



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Muros de contención para la estabilización de taludes bajo condiciones
estáticas y pseudoestáticas en Pamplona Alta San Juan de Miraflores

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORES

Martinez Chalco, Miluska Ximena
ORCID: 0000-0002-0468-9023

Mitma Valverde, Yeniffer Yubithza
ORCID: 0000-0002-7423-7129

ASESOR

Torres Chung, César Roberto
ORCID: 0000-0002-3212-2817

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Martinez Chalco Miluska Ximena

DNI: 77148669

Mitma Valverde, Yeniffer Yubithza

DNI: 47677059

Datos de asesor

Torres Chung, César Roberto

DNI: 41182279

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Córdova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Chavarry Vallejos, Carlos Magno

DNI: 07410234

ORCID: 0000-0003-0512-8954

JURADO 3

Chavarría Reyes, Liliana Janet

DNI: 25481792

ORCID: 0000-0002-1759-2132

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

Muros de contención para la estabilización de taludes bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas en Pamplona Alta San Juan de Miraflores

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
2	predes.org.pe Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	1%
5	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
8	www.erosion.com.co Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis hijas que son mi inspiración, a padres quienes me apoyaron desde pequeña para llegar a este momento de mi vida, a mis abuelos y a todos mis seres queridos.

Martinez Chalco Miluska Ximena

Esta tesis está dedicada a todos mis seres queridos, quienes desde el inicio de mi aprendizaje estuvieron a mi lado apoyándome en todo momento, y en especial para ti Mami Marcela, a mis seres amados quienes están al lado de Dios, para ustedes es este trabajo.

Mitma Valverde Yeniffer Yubithza

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios, por permitirnos alcanzar este sueño, sueño que no fue nada fácil pero se nos brindó la fortaleza necesaria para no decaer. También nuestro más sincero agradecimiento a nuestra alma mater por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera, y a todas las personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis; entre ellos, familiares, docentes y amigos.

Martinez Miluska y Mitma Yeniffer

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.1.1. Problema y la importancia.....	1
1.1.2. Árbol del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Delimitación de la investigación	4
1.4.1. Geográfica	4
1.4.2. Temporal.....	4
1.4.3. Temática	5
1.4.4. Muestral	5
1.5. Justificación del estudio	5
1.5.1. Conveniencia	5
1.5.2. Relevancia social	5
1.5.3. Aplicaciones practicas	6
1.5.4. Utilidad metodológica	6
1.5.5. Valor teórico	6
1.6. Importancia del estudio	6
1.6.1. Nuevos conocimientos.....	6
1.6.2. Aporte	7
1.7. Limitaciones del estudio.....	7
1.7.1. Falta de estudios previos de investigación	7
1.7.2. Metodológicos o prácticos.....	7

1.7.3.	Medidas para la recolección de los datos	7
1.7.4.	Obstáculos en la investigación	7
1.8.	Alcance	7
1.9.	Viabilidad del estudio	7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		9
2.1.	Marco teórico.....	9
2.1.1	Taludes	11
2.1.2	Tipos de Suelo.....	13
2.1.3	Ensayos de Laboratorio	16
2.1.4	Tipos de movimiento.....	17
2.1.5	Clasificación de los movimientos en masa	17
2.1.6	Estructuras de contención.....	20
2.1.7	Presión lateral de tierra.....	22
2.1.8	Predimensionamiento del muro de contención	23
2.1.9	Diseño para muro de gravedad.....	24
2.1.10	Diseño para muro en voladizo.....	25
2.1.11	Estabilidad de muro de contención	27
2.1.12	Teoría de Rankine	28
2.1.13	Teoría de Coulomb.....	29
2.1.14	Factor de seguridad por volteo	30
2.1.15	Factor de seguridad por deslizamiento.....	31
2.1.16	Factor de seguridad por capacidad de carga.....	33
2.2.	Investigaciones relacionadas con el tema	35
2.2.1.	Investigaciones internacionales.....	36
2.2.2.	Investigaciones nacionales	39
2.2.3.	Artículos relacionados con el tema	43
2.3.	Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	57
2.4	Definición de Términos Básicos.....	57
2.5.	Fundamentos teóricos que sustenta la hipótesis	59
CAPITULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS		60
3.1.	Hipótesis	60
3.1.1.	Hipótesis general.....	60
3.1.2.	Hipótesis específicas	60

3.2. Variables.....	60
3.2.1. Variable Independiente	60
3.2.2. Variable dependiente.....	60
3.2.3. Variable Interviniente.....	60
3.3. Sistema de variables	61
3.3.1. Definición Conceptual.....	61
3.3.2. Definición Operacional	61
3.3.3. Operacionalización de la Variable.....	61
CAPITULO IV: METODOLOGIA.....	64
4.1. Método de la Investigación	64
4.2. Tipo de la Investigación	64
4.3. Nivel de la Investigación	64
4.4. Diseño de la Investigación.....	64
4.5. Población y muestra	65
4.5.1. Población.....	65
4.5.2. Muestra.....	65
4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos	65
4.6.1. Instrumento de recolección de datos	65
4.6.2. Métodos y técnicas	66
4.7. Descripción de procesamientos de análisis	66
CAPITULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.....	67
5.1. Descripción general del proyecto	67
5.1.1. Ubicación	67
5.1.2. Vías de acceso y comunicación.....	70
5.2. Criterios de diseño.....	71
5.2.1. Propiedades del suelo	71
5.2.2. Sismicidad	74
5.3. Software empleado en el análisis.....	74
5.3.1. GEO5.....	74
5.4. Cálculos en Microsoft Excel	76
5.4.1. Levantamiento topográfico.....	76
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
CONCLUSIONES	81

RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Elementos del muro de gravedad.....	24
Tabla N°2 Elementos del muro en voladizo.....	26
Tabla N°3 Factor de seguridad contra el volteo.....	30
Tabla N°4 Factor de seguridad contra el deslizamiento.....	32
Tabla N°5 Factor de seguridad para capacidad de carga.....	35
Tabla N°6 Operacionalizacion de la variable.....	61
Tabla N°7 Poblacion del la zona del proyecto.....	65
Tabla N°8 Zonificacion del distrito de San Juan de Miraflores.....	68
Tabla N°9 Vias de acceso y comunicaci3n al AAHH 8 de Enero.....	70
Tabla N°10 Calicatas extraidas en campo.....	72
Tabla N°11 Propiedades mecanicas del suelo.....	73
Tabla N°12 Parametros geot3cnicos.....	73
Tabla N°13 Parametros sismicos.....	74
Tabla N°14 Coordenadas del levantamiento topografico.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Viviendas construidas sobre pircas y tanques de almacenamiento para consumo.....	2
Figura N°2. Mapa conceptual de árbol de problema.....	3
Figura N°3. Formas de funcionamiento de muro de contención.....	10
Figura N°4. Nomenclatura de talud y ladera.....	11
Figura N°5. Laderas urbanas- AAHH La Rinconada.....	13
Figura N°6. Clasificación de suelos (SUCS).....	15
Figura N°7. Movimiento en masa típico, con sus diversas partes.....	17
Figura N°8. Clasificación de movimientos en masa.	20
Figura N°9. Categorías de muros de contención.....	21
Figura N10. Presión lateral de tierra sobre un muro de retención de altura H.....	23
Figura N°11. Dimensiones aproximadas para un muro de gravedad.....	24
Figura N°12. Predimensionamiento para un muro de gravedad.....	25
Figura N°13. Dimensiones aproximadas para un muro en voladizo.....	26
Figura N°14. Predimensionamiento para un muro en voladizo.....	27
Figura N°15. Tipos de fallas en muros de contención.....	28
Figura N°16. Presión lateral de Rankine para muros de voladizo.....	29
Figura N°17. Presión lateral de Coulomb para muro de gravedad.....	30
Figura N°18. Verificación por volteo para un muro en voladizo (T. Rankine).....	31
Figura N°19. Fuerzas actuantes para el cálculo de FS al deslizamiento (T. Rankine)..	33
Figura N°20. Revisión por capacidad de carga.....	34
Figura N°21. Mapa conceptual de fundamentos teóricos que sustenta la hipótesis.....	59
Figura N°22. Mapa de ubicación geográfica del distrito de San Juan de Miraflores.....	67
Figura N°23. Plano de zonificación del distrito de San Juan de Miraflores y sus limites.....	69
Figura 24. Vías de acceso y comunicación al AAHH 8 de Enero.....	70
Figura 26. Visita de campo al AAHH 8 de Enero.....	71
Figura 27. Perfil longitudinal de la zona en estudio del M - 1.....	75
Figura 28. Perfil longitudinal de la zona en estudio del M - 2.....	75

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	87
Anexo 2: Análisis en hojas de Microsoft Excel	89
Anexo 3: Resultados del software GEO	97
Anexo 4: Planos en general	114

RESUMEN

La presente tesis de investigación tiene como finalidad determinar la estabilidad de muros de contención bajo condiciones estáticas y pseudoestáticas para analizar el factor de seguridad del A.H. El área de estudio corresponde al A.H. 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, distrito de San Juan de Miraflores, provincia y departamento de Lima. La zona de La Nueva Rinconada se ve afectado por la falta de saneamiento, también por deslizamientos de masas de talud, poniendo en riesgo la seguridad peatonal y vehicular de la zona. Se realizó el trabajo de campo obteniendo la recolección de datos con el levantamiento topográfico con estación total, obteniendo así los perfiles del talud de la zona. A la par se realizó un estudio de mecánica de suelos, con el fin de actualizar la data de años previos correspondientes a la zona en estudio.

La investigación realizada es del tipo descriptiva, explicativo, el nivel fue descriptivo, el diseño experimental, ya que se realizó el modelamiento geotécnico con el software GEO5. Para la idealización y aplicación de las metodologías se utilizaron datos técnicos correspondientes a la zona como informes municipales, registros del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), informes técnicos de evaluación del peligro, vulnerabilidad y riesgo del Centro de estudios y prevención de desastres (PREDES), informes técnicos de evaluación de riesgos de desastres, mapa de isoaceleraciones e incluso investigaciones de tesis con tipología similar a la zona; permitiendo obtener los datos necesarios del terreno.

Con lo recopilado, para el análisis y modelamiento del talud de la zona y el muro de contención se utilizó el software GEO5, ello permitió hacer un predimensionamiento de los muros, para finalmente tener un cumplimiento de los factores de seguridad y verificar la estabilidad del muro estudiado. Finalmente, se determinó los siguientes valores: factor de seguridad al deslizamiento es 7.11, factor de seguridad al volcamiento 2.52 y la carga admisible 2.39 para condiciones estáticas, factor de seguridad al volcamiento mayor a 3.81 para condiciones pseudoestáticas.

Palabras Clave: Muro de contención, muro de gravedad, análisis pseudoestático, suelos arenosos, GEO5.

ABSTRACT

The purpose of this research thesis is to determine the stability of retaining walls under static and pseudostatic conditions to analyze the safety factor of A.H. The area of study corresponds to the A.H. January 8 - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, district of San Juan de Miraflores, province and department of Lima. The area of La Nueva Rinconada is affected by the lack of sanitation, also by landslides of slope masses, putting pedestrian and vehicular safety in the area at risk. The field work was carried out obtaining the data collection with the topographic survey with a total station, thus obtaining the profiles of the slope of the area. At the same time, a soil mechanics study was carried out, in order to update the data from previous years corresponding to the area under study.

The research carried out is of the descriptive, explanatory type, the level was descriptive, the experimental design, since the geotechnical modeling was carried out with the GEO5 software. For the idealization and application of the methodologies, technical data corresponding to the area was used, such as municipal reports, records from the National Institute of Civil Defense (INDECI), technical reports on the evaluation of danger, vulnerability and risk from the Center for Disaster Studies and Prevention (PREDES), technical reports on disaster risk assessment, iso-acceleration map and even thesis research with a typology similar to the area; allowing to obtain the necessary data from the terrain.

With what was collected, for the analysis and modeling of the slope of the area and the retaining wall, the GEO5 software was used, this allowed a pre-dimensioning of the walls, to finally have compliance with the safety factors and verify the stability of the wall. studied. Finally, the following values were determined: safety factor for sliding is 7.11, safety factor for overturning 2.52 and the admissible load 2.39 for static conditions, safety factor for overturning greater than 3.81 for pseudostatic conditions.

Key Words: Retaining wall, gravity wall, pseudostatic analysis, sandy soils, GEO5.

INTRODUCCIÓN

Las masas de suelo con superficie inclinada dan origen a los taludes, estos pueden clasificarse en naturales o artificiales. Los taludes artificiales normalmente quedan descubiertos y sometidos a la acción de agentes dañinos. Producto de los frecuentes deslizamientos de tierra y al poco control de erosión en taludes, especialmente en época de invierno, existe un alto grado de inseguridad en los habitantes más cercanos, ya que un repentino desprendimiento podría provocar no solo la destrucción de las viviendas aledañas, sino también la pérdida de vidas, hechos que ya se han registrado en el país. Esta investigación se centra en analizar la estabilidad global por métodos estáticos y pseudoestáticos de un tipo de muro de contención en el A.H. 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores, provincia de Lima, departamento Lima, realizando una serie de cálculos según fuentes importantes.

La presente investigación utilizará la recolección de datos geológicos, topográficos, sismográficos para evaluar el riesgo de la zona.

La presente investigación está dividida en 5 capítulos, siendo los siguientes:

En el capítulo I se contempló el Planteamiento del Problema como punto de partida de la investigación, formulándose el problema general y específicos; además, sus respectivos objetivos, teniendo como objetivo general la estabilidad del muro de contención aplicando en caso estáticos y pseudoestáticos.

En el capítulo II se detalló el Marco Teórico de la Investigación; para ello, se presentó antecedentes nacionales e internacionales, bases teóricas, definiciones conceptuales y estructura teórica-científica de la estabilidad del muro de contención.

En el capítulo III se planteó el Sistema de Hipótesis, detallando las hipótesis específicas, variables y definiciones conceptuales.

En el capítulo IV se describió la metodología de la investigación, el tipo, nivel y diseños de la investigación, también se detalla la población y muestra de la zona.

En el capítulo V se presentó el desarrollo de la investigación, detallando la descripción del proyecto, ubicación y vías de acceso de comunicación a la zona. Asimismo, se presenta la topografía de la zona, el predimensionamiento de los muros, cálculos, resultados y la discusión de resultados.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

1.1.1. Problema y la importancia

La zona denominada la Nueva Rinconada abarca la parte más alta de los cerros de Pamplona Alta, la que ha surgido en los últimos años de la década de los 90, siendo una de las últimas invasiones que constituye una de las zonas de mayor pobreza y de más difícil acceso en el distrito (PREDES, 2018).

El problema que presenta el sector, como toda invasión es la falta de servicios básicos, a falta de ello el sector de la Zona C - Nueva Rinconada, Pamplona Alta como beneficio del proyecto Nueva Rinconada Etapa II – Esquema 300, requiere como requisito indispensable un muro de contención como exigencia de SEDAPAL para efectos de dar trámite a las construcciones y habilitaciones de redes de agua y alcantarillado, por tal motivo la presente investigación busca determinar delimitar los parámetros de resistencia del suelo en un talud del sector Nueva Rinconada para un muro de contención donde se evaluará el comportamiento de esta en situaciones estáticas y sísmicas, siendo esta última un importante generador de carga dinámica que actúa en la condición de interacción de suelo-estructura.

Actualmente la población afectada nos muestra que existe déficit de seguridad de vías para accesibilidad, las viviendas representan un peligro debido a la inestabilidad de taludes, viviendas asentadas sobre construcciones artesanales de pircas, llantas, muros de costal, en adición a esto la falta de drenaje para aguas servidas, que son desechadas en la vía peatonal, afectando así a la estabilidad del talud (Figura N° 1).

Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio consiste en contar con las adecuadas condiciones de seguridad de transitabilidad tanto vehicular como peatonal de la vía en estudio, implementando la instalación de una infraestructura de muro de contención, como prevención de riesgos en las laderas con la finalidad de solucionar la existencia de inestabilidad de taludes, suelo accidentado, dando con ello la solución a la problemática de deslizamiento de piedras y suelo hacia la parte baja de la zona.

Para ello, la presente investigación busca que parámetros de resistencia que puedan contener el talud siendo este de uso para habilitaciones de redes de agua y saneamiento, evitando accidentes, deformaciones, hundimientos en el muro de contención y mantener la estabilidad del talud.



Figura N° 1. Viviendas construidas sobre pircas y tanques de almacenamiento para consumo.

Fuente: Predes, 2018

1.1.2. Árbol del problema

En la *Figura N°2* se puede observar el principal problema; las causas y consecuencias que genera el no precisar como estabilizar un muro de contención.

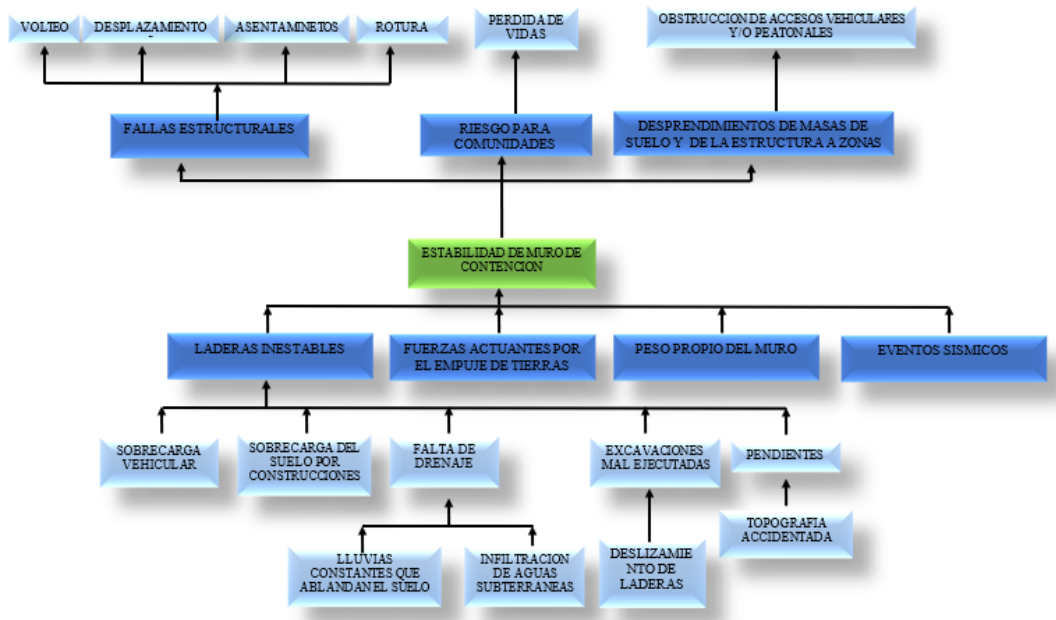


Figura N°2. Mapa conceptual de árbol de problema

Fuente: Elaboración propia

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo determinar la estabilidad de un muro de contención sometido a acciones estáticas y sísmicas en el AA.HH. 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera se comporta el muro de contención ante cargas externas y eventos sísmicos en el modelamiento?
- ¿Como son los desplazamientos y asentamientos del muro de contención sometido a cargas estáticas y dinámicas?

- c. ¿Cuáles son los parámetros geotécnicos del talud en relación a su estratigrafía?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la estabilidad en un muro de contención sometidos a acciones estáticas y sísmicas para analizar su comportamiento ante fallas utilizando el software GEO5.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Modelar un muro de contención para evaluar su comportamiento frente a cargas estáticas, pseudoestáticas y construcción de muro de contención con un modelamiento en el software GEO5.
- b. Determinar los desplazamientos y asentamientos del muro de contención para verificar su estabilidad frente a cargas aplicadas y en condiciones de sismo con el software GEO5.
- c. Determinar los parámetros geotécnicos para examinar la estratigrafía del suelo mediante ensayos de laboratorio.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Geográfica

El presente proyecto se desarrollará dentro de los límites del Departamento de Lima: Proyecto “Nueva Rinconada Etapa II – Esquema 300” el AA.HH. 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores.

1.4.2. Temporal

La investigación se llevará a cabo durante los meses de mayo a noviembre

del año 2022, asimismo, la información obtenida producto de las pruebas de laboratorio se recopilará los meses siguientes por parte del Municipio de San Juan de Miraflores del mismo año.

1.4.3. Temática

Campo: Infraestructura

Área académica: Geotecnia

Línea de investigación: Estabilidad de taludes

Sub línea de investigación: Estructuras de contención

1.4.4. Muestral

-Estudios de suelos, se obtendrán calicatas de la zona en estudio para obtener las muestras de suelo a analizar y se realizará el levantamiento topográfico.

- Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones.

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Conveniencia

Esta investigación se justifica porque contribuye mitigando el riesgo de falla del talud brindando condiciones de seguridad de transitabilidad vehicular, peatonal y de la vía. Asimismo, aporta al desarrollo del proyecto de agua y saneamiento del sector.

1.5.2. Relevancia social

El presente estudio se justifica dado que analiza la aplicación de métodos enfocados a la estabilidad de taludes, muros de contención y, por consiguiente, la reducción del riesgo por fallas; las cuales por su lado generan efectos positivos en demás asentamientos humanos, como el desarrollo de proyectos de saneamiento e infraestructura vial, lo cual por ende constituye un beneficio económico y social.

1.5.3. Aplicaciones practicas

Esta investigación se justifica ya que aportará con información sobre cómo aplicar los métodos de estabilidad de taludes en proyectos de estructuras de contención, misma que podrá ser aprovechada por municipios y/o ingenieros que busquen conceptos de estabilidad de taludes en muros de contención para poner en práctica en sus proyectos.

1.5.4. Utilidad metodológica

Para esta investigación se utilizó el diseño experimental, los parámetros de resistencia y características del suelo estudiadas se midió a través de ensayos para evaluar la estabilidad del talud sometidos a cargas estáticas y sísmicas. Este estudio servirá como marco de referencia metodológica para posteriores investigaciones; ya sea que mantengan el diseño o lo varíen, profundicen sobre la variable de estudio o incluso la relacionen con otras variables.

1.5.5. Valor teórico

La estabilidad de un talud sometidos a cargas estáticas y sísmicas, constituye una variable de sumo interés para reducir el riesgo de falla del talud. Al evaluar el talud mediante el software GEO5 obtendremos el modelamiento en 2D utilizando los métodos de equilibrio limite.

1.6. Importancia del estudio

1.6.1. Nuevos conocimientos

La actual investigación analizara el comportamiento suelo-estructura de un muro de contención sujeto a sobrecargas actuantes y a efectos de sismos. Asimismo, se evaluará el tipo de muro optimo, teniendo en cuenta los parámetros de resistencia y fallas en el talud. Este estudio permitirá tener mayor claridad en dar solución a estabilización de taludes, ya que en nuestro país existe aún falta de apoyo a las comunidades y esta situación se agrava en zonas como asentamientos humanos donde la población está expuesta a contaminación, falta de accesibilidad de vías y áreas de riesgo como es en el caso de la presente investigación.

1.6.2. Aporte

El aporte de esta investigación es la implementación de un sistema de protección y contención para un talud y dar a conocer sobre los riesgos y exposición de peligros que está expuesta la población de la zona a estudiar. Además de contribuir con una posible solución para la ejecución del proyecto de saneamiento de SEDAPAL para esta comunidad.

1.7. Limitaciones del estudio

1.7.1. Falta de estudios previos de investigación

Para la elaboración del presente estudio se contó con la información y estudios necesarios.

1.7.2. Metodológicos o prácticos

El diseño de esta investigación es de tipo experimental, ya que se contará con estudio de suelos y topográficos del área de estudio, además de contar con artículos e investigaciones relacionadas al tema.

1.7.3. Medidas para la recolección de los datos

Para la recolección de datos se realizará a través de ensayos de suelo y levantamiento topográfico obtenidos del Municipio de San Juan de Miraflores y otros datos de la población.

1.7.4. Obstáculos en la investigación

No se presentó dificultad alguna en cuanto a la recolección de datos en campo a pesar de la situación del COVID.

1.8. Alcance

El alcance de esta investigación será hasta la parte del diseño de muro de contención, posiblemente llegará a ejecutarse, esto dependiendo de la aprobación del municipio de San Juan de Miraflores.

La investigación se realizará en el distrito de San Juan de Miraflores pero también se puede desarrollar en otro distrito que tenga características similares en suelo, clima y aire, puntos principales para un estudio geotécnico.

1.9. Viabilidad del estudio

Para realizar la investigación actual, se tomó el tiempo necesario para realizar la investigación y también tiene acceso disponible al proyecto de investigación, así

como a todos los datos que posee con la ayuda del municipio local . A nivel económico, la investigación requerida para esta tesis está totalmente financiada por la municipalidad distrital de San Juan de Miraflores. Finalmente, existe una gran cantidad de información en diferentes bibliotecas virtuales.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco teórico

El análisis de la estabilidad de las masas de suelo y rocas constituye uno de los problemas más complejos que intentan resolver las llamadas geociencias o ciencias de la tierra y dentro de estas, disciplinas como la mecánica de suelos y de rocas. Durante varias décadas muchos investigadores se han dedicado a clasificar los tipos de fallos que se pueden producir en taludes y laderas, encontrar la terminología apropiada para describir los movimientos del terreno en estas formaciones, proponer métodos para evaluar su estabilidad y corregir fallas en taludes y laderas potencialmente inestables o con movimientos activos (Oliva, A. O., 1999).

La seguridad de una masa de terreno frente a la rotura y movimiento es lo que se conoce como su estabilidad y debe considerarse no sólo en el proyecto de estructuras de tierra o roca, sino también en la reparación y corrección de las que han fracasado. Los proyectos de los taludes en excavaciones a cielo abierto y la sección transversal de los terraplenes, diques y presas de tierra, están basados principalmente en los estudios de estabilidad, a menos que el proyecto sea tan pequeño que se puedan tolerar las fallas ocasionales. Cuando ocurren los fracasos, ya sean deslizamientos, corrimientos o hundimientos, es necesario hacer estudios de estabilidad para determinar la causa de la falla y poder indicar su corrección y el mejor método para prevenir dificultades futuras (Alonso, E., 2005).

La inestabilidad de taludes y laderas están entre las fallas más corrientes de masas de tierra o rocas. El peso de la masa del terreno y del agua que pudiera estar en él, es la fuerza principal que tiende a producir la falla, mientras que la resistencia al esfuerzo cortante del terreno disminuida por la presión de agua es la principal fuerza resistente. La superficie de falla sobre la cual se desliza la masa de suelo o roca inestable tiene generalmente forma cóncava y es sin dudas un fenómeno de carácter tridimensional. El análisis de la estabilidad de un talud o ladera es un problema de equilibrio plástico. Cuando la masa está a punto de fallar, las fuerzas que producen el movimiento han llegado a ser iguales a la resistencia que opone la masa a ser movida. Un ligero aumento en las fuerzas es

suficiente para producir una continua deformación que puede terminar en la falla general (Aldo, O., 2015).

Por ello, la importancia de una estructura resistente como medida correctiva antes estos sucesos, como lo es el muro de contención para casos de retención del deslizamiento o del relleno estabilizador.

El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial (Figura N°3). En la situación anterior, el cuerpo del muro trabaja esencialmente a flexión y la compresión vertical debida a su peso propio es generalmente despreciable.

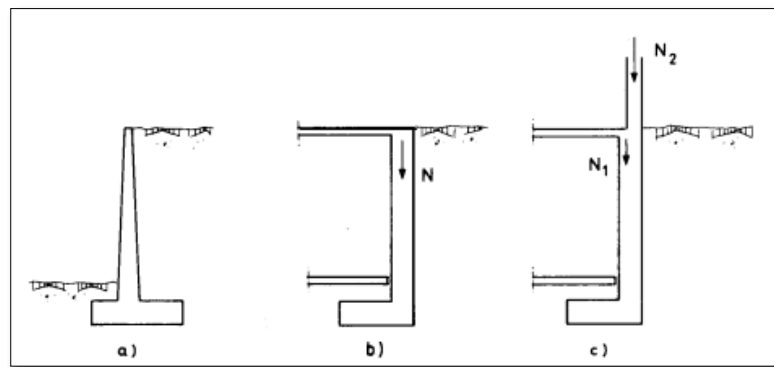


Figura N°3. Formas de funcionamiento de muro de contención

Fuente: Talavera, 1987

Sin embargo, en ocasiones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, en una función de cimiento. La carga vertical puede venir de una cubierta situada sensiblemente a nivel del terreno (Fig. N° 3-2b), o puede ser producida también por uno o varios forjados apoyados sobre el muro y por pilares que apoyen en su coronación transmitiéndole las cargas de las plantas superiores. (Fig. 3-2 c).

Las formas de funcionamiento del muro de contención (Fig. 3- 2a), y del de sótano (Fig. 3-2b y c), son considerablemente diferentes. En el primer caso el muro se comporta como en voladizo empotrado en el cimiento, mientras que en el segundo el muro se apoya o ancla en él o los forjados, mientras que a nivel de cimentación el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria casi siempre la disposición de ningún otro apoyo. El cuerpo del muro funciona en

este segundo caso como una losa de uno o varios vanos. (Talavera, 1987, pág. 11).

2.1.1 Taludes

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. Se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Figura N°4).

Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas. Las laderas o taludes que han permanecido estables por muchos años, pueden fallar debido a cambios topográficos, sísmicos, a los flujos de agua subterránea, a los cambios en la resistencia del suelo, la meteorización o a factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. Un talud estable puede convertirse en un deslizamiento.

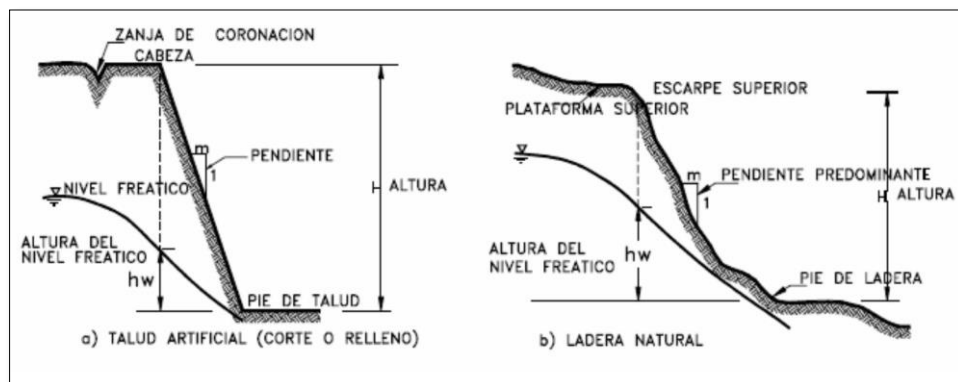


Figura N°4. Nomenclatura de talud y ladera

Fuente: Poblete, 2006

Elementos constitutivos en un talud o ladera:

Pie o base: El pie corresponde al sitio de cambio brusco de la pendiente en la parte inferior del talud o ladera. La forma del pie de una ladera es generalmente cóncava.

Cabeza, cresta, cima o escarpe: Cabeza se refiere al sitio de cambio brusco de

la pendiente en la parte superior del talud o ladera. Cuando la pendiente de este punto hacia abajo es semi vertical o de alta pendiente, se le denomina Escarpe. Los escarpes pueden coincidir con coronas de deslizamientos. La forma de la cabeza generalmente es convexa.

Altura: Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza generalmente no son accidentes topográficos bien marcados.

Altura de nivel freático: Es la distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua (la presión en el agua es igual a la presión atmosférica). La altura del nivel freático se acostumbra medirla debajo de la cabeza del talud.

Pendiente: Es la medida de la inclinación de la superficie del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m:1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Ejemplo: $45^\circ = 100\% = 1H:1V$.

Los suelos o rocas más resistentes generalmente forman laderas de mayor pendiente y los materiales de baja resistencia o blandos, tienden a formar laderas de baja pendiente (Poblete, 2006).

Ladera urbana

Se define una ladera urbana como “la forma de ocupación del suelo sobre un accidente geográfico o una cadena de accidentes geográficos con declives, con un uso intensivo en vivienda, equipamiento urbano e infraestructura económica y social, susceptible de presentar movimientos de subsidencia o colapso por la incidencia y combinación de factores internos y externos, que constituyen un riesgo de desastre para sus ocupantes”. En este contexto, las laderas urbanas son un producto de las prácticas humanas en cuanto al uso y forma de ocupación de superficies terrestres inclinadas donde se emplazan los asentamientos humanos (Caballero,2011).

En las últimas décadas, el uso urbano de taludes se ha generalizado y son cada

vez más las ciudades que crecen a ritmos acelerados hacia terrenos de topografía de gran pendiente en la necesidad de uso de vivienda. (Figura N°5).

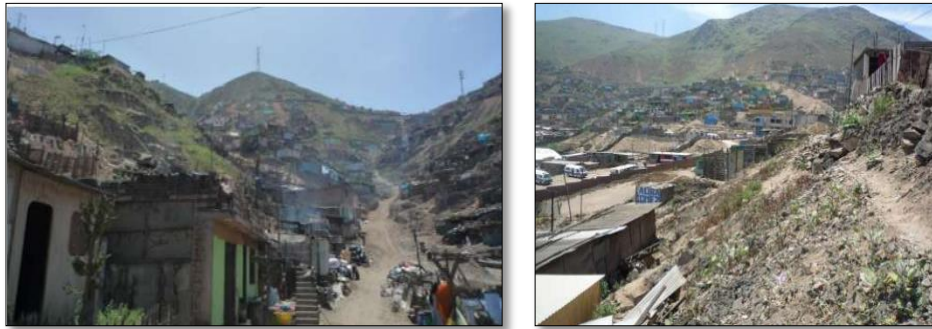


Figura N°5. Laderas urbanas- AAHH La Rinconada

Fuente: INGEMMET, 2011

2.1.2 Tipos de Suelo

Para estudiar un material complejo como el suelo (con diferente composición física y química) es necesario seguir una metodología con definiciones y sistemas de evaluación de propiedades, de forma que constituya un lenguaje fácilmente comprensible por los técnicos de diferentes especialidades y países. Así, se han clasificado los suelos en cuatro grandes grupos en función de su granulometría (D.I.N., A.S.T.M., A.E.N.O.R., etc.):

- Gravas, con tamaño de grano entre unos 8-10 cm y 2mm; se caracterizan porque los granos son observables directamente. No retienen el agua, por la inactividad de su superficie y los grandes huecos existente entre partículas.
- Arenas, con partículas comprendidas entre 2 y 0.060 mm, todavía son observables a simple vista. Cuando se mezclan con el agua no se forman agregados continuos, sino que se separan de ella con facilidad.
- Limos, con partículas comprendidas entre 0.060 y 0.002mm (algunas normativas indican que este último valor debe ser 0.005 mm, pero no hay apenas consecuencias prácticas entre ambas distinciones). Retienen el agua mejor que los tamaños superiores. Si se forma una pasta agua- limo y se coloca sobre la mano, al golpear con la mano se ve como el agua se hunda con facilidad.

- Arcillas, formadas por partículas con tamaños inferiores a los limos (0.002 mm). Se trata ya de partículas tamaño gel y se necesita que haya habido transformaciones químicas para llegar a estos tamaños. Están formadas, principalmente, por minerales silicatados, constituidos por cadenas de elementos tetraédricos y octaédricos (ion silicio se encuentra en el centro de cada una de estas estructuras rectangulares), unidas por enlaces covalentes débiles, pudiendo entrar en las moléculas de agua entre las cadenas produciendo, a veces aumentos de volumen (recuperables cuando el agua se evapora) Todo ello hace que la capacidad de retención de agua sea muy grande b(pequeños huecos con una gran superficie de absorción en las partículas y una estructura que permiten retener el agua), por lo que son generalmente los minerales más problemáticos (tiempos muy elevados de consolidación o de expulsión de agua bajo esfuerzos) (Figura N°6)

Identificación en el campo (excluyendo las partículas mayores de 7,6 cm y basando las fracciones en pesos estimados)					Simbolo del grupo	Nombres tipicos				
Suelos de grano grueso - MAS de la mitad del material es retenido por el tamiz N° 200	Gravas mas de la mitad de la fraccion gruesa es retenida por el tamiz N° 4	Para la clasificacion visual puede suponerse que la abertura del tamiz N° 4 es equivalente a medio centimetro	Grava limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos o sin ellos				
				Predominio de un tamaño o un tipo de tamaño, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos				
			Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fraccion fina no plastica(para la identificacion ver el grupo ML mas abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo				
				Finos plasticos (para identificacion ver el grupo CL mas abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla				
			Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos				
				Predominio de un tamaño o un tipo de tamaño, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos				
			Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fraccion fina no plastica(para la identificacion ver el grupo ML mas abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas				
				Finos plasticos (para identificacion ver el grupo CL mas abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas y arenas y arcillas				
			Suelos de grano fino - MAS de la mitad del material pasa por el tamiz N° 200	(La abertura del tamiz N° 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menora partícula apreciable a simple vista)	Metodo de identificacion para la fraccion que pasa por el tamiz N° 40					
					Limos y arcilla con limite liquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la disgregacion)	Distancia (Reaccion a la agitacion)			Tenacidad (consistencia)
Nula a ligera	Rapida a lenta	Nula				ML	Limos inorganicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillas con ligera plasticidad			
Media a alta	Nula a muy lenta	Media				CL	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
Ligera a media	Lenta	Ligera				OL	Limos organicos y arcillas limosas organicas de baja plasticidad			
Limos y arcilla con limite liquido mayor de 50	Ligera a media	Lenta a nula				Ligera a media	MH			Limos inorganicos, suelos limosos o arenosos finos, micaceos o con diatomeas, suelos limosos
	Alta a muy alta	Nula a muy lenta				Alta	CH			Arcillas inorganicas de plasticidad elevada, arcillas grasas
	Media a alta	Nula a muy lenta			Ligera a media	OH	Arcillas organicos de plasticidad media a alta			
Suelos altamente organicos					Facilmente identificables por su color, olor, sensacion esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa	Pt	Turba y otros suelos altamente organicos			
Los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. P. ej. GW-GC, mezcla bien graduada de arena y grava. Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standard.										

Figura N°6. Clasificación de suelos (SUCS)

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación SUCS - ASTM D2487

2.1.3 Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio permiten obtener las propiedades de los suelos para los análisis, de tal forma que sean lo más representativos de las situaciones reales en campo. Los ensayos comúnmente utilizados para el análisis de laderas y taludes son los siguientes:

- Humedad o Contenido de Agua: Se requiere identificar los niveles de saturación y los niveles de humedad para correlacionarlos con las tensiones negativas.
- Límites de Atterberg o Plasticidad: La plasticidad nos permite intuir la permeabilidad, la presencia de arcillas plásticas y la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de expansión.
- Gravedad Específica: Se utilizan para obtener otras propiedades.
- Distribución Granulométrica: La resistencia al cortante y la permeabilidad están relacionadas con los tamaños de las partículas y su distribución.
- Contenido de Sulfatos y Acidez: Es importante determinar las limitaciones químicas del suelo para la escogencia del sistema de estabilización y su comportamiento dispersivo.
- Compactación: En los rellenos el comportamiento está relacionado con los niveles de densidad.
- Permeabilidad: La conductividad hidráulica del suelo determina los flujos de agua subterránea y el comportamiento hidrogeológico.
- Consolidación: Cuando se colocan cimentaciones sobre los taludes o terraplenes sobre suelos blandos, la estabilidad del talud depende de la compresibilidad del suelo.
- Resistencia al Cortante: Los parámetros de resistencia son básicos para los análisis de estabilidad de taludes (Cálculo de factores de seguridad). Los ensayos de resistencia al cortante se requieren en todos los casos (Suárez, 2009, pág. 493).

2.1.4 Tipos de movimiento

Se definen como el movimiento de masa o partículas (roca o suelo) hacia la parte más baja de un talud. Los movimientos ocurren de forma de traslación y/o rotación (sobre las superficies de falla en taludes de suelos o rocas fracturadas), por caída libre (partículas de roca o masas de suelo) y movimientos en masa (flujos) (Figura N°7).

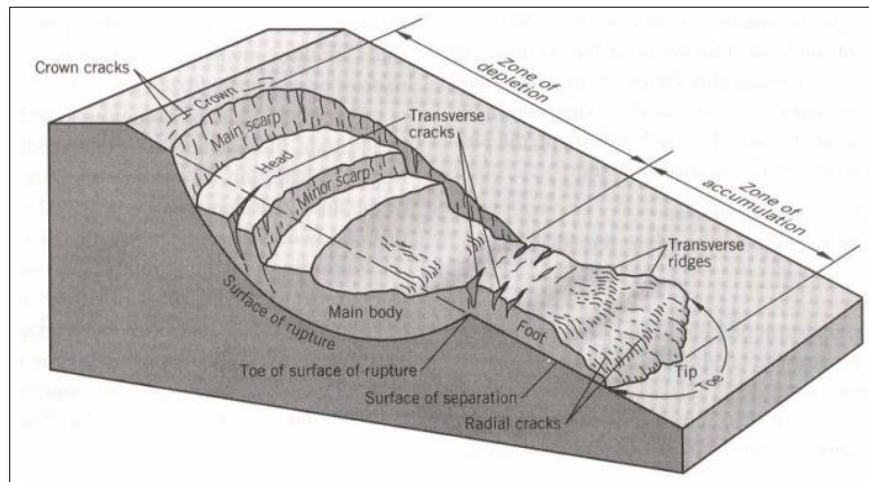


Figura N°7. Movimiento en masa típico, con sus diversas partes

Fuente: Hillslope Hydrology and Stability

2.1.5 Clasificación de los movimientos en masa

Para la clasificación de los movimientos en masa se presenta el sistema propuesto originalmente por Varnes (1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento) (Figura N°8). Para el propósito del presente texto se presentan algunas observaciones del autor a los Algunos de estos 12 Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales movimientos están incluidos en la clasificación de los procesos de deterioro previos a un deslizamiento y es difícil identificar cuándo son procesos de deterioro y cuándo son componentes principales del movimiento del talud.

1. Caída (Fall)

En cuando una masa de cualquier tamaño se desprende de un talud de pendiente fuerte, a lo largo de una superficie, en la cual ocurre ningún o muy poco desplazamiento de corte y desciende principalmente, a través del aire

por caída libre, a saltos o rodando. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido y puede o no, ser precedido de movimientos menores que conduzcan a la separación progresiva o inclinación del bloque o masa de material. La observación muestra que los movimientos tienden a comportarse como caídas de caída libre cuando la pendiente superficial es de más de 75 grados. En taludes de ángulo menor generalmente, los materiales rebotan y en los taludes de menos de 45 grados los materiales tienden a rodar (Figura N°8).

2. Volteo o inclinación (Topple)

Este tipo de movimiento consiste en una rotación hacia adelante de una unidad o unidades de material térreo con centro de giro por debajo del centro de gravedad de la unidad y generalmente, ocurren en las formaciones rocosas. Las fuerzas que lo producen son generadas por las unidades adyacentes, el agua en las grietas o juntas, expansiones y los movimientos sísmicos. La inclinación puede abarcar zonas muy pequeñas o incluir volúmenes de varios millones de metros cúbicos.

3. Reptación (Creep)

Consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas de terreno. Se les atribuye a las alteraciones climáticas relacionadas con los procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados. La reptación puede preceder a movimientos más rápidos como los flujos o deslizamientos.

4. Deslizamiento (Slide)

Este movimiento consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, es decir, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda la superficie de falla. Los deslizamientos pueden ser de una sola masa o de varias unidades de masa. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos,

deforestación, etc.

5. Flujo (Flows)

En un flujo existen movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los puede haber de roca, de residuos o de suelo o tierra. Los flujos muy lentos o extremadamente lentos pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación y la diferencia consiste en que en los flujos existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente, mientras en la reptación la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse en el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura. La ocurrencia de flujos está generalmente, relacionada con la saturación de los materiales subsuperficiales. Algunos suelos absorben agua muy fácilmente cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial y esta saturación conduce a la formación de un flujo. Algunos flujos pueden resultar de la alteración de suelos muy sensitivos tales como sedimentos no consolidados.

6. Avalanchas (Slump)

En este tipo de movimiento, la falla progresiva es muy rápida y el flujo desciende formando una especie de “ríos de roca y suelo”. Estos flujos comúnmente se relacionan con lluvias ocasionales de índices pluviométricos excepcionales muy altos, deshielo de nevados o movimientos sísmicos en zonas de alta montaña y la ausencia de vegetación, aunque es un factor influyente, no es un pre requisito para que ocurran. Son generadas a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados con un volumen importante de agua, los cuales forman una masa de comportamiento de líquido viscoso que puede lograr velocidades muy altas con un gran poder destructivo y que corresponden generalmente, a fenómenos regionales dentro de una cuenca de drenaje.

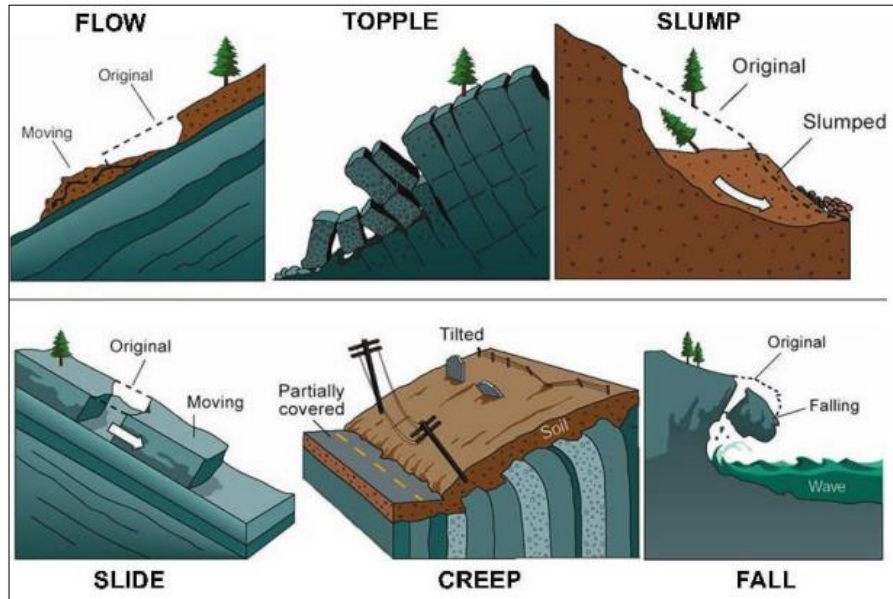


Figura N°8. Clasificación de movimientos en masa.

Fuente: Google.

2.1.6 Estructuras de contención

La finalidad de una estructura de contención es el resistir las fuerzas ejercidas por la tierra contenida, y transmitir esas fuerzas en forma segura a la cimentación o a un sitio por fuera de la masa analizada de movimiento. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse. Las deformaciones excesivas o movimientos de la estructura de contención o del suelo a su alrededor deben evitarse para garantizar su estabilidad (Jaime Suárez, 1998).

Se divide los muros de contención convencionales en cuatro categorías: gravedad, semigravedad, voladizo y contrafuertes (Figura N°9).

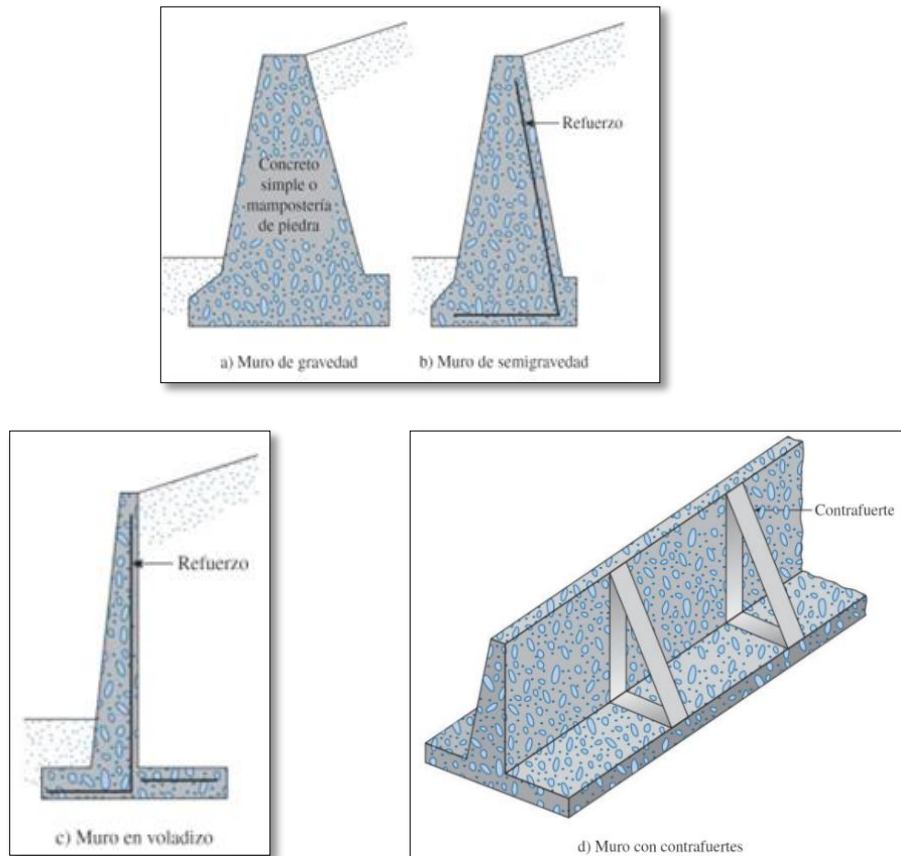


Figura N°9. Categorías de muros de contención

Fuente: Braja M. Das (2016)

Muros de contención de gravedad

El muro de gravedad tiene una masa mayor que otros tipos, su estabilidad depende del peso del muro y del suelo (Figura N°9, a). Además, el material de construcción principal es hormigón o ladrillo ordinario (Braja Das, 2016). No se recomienda su uso en pantallas altas; sin embargo, se puede ahorrar material introduciendo acero en la pantalla, lo que se conoce como pared de semigravedad) (Figura N°9, b).

Generalmente los muros de gravedad son diseñados para alturas moderadas y llevan concreto de baja calidad, así como no disponen de refuerzo, por lo que podría considerarse atractivos por su bajo costo si la altura es baja. A su vez, también pueden ser constituidos de mampostería o de piedras con mortero debido a su gran masa (Coduto, 2001).

Para conservar su economía, se recomienda tener la base lo más angosta

posible que asegure la estabilidad al vuelco y al deslizamiento y que no origine presiones mayores a las permisibles por el suelo (Torres, 2008).

Muros de contención en voladizo

El muro de contención en voladizo está formado por una losa de base y una pantalla delgada, y al ser una estructura de hormigón armado, permite ahorrar hormigón y es apto para alturas de hasta unos ocho metros (Figura N°9, c).

Estos muros, también llamados en cantiléver o en ménsula, resisten el empuje de tierras y logran la estabilidad debido a su forma en “T”, de manera que la tierra ubicada en la parte posterior de la zapata ayuda a contrarrestar el vuelco y aumenta la fricción entre el suelo y la estructura lo que genera mayor seguridad frente al deslizamiento (Das, 2001).

Muros de contención con contrafuertes

Este tipo de muros son muy parecidos a los muros en voladizo, con la diferencia de tener transversalmente elementos que unen al muro y al cimiento (Fig.9, d). Estos se presentan a intervalos regulares y tienen como objetivo reducir los momentos flectores y las fuerzas de corte (Das, 2001).

2.1.7 Presión lateral de tierra

Los taludes verticales o casi verticales de suelo se sostienen por muros de retención, muros de tabla-estacas en voladizo y otras estructuras similares. El diseño apropiado de estas estructuras requiere una evaluación de la presión lateral de tierra (empuje de suelos), que es una función de varios factores, como el tipo y la cantidad de movimiento de los muros, los parámetros de la resistencia cortante del suelo, el peso específico del suelo y las condiciones de drenaje en el relleno.

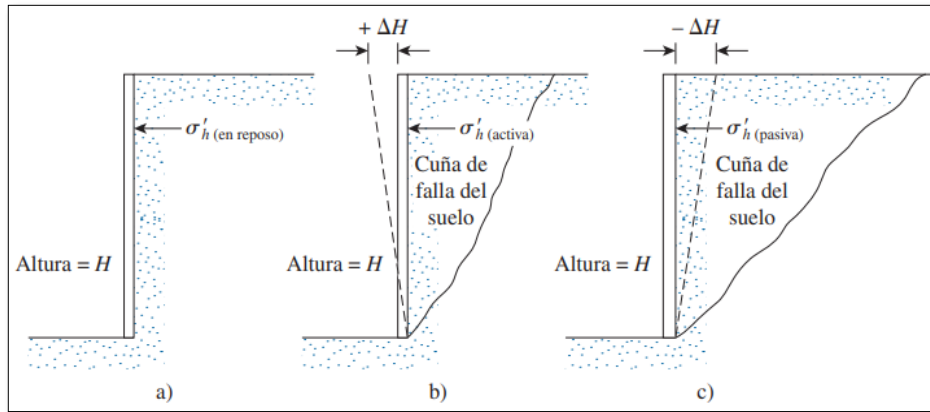


Figura N10. Presión lateral de tierra sobre un muro de retención de altura H

Fuente: Braja M. Das (2016)

a. El movimiento del muro se puede restringir (10.1a). La presión lateral de tierra sobre el muro a cualquier profundidad se denomina presión en reposo de tierra, se tiene un muro de altura H , donde se tiene un empuje lateral de tierra que estará en reposo, es decir, no estará en movimiento.

b. El muro se puede inclinar por el suelo retenido (figura 10.1b). Con suficiente inclinación del muro, fallará una cuña triangular de suelo detrás del muro. A la presión lateral para esta condición se le refiere como presión activa de tierra, donde el suelo trata de empujar al muro, mostrándose la cuña de falla que tratara de empujar al muro, dándole una deformación $(+\Delta H)$.

c. El muro se puede empujar hacia el suelo retenido (figura 10.1c). Con un movimiento suficiente del muro, fallará una cuña de suelo. A la presión lateral para esta condición se le refiere como presión pasiva de tierra, caso contrario al anterior, aquí el muro va a empujar al suelo, por lo tanto se tendrá una deformación $(-\Delta H)$ en el otro sentido (Braja Das, 2016).

Es necesario conocer previamente estos empujes de suelos para poder ver las condiciones en que actuarían en el análisis de diseño del muro.

2.1.8 Predimensionamiento del muro de contención

El análisis estructural sigue un proceso iterativo que comienza con un dimensionamiento preliminar hasta que se alcanza un factor de norma. Hay autores y reglas que determinan los criterios para el cálculo de dimensiones.

2.1.9 Diseño para muro de gravedad

Las dimensiones iniciales se sugieren en función de la altura de la pared y los valores determinados por el ingeniero responsable del diseño y análisis. en el interior. El predimensionamiento permite a los ingenieros controlar la estabilidad de las secciones de prueba de los muros. Las secciones se pueden cambiar y volver a probar si la prueba de estabilidad da resultados inexactos (Braja Das, 2016). A continuación, se propone dimensiones preliminares:

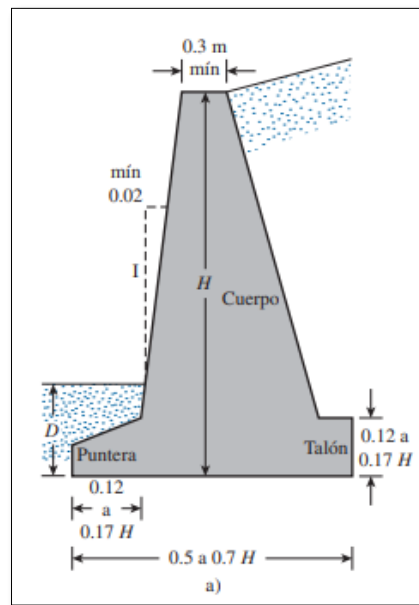


Figura N°11. Dimensiones aproximadas para un muro de gravedad

Fuente: Braja M. Das (2016)

Tabla N°1
Elementos del muro de gravedad

DIMENSIONES DEL MURO DE GRAVEDAD		
Profundidad de cimentación	(D)	mínimo 0.60 metros
Corona	(c)	dimensión mínima de 0.30 metros
Ancho de zapata	(B)	entre 0.50 a 0.70 de la altura del muro (H).
Punta de zapata	(p)	está entre 0.12 a 0.17 de H.
Peralte de zapata	(h)	está entre 0.12 a 0.17 de H.

Fuente: Braja M. Das (2016)

La normativa peruana, en su seminario de “Aplicación de las normas: E.050 Suelos y Cimentaciones y CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes” presentó criterios para las dimensiones preliminares:

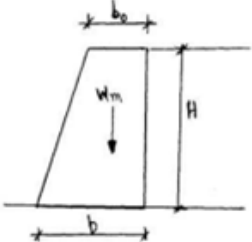
Tipo	Esquema	Predimensiones
<p>MUROS DE GRAVEDAD</p> <p>$H \leq 5 \text{ m}$</p>		<p>$b_0 = (0,25 \sim 0,3) H$</p> <p>$b = (0,4 \sim 0,6) H$</p>

Figura N°12. Predimensionamiento para un muro de gravedad

Fuente: CE.020 Estabilización de suelos y taludes

Donde se señala las siguientes dimensiones:

- Altura del muro (H) menor o igual a 5 metros.
- Corona (b_0) está entre 0.25 a 0.30 de H .
- Ancho de zapata (b) está entre 0.40 a 0.60 de H .

2.1.10 Diseño para muro en voladizo

Al igual que el diseño de muro de contención, en función de la altura del muro, se propone dimensiones preliminares propuestas por el autor:

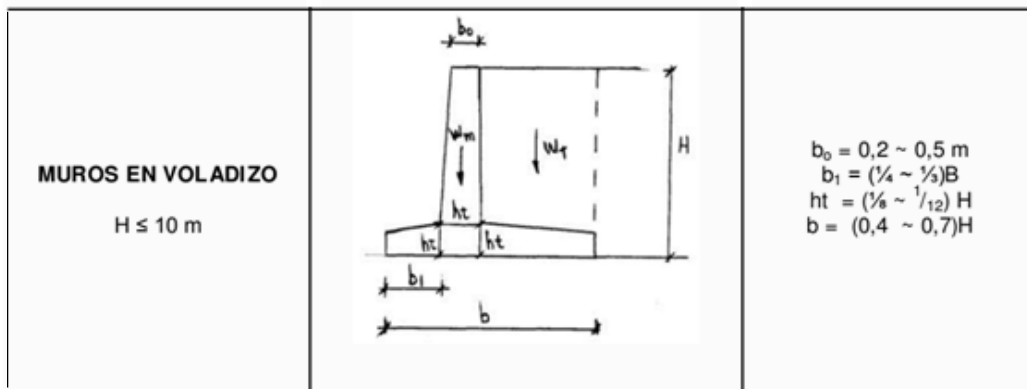


Figura N°14. Predimensionamiento para un muro en voladizo

Fuente: Braja M. Das (2016)

Donde se señala las siguientes dimensiones:

- Altura del muro (H) menor o igual a 10 metros.
- Corona (b_0) está entre 0.20 a 0.50 metros.
- Llave (ht) está entre $1/12$ a $1/8$ de H .
- Ancho de zapata (b) está entre 0.40 a 0.60 de H .
- Punta de zapata (b_1) está entre $1/4$ a $1/3$ de b .

2.1.11 Estabilidad de muro de contención

Un muro de contención puede fallar en cualquiera de las siguientes formas:

- Puede volcarse respecto a su puntera, sucede cuando el peso del suelo retenido genera un volteo con respecto a la punta, dándose el volteo de la estructura (Figura 15a).
- Puede deslizarse a lo largo de su base, sucede cuando el peso del suelo retenido genera un empuje que desplaza al muro a lo largo de su base (Figura 15b).
- Puede fallar debido a la pérdida de capacidad de soporte de carga del suelo que soporta la base, sucede cuando el suelo de cimentación pierde su capacidad portante, ocurriendo en cambio en la estabilidad externa del muro

y suelo (Figura 15c).

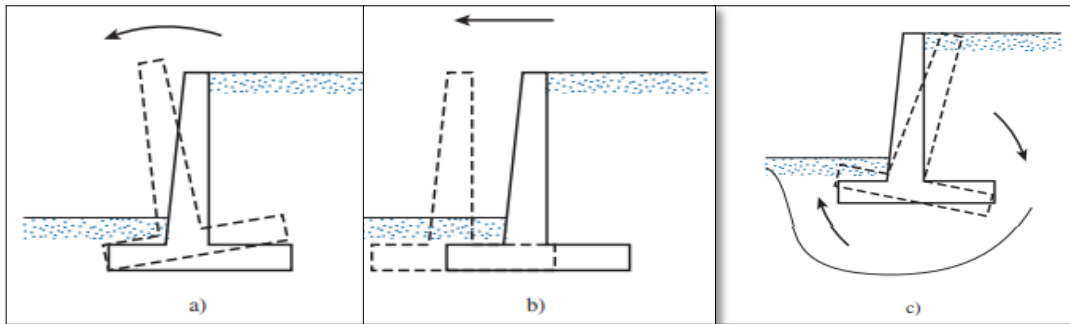


Figura N°15. Tipos de fallas en muros de contención

Fuente: Braja M. Das (2016)

Factor de Seguridad

Se conoce como factor de seguridad (FS) a la relación entre las fuerzas de resistencia y las fuerzas actuantes que intervienen en el muro de contención. Una vez que se determina el valor, se analiza verificando su resistencia con las normativas de diseño para concluir si el análisis de estabilidad cumple o no con los parámetros de norma.

2.1.12 Teoría de Rankine

El uso de la teoría de la presión de tierra de Rankine para las revisiones de estabilidad comprende trazar una línea vertical AB por el punto A (talón de losa). La condición activa de Rankine se supone que existe a lo largo del plano vertical AB. Luego se pueden utilizar las ecuaciones de la presión de tierra de Rankine para calcular la presión lateral sobre la cara AB del muro. En el análisis de la estabilidad del muro, se debe tomar en cuenta la fuerza $P_a(\text{Rankine})$, el peso del suelo arriba del talón y el peso W_c del concreto.

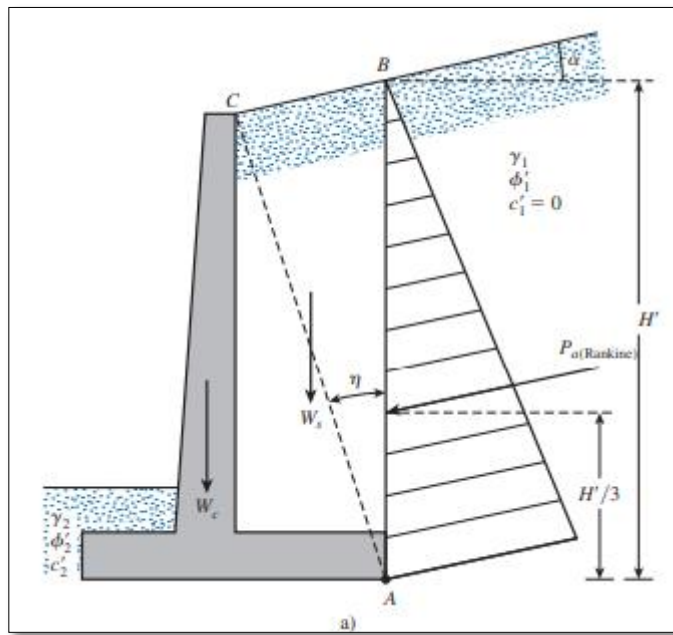


Figura N°16. Presión lateral de Rankine para muros de voladizo

Fuente: Braja M. Das (2016)

2.1.13 Teoría de Coulomb

Coulomb presentó sus teorías para la presión de tierra activa y pasiva, tomando en cuenta que la superficie de falla es un plano y además la fricción fue tomada en consideración. En esta teoría no se asume el peso del relleno encima del talón, solo presión aplicada directamente a cara del muro. Si se aplica la teoría de la presión activa de tierra de Coulomb, las únicas fuerzas que se consideran son $P_a(\text{Coulomb})$ y el peso del muro, W_c .

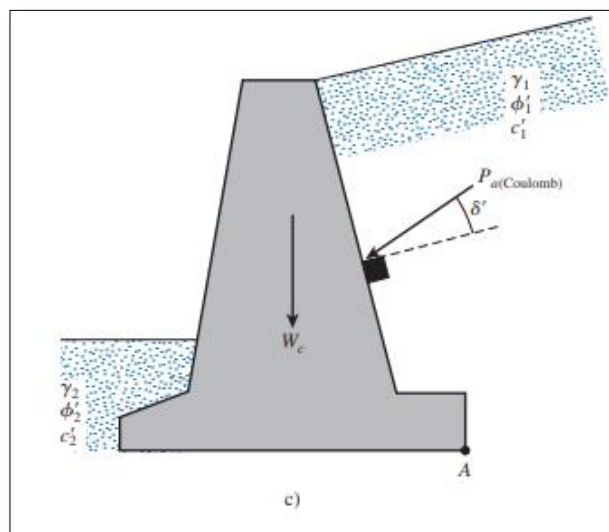


Figura N°17. Presión lateral de Coulomb para muro de gravedad

Fuente: Braja M. Das (2016)

2.1.14 Factor de seguridad por volteo

El factor se comprueba como el cociente de momentos totales de fuerzas resistentes al volteo y momentos de fuerzas actuantes al volteo con respecto a la puntera (C), se puede expresar como:

$$FS_{Volteo} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \quad (1)$$

Donde:

ΣMR : Suma de s momentos de las fuerzas que tienden a resistir el volcamiento del muro respecto al punto C.

ΣMO : Suma de s momentos de las fuerzas que tienden a volcar el muro respecto al punto C.

La principal fuerza que provocada el vuelco del muro de contención es la presión activa del suelo de contención. Por otro lado, la fuerza principal para resistir el vuelco de un muro, es su propio peso. Existen valores mínimos según normativa peruana para el cumplimiento del factor de seguridad:

Tabla N°3

Factores de seguridad contra volteo

Valor mínimo para el FS contra volteo.		
Norma	FS_{volteo}	
E.050 Suelos y Cimentaciones	1.50	Cond. Estática
	1.25	Cond. Pseudoestática
CE.020 Estabilización de suelos y taludes	≥ 2	

Fuente: Braja M. Das (2016)

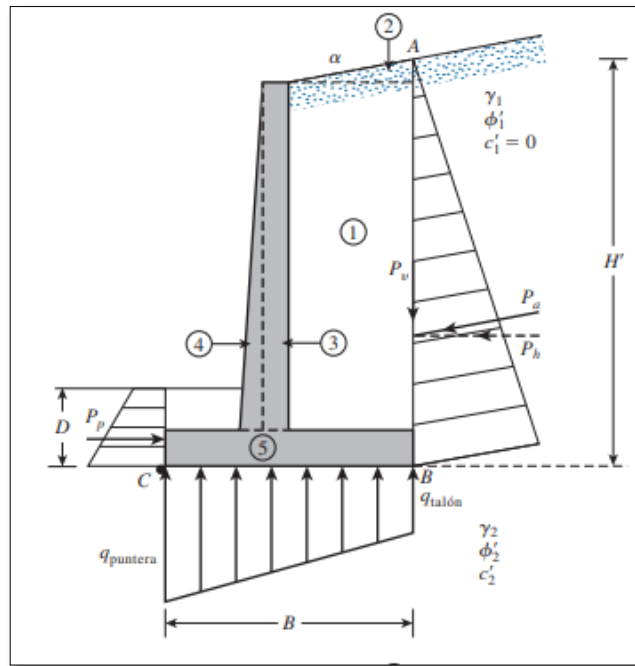


Figura N°18. Verificación por volteo para un muro en voladizo (T. Rankine)

Fuente: Braja M. Das (2016)

2.1.15 Factor de seguridad por deslizamiento

El factor se comprueba como el cociente de fuerzas totales resistentes al deslizamiento y fuerzas actuantes al deslizamiento, se puede expresar como:

$$FS_{\text{Deslizamiento}} = \frac{\Sigma F_R}{\Sigma F} \quad (2)$$

Donde:

ΣF_R : Suma de fuerzas horizontales resistentes

ΣF : Suma de fuerzas horizontales de empuje

La principal fuerza actuante que intenta deslizar un muro de contención es la

presión activa de tierra retenida. Por otro lado, para resistir el deslizamiento se tiene como principal fuerza al peso del muro, el cual genera resistencia al corte en el fondo de base (Ecuación 3).

$$R = (\Sigma V) \tan \delta' + B c'a \quad (3)$$

Donde:

B : base del muro de contención.

R : resistencia al corte en fondo de base del muro.

ΣV : suma de fuerzas verticales sobre fondo de base del muro.

δ' ; $c'a$: ángulo de fricción y adherencia entre suelo y fondo.

Para el cálculo de la resistencia al corte, se puede describir al ángulo de fricción y adherencia entre suelo y fondo de base, respectivamente como:

$$\delta' = k_1 \phi'2 \quad (4)$$

$$c'a = k_2 c'2 \quad (5)$$

Donde:

$\phi'2$: Ángulo de fricción del suelo debajo del muro.

$c'2$: Cohesión del suelo debajo del muro.

k_1 ; k_2 : Coeficientes del rango 1/2 a 2/3

Existen valores mínimos según normativa peruana para el cumplimiento del factor de seguridad:

Tabla N°4

Factores de seguridad contra el deslizamiento

Valor mínimo para el FS contra el deslizamiento	
Norma	$F_{S\text{deslizamiento}}$

E.050 Suelos y Cimentaciones	1.50	Cond. Estática
	1.25	Cond. Pseudoestática
CE.020 Estabilización de suelos y taludes	≥ 2	

Fuente: Braja M. Das (2016)

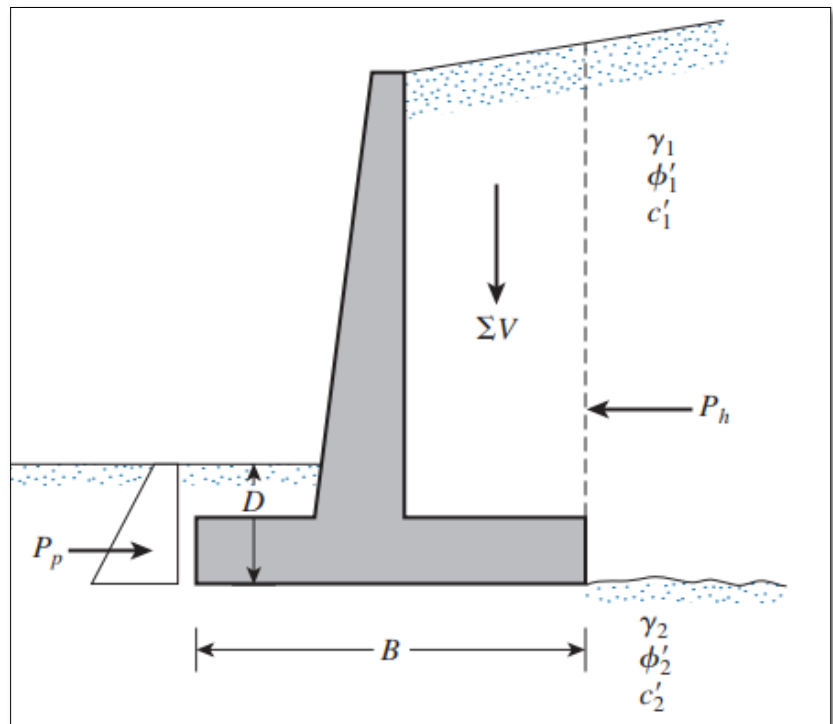


Figura N°19. Fuerzas actuantes para el cálculo de FS al deslizamiento (T. Rankine)

Fuente: Braja M. Das (2016)

2.1.16 Factor de seguridad por capacidad de carga

La capacidad admisible del suelo de fundación σ_{adm} debe ser mayor que el esfuerzo de compresión máximo o presión de contacto σ_{max} transferido al terreno por el muro para todas las combinaciones de carga (Patricio B, 2014).

Para la determinación de σ_{max} y σ_{min} , se procede de la siguiente manera: Primeramente es necesario encontrar la resultante que está actuando.

$$R = \Sigma V + P_h \quad (6)$$

El momento neto de estas fuerzas respecto al punto C es:

$$M_{neto} = \Sigma MR - \Sigma M_o \quad (7)$$

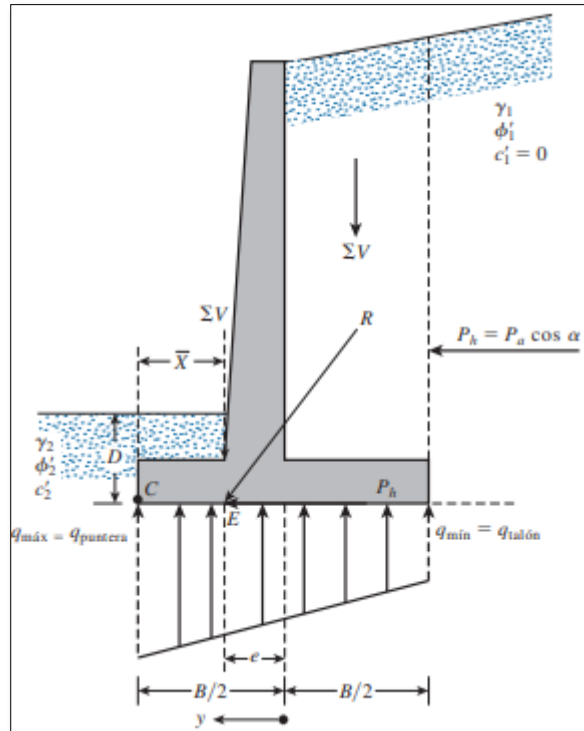


Figura N°20. Revisión por capacidad de carga

Fuente: Braja M. Das (2016)

Donde, la excentricidad se calcula con los momentos y fuerza vertical del peso del muro:

$$e = \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_o}{\Sigma V} \quad (8)$$

Para determinar σ_{max} y σ_{min} , el valor de y es $B/2$ y bajo cálculos matemáticos se obtiene:

$$q_{m\acute{a}x} = q_{punta} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad (9)$$

$$q_{min} = q_{talón} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad (10)$$

Donde:

B : Base del muro de contención.

ΣV : Suma de fuerzas verticales sobre fondo de base del muro.

e : Excentricidad de resultante para fuerzas verticales y fuerza horizontal.

El factor de seguridad contra la falla por capacidad de carga se determina mediante la expresión:

$$FS_{Capacidad\ de\ carga} = \frac{q_u}{q_{máx}} \quad (11)$$

Donde:

q_u : Carga última del suelo de cimentación

$q_{máx}$: Carga máxima de la presión vertical transmitida por la base hacia el suelo.

Existen valores mínimos según normativa peruana para el cumplimiento del factor de seguridad:

Tabla N°5

Factores de seguridad por capacidad de carga

Valor mínimo para el FS por capacidad de carga		
Norma	$F_{S_{capacidad\ de\ carga}}$	
E.050 Suelos y Cimentaciones	3.00	Cond. Estática
	2.50	Cond. Pseudoestática
Braja M. Das (2016)	≥ 3.00	

Fuente: Braja M. Das (2016)

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1. Investigaciones internacionales

Laire Seco (2021) En su tesis señala que para Chile, la industria minera es de vital importancia por su aporte al PIB nacional. Desafortunadamente, la producción minera va de la mano con la generación de un producto de desecho conocido como desechos de relaves. Estos materiales se acumulan en los desechos y son peligrosos para el medio ambiente si no se almacenan de manera segura. Por esta razón, es fundamental comprender la estabilidad física de estas estructuras para evitar su colapso. El objetivo principal de este título fue desarrollar un análisis de sensibilidad para la estabilidad de taludes representativo de presas y estanques de desecho, y evaluar cuatro parámetros importantes: la resistencia al corte de los materiales de construcción; Así el revestimiento de la pared y su forma y la placa de agua y el coeficiente de sismicidad en matemáticas o grado. Además, el estudio pretende priorizar el efecto de estos cuatro parámetros sobre la estabilidad de taludes. Para lograr estos objetivos, primero se estudian los valores de los parámetros que forman parte del análisis de estabilidad, y luego a partir de ahí, se determinan sus valores y se asignan 36 casos de estudio a cada estructura para permitir uno. para analizar. Este estudio consta de dos análisis realizados en programas informáticos. El primero es el segundo análisis de flujo de ancho con presión intersticial y flujo dentro de la pared de la estructura, y el segundo es el análisis de estabilidad de taludes.

Se evaluaron tres tipos de fallas: una falla global de tipo bloque que cubre la mayor parte del muro, una falla global circular que se desarrolla al menos desde el centro del coronamiento hasta el punto de contacto entre las lamas y el talud aguas arriba. Una línea, una falla de superficie circular que se desarrolla exclusivamente en taludes ubicados aguas abajo del prisma de resistencia. El análisis proporcionado entrega los resultados, índice de confiabilidad, probabilidad de falla, factores de seguridad promedio, mínimo y máximo y sus desviaciones estándar, así como un diagrama esquemático que muestra la superficie de deslizamiento.

Reyes Suarez (2019) En su tesis afirma que el presente proyecto tiene como finalidad realizar análisis de las condiciones de estabilidad para diferentes

taludes utilizando técnicas de revegetalización basados en el primer programa piloto de revegetalización y paisajismo de taludes realizado por el Instituto Nacional de Vías en el año 2017, con la participación de las direcciones territoriales a cargo de este Instituto, localizadas en cuatro (4) zonas del territorio Nacional Colombiano, con el objetivo de incentivar la implementación de métodos para la estabilización de taludes, acorde a las características geológicas y geomorfológicas de cada región. El proyecto consistió en la selección de cuatro (4) taludes localizados en corredores viales a cargo de INVIAS, que hayan presentado problemas de estabilidad y estabilizarlo con una técnica de revegetalización que más se adapte a la zona del proyecto, este proceso fue evaluado por diferentes profesionales de INVIAS de planta central, en el cual se asignó para la participación en el proyecto, así como gestor del proyecto del estudio del talud localizado en Boyacá. Se seleccionaron cuatro (4) taludes, localizados en los departamentos de Caquetá, Huila, Risaralda y Boyacá los cuales serán denominados en adelante territoriales para identificación de cada zona.

En estos taludes se obtuvieron características generales, relacionadas con temas de localización exacta, aspectos climatológicos, geológicos y topográficos, así mismo para cada talud se realizaron exploraciones de campo con el propósito de realizar su caracterización; con esta información y antes de que los taludes fueran revegetalizados, se realizó un análisis de estabilidad en los taludes localizados en las territoriales de Boyacá y Risaralda donde se determinaron parámetros de diseño tales como ángulo de fricción, cohesión y peso unitario, los cuales se utilizaron para la modelación de los taludes en los softwares MIDAS GTS NX y SLIDE, para observar su comportamiento y determinar el factor de seguridad en condiciones estáticas y pseudoestáticas. Con la información obtenida anteriormente, se determinó la técnica de revegetalización a implementar en cada talud y se efectuó un seguimiento de la ejecución de los proyectos mencionados, mediante la realización de visitas de campo con el fin de conocer el estado en el que se encuentra cada técnica de revegetalización implementada en los taludes, esto con el propósito de verificar su efectividad y prendimiento de la cobertura vegetal; finalmente la realización de un análisis costo–beneficio, el cual

determinó el costo de la revegetalización de cada talud y el beneficio que dicha estabilización generó en el sitio de estudio.

Khan Faisa (2019) En su tesis indica que con el tiempo, las estructuras hechas por el hombre son susceptibles de sufrir daños debido a los desastres naturales que causan grandes pérdidas de vidas y propiedades. Uno de los desastres más comunes que ocurren son los terremotos que destruyen la infraestructura de una manera diferente e inesperada cada vez. Para comprender el mecanismo de falla y sus efectos, se realizó un estudio numérico en la pared en voladizo de diferentes sismos (Osouli & Zamiran, 2017). El objetivo del estudio se centró en la cohesión del relleno y su efecto en el deterioro de los muros. Después de revisar la documentación, me doy cuenta de la necesidad de extenderlo más allá del muro en voladizo y los muros de gravedad difieren en forma, propósito y mecanismo, pero ¿difieren en daño y cuál es el efecto del relleno de cohesión? ¿juego? El objetivo principal del estudio fue modelar el comportamiento de un muro gravitacional relleno con materiales con diferentes fuerzas adhesivas bajo tres cargas sísmicas diferentes. La validación del trabajo es un proceso paso a paso de revisión de la literatura, seguido de la comprensión de los códigos de entrada utilizados por (Osouli & Zamiran, 2017) en su investigación. Las velocidades sísmicas de entrada utilizadas en el estudio se examinaron en busca de modificaciones en el software (Seismosoft, 2016). Los símbolos se ingresaron individualmente en el software FLAC 2D (Itasca, 2011) y se realizaron análisis numéricos, luego se extrajeron los resultados del análisis y se generaron los números en Microsoft Excel para compararlos con los resultados de la fruta cruda. La fuerza de adherencia de la carga varía de 0 kPa a 30 kPa para comprender el efecto de su variación en el desempeño del muro. Los datos de entrada de los terremotos de Loma Prieta, Kobe y Chi-Chi se utilizaron para el análisis dinámico.

El muro está diseñado de acuerdo con el método de diferencias finitas. El rendimiento del muro monitoreado incluye la presión sísmica del suelo, la aceleración máxima del suelo, el desplazamiento relativo del muro, la presión sísmica total y creciente del suelo y el punto de impacto en el muro. Los resultados se compararon con los resultados del muro en voladizo con la

misma fuerza de unión de la presa. Muro de gravedad y muro en voladizo de 6 metros. La relación entre el coeficiente de compactación del suelo total y creciente y la fuerza de cohesión del suelo se controla de cerca. Los resultados muestran que, en general, a medida que la cohesión del puente aumenta de 0 a 30 kPa, el coeficiente de presión sísmico total del cuerpo del muro disminuye; Sin embargo, a medida que aumenta la cohesión, el resultado también aumenta para la base del muro. La presión sísmica adicional del muro disminuye a medida que aumenta la cohesión del estribo con respecto al cuerpo y talón.

Barrero Sánchez (2018) En su tesis señala que la estabilización de taludes es un campo de la ingeniería civil en el que se determina el comportamiento de un cuerpo de tierra, teniendo en cuenta aspectos como la geología y la geotecnia, e influye directamente la ejecución o no de proyectos civiles en zonas colindantes con el área de estudio.

Este documento describe el análisis de estabilidad del talud ubicado en el sector “predio La Cascada”, el cual pertenece a la zona veredal del municipio de Ibagué Tolima (Colombia), al cual se le determinó sus características topográficas y geotécnicas mediante las visitas de campo, reconocimiento del terreno, extracción de muestra, ensayo de laboratorios, cálculo de la estabilidad dicho talud usando el software GEO5 y con ello realizar su respectivo análisis de resultado.

2.2.2. Investigaciones nacionales

Aguedo (2021) En su tesis precisa que el efecto del arreglo estructural de discontinuidades sobre la estabilidad global de los taludes globales de un tajo abierto a través de una metodología de elementos finitos (FEM) para un diseño de cubierta inclinada más realista. Para esta investigación se realizó una valoración bibliográfica del estado técnico del tema para fundamentar los posibles resultados de la investigación, así como distinguir entre el modelo utilizado para el modelado de discontinuidades y la metodología de cálculo. De igual forma, para el ingreso del macizo rocoso se utilizaron datos de la caracterización geomorfológica de una mina a cielo abierto en Canadá,

mientras que la caracterización de discontinuidad se obtuvo de la teoría. Para el análisis de estabilidad de taludes se utiliza el software RS2 de Rockscience, este software permite modelar las discontinuidades por separado, permitiendo cambiar las variables de dirección, distancia y dimensiones, longitud y durabilidad de los taludes discontinuos utilizados en la investigación. Los resultados obtenidos del análisis muestran que el arreglo estructural afecta la estabilidad del talud, sin embargo, esta última es muy pequeña debido al carácter resistente del macizo rocoso que proporciona un alto coeficiente de estabilidad. Además, muestra que el parámetro más influyente es la dirección de la discontinuidad.

Aliaga (2020) En su tesis afirma que analizaron la estabilidad estática de la línea de costa de la Costa Verde en la provincia del Magdalena, que fue evaluada previamente en la tesis por el ingeniero Javier Díaz. La parte considerada en este documento corresponde al desnivel más significativo. Para ello se utilizará el método de los elementos discretos utilizando el programa gratuito Yade, que funciona programando y simulando modelos y escenarios. Para predecir los peligros de deslizamientos de tierra, varios sistemas de análisis están disponibles en la estabilización aplicada a estructuras geológicas. El Método de Elementos Discretos (DEM) es uno de esos sistemas y Yade, por ser un programa aún desconocido en el Perú, es importante conocer su uso. Por otro lado, gracias a los documentos bibliográficos existentes relativos a la región costera del Perú, es posible estudiar y conocer las diversas propiedades físicas y mecánicas de sus laderas. Esto valida el método. El objetivo de esta tesis fue dar a conocer el sistema YADE en el Perú. Para ello, comenzó a investigar experimentos existentes centrados en el análisis de gradiente estático o aplicaciones DEM con el objetivo de deducir una metodología que pudiera adaptarse a Yade. Para que esto fuera posible, debían definirse las propiedades necesarias para generar el modelo, que fueran compatibles con la interfaz de Yade y que permitiesen un rendimiento óptimo en términos computacionales de la simulación. Si la prueba satisface la condición de equilibrio, como los métodos de equilibrio límite, se acepta la efectividad de la metodología y se puede aplicar a otros análisis de pendiente. Los resultados obtenidos se complementarán

con la comparación con los métodos aplicados en otros trabajos analíticos. La Guía del programa Yade y el siguiente procedimiento se han preparado para facilitar el estudio adicional. Para realizar la prueba se explicará el uso del software Yade utilizando los datos obtenidos del análisis por métodos tradicionales en el trabajo de tesis del ingeniero Javier Díaz. La metodología del programa incluye un enfoque característico de sistemas de partículas y pruebas iterativas de simulaciones en situaciones controladas. Usando la ecuación de equilibrio, el programa calculará la respuesta y resultado del comportamiento del elemento. Con esto en mente, se probarán los modelos generados con diferentes parámetros hipotéticos para encontrar la combinación más eficiente de respuesta esperada y tiempo de análisis.

Alcántara (2020) En su tesis afirma que la ciudad de Lima es una zona muy sísmica en la que el 30% de la población vive en las laderas. Esta actitud, junto con la informalidad en los negocios, provoca un estado de vulnerabilidad. Para vivir en la ladera, los pobladores utilizan diques y muros de roca seca (Pircas) como muros de contención. Los efectos de un terremoto muy intenso pueden romper puentes y muros de roca, lo que resulta en daños a la propiedad y desafortunadas pérdidas de vidas. Para reducir la vulnerabilidad de los pilotes, es necesario realizar estudios empíricos para caracterizar las características de este tipo de construcción y evaluar su desempeño para cargas perpendiculares a su plano. En el Proyecto 109-2017-FONDECYT, que propone construir y ensayar muros de piedra a escala natural, parece necesario realizar ensayos adicionales a escala reducida para determinar ciertos parámetros y verificar el número de modelo. El objetivo es evaluar empíricamente el desempeño de muros comunes de roca seca para cargas estáticas laterales perpendiculares a su plano, mediante el uso de pequeñas probetas (el muro). En primer lugar, se diferencian los prototipos en función de la geometría y el montaje, para obtener un modelo ideal. A continuación, se diseñó y construyó el dispositivo de inclinación móvil para pruebas estáticas frente a cargas laterales.

Luego, las muestras se diseñan, construyen y prueban, y se realizan diez pruebas para encontrar la fuerza máxima que la muestra puede soportar. Utilizando bloques convencionales (pavimentos), se realizaron tres ensayos

en los que los muros se ensamblaron sin espaciadores. Utilizando bloques irregulares (rocas) se realizó: tres ensayos donde se construyó el muro sin contrafuertes, tres ensayos donde se construyó el muro con contrafuertes y un ensayo donde se construyó el muro con yeso. Con los ensayos realizados se obtuvo la máxima resistencia como porcentaje del peso adecuado de las muestras: para bloques ordinarios sin espaciadores es del 32%; Bloqueo irregular sin stent 24%, bloqueo irregular con puntal 33%; Y en forma de bloques irregulares de yeso 57%. En conclusión, se logró el objetivo mencionado anteriormente, porque con pruebas a pequeña escala, los resultados de los ensayos a gran escala pueden confirmarse (teóricamente).

Breña (2019) En su tesis afirma que los factores que inciden en la interacción de la carretera longitudinal de la sierra tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca, Perú son: los parámetros meteorológicos, de humedad y geotécnicos (peso unitario, fuerza adhesiva, ángulo de fricción interna, límite de Atterberg). Esta tesis se basa en la geología, la geoingeniería, la geomecánica, las rocas, los suelos, el agua y la geofísica, cuando se aplican a la estabilización de taludes. La vía evaluada por el clima tiene dos partes:

- 1.- Clima Seco Cochabamba-Cutervo Progreso
- 2.- El clima cálido y húmedo de Chiples avanza paulatinamente

La consolidación de terrenos a lo largo del área de la carretera es variable, favoreciendo fuertes subidas y bajadas, proceso que interrumpe el transporte normal de suministros y personas. Los datos se procesan en tiempo real y la información o datos se recopilan para determinar los parámetros geotécnicos en el sitio, tales como: factor de seguridad estático, factor de seguridad pseudoestático, cálculo de gravedad admisible, carga única e hidrogeología. Las obras de arte se crean para guiar el agua, evitar que se filtre y proporcionar agentes correctores en diversos entornos para estabilizar taludes.

Vergara (2018) En su tesis afirma que la zona de mayor impacto negativo en los procesos geodinámicos activos es en medio de la población de San Juanito Alto, debido a los deslizamientos donde se separan rocas, partículas o gravas, poniendo en peligro las viviendas aledañas. Como resultado,

separar las piedras ha causado más daño a las personas y puede continuar causándolo. Este proyecto corresponde a la estabilización de taludes mediante tres métodos: gaviones, geomallas y muros de contención. La investigación de suelos se realiza mediante la perforación de pozos de los cuales se obtienen datos para el cálculo y diseño a través de tres métodos. Por lo tanto, para una mejor estabilidad de taludes y sobre todo para ayudarnos a mejorar el medio ambiente, se utiliza el diseño de geomallas con un costo directo de S/. 311.343,38; Por razones económicas se puede utilizar el método de muro de contención con un costo directo de S/. 173.779.28 o método gaviones a un costo directo de S/. 279.005.02.

2.2.3. Artículos relacionados con el tema

Huang et al. (2018), en su artículo exponen que:

Proponen un método de dos pasos para estudiar la estabilidad sísmica de taludes durante un período de exposición determinado. En el primer paso, se evalúa la probabilidad de pasar la rueda horizontal falsa. En el segundo paso, se genera una curva de daño de talud, que muestra la relación entre la aceleración horizontal espuria y la probabilidad de falla de talud. La probabilidad de falla de rampa durante un período de exposición determinado se evalúa combinando la curva de probabilidad de exceso de aceleración horizontal espuria y la curva de daño de talud. Los ejemplos estudiados demuestran la fiabilidad del gradiente en condiciones sísmicas controladas por múltiples superficies deslizantes. Un techo inclinado puede tener diferentes potenciales de falla durante el mismo tiempo de exposición cuando se encuentra en diferentes posiciones debido a los diferentes grados de vibración del suelo. Ocurriendo en el mismo lugar, diferentes pendientes pueden tener diferentes probabilidades de falla debido a diferencias en factores tales como la geometría de la pendiente y las condiciones geológicas. El método propuesto en este artículo se puede utilizar para determinar la influencia de los factores anteriores en la confiabilidad de la pendiente.

Jingshu et al. (2021), en su artículo sostienen que:

La infiltración de precipitaciones es un factor importante para determinar la presión activa del suelo sobre la estructura de contención. Las investigaciones previas sobre la estabilidad de las estructuras de retención del suelo se realizaron principalmente asumiendo que las represas estaban secas, saturadas o expuestas a un flujo continuo no saturado, ignorando las propiedades variables en el tiempo del proceso de sedimentación. . Basado en la teoría del límite superior del análisis de límites, este estudio realizó un análisis de estabilidad de estructuras de contención tridimensionales (3D) expuestas a diferentes formas de infiltración de lluvia. Se utilizó un modelo analítico capaz de calcular la distribución de la presión intersticial causada por la infiltración de sedimentos para calcular el cambio en la presión intersticial en función del tiempo de los suelos no saturados.

El método de la sección transversal se utiliza para calcular el cambio de peso unitario efectivo del suelo. Luego se deriva una expresión analítica para el coeficiente de presión terrestre activa a partir de la ecuación de balance de energía. Se investigó el efecto de las características 3D ERS y el modelo de lluvia en el coeficiente de presión del suelo activo y el modelo de falla ERS. Se encontró que, en comparación con las condiciones de estrés simples, las propiedades 3D del sistema ERS dieron como resultado valores más bajos de presión sobre el suelo de trabajo y una mejor estabilidad. Los patrones de lluvia no solo determinan directamente la estabilidad y la presión operativa sobre el suelo del sistema ERS, sino que también juegan un papel dominante en el patrón de falla severa del sistema ERS.

Scaringi, G., & Loche, M. (2022), en su artículo afirman que:

A medida que aumenta la escala, los enfoques hidromecánicos completamente coherentes dan paso gradualmente a estructuras secuenciales más simples de modelos hidrológicos e infinidad de gradientes o sólidos y, finalmente, a los mismos modelos geoestadísticos. En todas las escalas, aunque se reconoce bien el papel de la temperatura en el control de la transpiración y, por lo tanto, del equilibrio hidrológico, los acoplamientos termomecánicos directos se ignoran sistemáticamente, excepto en el caso de cualquier cambio de fase. . Esto contrasta con la amplia evidencia empírica de las propiedades hidráulicas y termomecánicas completamente integradas

de la mayoría de los materiales geológicos, incluso dentro del rango de temperatura común en la superficie de la Tierra o cerca de ella. Aquí, planteamos la hipótesis de que es probable que los procesos dependientes de la temperatura estén involucrados en la estabilización de taludes, con un enfoque particular en los gradientes de lodo en regiones templadas y cálidas.

Nuestra hipótesis contraria es que las fluctuaciones y tendencias de la temperatura debidas al cambio climático pueden provocar, a corto y largo plazo, efectos hidráulicos en los taludes (cambios de permeabilidad, capacidad de retención, etc.). Agua, resistencia a la compresión, etc. resistencia corta). Además de otros efectos conocidos (como cambios en los patrones de lluvia y cambios en el uso del suelo), pueden afectar la actividad de deslizamientos, así como la distribución y frecuencia de las superficies. laderas Para verificar esta hipótesis en todas las escalas, se requiere un monitoreo de campo frecuente de las variables relacionadas con la temperatura, así como un análisis geográfico asociado con los productos de teledetección térmica. Al mismo tiempo, se deben desarrollar enfoques completamente integrados para permitir que se realicen estudios físicos sobre una cuenca o sobre un área grande para tener en cuenta las variables asociadas con la temperatura y la heterogeneidad, la consistencia intrínseca, la disponibilidad de material y las condiciones de contorno.

Gbétoglo et al. (2021), en su artículo sostienen que:

Intentaron evaluar las condiciones estables de las laderas de escombros cortadas de la carretera a lo largo de la Carretera Nacional-7 (NH-7), Uttarakhand, India. Los parámetros de ingeniería de los materiales formadores de taludes y otros insumos utilizados para el análisis de estabilidad de taludes se evaluaron en base a diferentes pruebas geotécnicas, como resistencia al cizallamiento directo, prueba de análisis de densidad, pruebas de dureza de roca, análisis de tamaño de partícula, límites de Atterberg y análisis XRD para la fracción más fina de los materiales de pendiente. La estabilidad de la pendiente se evaluó en base al método de equilibrio límite (LEM) y a los métodos de elementos finitos basados en el factor de reducción de fuerza (FEM-SRF). Los resultados mostraron que los

materiales de la pendiente se componen principalmente de arenas bien graduadas, arenas de grava, con poca o ninguna plasticidad y no muestran actividad arcillosa junto con una cohesión moderada (19.4-31.5 kPa) y un ángulo de fricción interno (26.23 a 38.44).

Las condiciones de estabilidad de la pendiente basadas en LEM fueron consistentes con el SRF-FEM y revelaron que las pendientes con la mayor altura y ángulo de inmersión (L4 y L6) son críticamente estables con un factor de reducción de resistencia inferior a 1. Con base en los resultados anteriores, se concluye que la geometría del talud (el ángulo y la altura total del talud) tiene la mayor influencia en el estado de estabilidad del talud estudiado que la expansión metálica del techo. lodo de pendiente. Excavar en la parte superior de la pendiente, instalar muros de contención y gaviones a lo largo de la pendiente y plantar césped en la superficie de la pendiente son algunas de las medidas de estabilización que se pueden tomar para aumentar la estabilidad de la pendiente.

Hanandeh, S. (2022), en su artículo expone que:

Se presentó un análisis del conjunto de datos relacionado con la falla del circuito de estabilización de taludes utilizando el software GeneXproTools. Se han desarrollado dos modelos: el primero se usa para encontrar el modelo de clasificación que representa el estado estacionario (S), el segundo se usa para estimar el factor de seguridad y predecir el modelo, y el modelo matemático se usa como indicador de estabilidad de taludes. . estabilidad. Los modelos ofrecidos incluyen fuerza adhesiva, peso unitario, ángulo de rampa, factor de presión intersticial, ángulo de fricción interna, altura de rampa, ángulo de fricción interna y factor de seguridad. Los resultados mostraron que los valores de precisión y error fueron 93,1% y 6,9%, respectivamente para el Modelo de Clasificación 1. La relación entre los valores reales del factor de seguridad y la salida del Modelo 2 es un valor R2 de 0,96. Los modelos desarrollados deben someterse a un análisis de sensibilidad para determinar el efecto de las variables de entrada sobre las salidas de los dos modelos. Los sitios de pendiente seleccionados con diferentes características físicas se ingresaron en el software geox5 y los resultados se compararon con los resultados de los dos modelos desarrollados.

Además, al comparar los modelos propuestos con los disponibles en la literatura, los resultados muestran que los modelos propuestos en este estudio funcionan mejor que los modelos disponibles.

Guo et al. (2022), en su artículo afirman que:

La evaluación de la estabilidad del talud incluye la posición de la superficie de deslizamiento crítica y el factor de seguridad correspondiente (FOS). Teniendo en cuenta las propiedades de los vectores de fuerza, el método de adición de vectores se ha estudiado más a fondo en función de la definición de caída de fuerza en FOS y el campo de tensión aguda, y FOS se puede calcular directamente mediante el equilibrio I de tipo ecuación. Fuerza límite en la dirección general de la pendiente. En cuanto a la dirección de deslizamiento, resulta que está determinada únicamente por el esfuerzo cortante a lo largo de la superficie de deslizamiento según el principio de energía potencial mínima. Luego se analizaron los dos ejemplos con superficies deslizantes fijas y se compararon los resultados utilizando el método estricto de Morgenstern-Price. Finalmente, se estudiaron dos ejemplos de la literatura para encontrar el cupón crítico utilizando el método propuesto y un algoritmo genético de codificación real. Los resultados del cálculo muestran la plausibilidad del método propuesto para superficies deslizantes estables y significativas de la literatura sobre evaluación de estabilidad de taludes. Este método propuesto proporciona un nuevo método para evaluar la estabilidad de taludes, que merece mayor investigación en ingeniería práctica.

Chen et al. (2020), en su artículo sostienen que:

Se utilizó el método de reducción de resistencia combinada en un código de elemento separado para analizar la estabilidad de taludes en un área minera de carbón con doble refuerzo, principalmente con pilotes y muros de contención, seguido de yeso perforado hecho de tubos de acero porosos. Para las armaduras iniciales se calculó el factor de seguridad, se determinó el mecanismo de superficie de deslizamiento y falla y se analizó en detalle el fenómeno de daño de la armadura inicial. El tiempo de falla del talud sin mejoras adicionales se predijo aplicando un nuevo método cuantitativo

basado en los datos de desplazamiento rastreados. Mediante estos análisis se verificó la inestabilidad del talud durante la fase inicial de refuerzo. Para el segundo impulso, la efectividad se evalúa combinando el nuevo factor de seguridad con los datos de monitoreo finales, que confirman la estabilidad de la rampa. En particular, se analizan las diferencias de desplazamiento y los factores de seguridad por efecto del agua. A través de este procedimiento, se introduce un enfoque estructurado para evaluar y garantizar la seguridad de taludes como referencia en la práctica de la ingeniería.

Mavrouli et al. (2019), en su artículo exponen que:

A principios de la década de 2000, la Diputación Foral de Guipúzcoa en el País Vasco de España identificó la necesidad de evaluar los riesgos asociados con los peligros geotécnicos en su red de carreteras, con el fin de evaluar y monitorear su seguridad para los usuarios de la carretera. La Evaluación Cuantitativa de Riesgos (QRA) fue elegida como una herramienta para comparar los riesgos de diferentes peligros sobre una base objetiva. Hay pocos ejemplos de evaluaciones de riesgos múltiples a lo largo de los corredores de transporte. El método aquí presentado implica el cálculo del riesgo, en términos de probabilidad de fallo y sus correspondientes consecuencias, y ha sido aplicado a 84 puntos de riesgo (PoR) seleccionados a lo largo de toda la red viaria por la Diputación Foral de Gipuzkoa gestionada.

Se examinaron los tipos de inestabilidad de taludes, como deslizamientos de rocas, daños en los muros de contención y deslizamientos de tierra lentos. El método propuesto involucra el cálculo de la probabilidad de falla para cada peligro en base a una extensa recopilación de datos de campo y su relación con los resultados esperados. Los datos del sensor de fuerza y del inclinómetro se utilizan para muros de contención y deslizamientos de tierra de movimiento lento. El daño vial esperado para cada categoría de riesgo se evalúa a un costo unitario (CU) constante. Los resultados indican que los riesgos pueden ser equivalentes a diferentes riesgos. Se encontró que un total del 21% de la Rpp en el área de estudio era de alto riesgo.

Dhanai et al. (2022), en su artículo afirman que:

La inestabilidad de laderas debido a la lluvia es común en países tropicales como India, donde los suelos de las laderas a menudo no están saturados, lo que es más denso que la saturación de la matriz. Este estudio tiene como objetivo investigar el cambio en la presión del agua intersticial (PWP) con la penetración de la sedimentación en el talud y el efecto correspondiente de la estabilidad del talud en diferentes laderas de colinas en diferentes regiones de la India. Al aplicar la sedimentación en la superficie del talud como condición límite de flujo, se realiza un análisis de fugas transitorias usando SEEP/W y el resultado correspondiente donde se usa la distribución de PWP en el talud como software de entrada Geostudio 2018 R2 SLOPE/W, para verificar la estabilidad de la pendiente Este estudio involucró el uso de una simulación CMIP5 (Phase 5 Model Linked Comparison Project) de datos de lluvia de diferentes regiones para los períodos 2015-2050, 2051-2075 y 2076-2100; Se basa únicamente en un enfoque no estacionario (es decir, estadísticas de cambios extremos a lo largo del tiempo) en lugar de la extracción tradicional de datos de lluvia basada en un enfoque estático. Se prueba la estabilidad de las diferentes pendientes de la intensidad de precipitación para el percentil 95, así como la intensidad de precipitación máxima para el período 2015-2100, y se realiza el análisis durante 5 días, donde se considera que el tiempo de precipitación es 24 horas. Se concluye que, debido al cambio climático, las pendientes pueden ser bastante estables bajo la precipitación histórica y pueden romperse según las estimaciones de precipitación proyectada, esto se puede visualizar a partir de los resultados.

Sujatono, S. (2021), en su artículo sostiene que:

Este estudio tiene como objetivo proporcionar una interpretación del análisis de las instalaciones de almacenamiento de pescado (TSF), incluido el análisis de aguas subterráneas transitorias utilizando el método de elementos finitos para respaldar el análisis de estabilidad de la playa y los sacos de almacenamiento de relaves (TSF). Las variables utilizadas en el análisis son las propiedades físico-mecánicas del material de presa y los parámetros de permeabilidad en el análisis de aguas subterráneas. Un método analítico para el modelado geotécnico e hidrogeológico utilizando el método de elementos finitos. Los resultados del análisis muestran que se pueden conocer en detalle

las propiedades del agua subterránea en el material de relleno para que se pueda incorporar al análisis de estabilidad. Se puede observar que existe una disminución en el valor del factor de seguridad de taludes cuando se utiliza el método de análisis de estabilidad de taludes sintético en comparación con el método tradicional. La adición de una capa impermeable de material arcilloso de 5 m de espesor y de 20 a 30 m de espesor para soportar el muro/muro de contención es el estándar para una estabilidad óptima.

Kalililo, M., Xia, Y. (2022), en su artículo exponen que:

En este trabajo, los métodos convencionales y numéricos de estudio de estabilidad de taludes se han utilizado para investigar la estabilidad de las pendientes mineras diseñadas y la posterior optimización de los parámetros de taludes en la mina Tanjiashan en P.R. China. La mina se encuentra en un terreno accidentado con una geología compleja que tiene estratos rocosos con juntas altamente desarrolladas. La simulación para comprender la estabilidad de la pendiente general (antes y después de la minería) se exploró utilizando el software UDEC considerando cuatro condiciones de trabajo: natural, natural + terremoto, fuertes lluvias y fuertes lluvias más terremotos. El software ROCSCIENCE DIPS se utilizó para el estudio de viabilidad cinemática para determinar los mecanismos de falla en la pendiente que forma las masas rocosas. Se utilizaron los softwares SLIDE y SWEDGE para determinar el factor de seguridad para los bloques deslizantes y deslizantes de cuña esperados y la posterior optimización de los ángulos de pendiente de paso en las diferentes masas de roca que forman la pendiente. Se estableció que la pendiente natural general es estable. Sin embargo, la pendiente minera general no es estable debido a la pendiente de las pendientes de los escalones que permiten que los planos de cama (planos de debilidad) se conviertan en luz natural en las caras de la pendiente. El deslizamiento biplanar de corte de compresión es el mecanismo de falla potencial. La optimización de los ángulos de las pendientes escalonadas por formación rocosa resolvió el problema de inestabilidad en la pendiente minera general.

Hicham et al. (2022), en su artículo sostienen que:

Este estudio trata del análisis sísmico de la estabilidad interna del muro de contención en suelo reforzado saturado utilizando una técnica dedicada y un método de análisis de límite superior. La ingeniería personalizada permite la generación punto por punto del mecanismo de falla potencial de las estructuras reforzadas. Las fuerzas sísmicas están representadas por un enfoque pseudodinámico. Este último es más realista que el pseudo comúnmente utilizado. Permite tener en cuenta las características dinámicas de las cargas sísmicas. Dado que la presencia de agua es la causa principal de la mayoría de las fallas mencionadas en la literatura, se considera el efecto del agua intersticial en el relleno además de la posibilidad de fracturamiento en suelos cohesivos. La resistencia del refuerzo necesaria para evitar la destrucción de las paredes del suelo reforzado saturado se obtiene mediante el proceso de mejora. El método desarrollado fue validado contra los resultados actuales obtenidos por Abd y Otelli (2017) utilizando el método de análisis límite clásico. La presencia de presión intersticial aumenta la resistencia de los refuerzos necesarios para detener el colapso. Luego se llevaron a cabo discusiones para resaltar la influencia de la presencia de grietas, las cargas sísmicas y las propiedades del suelo en la estabilidad de la estructura. Se estudió la heterogeneidad y estratificación del suelo.

Xinpo et al. (2019), en su artículo afirman que:

Presentan un enfoque analítico para analizar la estabilidad sísmica de muros de contención de gravedad con relleno de cu-u. Las grietas se consideran preexistentes (se abren antes del colapso) y forman parte del colapso del talud. Para el mecanismo de falla traslacional predeterminado, se proporcionan fórmulas para el cálculo directo de la aceleración de la fluencia y la inclusión de la superficie de falla. Factores como la separación de grietas y hendiduras, la pendiente de la parte posterior de la pared, la fricción entre el suelo y la pared y la pendiente del relleno se incorporan fácilmente a la fórmula. La profundidad de la fisura y su ubicación inapropiada pueden determinarse mediante el proceso de optimización. Se discutirá la comparación con los métodos existentes y el efecto de la apertura de grietas. El efecto de la presencia de una grieta sobre la estabilidad sísmica del sistema de muros de

tierra es variable, y las grietas preexistentes (aberturas) tienen un efecto más perjudicial.

Harabinová et al. (2021), en su artículo exponen que:

Proporcionan un modelo numérico para garantizar la estabilidad de taludes y lo analizan utilizando varios métodos numéricos. Diseñamos el muro de corte con tornillos de tierra y anclajes fijos para modelar la estabilidad de la pendiente fija. Se ha estudiado el diseño y el mecanismo de falla del proceso de fortalecimiento de taludes utilizando diferentes métodos de estabilización de taludes. El recocido aumentó significativamente la estabilidad utilizando el método Spencer. Los anclajes aumentan la estabilidad cuando se usa el método Spencer. El aumento de la longitud de los pernos o anclajes mejoró la estabilidad de las rampas reforzadas. Los taludes reforzados tienen un alto grado de estabilidad.

Yao et al. (2018), en su artículo sostienen que:

La presión activa del suelo detrás de los muros de contención bajo cargas sísmicas se ha discutido desde el punto de vista de la deflexión por tensión. El análisis de presión en la capa de suelo detrás del muro de contención vertical se lleva a cabo de forma semiestática. Luego, se propone expresar el ángulo de atenuación sísmica con referencia al equilibrio de fuerzas tangenciales y cambios en la altura del muro. Sobre esta base, las fórmulas para calcular la presión aplicada al suelo, la fuerza sísmica activa del suelo, el momento total que actúa sobre el muro y el punto de acción del empuje activo desde la base del muro resolviendo la ecuación de equilibrio por esto. Los resultados del cálculo se comparan con datos experimentales y resultados de otros métodos. El método propuesto ha sido validado. Por lo tanto, el método propuesto se puede aplicar al relleno multicapa detrás del muro de contención.

Wang et al. (2020), en su artículo afirman que:

Se estableció un modelo de análisis de confiabilidad del muro de contención de gravedad bajo carga de montaña, y se formaron las funciones operativas estables antideslizantes y antivuelco. Finalmente, se obtuvieron indicadores

confiables de la estabilidad de la resistencia al deslizamiento y volcamiento del muro de contención por efecto de la gravedad. También analizamos la sensibilidad de confiabilidad de la estabilidad variando los valores de cinco variables que son el ángulo de carga de flujo de montaña (ϵ), el ángulo de fricción interna (ϕ), el ángulo general entre el muro de contención y la línea de superficie (θ), el ángulo de fricción (δ), el coeficiente de fricción f . Para la confiabilidad antideslizante, f y ϵ tienen la mayor influencia en la estabilidad del muro de contención. El aumento de las otras dos variables tiene un efecto positivo en la estabilidad al deslizamiento. Para la estabilidad a la rodadura, el módulo de índice aumenta con el aumento de θ y disminuye con el aumento de ϕ hasta la estabilidad. El método de cálculo propuesto en este trabajo tuvo en cuenta el efecto de la escorrentía de montaña, por lo que tiene valor de aplicación práctica en ingeniería.

Di et al. (2019), en su artículo exponen que:

La estabilidad de taludes depende de los esfuerzos térmicos (T), hidráulicos (H) y mecánicos (M) y sus acciones de acoplamiento. Modelar los procesos THM asociativos que ocurren en las pendientes es importante para evaluar y predecir de manera confiable el rendimiento y la estabilidad de las pendientes. Por lo tanto, en este estudio, se ha desarrollado un modelo numérico que puede tener en cuenta la gama completa de procesos térmicos (cambio de temperatura), hidráulicos (presión intersticial) y mecánicos (presión intersticial, capacitancia y desplazamiento). El modelo desarrollado se utiliza para analizar la estabilidad del talud, y se considera que los resultados de la simulación están en buena concordancia con los resultados obtenidos del cálculo del equilibrio límite tradicional. Comparación de resultados de validación de modelos desarrollados para análisis de estabilidad de taludes bajo efectos compuestos THM. Además, la capacidad de predecir el rendimiento de la pendiente del modelo THM desarrollado se confirma mediante la comparación de tres estudios de casos de laboratorio experimentales y una simulación numérica. La concordancia favorable entre los resultados del modelado y los datos comparativos confirma la capacidad del modelo desarrollado para describir con precisión el comportamiento de los taludes afectados por los procesos THM combinados. Los resultados del

modelado también podrían contribuir a una mejor comprensión de la falla de taludes causada por las juntas THM. 2020 por Elsevier B.V. En nombre de la Asociación Geotécnica de Japón producido y presidido.

Liu et al. (2022), en su artículo sostienen que:

Se utilizó un dispositivo de carga de desarrollo propio para simular cargas externas como lluvia y terremotos, y se realizaron pruebas de modelo para estudiar el mecanismo de deslizamientos con muros de contención. Se utiliza un escáner láser 3D, un pequeño sensor de presión del suelo y una cámara de alta resolución para el monitoreo de alta resolución de la forma, la deformación y la presión de la pendiente. Los resultados de las pruebas muestran que el muro de contención tiene un fuerte efecto de control sobre la estabilidad del área de deslizamiento. Se analizaron y estudiaron las características del comportamiento de deformación y respuesta de esfuerzos de deslizamientos con muros de contención modificando la forma de la pendiente, la presión del suelo y el mapa de nubes de desplazamiento. La trayectoria del derrumbe se resume con una parte bloqueada por un muro de repuesto.

Los resultados experimentales muestran que cuando el deslizamiento de tierra se desliza con la porción de muro de contención entrelazada, la parte superior del deslizamiento de tierra empuja el deslizamiento y el muro de contención crea el efecto de unión; La parte central sobresale y se eleva con un deslizamiento poco profundo; y fractura por compresión de la sección cerrada que conduce al deslizamiento.

Lucas et al. (2020), en su artículo afirman que:

Tres años de monitoreo geotécnico estacional en el campo, incluida la temperatura del suelo, la succión y el contenido volumétrico de agua, junto con mediciones geofísicas, dieron como resultado un modelo preliminar del suelo y una evaluación de la resistencia del suelo. El pueblo de Agarn en los Alpes suizos. Con base en los datos informados en un artículo anterior, que se enfoca en las propiedades primarias del suelo y la observación de campo estacional, esta investigación en curso tiene como objetivo investigar si la falla superficial en las superficies tamizadas, debido a la lluvia y dependiendo

de las condiciones del suelo, representa un peligro natural asociado con el pueblo de Ager. . Se incluyen los datos de campo del último año, junto con la calibración del sensor específico del sitio, la configuración del radar de penetración terrestre (GPR) y las pruebas de laboratorio de 3 ejes para proporcionar lecturas de densidad. El mapa base basado en GPR se presenta con un modelo terrestre realista de la pendiente de pantalla completa. Además, el análisis numérico preliminar, realizado con SEEP-SLOPE/W, revela la influencia del afloramiento rocoso observado en el campo, en parámetros específicos de espesor del suelo, resistividad y fuerza de lluvia. La estabilidad de la pendiente de grava disminuye con el flujo de agua subterránea en un escalón en el lecho rocoso, y la posición de la falla tiende a desplazarse hacia arriba sobre un afloramiento poco profundo a medida que aumenta el flujo de agua.

Sui et al. (2021), en su artículo exponen que:

Este artículo utiliza el software ABAQUS Finite Element para construir un modelo 3D de la pendiente implantada en la parte experimental. - Se observaron tensiones y estreses en el sistema radicular y suelo, y se comparó y analizó la variabilidad de la estabilidad superficial antes y después de la protección vegetal bajo diferentes condiciones de precipitación. - Los resultados experimentales y de simulación muestran que el contenido de raíces de *Cynodon dactylon* disminuye al aumentar la profundidad. *Cynodon dactylon* se distribuye principalmente en el tallo del suelo de 0 a 30 cm, y su efecto en la mejora de la tenacidad del cuerpo subterráneo alcanza el 75%. El árbol de magnolia pertenece al tipo portainjertos, con un rizoma largo y poderoso con raíces laterales relativamente bien desarrolladas. Su sistema de raíces supera la superficie de deslizamiento en el fondo del talud, reduciendo en un 61% la tensión plástica equivalente máxima generada en el talud. Cuando la precipitación total no cambió, bajo las tres intensidades de lluvia de las plantas herbáceas pequeñas, medianas y grandes, el factor de seguridad del suelo aumentó en 1,33 %, 2,08 % y 6,1 %, respectivamente, y las raíces de los arbustos aumentaron el factor de seguridad del suelo en 3,29 %, 4,08% y 4,32% en la recta. Cuando la intensidad de la precipitación no cambia, con el aumento de la estación lluviosa, el efecto de la vegetación sobre el factor

de seguridad de las laderas primero aumenta gradualmente y finalmente se estabiliza. - Los resultados de la investigación proporcionan una base teórica fiable para analizar el efecto de las raíces de las plantas en la cohesión del suelo y la protección de taludes, y crean una base técnica para promover y aplicar tecnología de protección ambiental para cubiertas inclinadas.

Sharma et al. (2020), en su artículo sostienen que:

El peligro de deslizamiento de rocas en las altas colinas de la meseta de Deccan es uno de los mayores desastres en el oeste de la India. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la estabilidad de la pendiente del corte cerca del túnel Khandala a lo largo de la carretera Mumbai-Pune, Maharashtra, India. El estudio es significativo porque el Túnel Khandala es uno de los cinco túneles a lo largo de la carretera Mumbai-Pune, donde los deslizamientos de tierra y las pendientes inestables son frecuentes, especialmente durante la temporada de lluvias. La evaluación del daño de taludes en este estudio se realizó mediante una combinación de simulaciones de deslizamientos de tierra y análisis bidimensional de estabilidad de taludes. Los resultados del análisis de pendiente muestran que la pendiente es estable en condiciones secas, con un factor de seguridad (FoS) de 1,48. Por otro lado, cobra mucha importancia durante la temporada de lluvias cuando hay FoS 1.07. El análisis de caída de rocas muestra que las rocas caen en ambas pistas con una altura de rebote máxima aproximada, energía cinética total y velocidades de transición de 9 m, 500 kg y 16 m/s, respectivamente. Se han propuesto medidas de estabilización de rampa de reserva para reducir los problemas de fallas y capturar el movimiento de las rocas que caen antes de llegar a la carretera.

De Koker et al. (2019), en su artículo sostienen que:

Evaluación de la factibilidad de aplicar el diseño basado en confiabilidad en la evaluación del equilibrio marginal de estabilidad de taludes. Las dos pendientes del modelo se diseñaron de acuerdo con las especificaciones de casos específicos de la norma europea EN 1997:2004 y la confiabilidad se evaluó mediante un cálculo Monte Carlo completo con 106 pruebas. Compare estos resultados con las estimaciones de confianza obtenidas a partir de una variedad de técnicas analíticas diferentes, agrupadas en métodos

de confiabilidad de primer orden (FORM) y métodos de estimación de momento funcional Rendimiento, que indica que las técnicas basadas en FORM son superiores, con el método de superficie de respuesta de primer orden proporcionando la mejor combinación de precisión, estabilidad y velocidad de convergencia. De esta forma, se pueden obtener indicadores de confianza precisos para los problemas de formas no cerradas de las propiedades consideradas aquí en 20 a 30 llamadas a funciones, dependiendo del número de parámetros libres y el grado de complejidad y precisión requerido.

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

Se utilizaron los criterios de diseño sísmico de E030 para los valores de aceleración sísmica. Asimismo, se realiza un dimensionamiento preliminar de valores teóricos; si no cumplen con los requisitos durante el análisis, se deben hacer cambios. El análisis de estabilidad está determinado por el factor de seguridad como se especifica en el Código de suelos y cimientos E050.

2.4 Definición de Términos Básicos

Capacidad de Carga

Presión requerida para producir la falla del suelo por corte que sirve de apoyo a la cimentación (sin factor de seguridad) (Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, 2018).

Capacidad portante

Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Cuanto el terreno ha de ser capaz de soportar los incrementos (positivos o negativos) que induce las obras de ingeniería, sin alcanzar los límites de seguridad previamente establecidos.

Muestra inalterada

Son aquellas en las que se conserva la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar donde se obtenga la muestra.

Factor de seguridad

Es la relación entre los esfuerzos estabilizantes y no para cada determinado método de cálculo.

Talud

Condición de un terreno tras una excavación o terraplén con inclinación, manteniendo un ángulo con la horizontal, llamado ángulo del talud.

Superficie de rotura

Las superficies de rotura se pueden definir como las zonas de contacto o interfaz entre la masa de suelo o roca potencialmente inestable o en movimiento y la masa de terreno estable o estática del talud o ladera.

Vulnerabilidad

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM), se delimita la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de padecer daños por acción de una amenaza o peligro. La vulnerabilidad también se puede delimitar como fragilidad. Una sociedad es vulnerable cuando está o queda expuesta a los efectos de un fenómeno de origen humano, natural o socio-natural, sin tener la facultad de recuperarse por sí misma de las consecuencias de éste. (Alberti, Canales y Sandoval, 2006, pág. 58).

Suelo colapsable

Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos. (Norma Técnica E.050 Suelos Y Cimentaciones,2018)

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

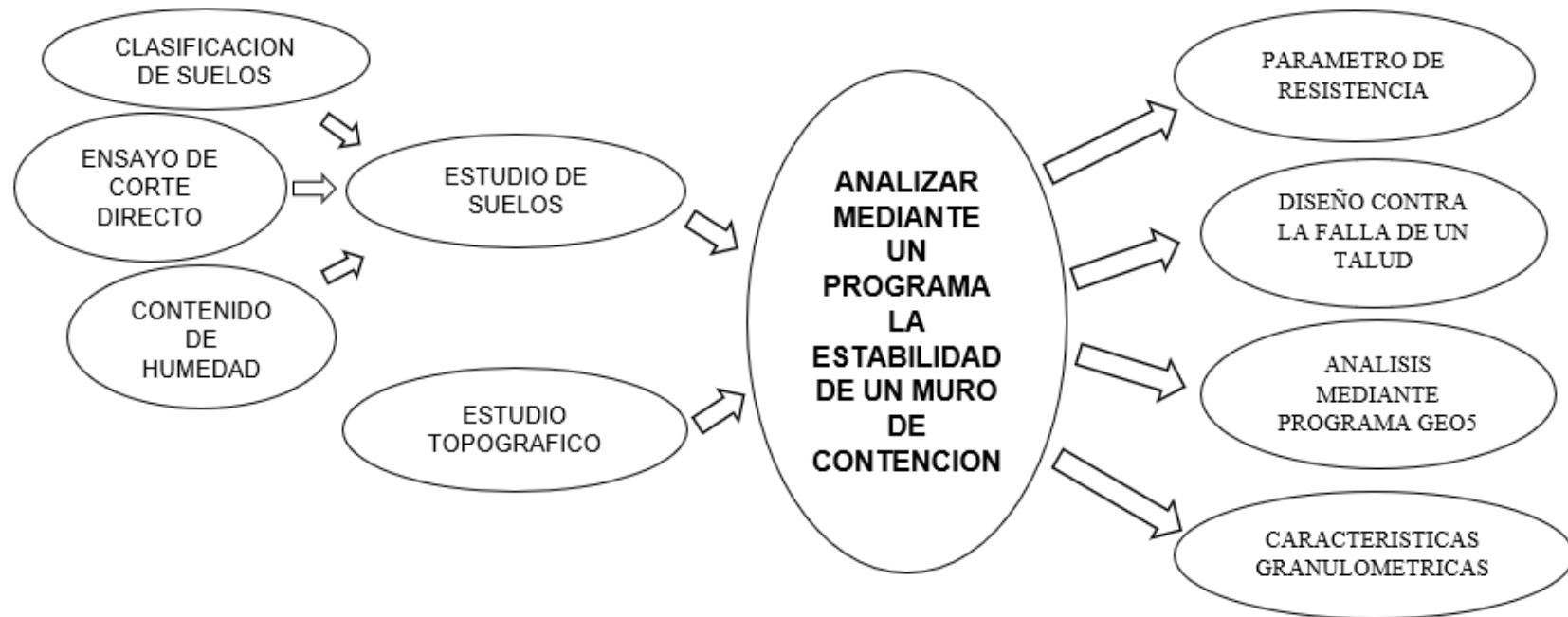


Figura N°21. Mapa conceptual de fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Al determinar la estabilidad de un muro de contención sometido a acciones estáticas y sísmicas se evalúa los parámetros de diseño del muro y se establece el tipo de muro de contención.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a. Al modelar un muro de contención se evalúa el comportamiento del muro frente a cargas estáticas y dinámicas.
- b. Al determinar los desplazamientos y asentamientos del muro de contención se verifica su estabilidad frente a cargas aplicadas y en condiciones de sismo.
- c. Al determinar los parámetros geotécnicos se examina la estratigrafía del suelo.

3.2. Variables

3.2.1. Variable Independiente

Suelo arenoso

Muros de contención

3.2.2. Variable dependiente

Factor de seguridad

3.2.3. Variable Interviniente

Acciones estáticas y dinámicas

3.3. Sistema de variables

3.3.1. Definición Conceptual

Estabilidad de talud: El estudio de la estabilidad de un talud considera la determinación de un factor de seguridad al deslizamiento, definiéndose este último como movimientos que ocurren de forma de translación y/o rotación (sobre las superficies de falla en taludes), por caída libre y movimientos en masa. Para esto es necesario conocer los parámetros tanto geométricos del talud, como geotécnicos del material que compone el talud.

Muro de contención: son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras. Existen varios tipos de muros de contención como los muros de gravedad, los muros estructurales de hormigón, fuertemente armados, muros de gaviones y muros de tierra armada y suelo reforzado, entre otros.

3.3.2. Definición Operacional

Estabilidad de talud: El valor de la resistencia al corte debe reducirse para que se encuentre en equilibrio con el esfuerzo cortante, obteniéndose así el valor del FS.

Muro de contención: Asegurar la resistencia a la presión lateral de la tierra o empuje producido por el material retenido, sin desplazarse, volcarse, ni asentarse en magnitudes no permisibles o exceder la capacidad de carga del suelo de apoyo.

3.3.3. Operacionalización de la Variable

Tabla N°6

Operacionalización de la Variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Unidades de medida	Escala	Instrumento	Herramientas
V.D.	Estudia la posible inestabilidad del muro de contención. Considera la determinación de un factor de seguridad al deslizamiento, definiéndose este último como movimientos que ocurren de forma de translación y/o rotación (sobre las superficies de falla en taludes), por caída libre y movimientos en masa.	El valor de la resistencia al corte debe reducirse para que se encuentre en equilibrio con el esfuerzo cortante, obteniéndose así el valor del FS.	Teoría de Equilibrio Limite	Envolvente de Coulomb	Resistencia al corte	kPa	Cuantitativa continua	Formatos de laboratorio	Norma E050
Talud				Ecuaciones de Mohr	Esfuerzos al cortante	kPa			
		Basados en el análisis de tensión por deformación se realizan a través de programas computacionales apoyados en métodos de elementos finitos.	Análisis de Tensiones	Métodos de elementos finitos	Análisis de dovelas	m ²		Hojas de calculo	

Muros de contención	V.I. Elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras.	Asegurar la resistencia a la presión lateral de la tierra o empuje producido por el material retenido, sin desplazarse, volcarse, ni asentarse en magnitudes no permisibles o exceder la capacidad de carga del suelo de apoyo.	Clasificación de sistemas de contención	Fuerzas y momentos	Presión lateral	KN/m ²	Cuantitativa continua	Hojas de calculo	Norma Técnica E.050, Norma Técnica CE.020
				Fallas	Peso propio	Kg/m			
					Por volcamiento				
					Por deslizamiento				
	Por capacidad de carga	Kg.m/m							

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1. Método de la Investigación

La presente investigación es de método deductivo dado que se contará con prioridad con los estudios de mecánica de suelos y estudios topográficos para poder evaluar las propiedades del suelo y examinar su estratigrafía para poder modelarlo con un sistema de contención como solución al problema de riesgos y vulnerabilidad del talud debido a la inestabilidad del mismo de la presente investigación. La orientación de la investigación de este estudio es aplicada y de enfoque cuantitativo, ya que el modelamiento del talud sometida a cargas y casos variados nos ayudara a tener una mejor visión para esta investigación, obteniendo resultados como valores de desplazamientos, deformaciones y factores de seguridad. En adición, el instrumento de recolección de datos es prolectivo, ya que se realizarán estudios de laboratorio para el presente estudio y finalmente poder agregarlos y simularlos en el programa GEO5.

4.2. Tipo de la Investigación

El presente estudio es de tipo descriptiva, explicativa, ya que al inicio de la investigación se planteó la realidad problemática mediante las variables, identificando sus causas y consecuencias, asimismo, en el marco teórico se definen las variables en estudio.

4.3. Nivel de la Investigación

En la presente investigación es de nivel descriptivo, ya que este cuantifica los resultados obtenidos simularlos en el programa GEO5, se estudió los factores de seguridad del talud que afectan la condición de estabilidad del mismo, dándose la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos de masas de suelo del talud natural.

4.4. Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación es experimental, transversal y prospectivo, ya que no se manipulan las variables en estudio, solo se observarán los resultados de factores de seguridad a través del modelado en el programa GEO5.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Tabla N°7

Población de la zona del proyecto

Región	LIMA
Provincia	LIMA
Distrito	SAN JUAN E MIRAFLORES
Zona del proyecto	LA NUEVA RINCONADA
Región Natural	Costa

Zona del proyecto	LA NUEVA RINCONADA	Coordenadas UTM del proyecto-WGS84		
		Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m N)	Cota (m s.n.m)
AA.HH.	8 DE ENERO	287097	8659131	346

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Muestra

La muestra se define por las zonas de impacto que afectaría a los A.A.H.H. El Trébol, 8 de Enero, Las Palmas y Asociación de Vivienda Casa- Huerta, del Distrito de San Juan de Miraflores. La muestra se define por el talud de la Calle Shalom que se encuentra en el AAHH 8 de Enero y AAHH Las Palmas de la Zona Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores. El talud tiene una longitud de 60.10 metros. La Calle Shalom abarca asentamientos humanos como 8 de Enero, Las Palmas, Asoc. De Vivienda Casa Huerta y AAHH Trébol del distrito de San Juan de Miraflores.

4.6. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

4.6.1. Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se realizará por medio de tesis nacionales e internacionales, artículos, manuales y páginas de búsqueda científica (ResearchGate, Scopus, etc.) que nos permitirán una variada recopilación de

información.

La técnica será mediante una revisión documental, obteniendo así una gran cantidad de análisis bibliográficos, estudios geotécnicos, donde será relevante para la aplicación del sistema de contención.

Las herramientas que se usarán serán la Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones y la Norma Técnica de Edificación E.020. Cargas.

Los instrumentos serán de la obtención de datos propios mediante los ensayos de laboratorios realizados en el Laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Ricardo Palma.

4.6.2. Métodos y técnicas

La tesis aporta información sobre los ensayos y estudios de suelos, Diseño de muros de contención y Análisis de estabilidad de Taludes en programas (GEO5). Como primer paso se solicitó el Levantamiento Topográfico a la Municipalidad San Juan de Miraflores y el estudio de suelos fueron proporcionados por los dirigentes de los Asentamientos Humanos. Luego de obtener estos datos, se investigó la información principal. Por consiguiente, se realizó el pre dimensionamiento de los muros de contención. Finalmente se procede a realizar la evaluación de los taludes y muros de contención diseñados.

4.7. Descripción de procesamientos de análisis

Recolección y análisis de información para el análisis de estabilidad de muros de contención, levantamiento topográfico, estudios de suelos, Google Earth Pro, AutoCAD Civil 3D y GEO5.

Identificación y realizar el Levantamiento topográfico, cálculos de los parámetros del suelo, planos de lotización observando las viviendas que ya cuentan con muro de contención. Realizar los Cálculos en Excel de acuerdo a libros. Con ayuda del programa GEO5 estimar la posible caída del material de los taludes y analizar la estabilidad de los Taludes de la Calle Shalom y someter a cargas estáticas y sísmicas. Asimismo, analizar la estabilidad del Muro de Contención diseñado.

CAPITULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

5.1. Descripción general del proyecto

5.1.1. Ubicación

El distrito se ubica en la zona sur de Lima Metropolitana; formando parte de los distritos denominados Lima Sur. El proyecto en estudio se encuentra ubicado en el AA.HH. 8 de Enero – Zona Nueva Rinconada, Pamplona Alta del distrito de San Juan de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima (Figura N°20).

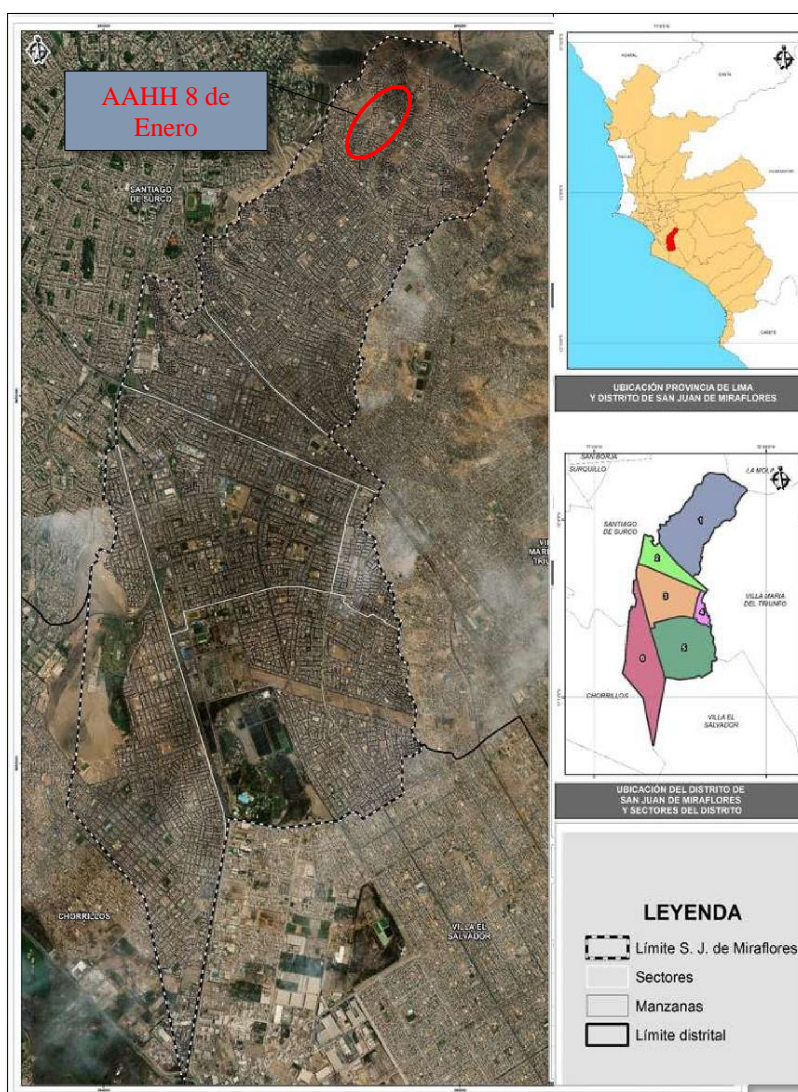


Figura N°22. Mapa de ubicación geográfica del distrito de San Juan de Miraflores

Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

El distrito de San Juan de Miraflores se encuentra limitado por (Figura N°20):

- Noreste : La Molina y Villa María del Triunfo
- Noroeste : Surco
- Sureste : Villa El Salvador
- Suroeste : Chorrillos
- Este : Villa María del Triunfo

El distrito tiene una altitud de 141 m.s.n.m aunque hay zonas con cotas de más de 600 m.s.n.m., siendo su extensión de 25.24 km², la cual está dividida en 6 zonas, siendo la Zona I, la zona de estudio de esta investigación, la cual esta subdividida en 3 sectores: Pamplona Alta, La Rinconada y Nueva Rinconada (Tabla N°8).

Tabla N°8

Zonificación del distrito de San Juan de Miraflores

ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES		
ZONAS	SECTOR	SUPERFICIE (km ²)
I. Pamplona Alta (6.78 KM ²)	Pamplona Alta	4.37
	Rinconada	0.32
	Nueva Rinconada	2.18
II. Pamplona Baja		2.05
III. Urbana		4.33
IV. Maria Auxiliadora		0.83
V. Pampas de San Juan		5.64
VI. Panamericana Sur		5.52
TOTAL		25.24

Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

El sector de La Nueva Rinconada se ubica al extremo norte del distrito, colindante con los distritos de Santiago de Surco y Villa María del Triunfo. Está conformado por las cumbres de los cerros Puquio, Pamplona y Casuarinas, la cual divide a la zona del distrito vecino la Molina. Está conectado por la Av. Edilberto Ramos y la Av. Camino Real. Este sector se encuentra ocupado por

parcelas agrícolas y asentamientos humanos. Prevalciendo el uso de viviendas ubicadas en terrenos con pendientes variadas. Debido a la venta de lotes, este sector ha ido creciendo de forma desordenada y sin el debido saneamiento físico legal.

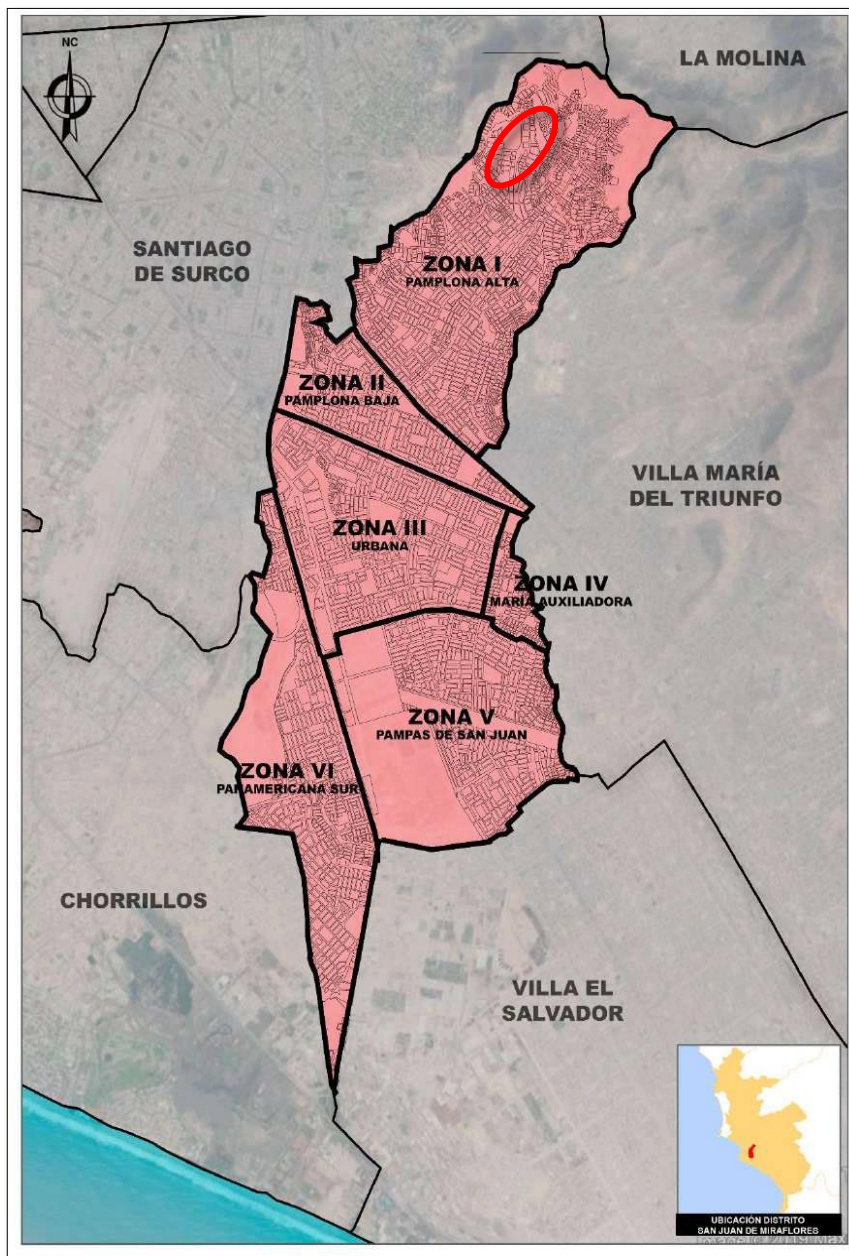


Figura N°23. Plano de zonificación del distrito de San Juan de Miraflores y sus límites

Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

5.1.2. Vías de acceso y comunicación

El acceso al área de estudio desde el sur es a través de la Carretera Panamericana Sur, ingresando por la Av. Salvador Allende (Ex Av. Defensores de Lima), avanzando por las Av. Central (Prolongación Av. San Juan). Al término de éstas, se encuentra la Av. Rinconada que conecta tres vías alternas de tipo vehicular:

Tabla N°9

Vías de acceso y comunicación al AAHH 8 de Enero

VIAS ALTERNAS	
Av. Edilberto Ramos Javier	Vía que es asfaltada hasta antes del cementerio y que conduce hacia a los AA.HH. El Trébol y Nuevo Milenio.
Carretera Principal	Conduce hacia las cercanías de los AA.HH. Los Rosales, Cerro Verde y que atraviesa el AA. HH. El Trébol y concluye en el AA.HH. Nuevo Milenio.
Av. Camino Real	Vía que atraviesa los sectores A y B de Nueva Rinconada y que permite un acceso de tipo peatonal hasta el AA.HH. Cerro del Puquio.

Fuente: Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES

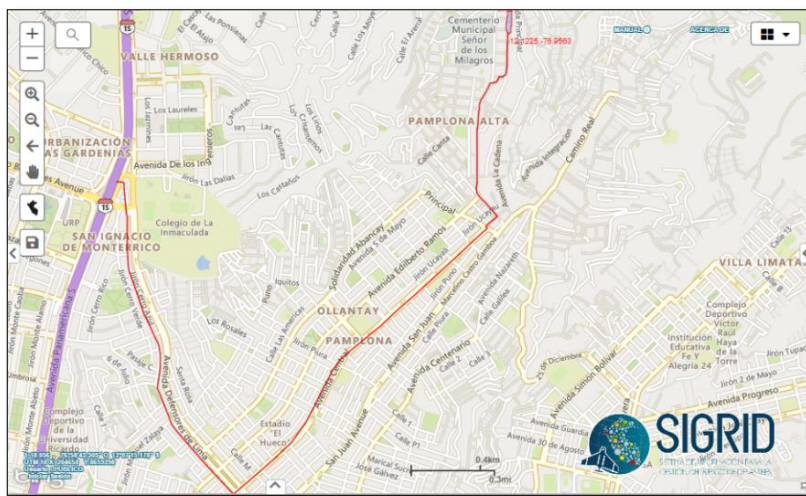


Figura 24. Vías de acceso y comunicación al AAHH 8 de Enero



Figura 25. Visita de campo al AAHH 8 de Enero

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Visita de campo al AAHH 8 de Enero

Fuente: Elaboración propia

5.2. Criterios de diseño

5.2.1. Propiedades del suelo

Cuando se estudia la estabilidad de muros de contención, es importante también analizar la estabilidad del talud en suelos, conocer sus características

geotécnicas, siendo su resistencia el principal parámetro a analizar.

Para la definición de conceptos básicos de la resistencia al corte del terreno, se suele utilizar el criterio de Mohr-Coulomb, que tiene como forma general la siguiente fórmula:

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

donde:

τ : resistencia al corte límite del terreno a lo largo de la superficie de deslizamiento

c' y ϕ' : cohesión y ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno en la misma superficie.

σ y u : tensión total y presión intersticial, actuando perpendicularmente a la superficie de deslizamiento.

σ' : tensión efectiva

Los parámetros fueron obtenidos del informe técnico “Estudio de suelos con fines de cimentación”, estudio que se nos proporcionó por parte del dirigente del sector, donde se menciona a través de lo observado en sus visitas a campo, que los suelos en toda el área del proyecto están constituidos por un depósito de arena eólica color marrón, ligeramente húmeda de densidad media.

Además de ello, realizamos exploraciones geotécnicas, 5 calicatas para actualizar la información del último estudio de mecánica de suelos del sector.

Tabla N°10

Cuadro calicatas extraídas en campo

CALICATAS EXTRAIDAS EN CAMPO	
Sondaje	Profundidad (m)
C-1	3.00
C-2	3.00
C-3	3.00
C-4	3.00
C-5	3.00

Fuente: Elaboración propia

De la exploración se obtuvieron las siguientes propiedades mecánicas:

Tabla N°11

Propiedades mecánicas del suelo

PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO						
Sondaje		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Profundidad	m	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Composición granulométrica						
Grava	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arena	%	85.17	98.80	98.42	92.41	93.02
Finos	%	14.83	0.20	1.58	7.59	6.98
Humedad natural	%	2.59	2.59	1.00	2.21	1.70
Densidad natural	gr/cm ³	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Peso específico relativo de los sólidos	%	3.60	2.72	2.77	2.79	2.74
Cohesión	kg/cm ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Se tomo en consideración la estratigrafía del suelo para obtener los parámetros geotécnicos que se necesitan.

Tabla N°12

Parámetros geotécnicos

PARAMETROS GEOTECNICOS			
Suelo	Angulo de fricción (ϕ) grados	Cohesión c (ton/m ²)	Peso específico γ (ton/m ³)
SP - SM	26.60	0.05	1.50

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Sismicidad

El proyecto se encuentra en el AAHH 8 de Enero, perteneciente a la zona 4 según la microzonificación geotécnica del “Estudio de suelos con fines de cimentación”, de donde se obtuvo los siguientes parámetros:

Tabla N°13

Parámetros sísmicos

Fuente: Elaboración propia

Los estudios sísmicos de la región occidental del Perú, indican que para un periodo de recurrencia de 100 años y con una probabilidad del 63%, la aceleración máxima no excede los 470 gals. Es decir, que pueden esperarse intensidades de IX a X en la escala de Mercalli Modificada, lo cual significa que podrían ocurrir desprendimientos y caídas de material de suelo ubicados en las laderas de las quebradas (Estudio de suelos con fines de cimentación, 2016).

5.3. Software empleado en el análisis

La presente investigación emplea como programa de análisis de estabilidad al software GEO5, para poder obtener los factores de seguridad del muro en estudio. Además, de las diversas hojas de cálculo elaboradas en Microsoft Excel.

5.3.1. GEO5

GEO5 es un paquete de software integrado que brinda soluciones para diferentes tipos de tareas, desde estudios geológicos hasta diseño geotécnico avanzado.

La estabilidad global se calcula en el programa Estabilidad de Taludes, la

capacidad portante de cimentaciones se resuelve en programas específicos para cimentaciones superficiales o profundas. Todos los datos necesarios se transfieren automáticamente de un programa a otro.

Con el programa Muro de Gravedad, se pueden analizar y diseñar muros de gravedad de hormigón o de roca. Con el programa Muro en Voladizo se pueden analizar muros en voladizo de hormigón armado (Estándares GEO5, Fine Software).

Se hizo uso del programa GEO5 en 3 programas: Muro en Voladizo, Muro en Gravedad y Estabilidad de Taludes, para así poder obtener los factores de seguridad y ver en qué aspectos ocurre la falla.

Previamente, se usó el programa AutoCAD para el levantamiento topográfico y obtener las secciones del perfil longitudinal del AAHH 8 de Enero de ambos tramos, obteniéndose los siguientes perfiles longitudinales (Figura 27 y Figura 28).

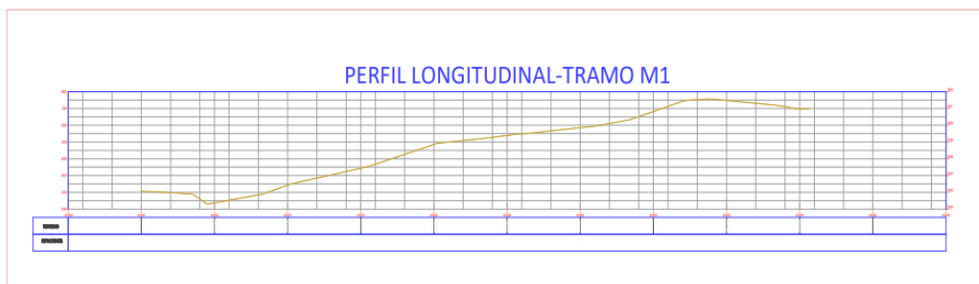


Figura 27. Perfil longitudinal de la zona en estudio del M - 1

Fuente: Elaboración propia

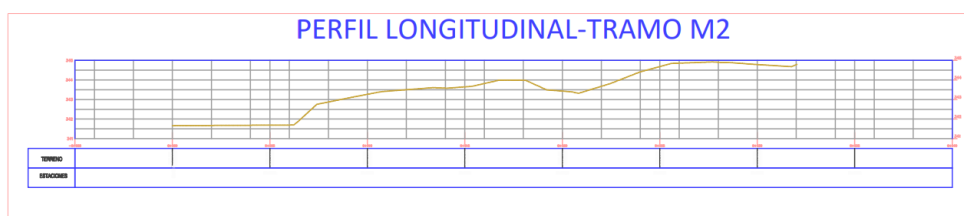


Figura 28. Perfil longitudinal de la zona en estudio del M - 2

Fuente: Elaboración propia

5.4. Cálculos en Microsoft Excel

5.4.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico para tener un mejor dato del terreno de la zona para hacer el modelamiento en el software.

Tabla N°14

Coordenadas del Levantamiento Topográfico

PUNTOS	COORDENADAS		COTA (m)	DESCRIPCION
	X (m)	Y (m)		
1	287,101.0000	8659110.000	346.0000	A
2	287,102.9500	8659263.841	366.0993	B
3	287,096.3700	8659274.578	367.9687	CASA
4	287,097.7900	8659064.256	340.1114	BZ
5	287,095.9600	8659098.032	344.5711	POST
6	287,096.2600	8659125.333	348.4018	POST
7	287,094.7900	8659096.273	343.9432	MED
8	287,095.6300	8659127.933	349.0317	MZ
9	287,092.8600	8659127.863	349.6000	MZ
10	287,094.2000	8659135.998	349.9982	MZ
11	287,090.2600	8659135.592	350.7902	MZ
12	287,094.9400	8659156.923	350.8107	CASA
13	287,094.9400	8659165.749	350.8093	CASA
14	287,096.3500	8659187.568	355.8430	POST
15	287,096.2200	8659156.780	351.9455	POST
16	287,100.9300	8659102.788	345.1486	CARR
17	287,094.9800	8659102.350	344.8207	CARR
18	287,101.7800	8659106.988	345.5698	
19	287,101.7800	8659106.996	345.5706	
20	287,095.0300	8659106.514	345.3711	
21	287,101.0100	8659111.857	346.0702	
22	287,095.2000	8659111.220	346.0974	
23	287,095.3300	8659115.207	346.8585	CARR
24	287,099.4100	8659115.116	346.7134	CARR
25	287,100.6600	8659119.706	347.4951	CARR
26	287,095.5400	8659120.653	347.9294	CARR
27	287,100.1600	8659123.866	348.0839	CARR
28	287,095.5000	8659125.077	348.4372	CARR
29	287,100.1900	8659128.156	348.7699	CARR

30	287,095.8300	8659128.529	348.9959	CARR
31	287,099.7700	8659132.833	349.3785	
32	287,097.0700	8659133.445	349.4555	
33	287,099.5800	8659137.044	350.0272	
34	287,096.2000	8659139.168	350.0426	
35	287,099.3400	8659142.583	350.4188	
36	287,095.7700	8659143.802	350.6106	
37	287,100.1400	8659148.344	351.1155	
38	287,095.8200	8659149.196	351.1391	
39	287,101.1100	8659153.151	351.7255	
40	287,096.3000	8659154.017	351.6685	
41	287,097.0900	8659159.555	352.0614	CARR
42	287,100.8800	8659158.368	352.1789	CARR
43	287,101.8500	8659163.250	352.2554	CARR
44	287,096.8700	8659164.013	352.6707	CARR
45	287,100.3300	8659168.876	353.1739	CARR
46	287,096.4700	8659169.610	353.4527	CARR
47	287,100.2100	8659174.141	353.9606	CARR
48	287,096.2400	8659175.354	354.1810	CARR
49	287,096.1700	8659181.190	355.0583	CARR
50	287,099.5200	8659180.937	354.9140	CARR
51	287,095.3100	8659186.978	355.7570	CARR
52	287,099.2300	8659186.717	355.6719	CARR
53	287,099.0300	8659191.420	356.2287	CARR
54	287,095.4700	8659191.806	356.5158	CARR
55	287,106.4300	8659185.684	349.5005	LP
56	287,107.1000	8659177.972	350.4796	LP
57	287,110.4300	8659178.037	348.6789	LP
58	287,107.7500	8659156.780	348.2860	LP
59	287,113.5900	8659154.863	344.3305	LP
60	287,109.1300	8659132.372	344.1816	LP
61	287,107.9900	8659128.104	344.3899	LP
62	287,113.7000	8659131.951	342.8209	LP
63	287,116.4000	8659127.756	340.8954	LP
64	287,106.4800	8659112.505	343.4523	LP
65	287,108.8200	8659131.479	343.8433	MURO
66	287,106.5600	8659131.184	344.4938	MURO
67	287,105.6200	8659127.600	344.7370	MURO
68	287,105.0000	8659124.956	345.0014	MURO
69	287,103.5000	8659121.195	345.2156	MURO
70	287,101.7700	8659117.058	345.8011	MURO
71	287,100.5200	8659115.673	346.2974	MURO
72	287,100.3600	8659116.242	346.7974	MURO
73	287,101.5000	8659117.735	346.7565	MURO
74	287,102.6700	8659121.237	346.6678	MURO

75	287,104.4300	8659126.209	346.3729	MURO
76	287,105.7200	8659131.823	346.2655	MURO
77	287,108.4400	8659132.320	345.2514	MURO
78	287,110.9200	8659130.844	343.1627	POST
79	287,103.9400	8659113.304	344.6213	TN
80	287,106.0900	8659110.213	343.0334	TN
81	287,102.0200	8659115.556	345.8930	TN
82	287,106.8800	8659115.155	343.3144	TN
83	287,104.4900	8659120.419	345.1854	TN
84	287,107.5000	8659119.511	343.2442	TN
85	287,106.2400	8659124.577	344.8586	TN
86	287,108.2300	8659124.030	344.2115	TN
87	287,107.1100	8659128.286	344.5709	TN
88	287,102.3500	8659125.496	346.7679	TN
89	287,104.9600	8659130.638	346.2373	TN
90	287,102.3600	8659130.712	347.4371	TN
91	287,108.5300	8659135.133	344.7745	TN
92	287,104.1000	8659136.505	346.7407	TN
93	287,109.5300	8659143.118	344.4021	TN
94	287,104.4500	8659142.592	347.3378	TN
95	287,110.8500	8659147.637	344.6211	TN
96	287,105.9800	8659147.961	347.4085	TN
97	287,111.4700	8659152.496	344.5926	TN
98	287,106.6200	8659152.563	348.3483	TN
99	287,110.4700	8659155.873	346.0129	TN
100	287,107.3500	8659156.468	348.3832	TN
101	287,108.4100	8659161.609	348.0911	TN
102	287,105.0600	8659158.253	349.7596	TN
103	287,104.7500	8659162.770	350.3283	TN
104	287,108.6800	8659165.973	348.2220	TN
105	287,109.2400	8659170.804	348.4762	TN
106	287,108.9400	8659176.966	349.4428	TN
107	287,101.8900	8659163.014	352.2586	TN
108	287,100.7600	8659166.954	352.6161	TN
109	287,104.2800	8659165.787	351.0939	TN
110	287,101.2500	8659168.807	352.4008	TN
111	287,105.0400	8659169.716	351.7447	TN
112	287,102.4800	8659172.510	351.8570	TN
113	287,106.5400	8659177.339	350.8854	TN
114	287,103.7300	8659177.227	351.0836	TN
115	287,107.2800	8659180.854	350.2164	TN
116	287,103.9700	8659181.267	351.0650	TN
117	287,104.0300	8659186.925	352.2278	
118	287,104.0500	8659190.506	352.3575	
119	287,109.7200	8659147.487	343.8316	CAL

120	287,108.3700	8659137.461	343.4264	CAL
121	287,101.9300	8659131.092	347.4216	CAL
122	287,106.6200	8659116.882	342.5940	CAL
123	287,107.7000	8659106.658	341.5371	TN
124	287,107.5200	8659104.037	341.0621	TN

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la presente investigación se revisó y recopiló información geológica mediante las exploraciones en campo y ensayos en laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el tramo en estudio, se realizaron ensayos donde se obtuvo como resultados que en gran parte del tramo existe la presencia de suelos arenosos que afectarían a los taludes, se determinó que la capacidad portante en las exploraciones abiertas depende del suelo. La estabilidad del muro de contención del sector La Nueva Rinconada obtuvo una probabilidad elevada de falla en la estructura debido a las cargas actuantes en el, obteniéndose un factor de seguridad de 1.08 en condición estática, que es un número por debajo de lo que estipula la norma, confirmando así la inestabilidad del muro de contención y 0.92 como factor de seguridad para condiciones pseudoestáticas.

Huang G. (2018), realizó un método de dos pasos para estudiar la estabilidad sísmica de estructuras de contención durante un período de exposición determinado. Se halló el factor de seguridad estático y pseudoestático mediante el software Slide, obteniendo resultados de un muro de contención con una probabilidad de falla del 12% lo que resulta un riesgo muy bajo, pero los diseñadores en base a la experiencia aseguran su diseño agregándole una cortina de micropilotes.

Para nuestro caso, se analizó los parámetros geotécnicos del material característico de los estratos del talud con el fin de prevenir posibles fallas.

La estabilidad que se obtuvo por verificación por el programa GEO5 fue con un 35.8% de aceptable por vuelco y por deslizamiento un 35.3% aceptable, según norma. Se evalúa que las dimensiones de la base son de ancho 4.80 metros y una altura de 0.70 metros para un muro de altura 4.00 metros, según Huang G. (2018) recomienda la utilización de micropilotes que sería una recomendación si se desea reducir el ancho de la zapata o realizar una falsa zapata.

Los ejemplos estudiados demuestran la fiabilidad del gradiente en condiciones sísmicas controladas por múltiples superficies.

CONCLUSIONES

1. Se realizó el predimensionamiento para un muro de gravedad ubicado calle Shalom en el AA.HH. 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores aplicando las fórmulas y normativas vigentes, y se determinó que el muro de gravedad sometido a cargas estáticas y condiciones sísmicas y se concluye que es estable. Y los valores son los siguientes: factor de seguridad al deslizamiento es 7.11, factor de seguridad al volcamiento 2.52 y la carga admisible 2.39 para condiciones estáticas, factor de seguridad al volcamiento mayor a 3.81 para condiciones pseudoestáticas.
2. Se realizó el modelado en GEO5 y se evaluó el comportamiento frente a cargas estáticas y dinámicas y el muro de gravedad cumple con el factor de seguridad al deslizamiento mayor a 1.50, factor de seguridad al volcamiento mayor a 2 y la carga admisible mayor a la carga máxima para un factor de seguridad de 3 para condiciones estáticas; así como, un factor de seguridad al deslizamiento mayor a 1.25, factor de seguridad al volcamiento mayor a 1.50 y la carga admisible mayor a la carga máxima para un factor de seguridad de 2.50 para condiciones pseudoestáticas.
3. El análisis estático del muro de gravedad para un talud de 0° obtuvo como valores un asentamiento de 0.98 cm. Y factores de seguridad al deslizamiento y al volcamiento, por el método Coulomb, valores superiores al método Rankine en 42.31 % y 1.20 %, respectivamente.
4. Se realizó la exploración al terreno y se obtuvo cinco calicatas, donde se verificó que los estratos de las calicatas tienen un relleno de nivel ± 0.00 al nivel -0.50 ml. Asimismo se analizó las muestras en el Laboratorio de Suelos, los ensayos de Corte Directo, Granulometría, Contenido de Humedad y peso relativo de sólidos. Se realizó el ensayo de corte directo y se determinó los parámetros de ángulo de fricción de 26.6° y una cohesión de 0.05. En el ensayo de granulometría se determinó que el tipo de suelo que predomina es un SP.

RECOMENDACIONES

1. En el predimensionamiento se verificó que los valores para un muro de contención de gravedad de altura 4.00 ml. requiere de una base de 0.70 y un ancho de zapata de 4.80m para ser aceptable. Es por ello que se recomienda que para un posible proyecto y construcción en la calle Shalom se utilice el muro por gravedad ya que ha sido evaluada las dimensiones mediante hojas de cálculo y mediante el Software Geo 5 y se verifico el muro sometido a acciones estáticas y sísmicas.
2. El talud ubicado en el AAHH. 8 de enero requiere de un muro de gravedad necesariamente por el peso. La investigación se apoyó en la toma de muestras de suelos y se analizó en el Laboratorio de Suelos para analizar los muros de cantiliver; obteniéndose factores de seguridad aceptables ante las condiciones de diseño de la normativa peruana correspondiente, CE.020 Estabilidad de suelos y taludes. Sin embargo, para proyectos en zonas con mayor susceptibilidad sísmica es mejor realizar una evaluación de peligro sísmico; ya que, se obtendrá valores más cercanos a la realidad para un diseño apropiado.
3. La investigación centra su desarrollo para un relleno sin presencia de nivel freático soportado por un tipo de muro de contención, y se desarrolló en tres tramos de la Calle Shalom por ello, las limitaciones presentadas son base analizar la aplicación de los métodos estáticos y sísmicos.
4. El análisis de estabilidad de los muros de contención desarrollada en hojas de cálculo del software MS Excel ayudó a obtener resultados; así mismo se utilizó métodos computacionales, permitiendo conocer de forma inmediata la estabilidad del muro de contención, así como cambiar los parámetros de diseño en función a distintas normativas nacionales e internacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguedo, A. A. (2020). *Influencia del arreglo estructural de las discontinuidades en la estabilidad global de taludes a escala global de tajos abiertos mediante la metodología de elementos finitos (FEM)*
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18318/AGUEDO_ASENCIOS_ANTONY_INFLUENCIA_ARREGLO_ESTRUCTURAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alcantara, J. (2020). *Evaluación Experimental Del Desempeño De Muros De Contención De Piedra De Junta Seca Usando Especímenes A Escala Reducida*.
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17006/ALCANTARA_CORNEJO_JULIO_EVALUACION_EXPERIMENTAL_DESEMPEÑO.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Barrero, D., Cardona, C., Soto J. (2018) *Análisis De Estabilidad Del Talud Ubicado En El Sector “Predio La Cascada” (Zona Veredal Del Municipio De Ibagué – Corregimiento Cay Vereda La Cascada)*
- Breña, C. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple, Cajamarca-Perú*
<https://core.ac.uk/download/pdf/323353566.pdf>
- Chen, W., Li, D., Ma, T., Fu, H., & Du, Y. (2020). *Stability analysis of a slope considering two reinforcement processes*. *Geofluids*, 2020 doi:10.1155/2020/8828747
- De Koker, N., Day, P., & Zwiers, A. (2019). *Assessment of reliability-based design of stable slopes*. *Canadian Geotechnical Journal*, 56(4), 495-504. doi:10.1139/cgj-2018-0149
- Dhanai, P., Singh, V. P., & Soni, P. (2022). *Rainfall triggered slope instability analysis with changing climate*. *Indian Geotechnical Journal*, 52(2), 477-492. doi:10.1007/s40098-021-00581-0

- Di Wu, Tengfei Deng, Weiping Duan, Wudi Zhang, *A coupled thermal-hydraulic-mechanical application for assessment of slope stability*, *Soils and Foundations*, Volume 59, Issue 6, 2019, Pages 2220-2237, ISSN 0038-0806, <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2019.12.007>.
- Gbétoglo C. K. (2021). *Geotechnical and geological investigation of slope stability of a section of road cut debris-slopes along NH-7, Uttarakhand, India*, *Results in Engineering*, Volume 10, 2021, 100227, ISSN 2590-1230, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100227>.
- Gonzales, A., y Valverde, L.(2021). *Estudio Del Comportamiento Geotécnico Y Alternativas De Contención Del Suelo Arenoso para La Estabilidad De Taludes En Los Laureles De Villa El Salvador*. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8951/1/2018_Analisis_Estabilidad_Taludes.pdf
- Guo, M., Li, J., & Dong, X. (2022). *Determining the critical slip surface of slope by vector sum method based on strength reduction definition*. *Frontiers in Earth Science*, 10 doi:10.3389/feart.2022.865017
- Hanandeh, S. (2022). *Evaluation circular failure of soil slopes using classification and predictive gene expression programming schemes*. *Frontiers in Built Environment*, 8 doi:10.3389/fbuil.2022.858020
- Harabinová, S. (2021). *Analysis of slope stability*. *Civil and Environmental Engineering*, 17(1), 192-199. doi:10.2478/cee-2021-0020
- Hicham A. C. (2022). *Seismic internal stability of saturated reinforced soil retaining walls using the upper bound theorem of limit analysis*, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Volume 155, 2022, 107180, ISSN 0267-7261, <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2022.107180>
- Huang, W., Wen, S., Zhang, J., Chen, F., Martin, J., & Wang, H. (2018). *Reliability analysis of slope stability under seismic condition during a given exposure time*. *Landslides*, 15(11), 2303-2313. doi: <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1050-9>

- Jingshu Xu, Pengfu Wang, Fu Huang, Xiaoli Yang, *Active earth pressure of 3D earth retaining structure subjected to rainfall infiltration*, *Engineering Geology*, Volume 293, 2021, 106294, ISSN 0013-7952, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106294>.
- Kalililo, M., Xia, Y. *Análisis de estabilidad basado en UDEC de sugerencias de optimización de parámetros de pendiente y pendiente de lecho de lecho articulado: un estudio de caso*. SN Apl. ciencia 2, 1943 (2020). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03748-1>
- Liu, H. -, Chen, J. -, Guo, Z. -, Li, D. -, & Zhang, Y. -. (2022). *Experimental study on the evolution mechanism of landslide with retaining wall locked segment*. *Geofluids*, 2022 doi:10.1155/2022/7923448
- Lucas, D., Fankhauser, K., Maurer, H., McArdell, B., Grob, R., Herzog, R., . . . Springman, S. M. (2020). *Slope stability of a scree slope based on integrated characterisation and monitoring*. *Water* (Switzerland), 12(2) doi:10.3390/w12020447
- Mavrouli, O., Corominas, J., Ibarbia, I., Alonso, N., Jugo, I., Ruiz, J., . . . Navarro, J. A. (2019). *Integrated risk assessment due to slope instabilities in the roadway network of gipuzkoa, basque country*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(2), 399-419. doi:10.5194/nhess-19-399-2019.
- Reyes, Y. (2019). *Análisis De Estabilidad De Taludes Aplicando Diferentes Técnicas De Revegetalización*. https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/3454/1/Analisis_de_estabilidad_de_taludes.pdf
- Scaringi, G., & Loche, M. (2022). *A thermo-hydro-mechanical approach to soil slope stability under climate change*. *Geomorphology*, 401 doi:10.1016/j.geomorph.2022.108108.
- Sharma, L. K., Umrao, R. K., Singh, R., & Singh, T. N. (2020). *Assessment of rockfall hazard of hill slope along mumbai-pune expressway, maharashtra, India*. *Acta Geodinámica Et Geomaterialia*, 17(3), 285-296. doi:10.13168/AGG.2020.0021

Sui, Z., Yuan, W., Yi, W., & Yang, W. (2021). *Stability analysis of ecological slopes based on a 3D finite element model*. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2021 doi:10.1155/2021/3785943

Sujatono, S. (2021). *Integrated slope stability analysis (ssa) with transient groundwater finite element method for embankment analysis*. *Jurnal Teknologi*, 83(5), 9-17. doi:10.11113/jurnalteknologi.v83.16456.

- Tesis

Vergara, R. (2018). *Estabilización de talud por tres Métodos: Gaviones, Geomalla y Muro de Contención en el Centro Poblado San Juanito Alto Distrito de Guadalupe-Viru-* *La* *Liberad.*

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7988/Tesis_58973.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wang, H., Chen, H., Wang, Y., Han, L., & Li, H. (2020). *Reliability analysis for stability of the gravity retaining wall under mountain torrent*. *Systems Science and Control Engineering*, 8(1), 434-440. doi:10.1080/21642583.2020.1790439

Xinpo Li, Shuxi Zhao, Siming He, Qiwei Yan, Xiaoqin Lei, *Seismic stability analysis of gravity retaining wall supporting c-φ soil with cracks*, *Soils and Foundations*, Volume 59, Issue 4, 2019, Pages 1103-1111, ISSN 0038-0806, <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2019.01.004>

Zhu, Y. L., Yu, J., Zhou, J. F., Tu, B. X., & Cai, Y. Y. (2018). *Calculation of earth pressure on rigid retaining walls with considerations to the seismic load and soil stress-deflection*. *Journal of Vibroengineering*, 20(3), 1488-1500. doi:10.21595/jve.2017.19298

ANEXOS

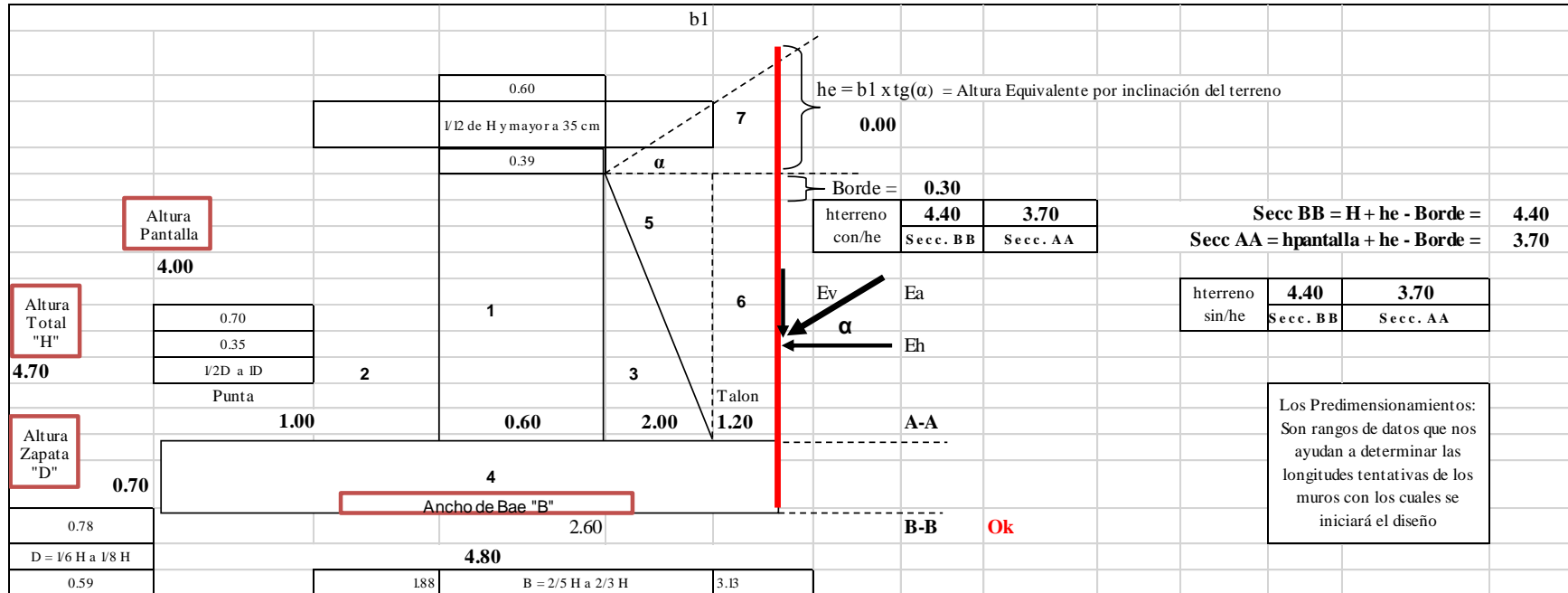
Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo determinar la estabilidad de un muro de contención sometido a acciones estáticas y sísmicas en el AAHH? 8 de Enero - Nueva Rinconada, Pamplona Alta, San Juan de Miraflores?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la estabilidad en un muro de contención sometidos a acciones estáticas y sísmicas para analizar su comportamiento ante fallas utilizando el software GEO5.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Al determinar la estabilidad de un muro de contención sometido a acciones estáticas y sísmicas se evalúa los parámetros de diseño del muro y se establece el tipo de muro de contención.</p>	V.I. Muros de contención	Dimensiones del muro	Metros	Software GEO5
						Hojas de calculo
<p>Problema específico 1</p> <p>¿De qué manera se comporta el muro de contención ante cargas externas y eventos sísmicos en el modelamiento?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>Modelar un muro de contención para evaluar su comportamiento frente a cargas estáticas, pseudoestáticas y construcción de muro de contención con un modelamiento en el software GEO5.</p>	<p>Hipótesis específica 1</p> <p>Al modelar un muro de contención se evalúa el comportamiento del muro frente a cargas estáticas y dinámicas.</p>				
<p>Problema específico 2</p>	<p>Objetivo específico 2</p>	<p>Hipótesis específica 2</p>				

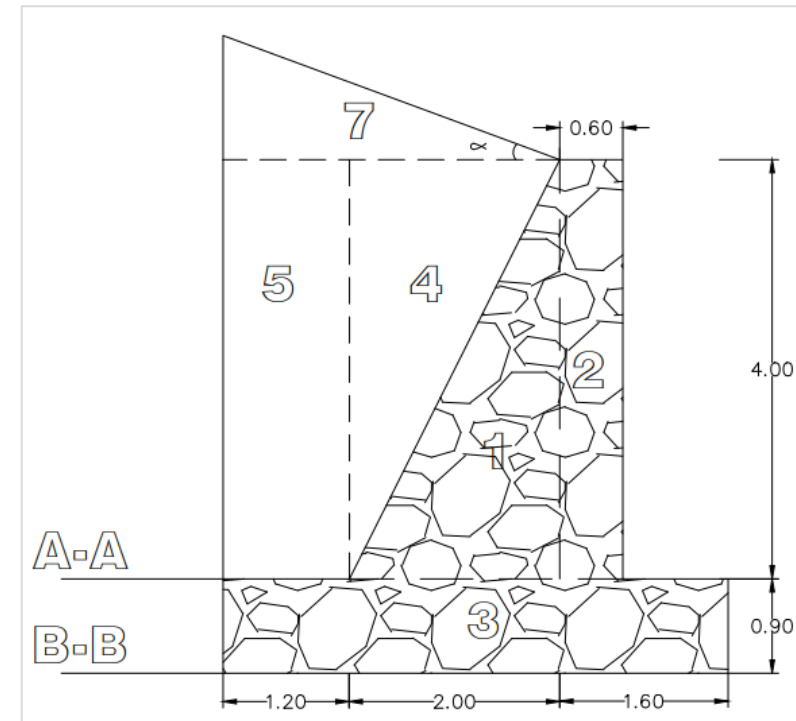
¿Como son los desplazamientos y asentamientos del muro de contención sometido a cargas estáticas y dinámicas?	Comparar el tiempo de ejecución de los procesos constructivos de un muro de neumáticos reciclados y gaviones para la estabilización de taludes.	Al determinar los desplazamientos y asentamientos del muro de contención se verifica su estabilidad frente a cargas aplicadas y en condiciones de sismo.	V.D. Factor de seguridad	Fallas	F.S> 1.5	Software GEO5
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3				
¿Cuáles son los parámetros geotécnicos del talud en relación a su estratigrafía?	Determinar los parámetros geotécnicos para examinar la estratigrafía del suelo mediante ensayos de laboratorio.	Al determinar los parámetros geotécnicos se examina la estratigrafía del suelo.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Análisis en hojas de Microsoft Excel



MURO DE CONTENCION		H=4.00 M		
Datos del Suelo de la Base:				
$\Phi =$	26.6	Ang. de fricción interna del Suelo (Ang. Reposo = Talud Natural)		
	0.4643	(angulo Φ en radianes)		
P.e. terr. =	1.50	tn/m ³	Peso Especif. del Suelo	
c.p.s. =	1.90	kg/cm ²	Capacid. Portante del Suelo	
C =	0.05	tn/m ²	Cohesión	
Datos del Relleno:				
$\Phi =$	26.6	° Angulo de fricción de Suelo		
	0.4637			
$\alpha =$	0.00	Inclinacion del talud		
	0.0000	(Si existe α , $h' = 0$)		
P.e. rell. =	1.50	tn/m ³	Peso Especif. del Relleno	
C =	0.05	tn/m ²	Cohesión	
Datos del Concreto:				
P.e. muro =	2.00	tn/m ³	Peso Especif. Pantalla	
P.e. Ciment=	2.20	tn/m ³	Peso Especif. Cimentación	
f _c =	100	kg/cm ²	Resistencia del Concreto	
FSV =	1.50	Factor Seguridad Volteo (1.50)		
FSD =	1.25	Factor Seguridad Deslizamiento (1.25)		
f =	tang(Φ)	0.50	0.62	Coefic. de Fricción
h' =	1.00	h equiv s/c Vehicular		
Sobrecarga (S/C)=	1,000.00	kg/m ²		



Datos de Sobrecarga:									
q =	1.00	tn/m2				Para la Secc.		Para la Secc.	
Ht1 =	4.40	m.	Para la seccion B-B					B - B	A - A
Ht2 =	3.70	m.	Para la seccion A-A			ang 1 =	arctang (1/h)	12.80	15.12
a' =	0.00	m.				ang 2 =	arctang ((a'+b')/h)	0.00	0.00
b' =	0.00	m.				P = q / 90 x H x (ang2 - ang1)		-12.80	-15.12
								-0.63	tn/m
Cálculo del Empuje Activo:									
Ka =	$\text{Cos}(\alpha) \times \text{Cos}(\alpha) - \sqrt{\text{Cos}^2(\alpha) - \text{Cos}^2(\Phi)}$					Cos(α)=	1.0000		
	$\text{Cos}(\alpha) + \sqrt{\text{Cos}^2(\alpha) - \text{Cos}^2(\Phi)}$					Cos ² (α)=	1.0000		
						Cos ² (Φ)=	0.7999		
Ka =	0.3819					Ka =	0.3819	Coeficiente de Empuje Activo	
Cálculo del Empuje Pasivo:									
Kp =	$\text{Tg}^2(45+\Phi/2)$					Df =	0.80 m.	Profundidad de Desplante	
	0.7854								
Kp =	2.6216		Coeficiente de Empuje Pasivo						
Ep =	1.39	tn.	(Se utilizan datos de la Base)						

Datos para la Seccion A - A:					
			$\frac{1}{2} \times P_e \text{ Relleno} \times K_a \times H_{\text{terreno}}^2 =$	3.92	
	4.483653493		$s/c \times H_{\text{terreno}} \times K_a =$	1.41	
Ea =	4.582 tn.		$q / 90 \times H_{\text{ter}} \times (\text{ang}2 - \text{ang}1) =$	-0.62	
			$2 \times C \times H_{\text{pantalla}} \times \sqrt{K_a} =$	-0.23	
			Ea =	4.94	
dh =	1.45 m.				
Ev =	Ea x sen(ang.)				
Ev =	0.000 tn.				
Eh =	Ea x cos(ang.)				
Eh =	4.582 tn.				
Datos para la Seccion B - B:					
	Emp. Terreno con/sin talud		E. Vehi-Peat	Empuje Muro Superior	
Ea =	$\frac{1}{2} \times P.e. \text{ Relleno} \times K_a \times H_{\text{terreno}}^2 + s/c \times H \times K_a + q / 90 \times H \times (\text{ang}2 - \text{ang}1) - 2 \times C \times h \times \sqrt{K_a}$				
	6.327490515				
Ea =	6.4222 tn.	Empuje Activo Máximo			
dh =	$\frac{1}{3} \times h \times [(h + 3 \times h') / (h + 2 \times h')]]$				
dh =	1.70 m.		$\frac{1}{2} \times P_e \text{ Relleno} \times K_a \times H_{\text{terre}}^2 =$	5.55	
			$s/c \times H_{\text{terreno}} \times K_a =$	1.68	
Ev =	Ea x sen(ang.)		$q / 90 \times H_{\text{ter}} \times (\text{ang}2 - \text{ang}1) =$	-0.63	
Ev =	0.000 tn.		$2 \times C \times h \times \sqrt{K_a} =$	-0.27	
			Ea =	6.87	
Eh =	Ea x cos(ang.)				
Eh =	6.422 tn.				

ESTUDIO EN LA SECCION A - A:							
Verificación de Estabilidad:							
#	Base	Altura	P.e.	Coeficien. Fig/Rectan=1 Triang=0.5	Pesos (BxAxPExCoef)	Brazo de Momento	Momento de los Pesos
P1	0.60	4.00	2.00	1.00	4.800	0.30	1.440
P2	2.00	3.70	2.00	0.50	7.400	1.27	9.373
P5	2.00	3.70	1.50	0.50	5.550	1.93	10.730
P6	2.00	0.00	1.50	0.50	0.000	1.93	0.000
Ev					0.000	2.60	0.000
				ΣP =	17.750	ΣM =	21.543
a) Por Volteo A-A: $\Sigma M / (Eh \times dh)$ FSV = 3.24 > 1.50 Conforme							
b) Por Deslizamiento A-A: $[\Sigma P \times \text{Tang } \Phi] / E$ FSD = 2.16 > 1.25 Conforme							
ESTUDIO EN LA SECCION B - B:							
Verificación de Estabilidad:							
#	Base	Altura	P.e.	Coeficien. Fig: Rectan=1 Triang=0.5	Pesos (BxAxPExCoef)	Brazo de Momento	Momento de los Pesos
P1	0.60	4.00	2.00	1.00	4.800	1.30	6.240
P2	2.00	3.70	2.00	0.50	7.400	2.27	16.773
P3	4.80	0.70	2.20	1.00	7.392	2.40	17.741
P4	2.00	3.70	1.50	0.50	5.550	2.93	16.280
P5	1.20	3.70	1.50	1.00	6.660	4.20	27.972
P6	3.20	0.00	1.50	0.50	0.000	3.73	0.000
Ev					0.000	4.80	0.000
				ΣP =	31.802	ΣM =	85.006
a) Por Volteo B-B: $\Sigma M / (Eh \times dh)$ → FSV = 7.81 > 1.50 Conforme							

	Nc =	23.24		Sc =	4.11		Fcd =	1.00		Fci =	0.66
	Nq =	12.64		Sq =	3.86		Fqd =	1.00		Fqi =	0.66
	Ny =	13.66		Sy =	-1.29		Fyd =	1.00		Fyi =	0.14
	$Q_{ult} = c Nc Fcd Fci + P.e. Df Nq Fqd Fqi + 1/2 P.e. B' Ny Fyd Fyi$										
	$Q_{ult} =$		7.17 kg/cm ²		71.71 tn/m ²		Capacidad Ultima				
	Q_{ult} / q_{punta}		FSV =		9.959		>		3.00		Conforme
	$Q_{adm} =$		2.39		kg/cm ²		Capacidad Admisible				
Cálculo de Asentamientos:											
	qs =	7.10	kg/cm ²	(6.63)	Esfuerzo Transmitido $\sum P / (B \times L)$						
	μ (Poisson)=	0.30			Relacion de Poisson						
	Iw =	100.00	cm/cm		Factor de Influencia						
	B =	1.51	m	(5.72)	Ancho de la Cimentacion						
	Es =	1,000.00	tn/m ²		Modulo de Elasticidad						
		100.00	kg/cm ²								
	As =	$qs \times B \times (1 - \mu^2) \times Iw / Es$									
	Asentamiento =	0.98	cm.	<	2.54	Conforme					
ANALISIS POR SISMO											
	Emp. Terreno con/sin talud			E. Vehi-Peat	Empuje Muro Superior						
Ea =	$\frac{1}{2} \times P.e. \text{ Relleno} \times Ka \times H \text{ terreno}^2 + s/c \times H \times Ka + q / 90 \times H \times (\text{ang}2 - \text{ang}1) - 2 \times Cxh \times \sqrt{Ka}$										
Ea =	6.42										
dh	1.70										
ΣM .	85.01										
Δkae=	0.20										
Incremento por sismo (De)	3.31	(1/2 Y(h') Δkae)									
a) Por Volteo B-B:	ΣM / (Eh x dh)+(De x 2xH/3)										
FSV =	4.00	>	1.20	Conforme							

<u>Resultados:</u>					
<u>En la Seccion B - B:</u>					
Coeficiente de Empuje Activo	Ka =	0.3819			
Coeficiente de Empuje Pasivo	Kp =	2.6216			
Empuje Activo Máximo	Ea =	6.422 tn.			
	dh =	1.70 m.			
Empuje Pasivo	Ep =	1.388 tn.			
Factos de Seguridad al Volteo	FSV =	7.81	>	1.50	Conforme
Factos de Seguridad al Deslizamiento	FSD =	2.76	>	1.25	Conforme
Ubicación de la Resultante:	x _o =	2.33 m.			
e =	B/2 - x _o < B/6	Cálculo de la Excentricidad: Comprobación a			
0.069	<	0.800			
q1 =	<	c.p.s. =	Cálculo de Presiones:		
		kg/cm ²			
0.72	<	1.90			
<u>En la Seccion A - A:</u>					
Factos de Seguridad al Volteo	x FSV	3.24	>	1.50	Conforme
Factos de Seguridad al Deslizamiento	x FSD	2.16	>	1.25	Conforme

Anexo 3: Resultados del software GEO

YENIFFER MITMA	MURO PROGRESIVA 010 MURO GEMELO
----------------	------------------------------------

Análisis de estabilidad de taludes

Entrada de datos

Proyecto

Tarea : MURO PROGRESIVA 010
 Parte : MURO GEMELO
 Descripción : MURO DE GRAVEDAD
 Cliente : YM
 Autor : YENIFFER MITMA
 Fecha : 15/10/2022

Configuración

PROPIO

Análisis de estabilidad

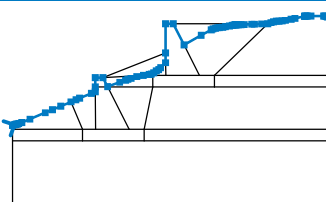
Metodología de verificación : Estados límite (LSD)

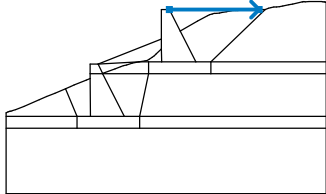
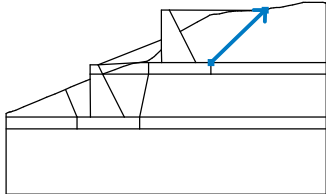
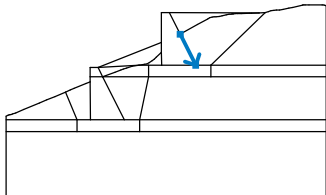
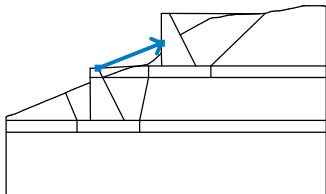
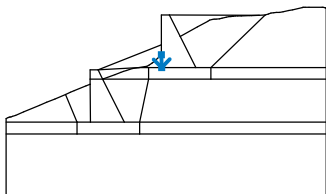

Análisis sísmico : Estándar

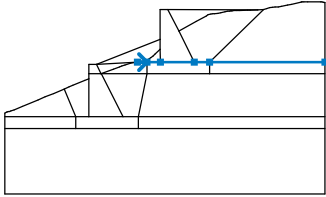
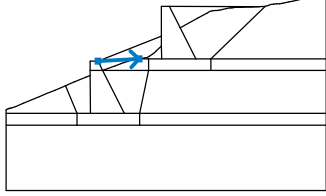
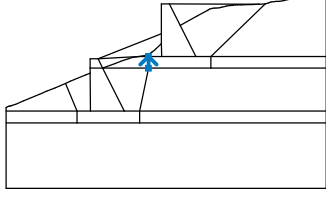
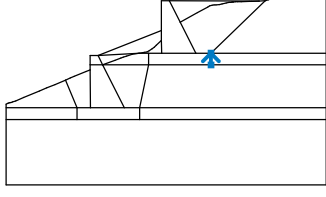
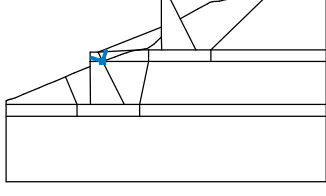
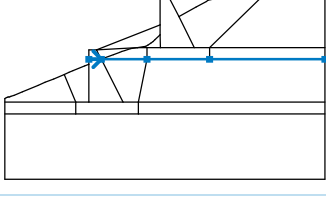
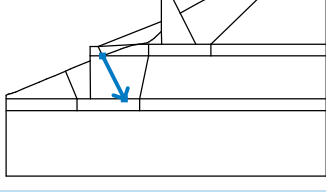
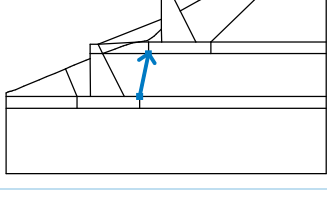
Coeficiente de reducción de parámetros de suelo			
Situación de diseño permanente			
De fricción interna :	$\gamma_{m\phi} =$	1.10	[-]
De cohesión :	$\gamma_{mc} =$	1.40	[-]
De la estabilidad de la construcción :	$\gamma_s =$	1.10	[-]

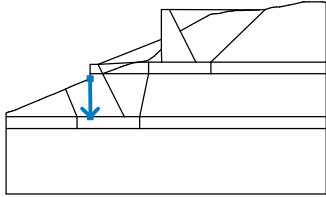
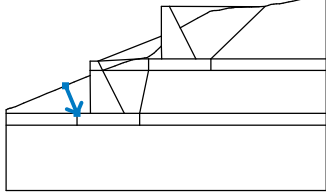
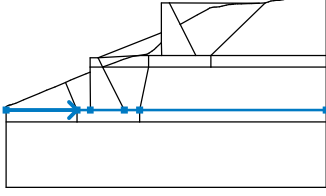
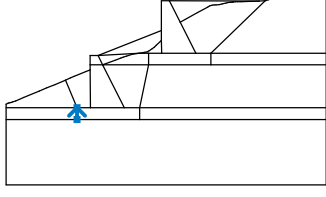
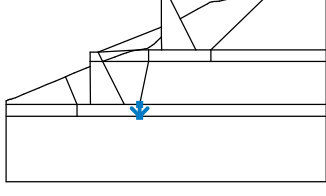
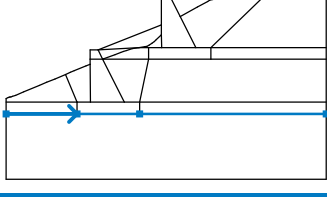
Coeficiente de reducción de parámetros de suelo			
Situación de diseño sísmico			
De fricción interna :	$\gamma_{m\phi} =$	1.10	[-]
De cohesión :	$\gamma_{mc} =$	1.40	[-]
De la estabilidad de la construcción :	$\gamma_s =$	1.10	[-]

Interfaz

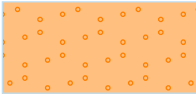

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		X	Z	X	Z	X	Z
1		-20.06	-7.90	-19.92	-7.83	-19.84	-7.81
		-19.77	-7.79	-19.69	-7.78	-19.57	-7.74
		-19.33	-7.66	-18.70	-7.40	-17.51	-6.90
		-16.95	-6.66	-16.31	-6.40	-15.50	-6.06
		-15.12	-5.90	-14.83	-5.77	-13.92	-5.40
		-13.61	-5.27	-13.61	-4.90	-13.61	-4.18
		-13.01	-4.18	-12.66	-4.88	-11.71	-4.54
		-11.26	-4.38	-11.07	-4.30	-10.83	-4.24
		-10.38	-4.09	-9.87	-4.00	-9.41	-3.93

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		-9.25	-3.90	-9.07	-3.81	-8.86	-3.66
		-8.68	-3.55	-8.53	-3.40	-8.14	-3.02
		-8.14	-2.26	-8.14	0.00	-7.54	0.00
		-6.70	-1.64	-5.37	-0.90	-4.59	-0.47
		-4.45	-0.39	-4.25	-0.34	-4.10	-0.31
		-3.96	-0.30	-3.69	-0.28	-3.48	-0.23
		-3.17	-0.17	-2.94	-0.12	-2.81	-0.10
		-2.73	-0.09	-2.70	-0.08	-2.66	-0.08
		-2.60	-0.08	-2.47	-0.07	-2.28	-0.07
		-2.03	-0.06	-1.42	-0.04	-1.23	-0.04
		-0.65	-0.01	-0.19	0.00	0.06	0.09
		0.26	0.15	0.48	0.19	0.68	0.20
		0.93	0.22	1.18	0.26	1.63	0.35
		1.93	0.41	2.67	0.58	2.71	0.59
		2.78	0.60	2.89	0.59	3.18	0.60
		4.17	0.60	4.26	0.59	4.37	0.57
4.44	0.55	4.47	0.55	4.50	0.55		
2		-7.54	0.00	-0.65	-0.01		
3		-4.34	-4.00	-0.19	0.00		
4		-6.70	-1.64	-5.51	-4.00		
5		-13.01	-4.18	-8.14	-2.26		
6		-8.14	-3.02	-8.12	-4.00		
7		-9.87	-4.00	-9.14	-4.00	-8.12	-4.00

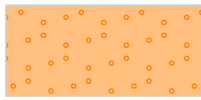
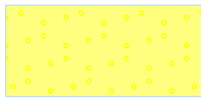
Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
		-5.51	-4.00	-4.34	-4.00	4.50	-4.00
8		-13.01	-4.18	-9.87	-4.00		
9		-9.14	-4.90	-9.14	-4.00		
10		-4.34	-4.90	-4.34	-4.00		
11		-12.66	-4.88	-12.65	-4.90		
12		-13.61	-4.90	-12.65	-4.90	-9.14	-4.90
		-4.34	-4.90	4.50	-4.90		
13		-12.65	-4.90	-10.99	-8.18		
14		-9.81	-8.18	-9.14	-4.90		

Nro.	Ubicación de la Interfaz	Coordenadas de puntos de interfaz [m]					
		x	z	x	z	x	z
15		-13.61	-5.27	-13.60	-8.18		
16		-15.50	-6.06	-14.61	-8.18		
17		-20.06	-8.18	-14.61	-8.18	-13.60	-8.18
		-10.99	-8.18	-9.81	-8.18	4.50	-8.18
18		-14.61	-9.08	-14.61	-8.18		
19		-9.81	-8.18	-9.81	-9.08		
20		-20.06	-9.08	-14.61	-9.08	-9.81	-9.08
		4.50	-9.08				

Parámetros de suelo - Estado de tensión efectiva

Nro.	Nombre	Trama	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]
1	Arena mal graduada (SP), densidad media		26.60	4.90	15.00
2	RELLENO		26.60	0.00	15.00

Parámetros de suelo - subpresión

Nro.	Nombre	Trama	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Arena mal graduada (SP), densidad media		15.00		
2	RELLENO		15.00		

Datos del suelo

Arena mal graduada (SP), densidad media

Peso unitario : $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$

Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.60^\circ$

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 4.90 \text{ kPa}$

Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 15.00 \text{ kN/m}^3$

RELLENO

Peso unitario : $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$


Estado de tensión : efectivo

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} = 26.60^\circ$

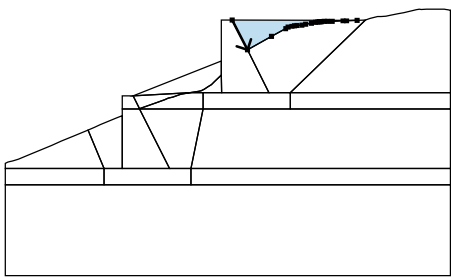

Cohesión de suelo : $c_{ef} = 0.00 \text{ kPa}$

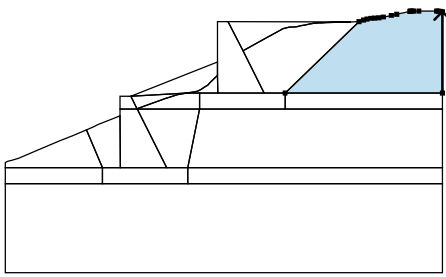
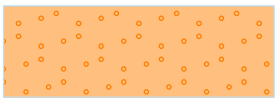
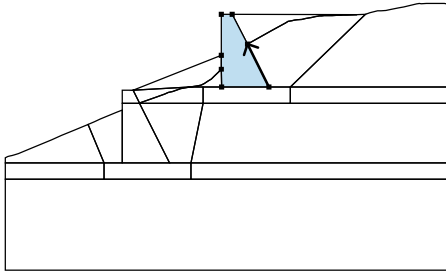

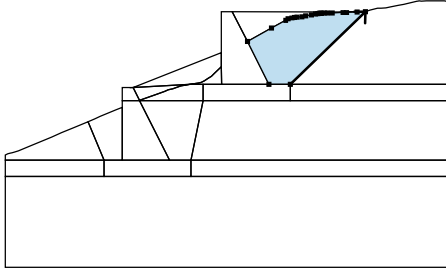

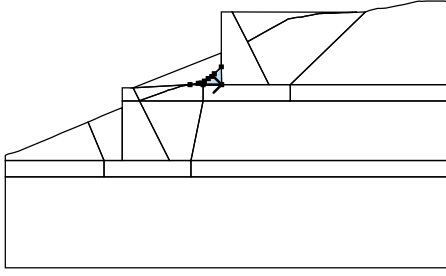
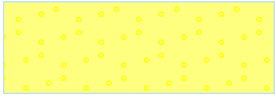

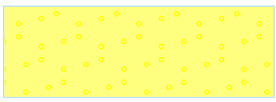
Peso unitario de suelo saturado : $\gamma_{sat} = 15.00 \text{ kN/m}^3$

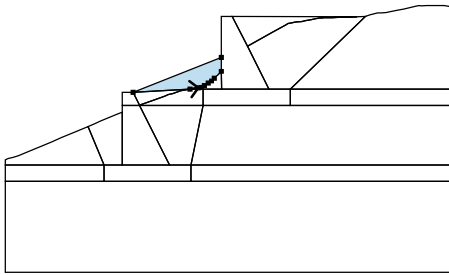
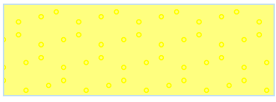
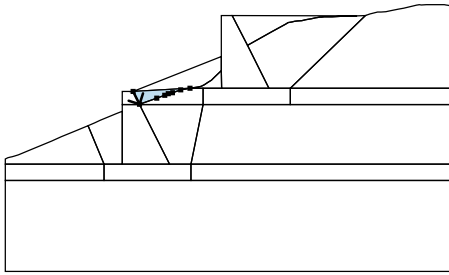
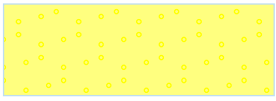
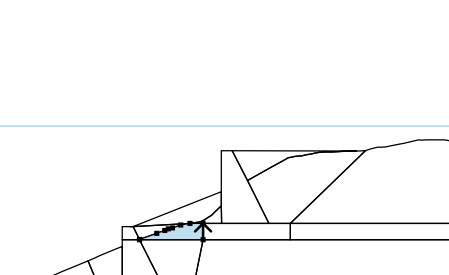
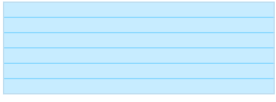
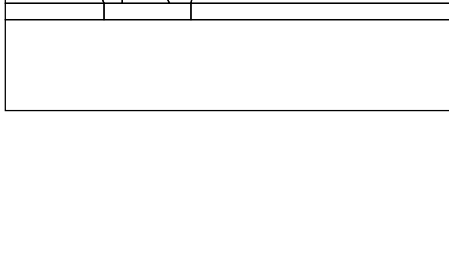
Cuerpos rígidos

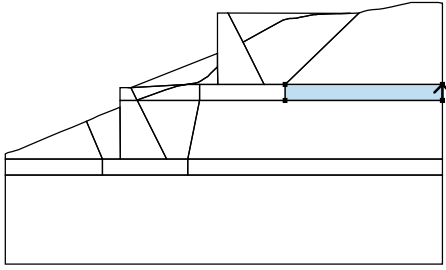

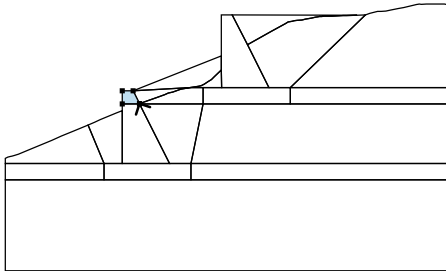
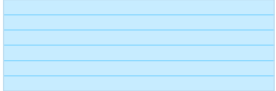
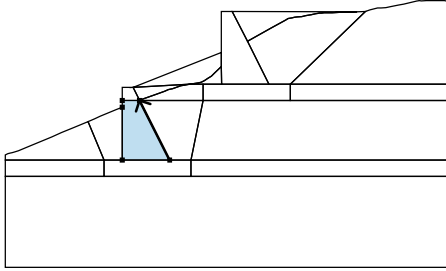

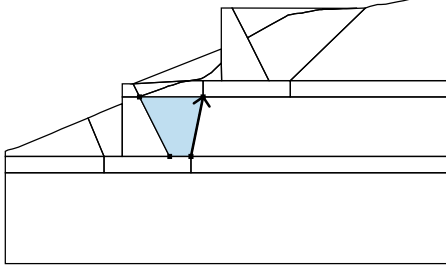

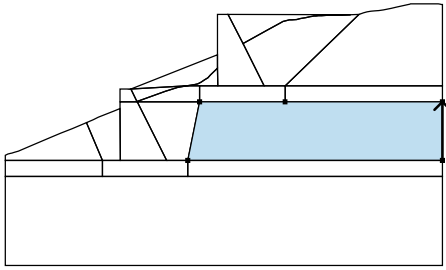


Nro.	Nombre	Patrón	γ [kN/m ³]
1	MURO DE ROCA		20.00

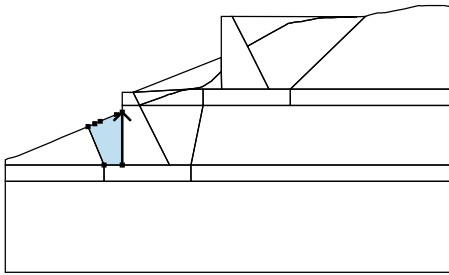
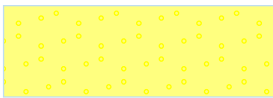
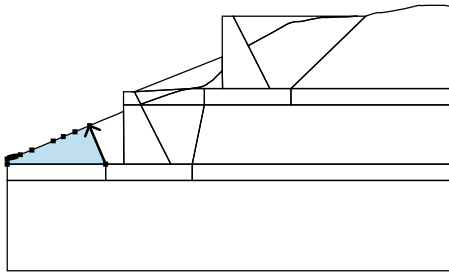
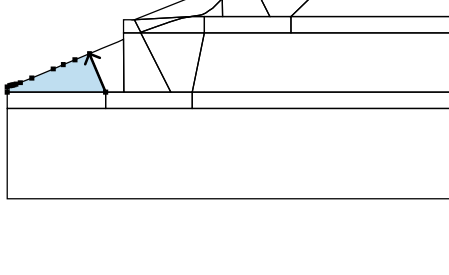


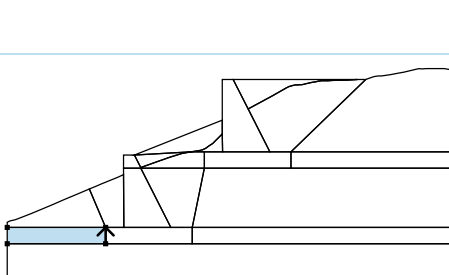
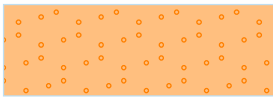
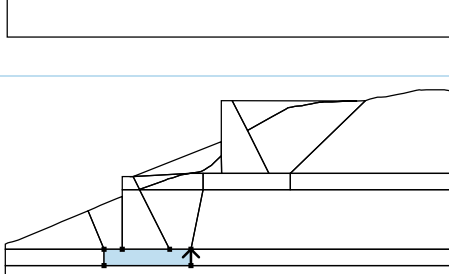

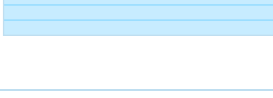

Asignación y superficies

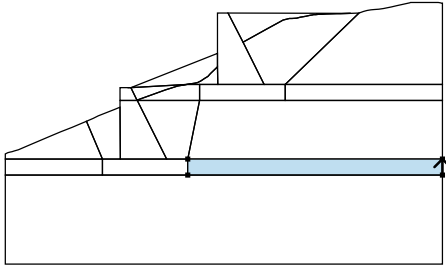

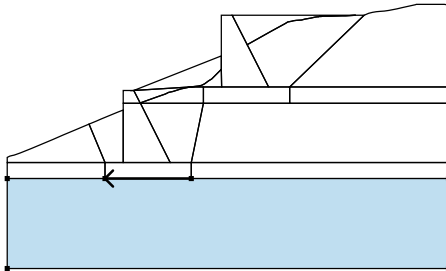

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		-7.54	0.00	-6.70	-1.64	RELLENO 
		-5.37	-0.90	-4.59	-0.47	
		-4.45	-0.39	-4.25	-0.34	
		-4.10	-0.31	-3.96	-0.30	
		-3.69	-0.28	-3.48	-0.23	
		-3.17	-0.17	-2.94	-0.12	
		-2.81	-0.10	-2.73	-0.09	
		-2.70	-0.08	-2.66	-0.08	
		-2.60	-0.08	-2.47	-0.07	
		-2.28	-0.07	-2.03	-0.06	
		-1.42	-0.04	-1.23	-0.04	
		-0.65	-0.01			
2		4.50	-4.00	4.50	0.55	

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		4.47	0.55	4.44	0.55	Arena mal graduada (SP), densidad media 
		4.37	0.57	4.26	0.59	
		4.17	0.60	3.18	0.60	
		2.89	0.59	2.78	0.60	
		2.71	0.59	2.67	0.58	
		1.93	0.41	1.63	0.35	
		1.18	0.26	0.93	0.22	
		0.68	0.20	0.48	0.19	
		0.26	0.15	0.06	0.09	
		-0.19	0.00	-4.34	-4.00	
3		-5.51	-4.00	-6.70	-1.64	MURO DE ROCA 
		-7.54	0.00	-8.14	0.00	
		-8.14	-2.26	-8.14	-3.02	
		-8.12	-4.00			
4		-4.34	-4.00	-0.19	0.00	RELLENO 
		-0.65	-0.01	-1.23	-0.04	
		-1.42	-0.04	-2.03	-0.06	
		-2.28	-0.07	-2.47	-0.07	
		-2.60	-0.08	-2.66	-0.08	
		-2.70	-0.08	-2.73	-0.09	
		-2.81	-0.10	-2.94	-0.12	
		-3.17	-0.17	-3.48	-0.23	
		-3.69	-0.28	-3.96	-0.30	
		-4.10	-0.31	-4.25	-0.34	
		-4.45	-0.39	-4.59	-0.47	
		-5.37	-0.90	-6.70	-1.64	
5		-9.14	-4.00	-8.12	-4.00	RELLENO 
		-8.14	-3.02	-8.53	-3.40	
		-8.68	-3.55	-8.86	-3.66	
		-9.07	-3.81	-9.25	-3.90	
		-9.41	-3.93	-9.87	-4.00	
6		-9.87	-4.00	-9.41	-3.93	RELLENO 
		-9.25	-3.90	-9.07	-3.81	
		-8.86	-3.66	-8.68	-3.55	
		-8.53	-3.40	-8.14	-3.02	
		-8.14	-2.26	13.0	-4.18	

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
7		-	-	-	-	RELLENO
		13.0	-4.18	12.6	-4.88	
		1		6		
		11.7	-4.54	11.2	-4.38	
		1		6		
		11.0	-4.30	10.8	-4.24	
		7		3		
		10.3	-4.09	-9.87	-4.00	
		8				
8		-9.14	-4.90	-9.14	-4.00	RELLENO
		-9.87	-4.00	10.3	-4.09	
				8		
		10.8	-4.24	11.0	-4.30	
		3		7		
		11.2	-4.38	11.7	-4.54	
		6		1		
		12.6	-4.88	12.6	-4.90	
		6		5		
9		-4.34	-4.90	-4.34	-4.00	MURO DE ROCA
		-5.51	-4.00	-8.12	-4.00	
		-9.14	-4.00	-9.14	-4.90	
						
10		4.50	-4.90	4.50	-4.00	Arena mal graduada (SP), densidad media
		-4.34	-4.00	-4.34	-4.90	

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
						
11		-	-	-	-	MURO DE ROCA
		12.6	-4.90	12.6	-4.88	
		5	6			
		-	-	-	-	
		13.0	-4.18	13.6	-4.18	
		1	1			
		-	-	-	-	
		13.6	-4.90			
		1				
12		-	-	-	-	MURO DE ROCA
		10.9	-8.18	12.6	-4.90	
		9	5			
		-	-	-	-	
		13.6	-4.90	13.6	-5.27	
		1	1			
		-	-	-	-	
		13.6	-8.18			
		0				
13		-9.81	-8.18	-9.14	-4.90	RELLENO
		-	-	-	-	
		12.6	-4.90	10.9	-8.18	
		5	9			
14		4.50	-8.18	4.50	-4.90	Arena mal graduada (SP), densidad media
		-4.34	-4.90	-9.14	-4.90	
		-9.81	-8.18			
						
15		-	-	-	-	RELLENO
		13.6	-8.18	13.6	-5.27	
		0	1			
		-	-	-	-	
		13.9	-5.40	14.8	-5.77	
		2	3			

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
		-	-	-	-	
		15.1 2	-5.90	15.5 0	-6.06	
		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		14.6 1	-8.18	15.5 0	-6.06	
16		-	-	-	-	
		16.3 1	-6.40	16.9 5	-6.66	
		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		17.5 1	-6.90	18.7 0	-7.40	
		-	-	-	-	
		19.3 3	-7.66	19.5 7	-7.74	
		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		19.6 9	-7.78	19.7 7	-7.79	
		-	-	-	-	
		19.8 4	-7.81	19.9 2	-7.83	
		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		20.0 6	-7.90	20.0 6	-8.18	
17		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		14.6 1	-9.08	14.6 1	-8.18	
		-	-	-	-	
		20.0 6	-8.18	20.0 6	-9.08	
18		-9.81	-9.08	-9.81	-8.18	MURO DE ROCA
		-	-	-	-	
		10.9 9	-8.18	13.6 0	-8.18	
		-	-	-	-	
		14.6 1	-8.18	14.6 1	-9.08	
		-	-	-	-	
19		4.50	-9.08	4.50	-8.18	Arena mal graduada (SP), densidad media
		-9.81	-8.18	-9.81	-9.08	

Nro	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
						
20		-9.81	-9.08	-	-9.08	Arena mal graduada (SP), densidad media
				14.6		
		20.0	-9.08	20.0	14.0	
		4.50	14.0	4.50	-9.08	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Sismo no incluido.

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

Resultados (Etapa de construcción 1)

Análisis 1 (etapa 1)

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	-13.34	[m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-31.11	[°]
	z =	3.04	[m]		$\alpha_2 =$	76.10	[°]
Radio :	R =	12.69	[m]				
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.							

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 454.84$ kN/m

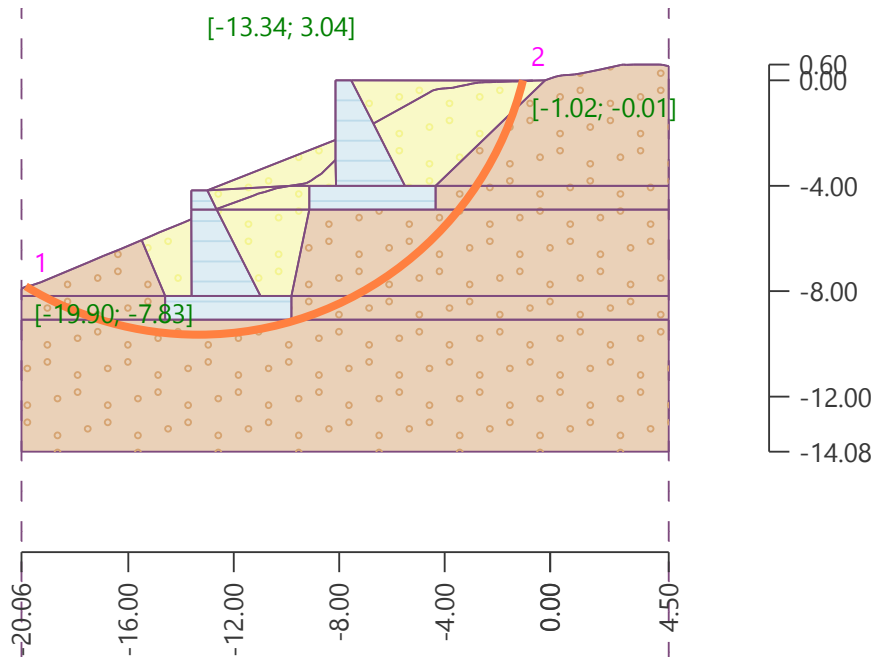
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 737.08$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 5771.92$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 8503.18$ kNm/m

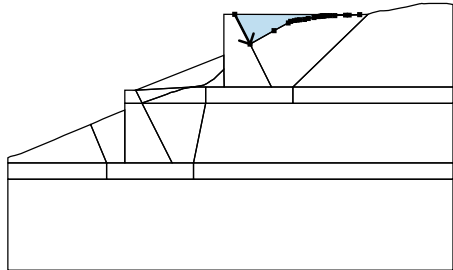
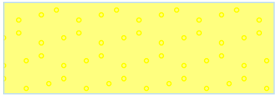
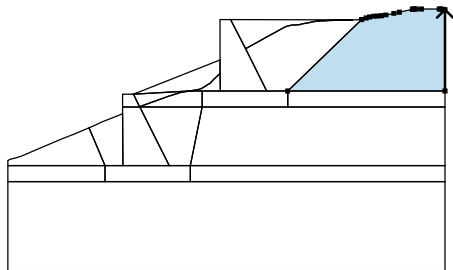
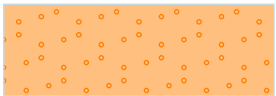
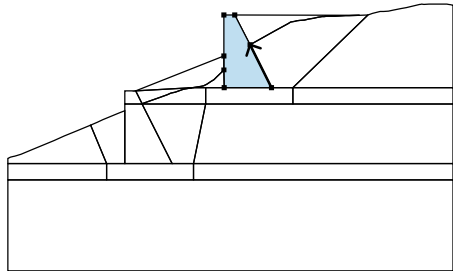
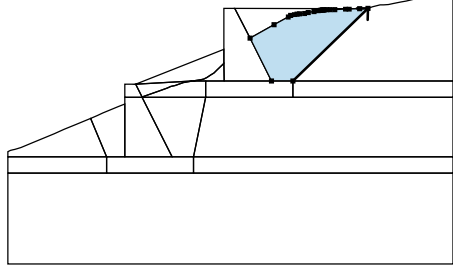

Utilización : 67.9 %

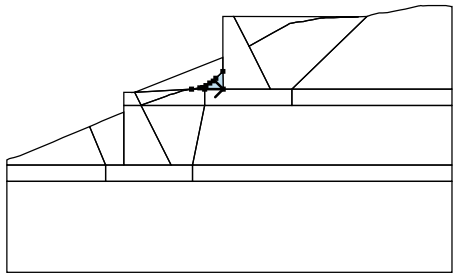
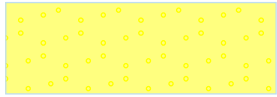
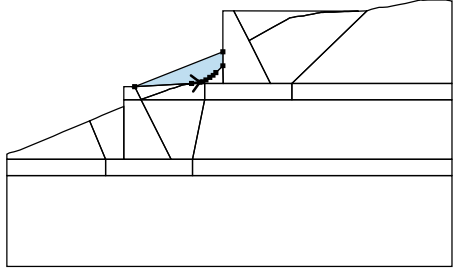

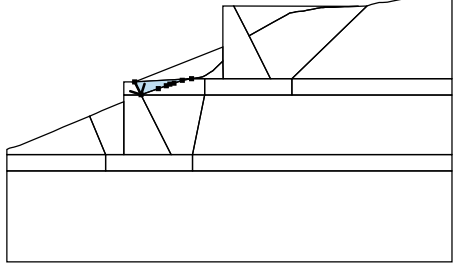

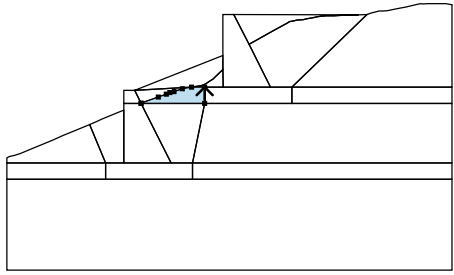

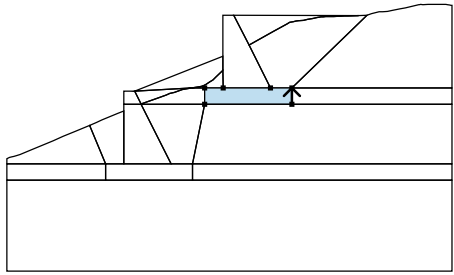
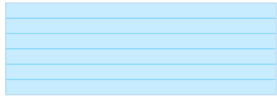

Estabilidad del talud ACEPTABLE



Entrada de datos (Etapa de construcción 2)

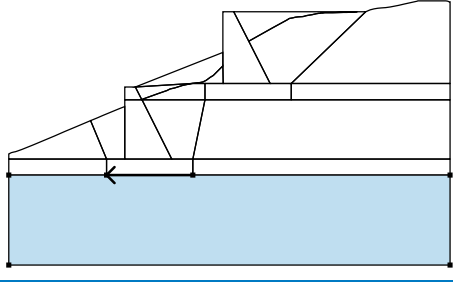
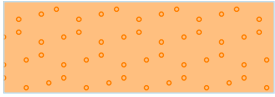
Asignación y superficies

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
1		-7.54	0.00	-6.70	-1.64	RELLENO 
		-5.37	-0.90	-4.59	-0.47	
		-4.45	-0.39	-4.25	-0.34	
		-4.10	-0.31	-3.96	-0.30	
		-3.69	-0.28	-3.48	-0.23	
		-3.17	-0.17	-2.94	-0.12	
		-2.81	-0.10	-2.73	-0.09	
		-2.70	-0.08	-2.66	-0.08	
		-2.60	-0.08	-2.47	-0.07	
		-2.28	-0.07	-2.03	-0.06	
		-1.42	-0.04	-1.23	-0.04	
		-0.65	-0.01			
2		4.50	-4.00	4.50	0.55	Arena mal graduada (SP), densidad media 
		4.47	0.55	4.44	0.55	
		4.37	0.57	4.26	0.59	
		4.17	0.60	3.18	0.60	
		2.89	0.59	2.78	0.60	
		2.71	0.59	2.67	0.58	
		1.93	0.41	1.63	0.35	
		1.18	0.26	0.93	0.22	
		0.68	0.20	0.48	0.19	
		0.26	0.15	0.06	0.09	
		-0.19	0.00	-4.34	-4.00	
		3		-5.51	-4.00	
-7.54	0.00			-8.14	0.00	
-8.14	-2.26			-8.14	-3.02	
-8.12	-4.00					
4		-4.34	-4.00	-0.19	0.00	RELLENO 
		-0.65	-0.01	-1.23	-0.04	
		-1.42	-0.04	-2.03	-0.06	
		-2.28	-0.07	-2.47	-0.07	
		-2.60	-0.08	-2.66	-0.08	
		-2.70	-0.08	-2.73	-0.09	
		-2.81	-0.10	-2.94	-0.12	
		-3.17	-0.17	-3.48	-0.23	
		-3.69	-0.28	-3.96	-0.30	
		-4.10	-0.31	-4.25	-0.34	
		-4.45	-0.39	-4.59	-0.47	
		-5.37	-0.90	-6.70	-1.64	

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
5		-5.51	-4.00			RELLENO 
		-9.14	-4.00	-8.12	-4.00	
		-8.14	-3.02	-8.53	-3.40	
		-8.68	-3.55	-8.86	-3.66	
		-9.07	-3.81	-9.25	-3.90	
		-9.41	-3.93	-9.87	-4.00	
6		-9.87	-4.00	-9.41	-3.93	RELLENO 
		-9.25	-3.90	-9.07	-3.81	
		-8.86	-3.66	-8.68	-3.55	
		-8.53	-3.40	-8.14	-3.02	
		-8.14	-2.26	13.01	-4.18	
7		13.01	-4.18	12.66	-4.88	RELLENO 
		11.71	-4.54	11.26	-4.38	
		11.07	-4.30	10.83	-4.24	
		10.38	-4.09	-9.87	-4.00	
8		-9.14	-4.90	-9.14	-4.00	RELLENO 
		-9.87	-4.00	10.38	-4.09	
		10.83	-4.24	11.07	-4.30	
		11.26	-4.38	11.71	-4.54	
		12.66	-4.88	12.65	-4.90	
9		-4.34	-4.90	-4.34	-4.00	MURO DE ROCA 
		-5.51	-4.00	-8.12	-4.00	
		-9.14	-4.00	-9.14	-4.90	
10		4.50	-4.90	4.50	-4.00	Arena mal graduada (SP), densidad media
		-4.34	-4.00	-4.34	-4.90	

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo	
		x	z	x	z		
11		12.65	-4.90	12.66	-4.88	MURO DE ROCA	
		13.01	-4.18	13.61	-4.18		
		13.61	-4.90				
12		10.99	-8.18	12.65	-4.90	MURO DE ROCA	
		13.61	-4.90	13.61	-5.27		
		13.60	-8.18				
13		-9.81	-8.18	-9.14	-4.90	RELLENO	
		12.65	-4.90	10.99	-8.18		
14		4.50	-8.18	4.50	-4.90	Arena mal graduada (SP), densidad media	
		-4.34	-4.90	-9.14	-4.90		
		-9.81	-8.18				
15		13.60	-8.18	13.61	-5.27	RELLENO	
		13.92	-5.40	14.83	-5.77		
		15.12	-5.90	15.50	-6.06		
		14.61	-8.18				

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
16		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		14.61	-8.18	15.50	-6.06	
		16.31	-6.40	16.95	-6.66	
		17.51	-6.90	18.70	-7.40	
		19.33	-7.66	19.57	-7.74	
		19.69	-7.78	19.77	-7.79	
		19.84	-7.81	19.92	-7.83	
20.06	-7.90	20.06	-8.18			
17		-	-	-	-	Arena mal graduada (SP), densidad media
		14.61	-9.08	14.61	-8.18	
		20.06	-8.18	20.06	-9.08	
18		-9.81	-9.08	-9.81	-8.18	MURO DE ROCA
		10.99	-8.18	13.60	-8.18	
		14.61	-8.18	14.61	-9.08	
19		4.50	-9.08	4.50	-8.18	Arena mal graduada (SP), densidad media
		-9.81	-8.18	-9.81	-9.08	

Nro.	Posición de superficie	Coordenadas de puntos de superficie [m]				Asignado suelo
		x	z	x	z	
20		-9.81	-9.08	14.61	-9.08	Arena mal graduada (SP), densidad media
		20.06	-9.08	20.06	14.08	
		4.50	14.08	4.50	-9.08	

Agua

Tipo de agua : Sin presencia de agua

Grieta de tracción

No se ha introducido la grieta de tracción.

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal : $K_h = 0.2300$

Coefficiente sísmico vertical : $K_v = 0.0000$

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : sísmico

Resultados (Etapa de construcción 2)

Análisis 1 (etapa 2)

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento							
Centro :	x =	-12.32	[m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-32.73	[°]
	z =	2.66	[m]		$\alpha_2 =$	77.16	[°]
Radio :	R =	12.02	[m]				
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.							

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 630.37$ kN/m

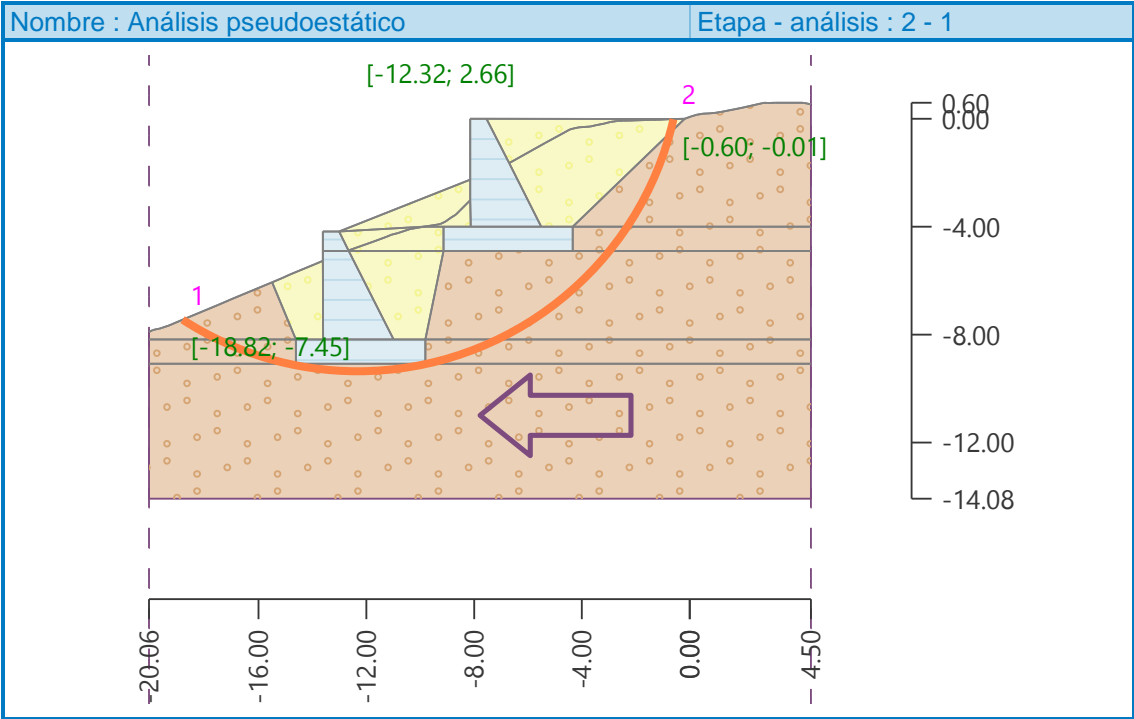
Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 706.08$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 7577.01$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 7715.48$ kNm/m

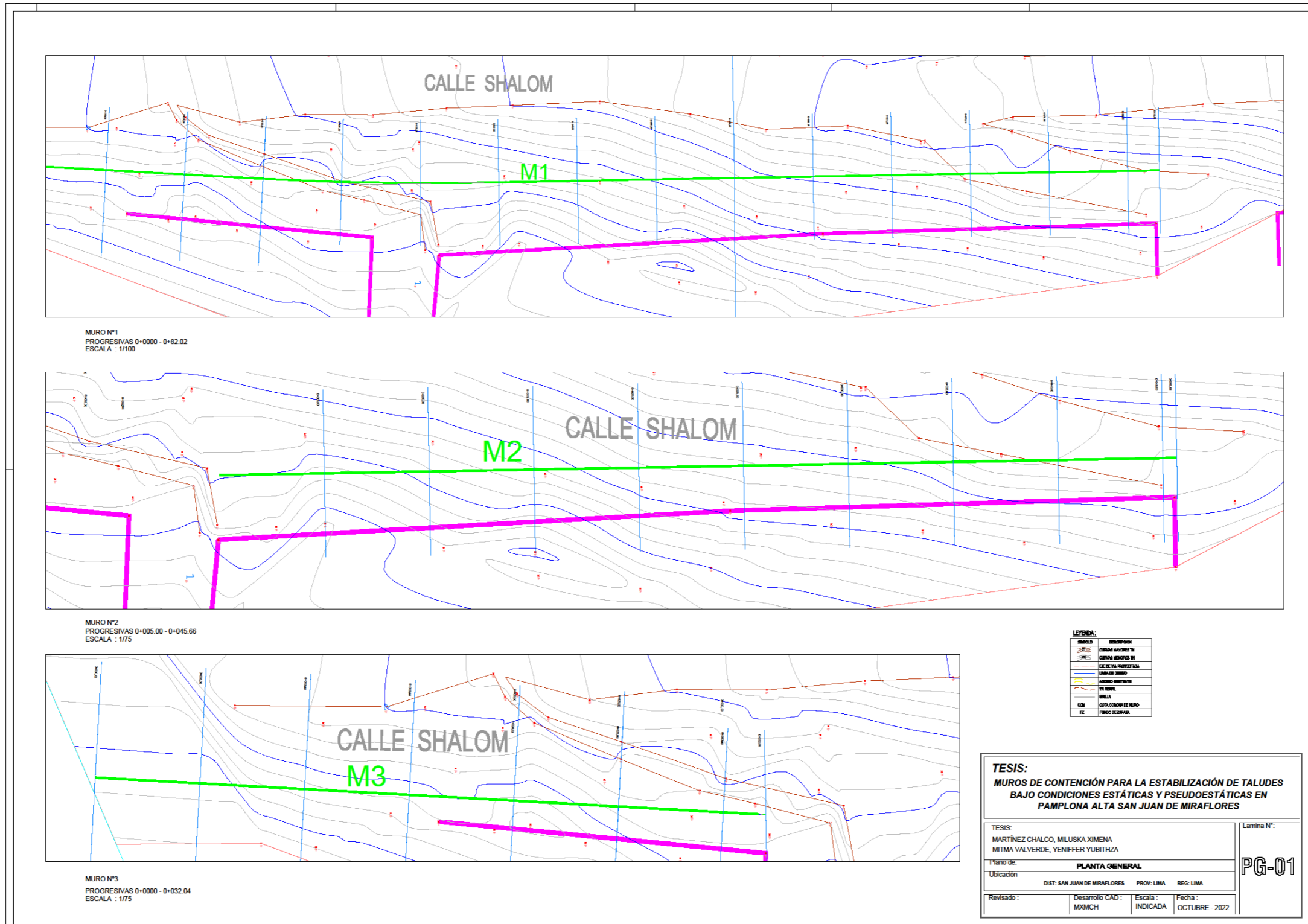
Utilización : 98.2 %

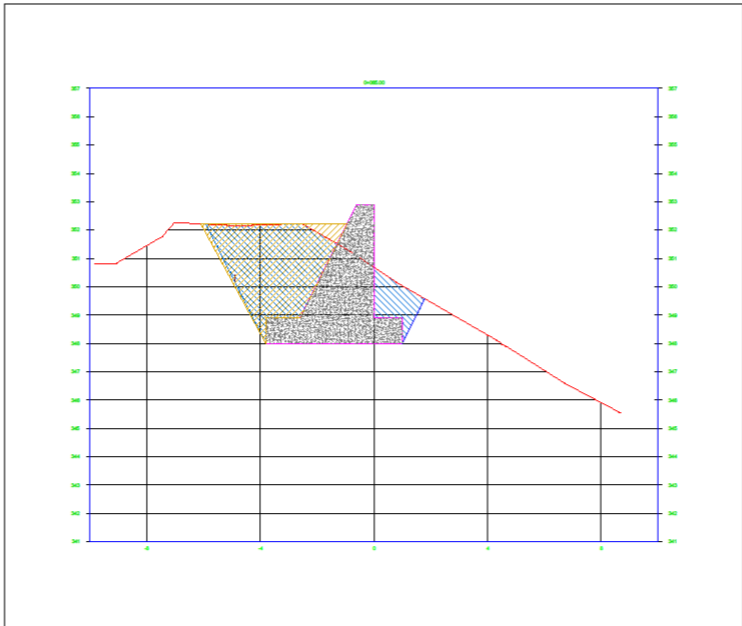
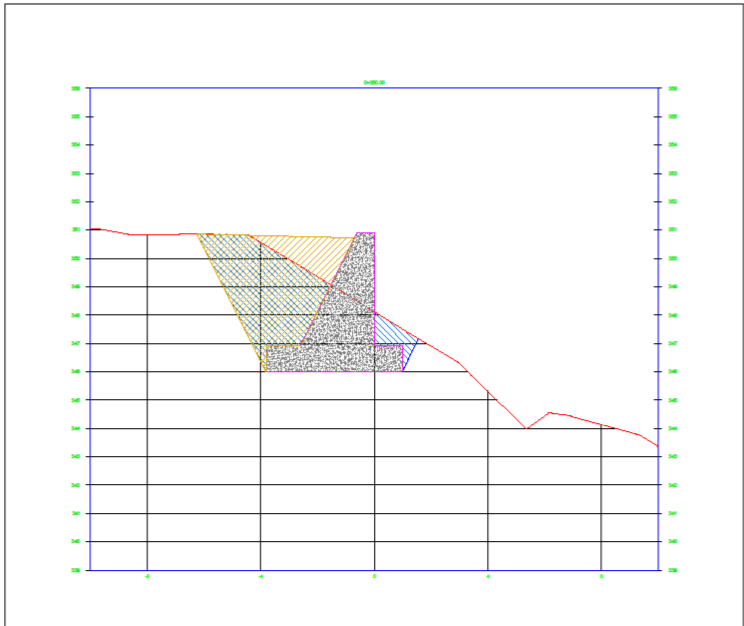
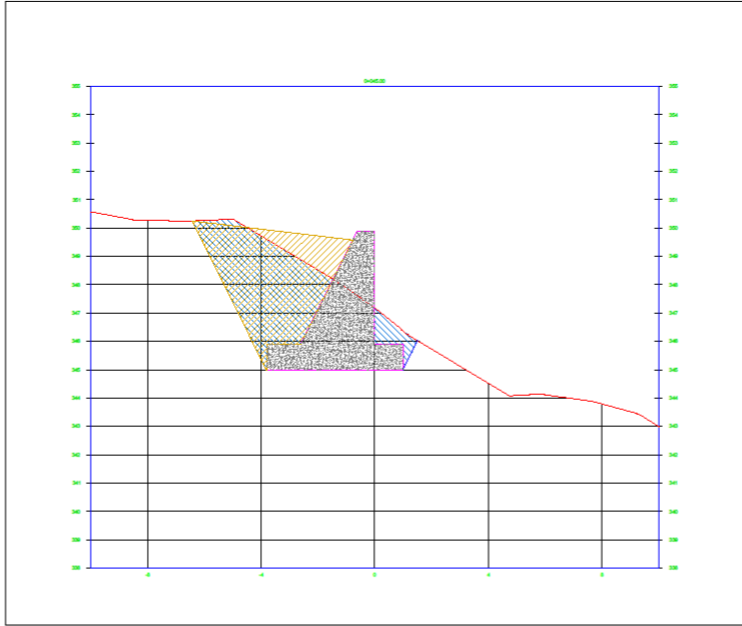
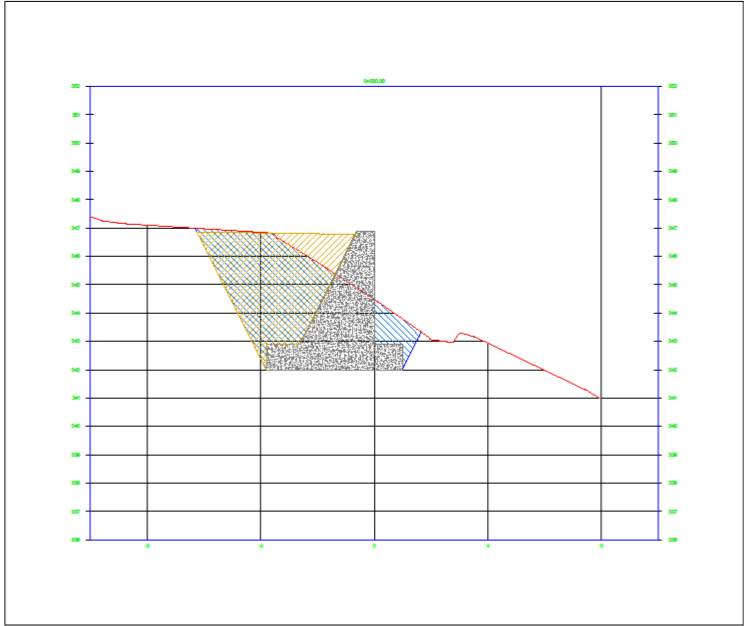
Estabilidad del talud ACEPTABLE



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Planos en general



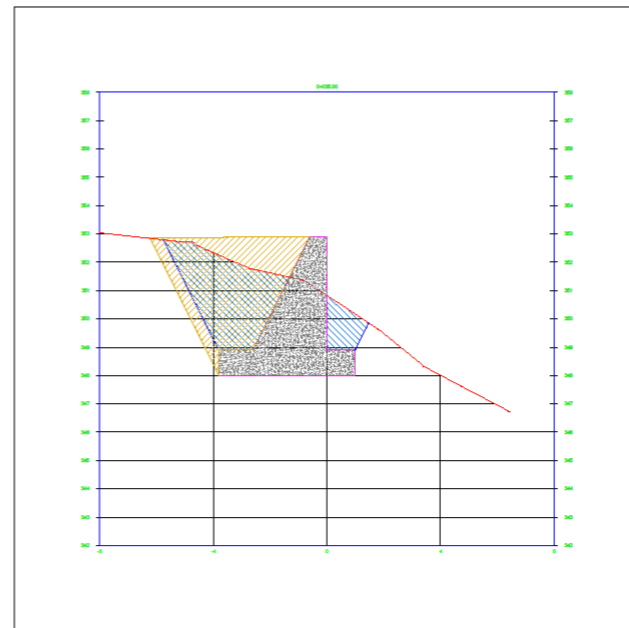
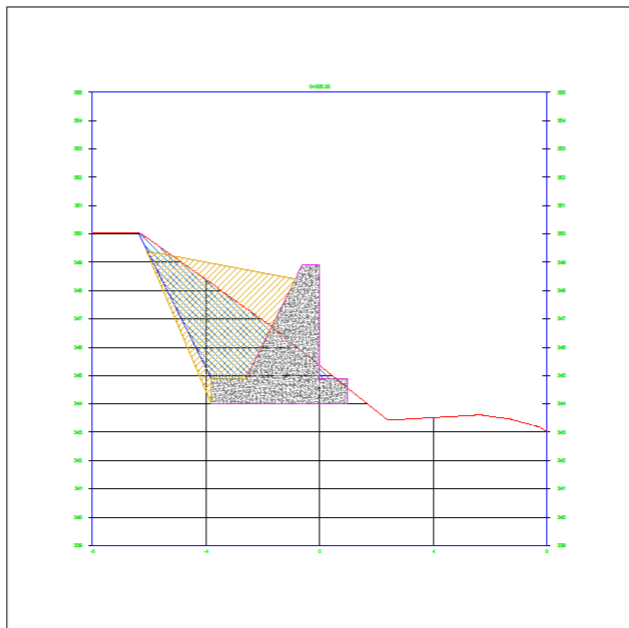
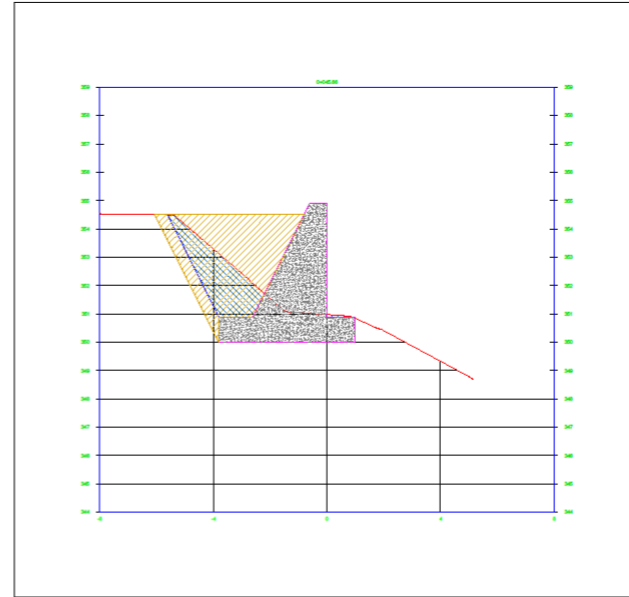
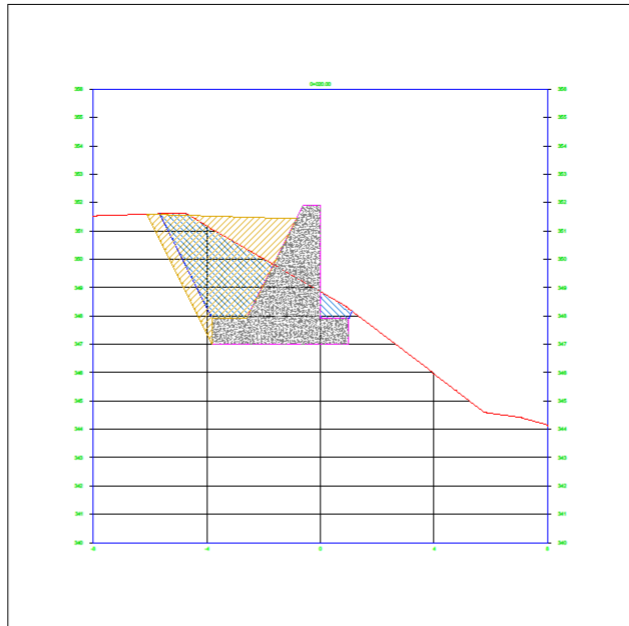


MURO N°1
 PROGRESIVAS 0+0000 - 0+82.02
 ESCALA : 1/200

TESIS:
MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES
BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS EN
PAMPLONA ALTA SAN JUAN DE MIRAFLORES

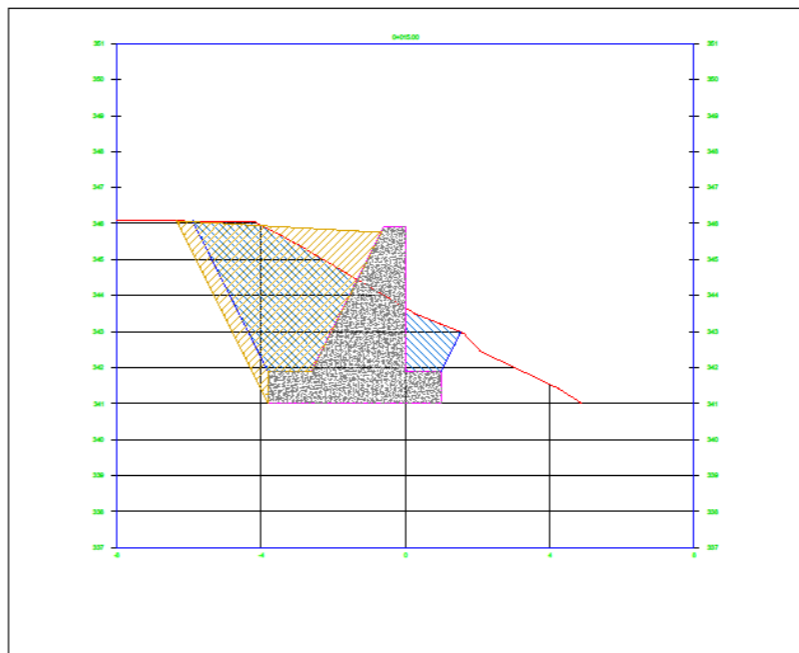
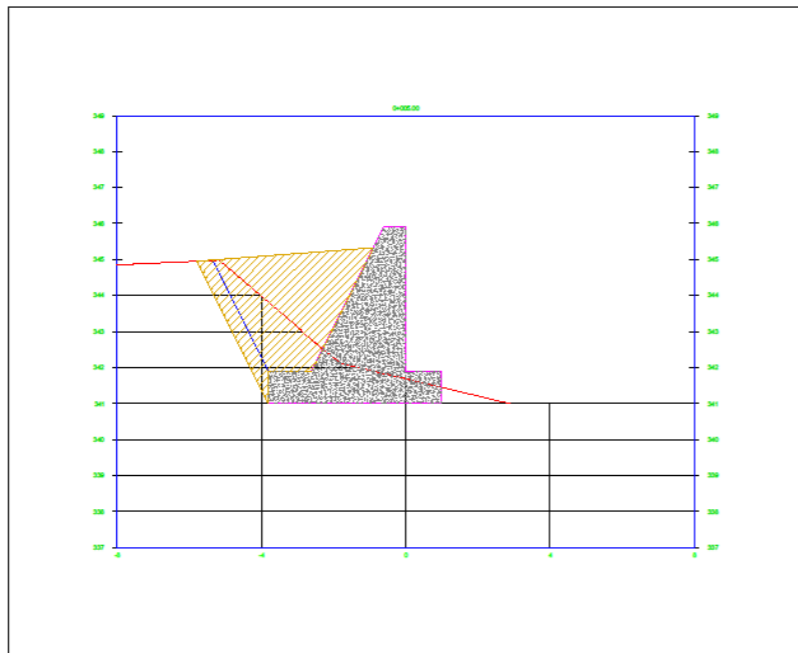
TESIS:
 MARTÍNEZ CHALCO, MILUSKA XIMENA
 MITMA VALVERDE, YENIFFER YUBITHZA
 Plano: **SECCIONES TRANSVERSALES - MURO 1**
 Ubicación: **DIST: SAN JUAN DE MIRAFLORES PROV: LIMA REG: LIMA**
 Revisado: Desarrollo CAD: Escala: Fecha:
 MXMCH INDICADA OCTUBRE - 2022

Lamina N°:
ST-01



MURO N°2
 PROGRESIVAS 0+005.00 - 0+045.66
 ESCALA : 1/100

TESIS: MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS EN PAMPLONA ALTA SAN JUAN DE MIRAFLORES			
TESIS: MARTÍNEZ CHALCO, MILUSKA XIMENA MITMA VALVERDE, YENIFFER YUBITHZA			Lamina N°:
Plano: SECCIONES TRANSVERSALES - MURO 2			ST-02
Ubicación: DIST: SAN JUAN DE MIRAFLORES PROV: LIMA REG: LIMA			
Revisado:	Desarrollo CAD: MXMCH	Escala: INDICADA	Fecha: OCTUBRE - 2022



MURO N°3
 PROGRESIVAS 0+0000 - 0+032.04
 ESCALA : 1/100

TESIS: MUROS DE CONTENCIÓN PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES BAJO CONDICIONES ESTÁTICAS Y PSEUDOESTÁTICAS EN PAMPLONA ALTA SAN JUAN DE MIRAFLORES			
TESIS: MARTÍNEZ CHALCO, MILUSKA XIMENA MITMA VALVERDE, YENIFFER YUBITHZA			Lamina N°:
Plano: SECCIONES TRANSVERSALES - MURO 3			ST-03
Ubicación: DIST: SAN JUAN DE MIRAFLORES PROV: LIMA REG: LIMA			
Revisado:	Desarrollo CAD: MXMCH	Escala: INDICADA	Fecha: OCTUBRE - 2022

Fuente: Elaboración propia