    |                   |                    |
|             | MALLA MACMAT HS                   |   | m2            |                  | 1,0300                             | 64,60             | <b>65,63</b>       |
|             | <b>Equipos</b>                    |   |               |                  |                                    |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES             |   | %mo           |                  | 5,0000                             | 11,66             | 0,58               |
|             |                                   |   |               |                  |                                    |                   | <b>0,58</b>        |

#### 4.9.5. Instalación de cable de 1/2

| Partida     | 1.4.1 INSTALACIÓN DE CABLE DE 1/2 |              |               |                  |                                |                   |                    |
|-------------|-----------------------------------|--------------|---------------|------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m/DIA                             | MO. 200,0000 | EQ.           | 200,0000         | Costo unitario directo por : m | S/.               | 24,82              |
|             | <b>Descripción Recurso</b>        |              | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b> | <b>Cantidad</b>                | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>               |              |               |                  |                                |                   |                    |
|             | CAPATAZ                           |              | hh            | 0,2800           | 0,0140                         | 20,20             | 0,30               |
|             | OPERARIO                          |              | hh            | 4,0000           | 0,2000                         | 19,10             | 3,84               |
|             | PEON                              |              | hh            | 1,0000           | 0,0500                         | 15,20             | 0,81               |
|             | OFICIAL RAPHELERO OFICIAL RAPHELE |              | hh            | 3,0000           | 0,1500                         | 18,20             | 2,73               |
|             |                                   |              |               |                  |                                |                   | <b>7,68</b>        |
|             | <b>MATERIALES</b>                 |              |               |                  |                                |                   |                    |
|             | CABLE 1/2 DE 6x19 TIPO BOA        |              | ml            |                  | 1,0300                         | 16,3400           | <b>16,83</b>       |
|             | <b>Equipos</b>                    |              |               |                  |                                |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES             |              | %mo           |                  | 4,0000                         | 7,68              | 0,31               |
|             |                                   |              |               |                  |                                |                   | <b>0,31</b>        |

#### 4.9.6. Acabados en toda la malla de alta resistencia (colocación de grapas y cosido)

|             |                                   |  |               |                              |                 |                   |                    |
|-------------|-----------------------------------|--|---------------|------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Partida     | 1.5.1                             | <b>ACABADOS EN TODA LA MALLA DE ALTA RESISTENCIA (COLOCACION DE GRAPAS Y COSIDO)</b> |               |                              |                 |                   |                    |
| Rendimiento | m2/DIA                            | MO. 200,000  | EQ. 200,000   | Costo unitario directo por : |                 | S/.               | 6,39               |
|             |                                   |  |               | m2                           |                 |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>        |  | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>             | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>               |  |               |                              |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ                           |  | hh            | 0,5000                       | 0,0250          | 20,20             | 0,54               |
|             | OPERARIO                          |  | hh            | 4,0000                       | 0,2000          | 19,10             | 3,84               |
|             | OFICIAL RAPHELERO OFICIAL RAPHELE |  | hh            | 2,0000                       | 0,1000          | 18,20             | 1,82               |
|             |                                   |  |               |                              |                 |                   | <b>6,20</b>        |
|             | <b>Equipos</b>                    |  |               |                              |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES             |  | %mo           |                              | 3,0000          | 6,20              | 0,19               |
|             |                                   |  |               |                              |                 |                   | <b>0,19</b>        |

#### 4.9.7. Movilización y desmovilización de equipos y herramientas

|             |  |   |               |                              |                 |                   |                    |
|-------------|--|---|---------------|------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Partida     | 2.1.1                                    | <b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b> |               |                              |                 |                   |                    |
| Rendimiento | glb/DIA                                  |   | EQ.           | Costo unitario directo por : |                 | 38.988,70         |                    |
|             |  |   |               | glb                          |                 |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>               |   | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>             | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Subcontratos</b>                      |   |               |                              |                 |                   |                    |
|             | SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQU | glb   |               |                              | 1,0000          | 38.988,70         | 38.988,70          |
|             |  |   |               |                              |                 |                   | 38.988,70          |

**4.9.8. Acarreo de herramientas, materiales y equipos al talud**

|             |                            |        |  |                                  |                 |                               |
|-------------|----------------------------|--------|--|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Partida     | 2.1.2                      |        | ACARREO DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS AL TALUD |                                  |                 |                               |
| Rendimiento | glb/DIA                    | 1,0000 | EQ. 1,0000   | Costo unitario directo por : glb |                 | 20.803,20                     |
|             | <b>Descripción Recurso</b> |        | <b>Unidad</b>  | <b>Cuadrilla</b>                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/. Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>        |        |  |                                  |                 |                               |
|             | CAPATAZ                    |        | hh   | 8,0000                           | 80,0000         | 20,20 1.616,00                |
|             | OPERARIO                   |        | hh   | 48,0000                          | 480,0000        | 19,10 9.168,00                |
|             | OFICIAL                    |        | hh   | 32,0000                          | 320,0000        | 17,80 5.696,00                |
|             | PEON                       |        | hh   | 16,0000                          | 160,0000        | 15,20 2.432,00                |
|             |                            |        |  |                                  |                 | <b>18.912,00</b>              |
|             | <b>Equipos</b>             |        |  |                                  |                 |                               |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES      |        | %mo  |                                  | 10,0000         | 18.912,00 1.891,20            |
|             |                            |        |  |                                  |                 | <b>1.891,20</b>               |

**4.9.9. Perforación con martillo neumático manual RH 650, L=1.30ml**

| Partida     | 2.2.1 PERFORACION CON MARTILLO NEUMATICO MANUAL RH 650, L= 1.30 ML |                |                    |                                  |                 |                   |
|-------------|--|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| Rendimiento | <b>und/DIA</b>   | <b>25,0000</b> | EQ. <b>25,0000</b> | Costo unitario directo por : und |                 | <b>54,62</b>      |
|             | <b>Descripción Recurso</b>   |                | <b>Unidad</b>      | <b>Cuadrilla</b>                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>  |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | CAPATAZ  |                | hh                 | 0,1000                           | 0,0400          | 20,20             |
|             | OPERARIO   |                | hh                 | 2,0000                           | 0,8000          | 19,10             |
|             | OFICIAL  |                | hh                 | 1,0000                           | 0,4000          | 17,80             |
|             | PEON   |                | hh                 | 1,0000                           | 0,4000          | 15,20             |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>29,29</b>      |
|             | <b>Materiales</b>  |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | ACEITE TORCULA   |                | gal                |                                  | 0,0250          | 316,00            |
|             | ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO C/1 OF                            |                | und                |                                  | 0,1000          | 45,00             |
|             | MANGUERA DE LONA DE 300 PSI D= 1"                                  |                | m                  |                                  | 0,2500          | 25,00             |
|             | WINCHEK DE 1"  |                | und                |                                  | 0,1500          | 25,00             |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>22,40</b>      |
|             | <b>Equipos</b>   |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES  |                | %mo                |                                  | 10,0000         | 29,29             |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>2,93</b>       |

**4.9.10. Inyección para perforación de línea de vida; L=1.30ml**

| Partida     | 2.2.2 INYECCION PARA PERFORACIÓN DE LINEA DE VIDA; L=1.30 ML |                |                    |                                  |                 |                               |
|-------------|--|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Rendimiento | <b>und/DIA</b>   | <b>32,0000</b> | EQ. <b>32,0000</b> | Costo unitario directo por : und |                 | <b>40,21</b>                  |
|             | <b>Descripción Recurso</b>                                   |                | <b>Unidad</b>      | <b>Cuadrilla</b>                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/. Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>  |                |                    |                                  |                 |                               |
|             | CAPATAZ  |                | hh                 | 0,1000                           | 0,0313          | 20,20 0,63                    |
|             | OPERARIO   |                | hh                 | 2,0000                           | 0,6250          | 19,10 11,94                   |
|             | OFICIAL  |                | hh                 | 1,0000                           | 0,3125          | 17,80 5,56                    |
|             | PEON   |                | hh                 | 2,0000                           | 0,6250          | 15,20 9,50                    |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>27,63</b>                  |
|             | <b>Equipos</b>   |                |                    |                                  |                 |                               |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES  |                | %mo                |                                  | 5,0000          | 27,63 1,38                    |
|             | BOMBA INYECTORA NEUMATICA                                    |                | hm                 | 0,5000                           | 0,1563          | 46,08 7,20                    |
|             | PULMON RECEPTOR DE AIRE COMPRIMIDO                           |                | hm                 | 0,5000                           | 0,1563          | 25,60 4,00                    |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>12,58</b>                  |

**4.9.11. Instalación de cable 1/2**

| Partida     | 2.2.3 INSTALACIÓN DE CABLE DE 1/2 |         |               |                                |                 |                               |
|-------------|-----------------------------------|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Rendimiento | m/DIA                             | 80,0000 | EQ. 80,0000   | Costo unitario directo por : m |                 | 30,94                         |
|             | <b>Descripción Recurso</b>        |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/. Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>               |         |               |                                |                 |                               |
|             | CAPATAZ                           |         | hh            | 0,1000                         | 0,0125          | 20,20 0,25                    |
|             | OPERARIO                          |         | hh            | 3,0000                         | 0,3750          | 19,10 7,16                    |
|             | OFICIAL                           |         | hh            | 1,0000                         | 0,1250          | 17,80 2,23                    |
|             | PEON                              |         | hh            | 2,0000                         | 0,2500          | 15,20 3,80                    |
|             |                                   |         |               |                                |                 | <b>13,44</b>                  |
|             | <b>MATERIALES</b>                 |         |               |                                |                 |                               |
|             | CABLE 1/2 DE 6x19 TIPO BOA        |         | ml            |                                | 1,0300          | 16,34 <b>16,83</b>            |
|             | <b>Equipos</b>                    |         |               |                                |                 |                               |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES             |         | %mo           |                                | 5,0000          | 13,44 0,67                    |
|             |                                   |         |               |                                |                 | <b>0,67</b>                   |

**4.9.12. Perforación para pernos autopercutor R32**

| Partida     | 2.3.1 PERFORACION PARA PERNOS AUTOPERFORANTE R32 |         |               |                                |                 |                   |                    |
|-------------|--|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m/DIA  | 60,0000 | EQ. 38,0000   | Costo unitario directo por : m | 159,87          |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>                       |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>                              |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ  |         | hh            | 0,1000                         | 0,0167          | 20,20             | 0,34               |
|             | OPERARIO   |         | hh            | 6,0000                         | 1,0000          | 19,10             | 19,10              |
|             | PEON   |         | hh            | 1,0000                         | 0,0167          | 15,20             | 0,25               |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>19,69</b>       |
|             | <b>Materiales</b>                                |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | ACEITE TORCULA                                   |         | gal           |                                | 0,0050          | 316,00            | 1,58               |
|             | ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 2"              |         | und           |                                | 0,0330          | 38,00             | 1,25               |
|             | MANGUERA DE LONA DE 300 PSI D= 2"                |         | und           |                                | 0,0200          | 1.500,00          | 30,00              |
|             | BARRA AUTOPERFORANTE R32S-17.5 360KN L=:         |         | und           |                                | 1,0300          | 86,00             | 88,58              |
|             | BROCA BOTONES DE TUNGSTENO R32/76MM              |         | und           |                                | 0,1000          | 114,00            | 11,40              |
|             | 5 COPLER R32 190MM                               |         | und           |                                | 0,3500          | 18,24             | 6,38               |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>139,20</b>      |
|             | <b>Equipos</b>                                   |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES                            |         | %mo           |                                | 5,0000          | 19,69             | 0,98               |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>0,98</b>        |



**4.9.13. Inyección de pernos autoperforante de D=32mm**

| Partida     | 2.3.2 INYECCION DE PERNOS AUTOPERFORANTE DE D=32mm (Inc. Tres fases de Inyección) |         |               |                                |                 |                   |                    |
|-------------|---|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m/DIA   | 45,0000 | EQ. 45,0000   | Costo unitario directo por : m | 72,03           |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>  |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>   |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ   |         | hh            | 0,1000                         | 0,0222          | 20,20             | 0,45               |
|             | OPERARIO  |         | hh            | 3,0000                         | 0,6667          | 19,10             | 12,73              |
|             | OFICIAL   |         | hh            | 1,0000                         | 0,2222          | 17,80             | 3,96               |
|             | PEON  |         | hh            | 2,0000                         | 0,4444          | 15,20             | 6,75               |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>23,89</b>       |
|             | <b>MATERIAL</b>   |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CEMENTO TIPO V  |         | kg            |                                | 15,3000         | 1,5400            | 23,56              |
|             | AGUA  |         | lt            |                                | 14,0250         | 1,1000            | 15,43              |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>38,99</b>       |
|             | <b>Equipos</b>  |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES   |         | %mo           |                                | 5,0000          | 23,89             | 1,19               |
|             | BOMBA INYECTORA NEUMATICA   |         | hm            | 0,5000                         | 0,1111          | 46,08             | 5,12               |
|             | PULMON RECEPTOR DE AIRE COMPRIMIDO  |         | hm            | 0,5000                         | 0,1111          | 25,60             | 2,84               |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>9,15</b>        |

**4.9.14. Colocación de planchas y tuercas de fijación R32**

| Partida     | 2.3.3 COLOCACION DE PLANCHAS Y TUERCAS DE FIJACION R32 (Inc. torque ) |         |               |                                  |                 |                   |                    |
|-------------|---|---------|---------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | und/DIA   | 50,0000 | EQ. 35,0000   | Costo unitario directo por : und | 96,77           |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>  |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>   |         |               |                                  |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ   |         | hh            | 0,1000                           | 0,0200          | 20,20             | 0,40               |
|             | OPERARIO  |         | hh            | 2,0000                           | 0,4000          | 19,10             | 7,64               |
|             | OFICIAL   |         | hh            | 1,0000                           | 0,2000          | 17,80             | 3,56               |
|             | PEON  |         | hh            | 1,0000                           | 0,2000          | 0,20              | 0,04               |
|             |   |         |               |                                  |                 |                   | <b>11,64</b>       |
|             | <b>MATERIALES</b>   |         |               |                                  |                 |                   |                    |
|             | PLACA ABOVEDADA R32 250X250X9.5MM                                     |         | und           |                                  | 1,0300          | 68,40             | 70,45              |
|             | TUERCA HEXAGONAL R32 46X45MM  |         | und           |                                  | 1,0300          | 13,68             | 14,09              |
|             |   |         |               |                                  |                 |                   | <b>84,54</b>       |
|             | <b>Equipos</b>  |         |               |                                  |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES   |         | %mo           |                                  | 5,0000          | 11,64             | 0,58               |
|             |   |         |               |                                  |                 |                   | <b>0,58</b>        |

**4.9.15. Perforación para pernos helicoidales D=19, L=2M**

| Partida     | 3.1.1 PERFORACION PARA PERNOS HELICOIDALES D=19, L=2M |         |               |                                |                 |                   |                    |
|-------------|---|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m/DIA   | 60,0000 | EQ. 38,0000   | Costo unitario directo por : m | 129,23          |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>                            |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>                                   |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ   |         | hh            | 0,1000                         | 0,0167          | 20,20             | 0,34               |
|             | OPERARIO  |         | hh            | 6,0000                         | 1,0000          | 19,10             | 19,10              |
|             | PEON  |         | hh            | 1,0000                         | 0,0167          | 15,20             | 0,25               |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>19,69</b>       |
|             | <b>Materiales</b>                                     |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | ACEITE TORCULA  |         | gal           |                                | 0,0050          | 316,00            | 1,58               |
|             | MANGUERA DE LONA DE 300 PSI D= 2"                     |         | und           |                                | 0,0200          | 1.100,00          | 22,00              |
|             | BARRA HELICOIDAL D=19 L=2M                            |         | und           |                                | 1,0300          | 71,43             | 73,57              |
|             | BROCA   |         | und           |                                | 0,1000          | 114,00            | 11,40              |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>108,55</b>      |
|             | <b>Equipos</b>  |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES                                 |         | %mo           |                                | 5,0000          | 19,69             | 0,98               |
|             |   |         |               |                                |                 |                   | <b>0,98</b>        |

**4.9.16. Inyección de Pernos Helicoidales**

| Partida     | 3.1.2 INYECCION DE PERNOS HELICOIDALES |         |               |                                |                 |                   |                    |
|-------------|--|---------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Rendimiento | m/DIA                                  | 45,0000 | EQ. 45,0000   | Costo unitario directo por : m | 72,03           |                   |                    |
|             | <b>Descripción Recurso</b>             |         | <b>Unidad</b> | <b>Cuadrilla</b>               | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> | <b>Parcial S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>                    |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CAPATAZ                                |         | hh            | 0,1000                         | 0,0222          | 20,20             | 0,45               |
|             | OPERARIO                               |         | hh            | 3,0000                         | 0,6667          | 19,10             | 12,73              |
|             | OFICIAL                                |         | hh            | 1,0000                         | 0,2222          | 17,80             | 3,96               |
|             | PEON                                   |         | hh            | 2,0000                         | 0,4444          | 15,20             | 6,75               |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>23,89</b>       |
|             | <b>MATERIAL</b>                        |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | CEMENTO TIPO V                         |         | kg            |                                | 15,3000         | 1,5400            | 23,56              |
|             | AGUA                                   |         | lt            |                                | 14,0250         | 1,1000            | 15,43              |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>38,99</b>       |
|             | <b>Equipos</b>                         |         |               |                                |                 |                   |                    |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES                  |         | %mo           |                                | 5,0000          | 23,89             | 1,19               |
|             | BOMBA INYECTORA NEUMATICA              |         | hm            | 0,5000                         | 0,1111          | 46,08             | 5,12               |
|             | PULMON RECEPTOR DE AIRE COMPRIMIDO     |         | hm            | 0,5000                         | 0,1111          | 25,60             | 2,84               |
|             |  |         |               |                                |                 |                   | <b>9,15</b>        |

**4.9.17. Colocación de planchas y Tuercas De Fijación**

| Partida     | 3.1.3 COLOCACION DE PLANCHAS Y TUERCAS DE FIJACION |                |                    |                                  |                 |                   |
|-------------|--|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| Rendimiento | <b>und/DIA</b>                                     | <b>50,0000</b> | <b>EQ. 35,0000</b> | Costo unitario directo por : und |                 | <b>86,47</b>      |
|             | <b>Descripción Recurso</b>                         |                | <b>Unidad</b>      | <b>Cuadrilla</b>                 | <b>Cantidad</b> | <b>Precio S/.</b> |
|             | <b>Mano de Obra</b>                                |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | CAPATAZ  |                | hh                 | 0,1000                           | 0,0200          | 20,20             |
|             | OPERARIO   |                | hh                 | 2,0000                           | 0,4000          | 19,10             |
|             | OFICIAL  |                | hh                 | 1,0000                           | 0,2000          | 17,80             |
|             | PEON   |                | hh                 | 1,0000                           | 0,2000          | 0,20              |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>11,64</b>      |
|             | <b>MATERIALES</b>                                  |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | PLANCHAS   |                | und                |                                  | 1,0300          | 58,40             |
|             | TUERCA DE FIJACION                                 |                | und                |                                  | 1,0300          | 13,68             |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>74,24</b>      |
|             | <b>Equipos</b>                                     |                |                    |                                  |                 |                   |
|             | HERRAMIENTAS MANUALES                              |                | %mo                |                                  | 5,0000          | 11,64             |
|             |  |                |                    |                                  |                 | <b>0,58</b>       |

## Capítulo V. Resultados

### 5.1. Sistema de pernos de anclajes pasivos

Los pernos de anclajes pasivos se propusieron como una alternativa a otros tipos de métodos para estabilizar los taludes, como son las geogrillas, la malla geo web, hidrosiembras, banqueteo, etc. Sin embargo, estos métodos consisten en muchos casos en movimiento de tierra, lo cual resulta costoso y muy tedioso para este tipo de casos y son sistemas que funcionan muy bien superficialmente pero no trabajan internamente. Por lo que, al implementar los pernos de anclajes pasivos generamos una fuerza interna que contenga el deslizamiento o desprendimiento del talud. En las secciones de estudio se pudo observar que la falla se encuentra a 10 m y 15 m de distancia aproximadamente y se encuentra presente en todo el talud, por tal motivo, se sugiere perforar la distancia de la falla, es decir perforar a 20 m y 30 m para tener un talud seguro y estable. El costo de mantenimiento ronda entre el 8 y 10% del costo directo, siendo este un mantenimiento preventivo que solo será para verificar el buen funcionamiento del sistema y realizándose cada 5 a 10 años.

Al momento de modelar en el software Slide 6.0 se pudo observar que la implementación de pernos de anclaje pasivos en condiciones estáticas cumple con las normas teniendo un factor de seguridad mayor a 1.5 en las tres secciones de estudio y en condiciones pseudo estáticas el factor de seguridad alcanzó lo mínimo requerido por las normas de 1.25. Por tal motivo el talud se encontraría estable para dichos acontecimientos sísmicos.

Uno de los inconvenientes que se puede presentar son las construcciones que se encuentran en la parte superior del talud ya que, estas deberán estar a 120 m de distancia con respecto al filo del talud. Esto con el fin de poder tener mayor acceso al talud y poder trabajar sin ninguna molestia en la parte superior, debido a que, se realizarán ciertos trabajos preliminares como, anclar el equipo necesario, poder sujetar a los operadores y limpieza del talud.

## **5.2. Factor de seguridad**

Al implementar los pernos de anclajes pasivos en la primera sección se obtuvo un factor de seguridad de 1.845 cumpliendo con lo mínimo requerido, para la segunda sección el factor de seguridad tuvo 1.629 cumpliendo con lo mínimo requerido y en la tercera sección se obtuvo un factor de seguridad de 1.571 cumpliendo con lo mínimo requerido para que se consideren taludes estables. En condiciones pseudo estáticas la primera sección obtuvo un factor de seguridad de 1.254 cumpliendo con lo mínimo requerido, en la segunda sección se obtuvo un factor de seguridad de 1.263 estando debajo de lo permitido, pero se considera entre el rango mínimo y en la tercera sección se obtuvo un factor de seguridad de 1.299 lo cual cumple con el factor mínimo requerido para que sea considerado un talud estable en condiciones sísmicas.

## **5.3. Sistema de malla de alta resistencia**

El sistema de malla de alta resistencia, en este caso la Malla MacMAT HS permitirá a lo largo del talud de la Costa Verde contener pequeños deslizamientos o desprendimientos superficiales y así disminuir el riesgo que afectaría ante un hecho de mayor magnitud. El sistema de malla de alta resistencia solo requiere una limpieza preliminar para poder ser instalada, cubriendo el talud en su totalidad y posterior a ello realizar las conexiones necesarios o correcciones de la malla.

La metodología consiste en crear paños que estén conformados por los pernos que van unidos con cables metálicos y una malla metálica que cubra toda el área de estudio. Además, este sistema de mallas no requiere maquinaria pesada, solo se requiere un equipo manual (patín perforador) que se desliza por todo el talud, ya sea vertical u horizontalmente. Por ello, es necesario que el personal sea calificado y que cada operador tenga su línea de vida por separado, por temas de seguridad en caso de que se sufra un accidente al momento de la perforación para los pernos de la malla.

## Capítulo VI. Discusión de Resultado

### 6.1. Discusión de hipótesis

#### ***6.1.1. Hipótesis general: Aplicar los pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la Costa Verde – Tramo Playa los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y departamento de Lima.***

Según los resultados obtenidos, los pernos de anclajes pasivos dan una solución satisfactoria tanto en condiciones estáticas como pseudo estáticas y la malla de alta resistencia brinda un reforzamiento superficial para contener los deslizamientos de tierra y piedras. Los pernos de anclaje pasivo llegan a proporcionar en su totalidad una estabilización interna adecuada que otorgue al talud una mayor resistencia ante posibles sismos. Cabe resaltar que el perno no es el que otorga la resistencia al talud, sino que es un medio para poder llegar a la longitud necesaria para pasar la falla y colocar el bulbo o también llamado zona de anclaje. El bulbo como ya se ha hecho mención anteriormente es la lechada que obtendrá la capacidad de adherencia al terreno y este será el que trasmite su carga, el perno permite que la lechada llegue hasta el punto final y este mismo se convierta o actúe como si fuese el terreno mismo. Además, la otra función del perno es la de someterla a la prueba del Pull Test, así determinar si la zona de anclaje llegó a la carga deseada para que el talud sea estable, de lo contrario se retirara ese perno y se realizara otro repitiendo los mismos pasos hasta llegar a realizarse la correcta prueba y que esta si cumpla con la carga deseada. Mientras que la malla de alta resistencia otorga una protección contra la erosión como son la brisa, la lluvia, las construcciones en la parte superior, etc. Actuando como una barrera que retendrá materiales sueltos y evitará que se desplacen a gran velocidad. También permitirá que el talud pueda ser injertado con vegetación ya que, esta malla permite o tiene las condiciones para que este proceso suceda y garantice una mayor estabilidad superficial ante pequeños deslizamientos. Esta combinación



permite minimizar los riesgos para los peatones y conductores que transitan por la Costa Verde y a su vez brinda una alternativa efectiva y duradera a los desafíos geotécnicos que presenta la zona costera.

**6.1.2. Hipótesis Especifica N°01: A partir de los resultados del software Slide 6.0 se podrá diseñar los pernos de anclajes pasivos para obtener la distancia de la falla y la distancia entre pernos.**

Al emplear el software Slide 6.0 nos brinda información precisa sobre las características, así como las cargas y condiciones de contorno, lo que permitirá realizar un análisis más detallado y determinar el factor de seguridad (FS) requerido para que el talud sea considerado estable. De la misma manera, se podrá diseñar la distancia entre pernos y la longitud de la barra, en el caso de la investigación se le colocó una separación de 4x4 para los dos primeros taludes y en el tercer talud se optó por colocar separaciones de 2x2 tanto vertical como horizontalmente y la longitud de la barra autoperforante se determinó por la longitud de perforación necesario, por lo que, se utilizara barras autoperforantes de 2 y 3m de longitud con 32mm de diámetro y una broca de 76mm. Se utilizarán barras de 2 y 3 m de longitud para poder llegar a los 20 y 30 m que se requieren para que el talud sea estable en condiciones estáticas y pseudo estáticas.

**6.1.3. Hipótesis Especifica N°02: Se obtendrá el factor de seguridad requerido por las Normas Técnicas Peruanas para determinar la estatización de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.**

Al realizar el análisis detallado de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos, distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima, se encontraron que los factores de seguridad (FS) obtenidos cumplen con los requisitos establecidos por las Normas Técnicas Peruanas para la

estabilización de los taludes en condiciones estática y pseudo estáticas. Esto se basa en la suposición de que se han realizado estudios considerando factores como la geometría del talud, las características geológicas, geotécnicas del suelo y la presencia de estructuras que producen cargas adicionales en la parte superior, como el paso de los vehículos y las condiciones climáticas. Además, se ha implementado un diseño adecuado de malla de alta resistencia, como sistema de contención para garantizar la seguridad y durabilidad del talud.

***6.1.4. Hipótesis Específica N°03: Las mallas de alta resistencia cumplen su función de contener superficialmente pequeños deslizamientos de tierra y piedras en la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.***

La malla de alta resistencia que se propuso en la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos, distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima, cumplen de manera efectiva su función de contener superficialmente pequeños deslizamientos de tierra y piedras. Esto se basa en la suposición de que las mallas están bien diseñadas con materiales duraderos y una correcta técnica de instalación en zonas estratégicas propensas a deslizamientos, proporcionando una barrera física permitiendo reducir la erosión (brisa, lluvia, sismo, etc.). Esto se debe a que la malla cuenta con un geo compuesto asociado a la implementación de la flora, es decir, implementar el sembrado. Esto proporciona un reforzamiento y estabilidad en el terreno, siendo estratégicas para mejorar la resistencia del suelo y evitar colapsos, reduciendo así los riesgos producidos con el movimiento de tierra. De esta manera protegiendo a los peatones y conductores de la Costa Verde de posibles peligros geológicos.

## 6.2. Contrastación de antecedentes

### 6.2.1. Antecedentes internacionales

**Tabla 3**

*Antecedentes internacionales*

| Antecedente Internacional  | Resultados obtenidos   | Observaciones  |
|--|--|--|
| (Slingsh & Mittal, 2020) en su investigación: "Análisis de estabilidad de talud de elementos finitos de un talud en la región del Himalaya de la India Considerando anclajes autoperforantes | Es una alternativa que se implementa en un talud, ya sea natural o artificial, capaz de otorgar estabilización y que este sea sostenible a largo plazo sin afectar negativamente su entorno, aumentando el FS a 1.122 en condiciones sísmicas. | Utilización de software PHASE2<br>Diseño de pernos de anclaje pasivo<br>Corte Mohr-Coulomb |

### 6.2.2. Antecedentes nacionales

**Tabla 4**

*Antecedentes nacionales*

| Antecedente Nacional   | Resultados obtenidos   | Observaciones  |
|--|--|--|
| (Portilla Naveros, 2021) en su investigación:<br>Propuesto de estabilización de los acantilados de la Costa Verde entre los Jirones Leoncio Prado y Castilla en el distrito de Magdalena del Mar mediante la ejecución de banquetas protegidas con el sistema Geoweb | Propuesta de banqueteo protegidas con mallas Geoweb, siendo una alternativa para estabilizar taludes en el distrito de Magdalena del Mar, se obtuvo FS mayores a 1.5 en condiciones estáticas y en condiciones pseudo estáticas el FS supero el mínimo de 1.25, logrando estabilizar el talud. | Utilización de Software Slide V6.0<br><br>técnica de estabilización mediante banqueteo<br><br>Malla Geoweb |

## Conclusiones

Tomando como base los objetivos y las hipótesis planteadas, se corroboro que las secciones en estudio no son estables en la actualidad para condiciones estáticas ni pseudo estáticas (sísmicas) por tal razón, se realizó la implementación de pernos de anclajes pasivos y malla de alta resistencia, las que deberán estar dentro de los factores de seguridad mínimos requeridos para que los taludes sean considerados estables.

Para lograr la estabilización de los taludes de la Costa Verde en el tramo de estudio una vez implementados en condiciones estáticas se obtuvo un factor de seguridad mayor o igual a 1.5 y en condiciones pseudo estáticas cumplió con el factor de seguridad mínimo de 1.25. Por lo que, cumple con las Normas técnicas Peruanas CE.020, E.030 y E.050. Se observa que el talud luego de ser trabajado con pernos de anclajes pasivos se encuentra en condiciones estables, ya que los factores de seguridad obtenidos cumplen con todas las normas, planteando como protección adicional del talud el implemento de la malla de alta resistencia.

Al implementar la malla MacMat HS ha demostrado ser una solución efectiva para la estabilización superficial de los taludes de la Costa Verde ya que, ofrece una cobertura homogénea del suelo siendo capaz de implementar siembra. Además, esta malla está compuesta por un geomanto de color verde que se usara para poder implementar la siembra y no perder el aspecto paisajista de los acantilados de la Costa Verde, también cuenta con una malla hexagonal de doble torsión y cables de acero cubiertos por una capa de PVC logrando un revestimiento anti erosivo eficaz y estético. Proporcionando al talud un refuerzo que distribuye las tensiones a lo largo del talud, si bien es cierto, ya existe una propuesta de malla, lo único que falla con la actual malla es su composición sintética, que al pasar los años esta se deteriora y deja de otorgar la seguridad superficial con la que inicialmente fue diseñada.

El presupuesto referencial de la presente investigación a comparación de otros métodos como son el banqueteo, hidrosiembra, implementación de la Geo Web, mejoramiento de suelo, etc. Son presupuestos elevados porque requieren movimiento de tierra y de grandes maquinarias que en el caso de

estudio se vería difícil de implementar por el simple hecho de que se tendrá que cerrar un carril ocasionando congestión en toda la Costa Verde. Sin embargo, los pernos de anclajes pasivos y malla MacMat Hs no requieren maquinaria pesada, ni movimiento de tierra, solo se hará uso de un equipo manual y de una simple limpieza preliminar del talud. Por lo que, el presupuesto referencial del proyecto estaría en s/. 32,322,005.19 (treinta y dos millones trescientos veintidós mil cinco con 19/100 soles).

## **Recomendaciones**

Se deberá de realizar un estudio detallado de los taludes, realizando la topografía, el estudio geológico, las condiciones del suelo, el clima y otros factores que puedan afectar a la estabilidad del talud en condiciones reales.

Utilizar otro tipo de perno de anclaje pasivo que sea recomendado para taludes con baja cohesión de material, asegurando que las condiciones estáticas y pseudo estáticas sean favorables para la estabilización de taludes.

Contar con un equipo especializado en la instalación de pernos de anclaje pasivos y malla de alta resistencia. Es de vital importancia seguir al pie de la letra los procedimientos adecuados de instalación y asegurarse de que cumplan todas las recomendaciones y funcionamiento del sistema.

Implementar un monitoreo y mantenimiento regular de los pernos y de la malla para verificar su integridad del sistema a largo plazo. Esto deriva a inspecciones periódicas, pruebas de carga o reparaciones, etc. También es importante tomar en cuenta la importancia de mantener limpio el sistema y reportar cualquier inconveniente con el sistema.

## Fuentes de información

- Arreygue Rocha, J. E., Ávila Ambriz, G., & Hurtado Beltrán, A. (2022). Análisis geotécnico de la estabilidad del talud “El Álamo”, ubicado en la antigua carretera de Mil Cumbres. *Ciencia Nicolaita*, (86).  
<https://doi.org/10.35830/cn.vi86.678>
- CE.020, N. (2016). Suelos Y taludes. *Plataforma digital única del Estado Peruano*.  
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619680-ce-020-suelos-y-taludes-ds-n-017-2012>
- Chavarría Jaque, Á. J. (2021). Análisis y evaluación del acantilado de la Costa Verde para la estabilización con suelo reforzado en el distrito de Barranco - Tramo Malecón Paul Harris [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola] Repositorio Institucional.  
<https://hdl.handle.net/20.500.14005/11908>
- Diwidag. (2021). Gama de productos geotécnicos. DYWIDAG (1).  
[https://assets.ctfassets.net/wz1xpzqb46pe/7JoDcJZq9czkAXv4cdoPZb/877b0efec0a7d963902f8a1bbca5e532/GAMA\\_DE\\_PRODUCTOS\\_GEOTECNICOS.pdf](https://assets.ctfassets.net/wz1xpzqb46pe/7JoDcJZq9czkAXv4cdoPZb/877b0efec0a7d963902f8a1bbca5e532/GAMA_DE_PRODUCTOS_GEOTECNICOS.pdf)
- E.030, N. T. (2016). Diseño sismo resistente. *Plataforma digital única del Estado Peruano*.  
<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619711-e-030-diseno-sismo-resistente>



E.050, N. (2016). Suelos y Cimentaciones. *Plataforma digital única del Estado Peruano*.

<https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619712-e-050-suelos-y-cimentaciones>

El Comercio. (2014). Costa Verde: niño queda en coma tras caerle roca de acantilado. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/costa-verde-nino-queda-coma-caerle-roca-acantilado-286128-noticia/>

El Comercio. (2019). Costa verde: derrumbe en acantilado bloquea vía a la altura de playa los Yuyos. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/costa-verde-derrumbe-en-acantilado-bloquea-via-a-la-altura-de-playa-los-yuyos-barranco-chorrillos-nndc-noticia/>

El Comercio. (2023). Barranco: Bomberos controlan incendio forestal en acantilado de la Costa Verde. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/policiales/incendio-en-costa-verde-barranco-bomberos-controlan-llamas-en-acantilado-ultimas-noticia/?ref=ecr>

El Consejo Metropolitano de Lima. (2010). Declaran la intangibilidad de los acantilados que conforman el Corredor Ribereño de la Costa Verde, en la provincia de Lima. *Autoridad del Proyecto Costa Verde*. [https://apcvperu.gob.pe/files/marcolegal/ORDENANZA\\_Nro\\_1414.pdf](https://apcvperu.gob.pe/files/marcolegal/ORDENANZA_Nro_1414.pdf)

- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2019). Ordenanza N° 2184 del 3 de octubre de 2019. Por lo cual precisan la ordenanza N° 1414 que declara la intangibilidad de los acantilados que conforman el corredor ribereño de la Costa Verde, en la provincia de Lima. <https://apcvperu.gob.pe/files/marcolegal/Ordenanza%20N%c2%b0%202184-2019-MML.pdf>
- Elias, J., & Soto, J. (2022). Análisis de la Estabilidad del acantilado de la Costa Verde. *CIDETIC*. <https://www.jorgealvahurtado.com/files/Presentacion%20Estabilidad%20de%20Taludes%20Costa%20Verde-V6-JEARev.%20FINAL.pdf>
- Eugenio, Y. C. (2021). Sistema de estabilización de taludes de corte mediante anclajes metálicos, carretera Chotaja Moquegua, Moquegua 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Continental] Repositorio Institucional Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10421>
- GEO5 PERÚ. (2020). Software para Ingeniería Geotécnica. *GEO5 PERÚ*. <https://geo5peru.pe/>
- GeoElements. (2021). Barra Roscado Continuo. *GeoElements*. <https://www.geoelements.es/barra-roscada>
- GeoStudio. (2023). GeoStudio 2023.1. *GeoStudio*. <https://www.geoslope.com/>
- Gestión. (2019). Costa verde: deslizamiento de tierra y piedras causa gran congestión vehicular. *Gestión*. <https://gestion.pe/peru/costa-verde-deslizamiento-tierra-piedras-causa-gran-congestion-vehicular-fotos-274877-noticia/?foto=7>

- Google Maps. (2023). Playa los Yuyos. *Google Maps*.  
<https://www.google.com/maps/place/Playa+Los+Yuyos/@-12.1531669,-77.0238719,991m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x9105b79321a4464d:0x37040a8ca5548ad6!8m2!3d-12.1539992!4d-77.0253208!16s%2Fg%2F1td6hjzp>
- Guillen, S. (2020). Modelos de Representación y Cambios de un proyecto de Geodiseño. *Los acantilados de la Costa Verde en Barranco*.  
<https://storymaps.arcgis.com/stories/2ffb7e2e110c40f1aa83d254454b4a92>
- ICOG. (2016). SLIDE la mejor aplicación de estabilidad de taludes. *Tierra y Tecnología*. <https://www.icog.es/TyT/index.php/2016/10/slide-la-mejor-aplicacion-estabilidad-taludes/>
- INDECI. (2023). Derrumbe en el distrito de Magdalena del Mar - Lima. *INDECI*.  
<https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2023/04/REPORTE-PRELIMINAR-N%C2%BA-967-10ABR2023-DERRUMBE-EN-EL-DISTRITO-DE-MAGDALENA-DEL-MAR-LIMA.pdf>
- Jaime, S. (1998). Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales. *Academia*. <https://www.academia.edu/8925280>
- Maccaferri. (2013). Steelgrid HR Installation Manual. *Maccaferri*.  
<https://www.geofabrics.co/sites/default/files/installationguides/Steelgrid-HR-Installation-Manual-NZ.pdf>

- Maccaferri. (2016). MacMat R1. *Maccaferri*.  
[https://media.prodalam.cl/material-descarga/93094/93094\\_20200907203945.pdf?d=20200907203945](https://media.prodalam.cl/material-descarga/93094/93094_20200907203945.pdf?d=20200907203945)
- Maccaferri. (2019). En malla hexagonal de doble torsión con revestimiento Galmac 4R y polímero. *Maccaferri*.  
<https://www.maccaferri.com/latam/productos/macmat-hs/>
- Monica Paola, S. S. (2018). Metodología para efectuar ensayos de adherencia en barra de anclajes empeladas para la estabilización de taludes en suelos no cohesivos [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/28623>
- Ojeda, K. (2019). Estabilización de taludes a través de pernos de anclaje en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Mollepata - Pallasca [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato.  
[https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1516/TSP037\\_45129995\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1516/TSP037_45129995_T.pdf?sequence=1)
- Pachón, J. C., & Triviño, J. K. (2021). Proceso constructivo para anclajes pasivos en la estabilización de talud desde la abs k68+450 margen derecha, proyecto vial ruta nacional 40 corredor Bogotá Villavicencio [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia] Repositorio Institucional.  
<https://repository.ucc.edu.co/items/66a723f2-d063-4e3f-a61b-a53cf5583797/full>

- Portilla Naveros, J. F. (2021). Propuesta de estabilización de los Acantilados de la Costa Verde entre los jirones Leoncio Prado y Castilla en el distrito de Magdalena del Mar mediante la ejecución de banquetas protegidas con el sistema Geoweb [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola] Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/12290>
- RPP. (2016). Incendio en la Costa Verde ocasionó una gigantesca humadera y la caída de piedras. *RPP*. <https://rpp.pe/lima/actualidad/incendio-en-la-costa-verde-dejo-gigantesca-humareda-en-barranco-noticia-983520?ref=rpp>
- RPP. (2023). Chorrillos: mujer murió por caída de roca de 70 kg desde acantilado de la Costa Verde. *RPP*. <https://rpp.pe/lima/actualidad/chorrillos-mujer-murio-por-caida-de-roca-de-70-kg-desde-acantilado-de-la-costa-verde-noticia-1515024?ref=rpp>
- Slingh, P., & Mittal, S. (2020). Finite element slope stability analyses of a slope in the Himalayan region of India considering Self-Drilling Anchors. *ISSET Journal of Earthquake Technology*, 55(1-4), 21-31 [https://www.researchgate.net/profile/Pratibha-Singh-19/publication/341370622\\_FINITE\\_ELEMENT\\_SLOPE\\_STABILITY\\_ANALYSES\\_OF\\_A\\_SLOPE\\_IN\\_THE\\_HIMALAYAN\\_REGION\\_OF\\_INDIA\\_CONSIDERING\\_SELF-DRILLING\\_ANCHORS/links/5ebce48ba6fdcc90d67514c0/FINITE-ELEMENT-SLOPE-STABILIT](https://www.researchgate.net/profile/Pratibha-Singh-19/publication/341370622_FINITE_ELEMENT_SLOPE_STABILITY_ANALYSES_OF_A_SLOPE_IN_THE_HIMALAYAN_REGION_OF_INDIA_CONSIDERING_SELF-DRILLING_ANCHORS/links/5ebce48ba6fdcc90d67514c0/FINITE-ELEMENT-SLOPE-STABILIT)

Spencer. (2016). Estabilidad de taludes. *GeoStru*.

[https://www.geostru.eu/es/blog/2016/06/13/estabilidad-de-taludes/#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20Spencer%20\(1967\),i%3D1%E2%80%A6.n](https://www.geostru.eu/es/blog/2016/06/13/estabilidad-de-taludes/#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20Spencer%20(1967),i%3D1%E2%80%A6.n)

Spencer, E. (1967). Un método de análisis de la estabilidad de terraplenes suponiendo fuerzas paralelas entre cortes. *Géotechnique*, 18(1), 11-26.

<https://www.icevirtuallibrary.com/doi/abs/10.1680/geot.1967.17.1.11>

Terán Vivar, E. H. (2020). Proyecto de estabilización de talud mediante el uso de pantalla aitrantada con anclajes activos tipo barra en el sector Santa Ana (abscisa 0+60 A 0+100). [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana] Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18950>

Meteoblue. (2023). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Barranco. *Meteoblue*.


[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/barranco\\_per%c3%ba\\_3946818](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/barranco_per%c3%ba_3946818)

Yeffer, R. (2019). Análisis de estabilidad de taludes aplicando diferentes técnicas de revegetación [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia] Repositorio Institucional.

[https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3454/Analisis\\_de\\_estabilidad\\_de\\_taludes.pdf;jsessionid=BAEACF82C014F1E5947A77750EBE858C?sequence=1](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/3454/Analisis_de_estabilidad_de_taludes.pdf;jsessionid=BAEACF82C014F1E5947A77750EBE858C?sequence=1)

Yepes, V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Colección Manual de Referencia* (2nd ed.). Editorial Universidad Politécnica de Valencia.  
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/08/concepto-y-clasificacion-de-los-anclajes/>

## Anexo 1: Matriz de consistencia

|  <b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>   |  |  |   |   |  |
|---|--|--|---|---|--|
| <b>Título de Tesis: SOSTENIMIENTO CON PERNOS DE ANCLAJE PASIVOS Y MALLA DE ALTA RESISTENCIA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LOS TALUDES DE LA COSTA VERDE EN EL TRAMO PLAYA LOS YUYOS DISTRITO DE BARRANCO PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA</b>       |  |  |   |   |  |
| Elaborado por: Canales Ramos Giancarlos Daniel  |  |  |   |   |  |
| Problema  | Objetivo   | Hipótesis  | Variables   | Indicador   | Metodología                                  |
| Problema General  | Objetivo General   | Hipótesis General  | Variable Independiente  | Parametros de resistencia<br>Normas Técnicas Peruanas<br>Longitud de pernos<br>Estudio de suelo   | Diseño                                       |
| ¿La instalación de pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la Costa Verde - Tramo Playa Los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima? | Determinar si la instalación de pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia será el método más viable para la estabilización de los taludes de la costa Verde - Tramo Playa Los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y Departamento de Lima. | Aplicar los pernos de anclajes pasivos y la malla de alta resistencia sera el metodo mas viable para la estabilizacion de los taludes de la Costa Verde - Tramo Playa los Yuyos, Distrito de Barranco, Provincia y departamento de Lima. | X: Sostenimiento con pernos de anclaje pasivos y malla de alta resistencia. |   | Anclajes pasivos y malla de alta resistencia |
| Problema Específicos  | Objetivo Específicos   | Hipótesis Específicos  | Variable Dependiente  | Muestra   |  |
| ¿Cuál sería la longitud y distancia de los pernos de anclaje pasivos para el sostenimiento interno de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los yuyos? Espaciamiento                                   | Determinar si la longitud y distancia de los pernos de anclaje pasivos son los adecuados para el sostenimiento interno de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los yuyos   | A partir de los resultados del software Slide 6.0 se podrá diseñar los pernos de anclajes pasivos para obtener la distancia de la falla y la distancia entre pernos.   | Y: Estabilización del acantilado de la costa verde.                         | <b>La poblacion</b><br>Se toma al acantilado de la Costa Verde.   |  |
| ¿Cuál sería el factor de seguridad más recomendable para el diseño de la estabilización de los taludes?   | Determinar el factor de seguridad más recomendable para el diseño de la estabilización de los taludes.   | Se obtendrá el factor de seguridad requerido por las Normas Técnicas Peruanas para determinar la estabilización de los taludes de la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.         |   | <b>La muestra</b><br>Se toma al talud en estudio  |  |
| ¿La malla de alta resistencia servirá para el sostenimiento superficial de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los yuyos distrito de barranco, provincia y departamento de Lima?                     | Determinar si la malla de alta resistencia servirá para el sostenimiento superficial de los taludes a emplearse para la estabilización de la costa verde - tramo playa los yuyos distrito de barranco, provincia y departamento de Lima                      | Las mallas de alta resistencia cumplen su función de contener superficialmente pequeños deslizamientos de tierra y piedras en la Costa Verde – Tramo playa los Yuyos distrito de Barranco, provincia y departamento de Lima.             |   | <b>Instrumentos</b><br>Datos Historicos<br>Normas Técnicas Peruanas<br>Datos de suelo<br>datos de topografía  |  |
|   |  |  |   | <b>Procedimiento</b><br>Pernos de anclaje pasivos y malla de alta resistencia<br>Malla de alta resistencia: El procedimiento consta de realizar trabajos preliminares como limpieza del acantilado (raíces, piedras a punto de desprender, etc.) posterior a ellos se debe colocar la malla y unir las conexiones Alpha, beta y gamma.<br>Pernos de anclajes pasivos: Se utilizan barras de acero, comúnmente llamadas bulones o pernos y por lo general estos no exceden los 10 m de longitud. |  |



## Anexo 2: Ordenanza N°1414

declaran la intangibilidad de los acantilados que conforman el Corredor Ribereño de la Costa Verde, en la provincia de Lima

### ORDENANZA N° 1414

EL ALCALDE METROPOLITANO

POR CUANTO:

EL CONCEJO METROPOLITANO DE LIMA,

Visto en Sesión Ordinaria de Concejo de fecha 22 de julio de 2010 el Dictamen N° 115-2010-MML-CMDUVN, de la Comisión Metropolitana de Desarrollo Urbano, Vivienda y Nomenclatura;

Aprobó lo siguiente:

#### ORDENANZA

**QUE DECLARA LA INTANGIBILIDAD DE LOS ACANTILADOS QUE CONFORMAN EL CORREDOR RIBEREÑO DE LA COSTA VERDE, EN LA PROVINCIA DE LIMA**

**Artículo Unico.-** Establézcase la intangibilidad de los acantilados que forman parte del Corredor Ribereño de la Costa Verde, permitiéndose únicamente que se desarrollen sobre ellos proyectos de inversión pública de infraestructura vial, salvaguardando la predominancia del paisaje natural, los mismos que deberán seguir los procedimientos establecidos por la Autoridad del Proyecto Costa Verde.

#### Disposiciones Finales

**Primera.-** Dispóngase la modificación del Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde, en lo referente a la Zonificación del Sector C, convirtiéndose toda la zona de acantilados y laderas de cerros en Zona Paisajista (Accesos viales, parques y jardines), a fin de cumplir lo dispuesto en el Artículo Unico.

**Segunda.-** Autorícese a la Procuraduría Pública Municipal de la Municipalidad Metropolitana de Lima, para que inicie las acciones legales a que hubiere lugar ante cualquier contravención a lo establecido por la presente Ordenanza, debiendo la procuraduría informar al Concejo Metropolitano las acciones adoptadas.

**Segunda.-** La presente Ordenanza entrara en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

POR TANTO:


Mando se registre, publique y cumpla

En Lima, 27 de julio de 2010


LUIS CASTAÑEDA LOSSIO

Alcalde de Lima

# Anexo 3: Ordenanza N°2184

  
Firmado Digitalmente por:  
EDITORIA PERU  
Fecha: 05/10/2019 04:26:39

---

**74****NORMAS LEGALES**Sábado 5 de octubre de 2019 /  **El Peruano**

---

redundarán en beneficio del sistema financiero nacional, así como en el ejercicio de las funciones de supervisión y regulación;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 26702 "Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y Orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros", la Ley N° 27619, el Decreto Supremo N° 047-2002-PCM y el Decreto Supremo N° 056-2013-PCM, así como en la Directiva SBS N° SBS-DIR-ADM-085-22 sobre Medidas Complementarias de Austeridad en el Gasto para el Ejercicio 2019;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Autorizar el viaje del señor Christian Miguel Rodríguez Loayza, Supervisor Principal de Seguros, del Departamento de Supervisión de Reaseguros de la Superintendencia Adjunta de Seguros de la SBS, del 06 al 12 de octubre de 2019 a la ciudad de Bogotá, República de Colombia para participar en el evento señalado en la parte considerativa de la presente Resolución, quien dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes a su reincorporación, deberá presentar un informe detallado describiendo las acciones realizadas y los resultados obtenidos.

**Artículo 2°.-** Autorizar los gastos que irroque la presente participación con cargo al Presupuesto correspondiente al ejercicio 2019, de acuerdo a lo siguiente:

|              |      |          |
|--------------|------|----------|
| Pasaje aéreo | US\$ | 881.25   |
| Viáticos     | US\$ | 2,220.00 |

**Artículo 3°.-** La presente Resolución no otorga derecho a exoneración o liberación de impuestos de Aduana de cualquier clase o denominación a favor del funcionario cuyo viaje se autoriza.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

SOCORRO HEYSEN ZEGARRA  
Superintendente de Banca, Seguros y  
Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones

1814205-1

Metropolitana de Lima ejerce sus competencias dentro del ámbito de la provincia de Lima. Por su parte, el Artículo II del título preliminar de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, dispone que dicha autonomía radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativos y de administración, con sujeción al ordenamiento jurídico;

Que, el Decreto Supremo N° 161-2019-PCM, publicado el 20 de setiembre de 2019, declara en estado de emergencia los acantilados de la Costa Verde de la provincia y departamento de Lima, en base al Informe Técnico N° 0141-2019-INDECI/11.0, de la Dirección de Respuesta del Instituto Nacional de Defensa Civil, el cual entre otras consideraciones recomienda la emisión de una norma municipal;

En uso de las facultades previstas en los artículos 9 y 40 de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades; la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, y su reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM; demás normas complementarias y de conformidad con lo opinado por las Comisiones Metropolitanas de: Asuntos Legales; Desarrollo Urbano, Vivienda y Nomenclatura, y de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil, en sus Dictámenes Nros. 080-2019-MML-CMAL, 114-2019-MML-CMDUVN y 011-2019-MML-CMSDC, de fechas 03 y 02 de octubre de 2019, respectivamente, el Concejo Metropolitano de Lima, con dispensa del trámite de aprobación del acta, aprobó:

**PRECISA LA ORDENANZA N° 1414 QUE DECLARA LA INTANGIBILIDAD DE LOS ACANTILADOS QUE CONFORMAN EL CORREDOR RIBEREÑO DE LA COSTA VERDE, EN LA PROVINCIA DE LIMA.**

**Artículo Único.-** Precisión de la Ordenanza N° 1414

"Precísese que la intangibilidad a que refiere el artículo único de la Ordenanza N° 1414 es de aplicación a la plataforma superior colindante de los acantilados de la Costa Verde, conforme al área delimitada en el Anexo A: Mapa de Microzonificación Sísmica.

Establézcase como área de intangibilidad una franja de 120 metros de ancho a partir de la línea de borde del acantilado, según Anexo B: Plano de Área Intangible, en aquellos distritos que no cuenten con estudios de microzonificación sísmica, hasta que se apruebe el respectivo estudio mediante Decreto de Alcaldía de Lima Metropolitana.

La presente ordenanza tiene preeminencia sobre las normas de los distritos involucrados en los alcances de la Ordenanza N° 750".

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

**Primera.-** Prohíbese en la plataforma superior intangible la emisión de certificados de zonificación y vías, de parámetros urbanísticos y edificatorios, licencias de habilitación urbana y edificación, de funcionamiento y certificación previa de adecuación de iniciativa, ratificación de adjudicación de derechos y constancia de compatibilidad de proyecto definitivo. Asimismo, quedan prohibidas las edificaciones nuevas y ampliaciones.

**Segunda.-** Reconózcase el derecho de edificación de los predios comprendidos en la disposición precedente, a través de certificados de derechos adicionales de edificación transferible. El procedimiento y condiciones de acceso se fijan por Decreto de Alcaldía Metropolitana.

**Tercera.-** Facúltase a la Autoridad del Proyecto Costa Verde, en el marco de sus competencias, a realizar acciones conjuntas de fiscalización con las municipalidades distritales involucradas en los alcances de la Ordenanza N° 750, respecto de construcciones sin autorizaciones correspondientes.

POR TANTO:

Regístrese, comuníquese, publíquese y cúmplase.

JORGE MUÑOZ WELLS  
Alcalde

---

**GOBIERNOS LOCALES**

---

**MUNICIPALIDAD  
METROPOLITANA DE LIMA**

---

**Precisan la Ordenanza N° 1414 que declara la intangibilidad de los acantilados que conforman el corredor ribereño de la Costa Verde, en la provincia de Lima**

**ORDENANZA N° 2184**

Lima, 3 de octubre de 2019

EL ALCALDE METROPOLITANO DE LIMA;

POR CUANTO:

El Concejo Metropolitano de Lima, en Sesión Ordinaria de la fecha;

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al artículo 194 de la Constitución Política del Perú, las municipalidades provinciales tienen autonomía política, económica y administrativa en asuntos de su competencia; en tanto que conforme al artículo 198 del texto constitucional, la Municipalidad



