



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD
DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA
DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE
SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD
DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA
DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE
SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 303 2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5789 presentado por el (la) Bachiller: **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgr. ARNALDO YANA TORRES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 30 de mayo del 2024
- * **HORA** : 08:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
[Signature]
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
[Signature]
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 122-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-01115 presentado por el señor (a) **HASLER BRAYAN QUISPE QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 124 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 020- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **HASLER BRAYAN QUISPE QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 020- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **HASLER BRAYAN QUISPE QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 161-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-18761, presentado por el señor (a) **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 337-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 052 - 2023 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 052-2023 **aprobando** la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2023
Interesado (a)



ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	8%
2	www.scribd.com Fuente de Internet	8%
3	idoc.tips Fuente de Internet	2%
4	edoc.site Fuente de Internet	1%
5	kupdf.net Fuente de Internet	1%
6	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%
7	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74581465
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-5526-7195
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JOSE ANTONIO PAREDES VERA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01847762
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1231-4053
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Sandía Distrito: Cuyocuyo Coordenadas: Latitud: 14°21'50.9" S Longitud: 69°28'454.6" W</p> <p>URL Maps: https://n9.cl/bigru</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2023 – Mayo 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Nájilo Soza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE, identificado con DNI Nro. 74581465 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

" ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023 "

Asesorado por: Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 27 de Junio del 2024


Firma del Asesor (obligatoria)


Firma del Estudiante (obligatoria)



HUELLA



DEDICATORIA

“Al todopoderoso ya
que ha guiado mis
pasos”

“Para mi mamá quien fue el apoyo,
por su guía y confianza, bondad y
todo el apoyo que me brindo de
manera absoluta”

"A cada uno de mis familiares,
por la forma en que me dieron
ideas para seguir adelante en
cada uno de los minutos que
me conceden”



AGRADECIMIENTO

A mis profesores en la universidad, que me mostraron y me dieron sabias sugerencias durante toda mi preparación, así como con respecto a las personas asociadas con la revisión.

Doy las gracias a mi consejero que me ayudó con su dirección y en particular para los minutos durante las actividades de la empresa.

A cada uno de los individuos que sostuvieron el acabado de mi vocación, así como mi propuesta.



ÍNDICE

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE iii

ÍNDICE DE TABLAS..... vi

ÍNDICE DE FIGURAS vii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓN xi

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema 1

1.2. Formulación del problema general..... 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. Hipótesis 4

 1.4.1. Hipótesis general..... 4

 1.4.2. Hipótesis específicas..... 4

1.5. Justificación del problema..... 5

1.6. Limitaciones de la investigación..... 6

 1.6.1. Estabilización de taludes 6



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación 8

 2.1.1. Antecedentes internacionales 8

 2.1.2. Antecedentes nacionales 9

 2.1.3. Antecedentes locales 10

2.2. Bases teóricas 10

 2.2.1. Taludes estables 10

 2.2.2. Estabilidad de masa de tierra 12

 2.2.3. Movimientos de masa 12

 2.2.4. Modos de falla 15

 2.2.5. Estructura de los taludes 20

 2.2.6. Descripción de los parámetros de la metodología MVM 22

 2.2.7. Método determinístico 29

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de Estudio 80

3.2. Tipo de Investigación 80

3.3. Nivel de investigación 80

3.4. Diseño de investigación 81

3.5. Método de investigación 81

3.6. Método científico 81

3.7. Población muestra y muestreo 82

 3.7.1. Población 82

 3.7.2. Muestra 82



3.7.3. Muestreo	82
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección	82
3.8.1. Técnicas	82
3.8.2. Análisis Documental	83
3.8.3. Instrumentos	83
3.9. Procedimiento de Recolección de Datos	83
3.9.1. Procedimiento metodológico	83
3.9.2. Mapeo geomecánica	84

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO- MECANICAS DE ROCA

4.1. Ubicación	88
4.2. Ensayos de laboratorio realizados:	88
4.3. Ensayos de compresión en roca - NTP-339.059-2011	88
4.3.1. Equipo utilizado	88
4.3.2. Peso específico y absorción AASHTO T 84.	89
4.3.3. Equipo 89	
4.3.4. Preparación de la muestra	89
4.4. Procedimiento detallado de ensayos laboratorio	90
4.5. Discusión	93
4.6. Dispositivos de protección y seguridad (solución)	94
4.6.1. Colocación de anclajes	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	104



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición del suelo residual en función de la roca madre	25
Tabla 2 Condiciones de equilibrio estático satisfechas por el método de equilibrio límite (Abramson, 1996).	59
Tabla 3. Métodos de análisis de estabilidad de taludes (Suarez, 1998).	72
Tabla 4 Métodos de análisis de estabilidad de taludes	79
Tabla 5 Cuaternario	85



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Llamani de una falla por deslizamiento.....	16
Figura 2. Llamani-Cuyo Cuyo y Sandia.	16
Figura 3. Gráfico de las fallas en superficie.....	17
Figura 4 Esquema de una falla por movimiento	18
Figura 5 Esquema de flujos	18
Figura 6 Taludes naturales	23
Figura 7 Perfil de meteorización simplificado	25
Figura 8 Taludes naturales y artificiales.	31
Figura 9 Nomenclatura usada para describir taludes.	32
Figura 10 Falla de un talud.	37
Figura 11 Significado de la variable de bienestar según la estrategia de armonía del punto de ruptura; Equilibrio de poder	38
Figura 12 Significado del componente de seguridad indicado por la técnica de equilibrio de corte; Segunda armonía.....	38
Figura 13 Análisis de un talud infinito sin flujo de agua	41
Figura 14 Análisis de un talud infinito con flujo de agua	44
Figura 15 Tipos de superficie de falla (a) Falla plana (b) Falla circular.	46
Figura 16 Superficie de falla.	48
Figura 17 Análisis de estabilidad de un talud en un suelo homogéneo de arcilla saturada. (Das, 1992).....	52
Figura 18 División de una masa potencial deslizante en fragmentos.	54
Figura 19 Fuerzas actuantes en un fragmento típico (Abramson, 1996).	55
Figura 20 Examen de la solidez mediante la técnica de la pieza estándar (a)	60
Figura 21 Continuación.	60



Figura 22 Superficie freática y líneas equipotenciales curvas. 66

Figura 23 Cálculo de la carga de presión de poros para una superficie piezométrica específica..... 67

Figura 24 Determinación del coeficiente de presión de poros..... 69

Figura 25 Ejemplo de talud usado para la comparación de métodos de equilibrio límite (Abramson, 1996). 73

Figura 26 Correlación de los valores del factor de bienestar utilizando diferentes estrategias de equilibrio de corte. El acuerdo Morgenstern-Cost utiliza una difusión uniforme de λ (Abramson, 1996). 73

Figura 27 Variación del componente de seguridad con el tiempo para un banco trabajado en barro delicado (Redibujado a partir de Priest y Bjerrum,1960). 76

Figura 28 Variedad del elemento de bienestar con tiempo para un corte hecho en barro delicado. (Redibujado después de Bishop y Bjerrum,1960).Matriz de consistencia..... 79

Figura 29 Investigación no experimental 81

Figura 30 Método de cálculo 87

Figura 31 Dispositivos y sistemas de protección y seguridad para taludes..... 95

Figura 32 Colocación de anclajes..... 96

Figura 33 Efecto del agua 96

Figura 34 Métodos de remoción de rocas para estabilidad de talud. 97

Figura 35 Métodos de refuerzo para taludes de Roca..... 98



RESUMEN

El examen adjunto dará información sobre el examen esencial y la evaluación con respecto a la ausencia de solidez de la pendiente, tratando de diseccionar qué tan seguro es a nivel clave, evaluativo y dinámico. Se hace uso de partes del clima para esta situación de la zona de Llamani, parte de la localidad de CuyoCuyo y el Distrito de Sandia - Sandia - Puno, el diseño de la exploración fue encontrar aquellos cálculos que dan confiabilidad a las pendientes, se hizo uso de heurísticas para diseccionar que tan vulnerable es una avalancha, las estrategias involucradas fueron Cutoff Harmony que considera como componentes de trabajo el punto de vista del terreno, inclinaciones, geomorfologías, geomecánica, vegetación y como detonante las perspectivas fluvial y sísmica. En este sentido, sistemáticamente, el examen utilizó estrategias deterministas para determinar la seguridad de una inclinación. Se descubrió que los taludes de la región examinada no dan factores de solidez inferiores a uno, utilizando componentes dinámicos y estáticos que dieron como resultado puntuaciones inferiores a 1,25, entendidas como temblores. En vista de los descubrimientos, se hizo una propuesta para producir acuerdos para la moderación de los riesgos, por ejemplo, la elaboración de anclajes según la condición y sin esfuerzo de las condiciones de exploración.

Palabras clave: Inestabilidad de taludes, factor de seguridad, elementos finitos, análisis dinámico, geomecánica.



ABSTRACT

The accompanying examination will give information on essential examination and assessment regarding the absence of incline soundness, trying to dissect how safe it is at a key, evaluative and dynamic level. Use is made of parts of the climate for this situation of the Llamani area, part of the locale of CuyoCuyo and Sandia - Sandia - Puno District, the exploration design was to find those calculates that give dependability the inclines, use was made of heuristics to dissect how vulnerable is an avalanche, the strategies involved were Cutoff Harmony which considers as working components the land viewpoint, slants, geomorphologies, geomechanics, vegetation and as a trigger the fluvial and seismic perspectives. In this sense, systemically, the examination utilized deterministic strategies to work out how safe a slant is. It was found that the slants in the review region don't give solidness factors short of what one, utilizing dynamic and static components that gave as results scores of under 1.25 comprehended as shakiness. In view of the discoveries, a proposition was made to produce arrangements for the moderation of risks, for example, the elaboration of anchors as per the condition and effortlessness of the exploration conditions.

Keywords: Stability of taludes, security factor, finite elements, dynamic analysis, geomecanication.



INTRODUCCIÓN

Las avalanchas son quizás una de las interacciones geográficas más horribles que afectan a las personas, causando un gran número de muertes y daños materiales por valor de muchos dólares al año (Brabb y Hrod, 1989). Las avalanchas provocan cambios en la morfología del territorio, diferentes daños ecológicos, daños en las obras de cimentación, aniquilación de casas, vanos, bloqueo de cursos de agua, etc. (Figura 1.1). El volumen absoluto de daños es más destacado que el de los temblores sísmicos y las inundaciones. No obstante, una gran parte de las catástrofes causadas por avalanchas son evitables si se detecta el problema con antelación y se toman medidas para contrarrestarlo o controlarlo. Las avalanchas están relacionadas con las montañas, como se muestra en la Figura 1.2. A pesar de que las avalanchas se producen en todos los marcos montañosos, algunos distritos son más vulnerables a los peligros del movimiento de tierras. Las regiones tropicales desiguales están realmente indefensas ante los problemas de aludes, ya que en ellas se dan cuatro de los componentes principales para que se produzcan aludes, como son el alivio, la sismicidad, las precipitaciones duraderas y abundantes.

El examen que aquí se presenta intenta resumir el estado de la información en la investigación de aludes y el plan de trabajos de ajuste con acentuación en los peligros de aludes en regiones tropicales. El objetivo del libro es dar sentido a las ideas esenciales y presentar reflexiones para el arreglo de los problemas, a la luz de la experiencia obtenida en Colombia y otras naciones latinoamericanas; y sin embargo, toma como una especie de perspectiva el enorme volumen de información con respecto a este asunto a nivel mundial.

Se propone producir a propósito un modelo que socave la interacción para eliminar los cuerpos de tierra. Se utiliza un procedimiento similar para los factores con su técnica de equilibrio de corte independiente, que ordena los peligros en caso de avalancha, en vista



de las cualidades de la región esencial de examen y evaluación, considerando como componentes la debilidad del terreno, las inclinaciones, la planificación geomorfológica, geo mecánica, la vegetación y los choques relativos al clima, así como los componentes que desencadenan las precipitaciones y los desarrollos terrestres.

El examen está conectado con la cuestión natural, que es sobrenatural para algunas fundaciones, puesto que estamos en un clima inclinado a la precipitación, es importante hacer movimientos para prevenir desgracias de varios tipos o peligros superfluos. Debido a estas cuestiones, es importante esperar apuestas y crear propuestas de actividad.

La exploración se realizó con metodología sistémica lógica, reconociendo y diagnosticando el área de examen y evaluación vital, frente a los factores de investigación (factores de investigación), exponiéndolos a examen estratégico. En este sentido, en la primera fase del examen esencial, se utilizó un estudio bibliográfico. La etapa de acompañamiento se retrata por ser la realización de un examen, a través de las debidas estrategias de surtido de pruebas siguientes a descomponerse en inequívoca (G-L.SAC.METROLOGY Lab) representación real. El objetivo es tener la seguridad y la validez de los resultados para su examen vital por separado y en la comprensión de los resultados. La propuesta fue concebida a nivel cuantitativo, no ensayado, se perciben especulaciones en cuanto a la valoración del examen.

La investigación está dividida en cuatro secciones por capítulo:

La primera parte incorpora las aclaraciones del tema, expresando las cuestiones y los motivos de exploración de la revisión.

La segunda parte retrata las hipótesis que existen sobre los factores y la unidad de examen y evaluación vital, se piensan algunas hipotéticas; se introduce el fundamento de la exploración.

La tercera parte alude a la estrategia para la exploración, donde se hace una representación hipotética de los factores, se operacionaliza, se reconoce la tipología, así como el plan, los evaluados y los métodos de la interacción de la evaluación, así como el examen de los datos.



Se cierra con la cuarta sección en la que se crean los descubrimientos, dirigidos con sus diagramas comparativos. Los descubrimientos y la investigación según lo indicado por las suposiciones serán hechos obvios, así como las proyecciones de qué se ha considerado, una cierta porción de la parte se coordina a los exámenes artísticos de investigaciones pasadas. Se cierra dando los últimos descubrimientos, así como ideas.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

La geología en la Localidad de Puno, región de Cuyocuyo y Sandía, Territorio de Sandía, es descrita por ser extremadamente impredecible ya que tiene una progresión de inclinaciones bastante inclinadas que a la vez tienen prominencias y algunas melancolías, es así que las inclinaciones se deslizan como resultado de ciertos componentes, por ejemplo, el alto nivel freático, ciertas propiedades que tiene la tierra o cargas externas, debido a esto se rompen grandes diseños, por ejemplo, calles, marcos de captación o casas. (Yurfa, 2016)

Esta peculiaridad, conocida como temblor inclinado, es un ciclo geográfico que se manifiesta muchas veces en los países altos de la nación, provocando enormes carencias financieras y de vez en cuando la pérdida de almas vivas. Esta peculiaridad se observó en las regiones de Cuyocuyo y Sandía. La ocurrencia de estas ocasiones provoca mediaciones de elementos internos, por ejemplo, la geografía, la geo mecánica, la humedad del suelo o geología, y la humedad del suelo, etcétera; así como algunas variables externas, por ejemplo, el medio ambiente y las ocasiones sísmicas, que durante y después de su acción producen eventos catastróficos, con repercusiones negativas a nivel social, normal y financiero. (Yurfa, 2016)

De esta manera existe la necesidad de decidir y distinguir una progresión de medidas y razones de extraordinaria importancia a ser consideradas, y por lo tanto tener



la opción de conceder una contracción conveniente para considerar regiones de juego específicas y simultáneamente las ocasiones normales presentes en la localidad de Cuyocuyo y Sandia, La región reconocida como "Llaman" en la región de Cuyocuyo y Sandia tiene el precursor de la peculiaridad permitida en los años 2016 - 2019 causando interferencias súper duraderas del tráfico de la calle entre Cuyo y Sandia - Sandia, causando una progresión de desgracias monetarias en el distrito. .

La región de examen esencial tiene un pasado lleno de avalanchas como se muestra en la guía geológica; No existen en la actualidad medidas de control-preventivas, de esta manera la importancia del examen en la exploración en cuanto a la seguridad de la inclinación en el espacio de Llamani, CuyoCuyo y Sandia, involucrando varias técnicas para el examen, dirigido por los factores considerados como estrategias heurísticas, por lo que el factor de bienestar es conocido, a través de él tiende a ser conceptualizado y caracterizado elementos de estabilidad o precariedad de las inclinaciones a través del examen y evaluación clave. Por lo tanto, la distinción en cuanto a la utilización de técnicas heurísticas se centra en la forma en que esta estrategia se dirige a aquellos factores que causan condiciones de inestabilidad en el espacio de examen; estos elementos son ponderados por la importancia aceptada en relación con el desarrollo de la avalancha.

La evaluación de la vulnerabilidad permite la investigación de deslizamientos en masa, por otra parte el examen determinista utiliza la filosofía en vista de los modelos matemáticos, que incorpora algunas normas como la mecánica del suelo, geomecánica, geodinámica, así como la forma de comportamiento de la zona, la geología del clima, la corriente de agua, el cálculo de la inclinación. Por eso hemos intentado comprender la indefensión y fragilidad de los slants y a través de estos exámenes adquiridos en el laboratorio hemos propuesto sistemas de adaptación de slants, a través de las consecuencias de la explotación demostraremos la legitimidad, objetividad y calidad inquebrantable, garantizando posteriormente un juego satisfactorio para los ejecutivos, así como garantizando los asentamientos situados dentro de estas áreas.

Hay un enorme número de regiones donde las avalanchas ocurren sin cesar, esto podría ser debido a las propiedades de las suciedades o algunos especialistas externos, por ejemplo, cargas innecesarias, residuos desafortunados, terremotos, esto es debido a un ciclo duradero presente en las variedades reales de la inclinación.

1.2. Formulación del problema general

El diseño es diseccionar decisivamente la solidez subyacente de la inclinación de la región Llamani, que decidirá el factor de bienestar satisfactorio, y hacer proposición en cuanto a evitar para disminuir los diversos peligros y peligros provocados por la ausencia de fiabilidad de las inclinaciones en el clima de revisión.

La razón por la que debemos intervenir es para hacer una revisión cuidadosa justo donde están sucediendo las cosas. Estamos buscando encontrar las respuestas a estas preguntas:

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el factor de seguridad de talud mediante el análisis estratégico y evaluación, estático, dinámico por elementos finitos en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los factores internos determinantes que intervienen en la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?
- b. ¿Cuáles son los factores externos más determinantes para determinar la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?
- c. ¿Cuáles son los excesos de presión de poros y las posibles zonas de licuefacción que establezca garantizar la máxima seguridad para situaciones de riesgo en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el análisis estratégico y evaluación "estabilidad de taludes" del Llamani distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar los factores internos que intervienen en la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.
2. Determinar los factores externos. que intervienen en la estabilidad de talud en la zonade Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.
3. Determinar los excesos de presión de poros, que intervienen en la estabilidad de taluden la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Efectuar el cálculo del factor de seguridad de talud mediante el análisis Determinante y evaluación, en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.

1.4.2. Hipótesis específicas

Tenemos las siguientes hipótesis específicas:

1. Los factores internos determinantes que intervienen en la estabilidad de talud en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.
2. Los factores externos más determinantes para determinar la estabilidad de

talud en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.

3. Los excesos de presión de poros y las posibles zonas de licuefacción que establezca garantizarla máxima seguridad para situaciones de riesgo en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.

1.5. Justificación del problema

Teniendo en cuenta que el Perú es un país que presenta debilidad en cuanto a riesgo ambiental en todo el mundo, Puno no es un caso especial, ya que el punto de vista social es el indicio de confusión en la redacción provincial y de esta manera se refleja en la geomorfología accidentada.

Originalidad.

La investigación es innovadora puesto que hay pocos estudios relacionados con "El taluden la zona".

Pertinencia.

El examen y la evaluación esenciales en referencia son razonables o prácticos a la luz del hecho de que en la actualidad existe un problema con respecto al tablero, explícitamente la evaluación de riesgos y la urbanización, que puede causar percances en las regiones de riesgo.

Relevancia.

El proyecto de examen es aplicable en la medida en que se concentrará en los peligros que puede producir la naturaleza, por esta situación los deslizamientos torrenciales, para limitar las circunstancias peligrosas mediante componentes numéricos.

Teórico.

La presente investigación tiene relevancia ya que se utiliza el conocimiento teórico

basado en "Los Taludes".

Práctico.

Es útil en la medida en que tiene la motivación detrás de la disección de los elementos de bienestar de los deslizamientos que están expuestos a los planes sísmicos que examinan diversos arreglos y en consecuencia lograr mejoras aún por determinar del diseño mantenerse alejado de los diferentes peligros geotécnicos con respecto a la solidez de los deslizamientos en "Llamani" para disminuir el riesgo de obliteración por decepciones geotécnicas. Por lo tanto, es importante reconocer las regiones de riesgo, tomando como fuente de perspectiva la debacle entregada en tambo bamba provocada por el represamiento del arroyo Buddy caro en 2016, en el Cuyocuyo y Sandia quedó aislado de la localidad de Sandia, después de la caída de las calles que conectan las regiones demostrado y dejando desgracias monetarias que comprometen el bienestar de las familias situadas en la zona.

Metodológico.

Importancia estratégica, ya que utiliza ciclos y procedimientos técnicos lógicos que aprobarán efectos de examen. Con respecto a las peculiaridades regulares como en este espacio es conocido por ser de alto riesgo debido a sus atributos geográficos, terrestres y geomecánicos que influyen en las inclinaciones. Posteriormente, se busca el factor de bienestar utilizando Estrategias de Componentes Limitados que es la más adecuada para que el examen decida el marco de seguridad para hacer frente a la decepción de una inclinación.

1.6. Limitaciones de la investigación

1.6.1. Estabilización de taludes

a. Limitación técnica

Para resolver las inclinaciones se utilizan marcos que se asocian con el tipo de suelo, el tamaño de la desfiguración, el consumo, la robustez y la constructibilidad. Las principales limitaciones son: la zona de la capa freática.



Cuando el agua ha aparecido cerca, no es aconsejable crear obras para evitar la escorrentía.

b. Limitaciones ambientales

El tipo de ajuste elegido debe tener en cuenta el efecto probable sobre el hábitat común durante la interacción de desarrollo.

Este tipo de Las obras de transformación podrían crear contaminación en los arroyos, lo que podría causar la que puede resultar igualmente inadecuado.

Con respecto a las urbanizaciones, modifican los diseños de las aguas, ya sean superficiales o de tranvía. En general, estos ajustes deben realizarse para garantizar su fiabilidad y suelen ser costosos. En general, en una obra de ajuste se confía en ocasiones que no se pueden dar, ampliando los planes de gasto en el doble de la idea extendida antes de que en las primeras tareas todos los costes corran a cargo del científico de esta obra.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

El estudio nos remite a DYNA (2006). Órgano Oficial de Ciencia e Innovación de la Alianza de Relación de Diseñadores Modernos - Bilbao ESPAÑA. La estrategia es novedosa en la sensación de recrecimiento y evaluación de la solidez de taludes aplicada a suelos, considerando su creación y forma. Por encima de todo, las informaciones geotécnicas se tomaron para caracterizar los atributos subyacentes y matemática, así como para diseccionar las cargas externas a las que está oprimido. Se aplicó la estrategia de Diocesan elaborando enfoques en un nivel de tres capas, abordando el coeficiente de bienestar inclinado. En este sentido, la bioseguridad no está grabada en piedra. Mediante este sistema, se determina el valor del elemento básico o de menor seguridad del inclinado, para descubrir cómo diseñar las partes deslizantes, explican el área donde pueden ocurrir fallas, lo que lleva a pendientes constantes. (DYNA, 1992)

El estudio de (Valencia & Escobar, 2012) De los estudios diarios del planeta Issn 0120 en Colombia el año 2015. Es normal conceptualizar que tan estables pueden ser los deslizamientos debido a las variables que deciden que tan estables son las FS, por lo que no están grabadas en piedra por el examen numérico y de parte los componentes que garantizan la resistencia del deslizamiento, por ejemplo,



sus cualidades matemáticas, los puntos geográficos de corte, las cargas de influencia de los desarrollos sísmicos, la corriente de fluidos y ciertos atributos de los suelos.

Así, se evalúan las tendencias de inclinación únicas, además, analizamos el equilibrio de las cosas y la probabilidad de que algo no cumpla con las expectativas, todo a través de un sistema basado en el azar, así como los archivos a confiar y los límites de las suciedades con masa más prominente, teniendo como genuina la elección de las inclinaciones en cuanto al desarrollo de la calle. Según la investigación de la hipótesis se tiende a presumir que las estrategias más utilizadas son Ministro y Janbu entre otras que buscan una precisión más notable que son Spencer, Morgentem y Ponce y Sarma.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Urrutia (2008), La investigación llevó a ganar el nivel de creador primario en la PUCP, la revisión concentrarse en los elementos protegidos en sismos, debido a la escasez de activos se utilizó Geoestruc Slant V 2018. Estratégicamente, se retratarán las inclinaciones y se les dará sentido en cuatro secciones en una estructura de ejemplo. Los descubrimientos son que los componentes de armonía estables permanecen en uno y ningún elemento lo hace declinar. Según los descubrimientos se recoge que hay fuerza durante las zonas por ejemplo los límites de la tierra tienen modelos matemáticos y el registro pertinente.

López (2006), Región de BARRANCO", la investigación hizo para convertirse en un diseñador estructural en la PUCP. El punto era concentrarse en las cualidades seguras de una inclinación y producir estabilidad en circunstancias de desarrollo sísmico a 560m de la región de revisión. Es muy posible que se muestre la forma en que podrían producirse decepciones en caso de que se produzcan aumentos de velocidad superiores a 0,22g, lo que sería una apuesta, y se proponen planes de arreglo para ajustar los taludes cercanos.

Zapata (2006), Tiene como objetivo realizar un examen de la problemática así como la apertura de opciones para una determinada inclinación se concentran en la región, se realizó un examen de desarrollo y peligro. potenciales enfocándose en la reducción de costos. Metodológicamente es descriptivo explicativo con ocho etapas en las laderas. Se llegó a la conclusión de que cuando las circunstancias óptimas, algunas de las zonas están optimizadas, mientras que otros no lo son, lo que sugiere que más actividades sobre la estabilidad y la prevención, especialmente la ASTMC915 pared (CribWalls), por perspectivas financieras, útiles y naturales.

2.1.3. Antecedentes locales

Mata (2010) según el informe geográfico natural del INGEMMET. Se da sentido a los exámenes realizados en las zonas de Llamani. Se razona que estar indefenso contra los elementos de la mayoría (apuesta geografica) dentro del paraje es alto ya que se oscurece componentes de firmeza contra una avalancha.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Taludes estables

Según (Hernández & Tamayo, 2019) caracteriza los atributos de fiabilidad de la inclinación de la siguiente manera: el término se ha contemplado en términos de puntos de vista alternativos, robustez se estima por el nivel y el amontonamiento que se producen en la inclinación por lo que uno puede traer de la maestría y la calidad de los sujetos. Varias investigaciones se hacen a la suciedad y su oposición, perfiles, drenaje y agua de la tierra, y así sucesivamente a la luz de los factores de aseguramiento en el que la decepción básica debe ser encontrado. (pág. 18)

Del mismo modo, la investigación del material de la suciedad se ve como para evaluar las partes de examen de los diseños. Como se indica en lo anterior, cuando se realiza el ajuste y la comprobación de los modelos computacionales, se lleva a cabo la investigación, esto implica algunos grandes desafíos. También habla



de descubrir estrategias para un concurso y luego analizar los detalles de fondo. (Hernández & Tamayo, 2019, pág. 18)

Existe una variedad de evaluaciones cuantitativas para conocer la solidez de los deslizamientos, con respecto a la técnica de sección, la masa de sujeción se fracciona en porciones. Esperando una armonía estática en una superficie de deslizamiento sospecha donde el FS es menor que el FS.

Consulta el estudio de Beneyto A. de 2011 si quieres saber cómo controlan el suelo. Esto muestra que: Existen estrategias para la estimación de suelos, por ejemplo, las propuestas por Fellenius que habla de dovelas, Priest's de deficiencias no redondas, Janbu aludiendo a inclinaciones y tablas. (pág. 842)

Del mismo modo Beneyto (2012) hace referencia a que: recientemente se han propuesto varias formas para la investigación de la fiabilidad de la inclinación. Los más comunes son la utilización de la gravedad y la obstrucción. (pág. 846)

En este momento, el enfoque para la investigación de los componentes está siendo continuamente refrescado y creado. Ya que según (Beneyto, 2012): según las directrices de EE.UU. Al lidiar con movimientos y presiones complejos, es mejor utilizar formas limitadas y específicas. (pág. 846)

Al mismo tiempo, se plantea que esta técnica es un posible dispositivo para el diseño, ya que recrea una progresión de formas de comportamiento utilizando la innovación sin trabajar en el tema para que unas progresiones de los resultados se obtienen con un elevado grado de certeza, en estos días se utilizan estrategias de tipo esencial limitados propuestos en el diseño.

En cuanto a la cuestión de la fiabilidad de inclinación Beneyto (2012) hace referencia a que: hay contrastes entre las estrategias para el enfoque restringido, el primero aludió a la presencia de la garantía y el segundo es de tipo recto, en un sentido más el equilibrio como una estrategia depende de Cleric, utilizando procesos iterativos de clasificación para una mayor seguridad.

Esta metodología de elementos finitos se utiliza a menudo en la investigación



de cualidades fuertes de inclinación, esperando una progresión de avalanchas sobre superficies para que se evalúe la seguridad de las inclinaciones de la superficie a través del poder de los vínculos existentes y las fuerzas que actúan a nivel de la superficie.

2.2.2. Estabilidad de masa de tierra

De tipo simplemente gravitacional, el desarrollo se produce sin la intercesión de ningún vehículo, requiriendo que las potencias equilibradoras sean más prominentes que las debilitadoras. Durante el clima tormentoso, los ciclos antes mencionados están conectados, por lo que muy bien puede afirmarse que las precipitaciones provocan elementos de masa, en particular las potencias que debilitan la eliminación. (Gray & Sotir, 1996)

Los desarrollos de masa en los que se encuentran avalanchas, aludes, etc. dependen en gran medida de lo sumergido que esté un espacio, de lo rápido que sea un desarraigo, de lo profundas que sean las masas desalojadas, del grado y longitud de las inclinaciones del clima.

A lo largo de estas líneas, se reúne con la sección de golpe de cuchara, debido a su aspecto menor y la escasez dentro y fuera, así como se conecta directamente con la mediación de una persona. (Dollfus, 1923).

Para evaluar la fiabilidad de las inclinaciones con respecto al desarrollo de la masa, es importante evaluar la obstrucción de la suciedad a través de la demostración real de la peculiaridad de deslizamiento, permitiendo decidir la oposición de la suciedad en cuanto al desarrollo de partículas.

Así, la desintegración se produce por la presión del agua y del viento. Los impactos sobre el suelo, los barrancos y los elementos de masa son provocados por la oposición de cizalladura extraña. (LAL, 1990).

2.2.3. Movimientos de masa

Expulsión en masa es una expresión geográfica que alude al rápido



desarrollo de deslizamientos bajo rocas y mejores partículas debido a la gravedad y a diferentes factores como la sobreabundancia de agua.

En los desarrollos en masa encontraremos avalanchas, desprendimientos de rocas, flotsam y jetsam stream, soliflucción, reptación, deslizamientos torrenciales y otros que daremos sentido a continuación:

2.2.3.1. Caracterizaciones en elementos de masa

Podemos caracterizarlo de más de una manera

A) *Por la clase de materiales*

- Rocas
- Basura
- Suelo

B) *De acuerdo cuan húmedo es*

- Seco: no se nota
- Mojado: fluido mínimo
- Mojado: con agua
- Extremadamente húmedo: medida de agua

C) *Por repetición*

- Moderada: descendente coordinada
- Regresivo: coordinado vertical
- Creciente: coordinada hasta el límite
- Diferente

D) *De acuerdo a las velocidades*

- Velocidad escandalosa > 5 m/seg
- Excepcionalmente rápida 3 m/min
- Rápida 1,8 m/hora
- Moderada 13 m/mes
- Lenta 1,6 m/año



- Excepcionalmente lento 16 m./año
- Muy lento

E) *Por Estado De Actividad:*

- Dinámico
- Sensible
- Suspendido
- Inactivo
- Dormido
- Desertor
- Equilibrada
- Relicta

2.2.3.2. Remoción en masas

A) *Deslizamientos*

Son esas rupturas y el desarraigo de las suciedades donde se sitúa del desarrollo de arranque inclinado, en ese sentido. La actividad de una avalancha puede ocurrir gradualmente o rápidamente sin razón clara. Pueden deberse a los desprendimientos o a la socavación de un talud. Además, tienen sentido por el curso regular del desmoronamiento del suelo y el drenaje del agua. (Matteis, 2003)

B) *Desprendimientos*

La escasa ausencia de equilibrio, el elemento de desarrollo produce la ausencia de seguridad y necesidad de la suciedad confirmando avalanchas en laderas. Se percibe como la unidad de la masa indispensable para un talud con desplazamiento aéreo. Las avalanchas o los aludidos desprendimientos, son implosiones recordadas de los segmentos de piedra por los farallones dando impacto en desintegraciones. Los desplazamientos se producen cuando el aire interviene y los trozos caen. (Linkfang, 2012)



C) Movimiento de tierra en flujo

Los elementos geográficos según Ibáñez respecto a los arroyos: relacionados con las remociones crean influencias sobre las masas de lodo sobre una base decente. Influye solo los componentes del lodo que pueden convertirse en barro con la presencia de fluidos, lo que provoca cambios de densidades, cargas y volúmenes inclinando hacia las remociones sobre los taludes. (Ibáñez, 2018)

Descripción de los movimientos masales

El retrato correlativo de los acontecimientos se forma teniendo en cuenta su velocidad y la contracción de ocasiones concretas.

- Las avalanchas. - En los elementos del desarrollo de tipo horrendo y desastroso se encuentran modelos generales, se denominan avalanchas y se aíslan en tres: Desprendimientos o decepciones inclinadas. - Elementos de porches regulares en los que se producen caídas de masa.

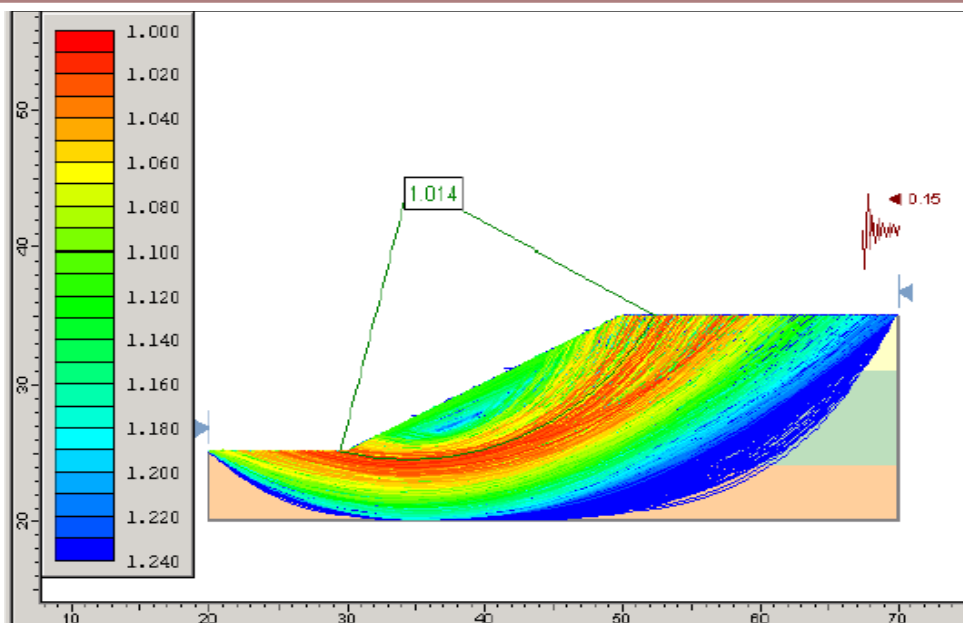
Deslizamiento de roca. – Tienen velocidad, son los más peligrosos, tienen ayuda de nivel y piedra frágil.

Huaycos. – Término quechua, se relaciona con las precipitaciones en las que la mayoría están ligadas a los suelos, se dan más en condiciones desprotegidas con una tonelada de hojarasca y profundidad y vegetación.

(Duque, 2012, pág. 422)

2.2.4. Modos de falla

Los deslices pueden bombardear de numerosas maneras, por lo que describimos las decepciones más reconocidas que suelen producirse mezcladas entre sí.



A) Falla por deslizamiento superficial

Como indica Cuenca, las laderas están sometidas a la naturaleza y a su poder, que coordina los componentes de la tierra hacia la gravedad, la tensión aplicada por un paisaje más extremo acelera el deslizamiento. De este modo, el clima es pegajoso y crece gradualmente.

Figura 1.

Llamani de una falla por deslizamiento



Figura 2.

Llamani-Cuyo Cuyo y Sandia.



La ausencia de armonía puede deberse a la ausencia de obstrucciones en el suelo o a otras circunstancias. Se detallan en la figura adjunta. (Cuenca, 2001)

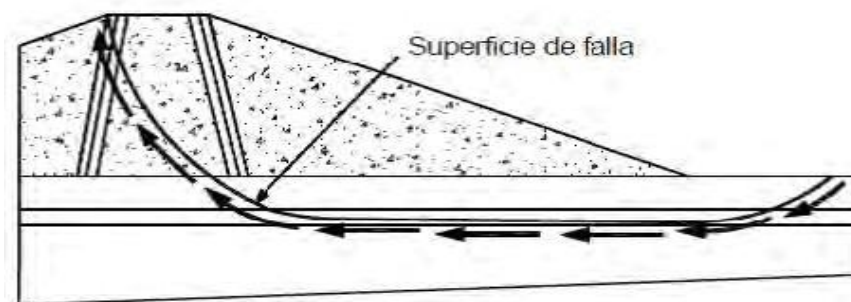
Tales peculiaridades claras pueden convertirse en un peligro adicional en los desarrollos normales de las inclinaciones ya que crecen sobre regiones enormes, en los lugares altos, podemos mirar y comprobar si hay cosas como líneas, ramas, tristeza y puntos bajos. (Cuenca, 2001).

B) Deslizamientos sobre superficies de falla preexistentes

Los deslizamientos son lentos, sin embargo, inactivos, razón por la cual no son observables, están conectados con estratigrafías y con la corriente de agua interior de los deslizamientos. Se puede ver muy bien en la imagen. Esta peculiaridad se debe a que en el interior de los deslizamientos hay materiales con delineación, introduciendo tendencia, entonces, tiene sentido que el tema involucre un almacén y materiales relacionados con esta configuración. (Tardeo, 2016, pág. 23)

Figura 3.

Gráfico de las fallas en superficie



Suelos de tipo firme están disponibles en este tema son dirigidos por el poder gravitacional que representa un tiempo más prolongado, causando distorsión y decepción, consiguiendo la obstrucción con componentes del contacto. (Tardeo, 2016, pág. 23)

C) Falla debido a los movimientos de los cuerpos de los taludes

Deslizamiento comprende deficiencias dobladas enmarcadas en un nivel superficial causando el desarrollo de la inclinación, este modo se llama de otra manera "revolución".

Para (Tardeo, 2016): se dispone de fallas comparativas, hay elementos a lo largo de una superficie impotente presentes en el punto focal del sesgo o en su circunstancia actual, son pares y sesgados.

Figura 4

Esquema de una falla por movimiento

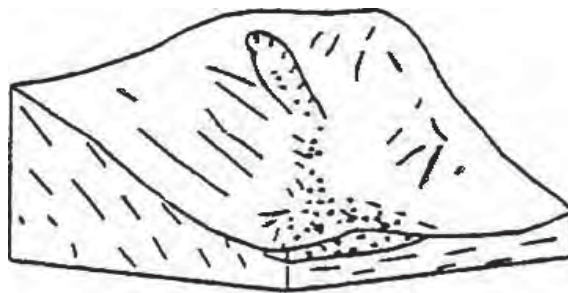


D) Flujos

El creador (Tardeo, 2016) afirma: el tema presenta cualidades como elementos de desarrollo rápido y dentro de lo normal, como un fluido con consistencia. No hay ninguna carencia a nivel superficial, es breve. Dentro de los cuales hay componentes que se humedecen tienen sentido en lugares húmedos, las cosas se vuelven líquidas porque hay mucha acción de agua y aire alrededor.

Figura 5

Esquema de flujos





Fallas por erosión

Para (Tardeo, 2016) Las decepciones de desintegración incluyen: decepciones debidas a la actividad de la naturaleza en la pendiente, confirmadas por una inclinación elevada, esporádica y uniforme. No se pueden explicar cuantitativamente de forma inequívoca, pero se pueden evitar concentrándose en ellas.

Falla por licuación

La decepción ocurre cuando la tierra no es extremadamente conservadora con propiedades casi coordinadas para tener suspensión, perdiendo la obstrucción de la presión. Sucede en suelos de tierra y arena debido a desarrollos sísmicos extremos. (Tardeo, 2016)

Presión de poros

En el momento en que se ejerce tensión sobre la superficie de la tierra y ésta tiene los poros cargados de agua, se crea la potencia suficiente para que el fluido pueda emerger a través de los poros, generalmente ocurre rápidamente en los suelos granulares y lo contrario con los suelos terrosos. Se produce la combinación. Los esfuerzos de los poros y los líquidos se pueden mover típicamente, sin ser cortantes o seguros, por eso se conoce como esfuerzo insesgado. (Tardeo, 2016)

La definición según Tardeo alude a la poderosa presión que envía la resistencia de un componente a través de los poros, equilibrando en consecuencia las posibles desfiguraciones debidas a la tensión y no a las tensiones ordinarias de grano a grano. El suelo inmerso se retrata mediante información matemática, comunicada de la siguiente manera: (Tardeo, 2016)

$$a' = \sigma - \sigma_i$$

Donde:

a' : Esfuerzo efectivo a: Esfuerzo total

σ_i : Presiones en el poro

Existe un impacto en la deformación de los poros y en la resistencia del suelo, con diversos resultados, teniendo en cuenta la caracterización de la suiedad. Las arcillas de contextura dura en estado drenado tienen una presión negativa que provoca su debilitamiento. (Tardeo, 2016)

Con respecto a los lodos y sedimentos, al no estar húmedos, tienen energía, teniendo una condición básica en un breve lapso de tiempo. La penetrabilidad se encuentra en suelos con granulaciones tienen rápida asimilación, descuidando a agotarse menos en temblores sísmicos. (Tardeo, 2016)

Análisis en zonas sísmicas

Con lo indicado por Alva (2000) al presentarse un sismo el talud se somete a:

Intensificar las señales sísmicas debido a los impactos de alivio.

Fuerza sobre la ociosidad provocada por la masa

Cambio de un límite geotécnico describiendo los componentes; los cuales forman parte del talud. (Alva, 2000)

La inclinación pseudoestática se descompone considerando su relación con los temblores sísmicos, la potencia del sismo es uniforme e influye en la tierra con poca fuerza. De esta manera es factible darse cuenta de cuál es el alcance (peso x masa = coeficiente sísmico). (Alva, 2000).

2.2.5. Estructura de los taludes

A) Talud:

Según el creador se percibe como aquellos terrenos en los que existen superficies con un área a la línea del horizonte. Su construcción puede ser regular o falsa, las anteriores se denominan pendientes y la última opción cortes, y pueden introducir desafíos en caso de que estén expuestos a desarrollos. (Jiménez, 1981)



B) Etapas en el proceso de falla

La relatividad en los giros de los acontecimientos, de la necesidad de tierras, según la especulación se puede mencionar como sigue:

Fases de deterioros

- Etapa de deficiencias: Ocurren cuando se aprecian defectos superficiales o dinámicos en la mayoría. (Tardeo, 2016)
- Etapas posteriores a las decepciones: parte de la mayoría que están relacionadas con la decepción que se detiene.
- Probabilidad de reactivación Se pueden experimentar nuevos peligros.
- Etapa de desintegración: no hay decepción por la suciedad.
- Decepción facilidad con la que se puede apostar.
- Fase posterior a la falla
- Posibilidad de reactivarse falla (Tardeo, 2016)

C) Método heurísticos

Conectado con los componentes que causan la ausencia de fuerza, la debilidad a las avalanchas se considera siguiendo la hipótesis de la Armonía de Corte, proporcionar orientación a la estrategia de exploración.

D) Metodología de Equilibrio Limite

La técnica se aplica mediante una combinación de componentes y límites, obtenidos a través de la percepción, el cálculo y la estimación de punteros morfo dinámicos.

Gracias a mi investigación, la PUCP me ascendió al rol de creador principal. Elegimos este tema porque los terremotos ocurren mucho en las costas del Perú (Vahrson & Mora, 1992).

2.2.6. Descripción de los parámetros de la metodología MVM

A) Tipos de taludes

Las superficies inclinadas son aquellas que se inclinan hacia abajo o tiemblan.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de circunstancias de sentido común en las que se requiere un examen de estabilidad. En cuanto a las presas y diques, el examen debe realizarse teniendo en cuenta los cambios producidos a lo largo de la ejecución y finalización de la obra, para reconocer la condición más básica relativa al bienestar. En el caso de las presas de tierra, la fiabilidad debe diseccionarse en función de la fase de desarrollo y del ciclo en el que se encuentre, es decir, hacia el final del desarrollo, cuándo se está produciendo la actividad y si la presa enfrenta una situación en la que podría depender de una rápida disminución del nivel del agua en el embalse.

Las presas para materiales de desecho (vertederos de tierra o presas de residuos) son estructuras como las presas de tierra, sin embargo, con la distinción de que almacenan plan o eso es lo que los residuos mineros, por lo general, se utilizan para fabricar las propias presas. La condición básica de este tipo de obras es el bajo límite de carga de los residuos.

B) Taludes construidos

El desarrollo de una pendiente por las personas se termina cortando una inclinación o descubriendo. Se debe tener cuidado para garantizar la inclinación y la seguridad. Se considera la propiedad del desarrollo del terreno, así como las corrientes de moldeado. Son ventajosas por ser más estables que las que se encuentran normalmente.

C) Taludes naturales

Conocida como inclinación, está formada por los depósitos de suelos rugosos o diferentes. Experimentan el efecto del tiempo y de la fuerza gravitatoria. Su aspecto es generalmente llano o con curvas hacia el interior, lo que produce

mejores circunstancias para la entrada de fluidos.

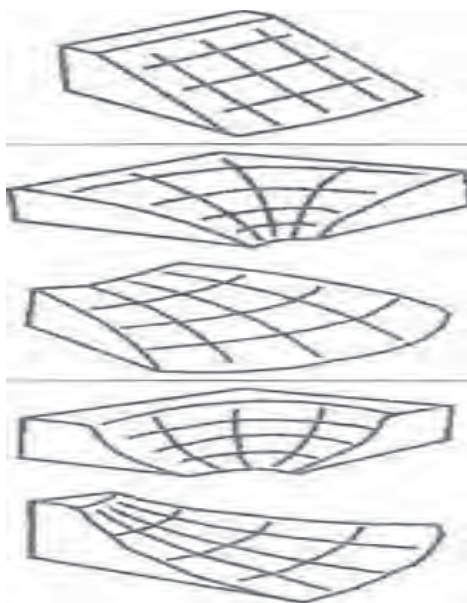
Respuestas geodinámicas

ConvexaCóncava Plana

ColectoraDifusora ColectoraDifusora

Figura 6

Taludes naturales



La ausencia de esfuerzo de los desarrollos se encuentra en dificultades en lo que respecta al bienestar, debido a la forma en que la acción de la gravedad hace que se produzcan las mejoras. Es increíblemente común notar tendencias que permanecen estables durante bastante tiempo y soportan frustrantes procesos de mejora, que es la situación cuando diferentes variables que modifican la condición de presión del fabrican eficientemente focos de cizallamiento que nivelan los elementos para que la tierra se sostenga.

El temblor inclinado es un resultado de los elementos del desarrollo inclinado. A medida que avanzan los ciclos físico-sintéticos de cambio (perduración) de las piedras, el material subsiguiente resulta ser menos seguro, y contingente al impacto de la geografía, se producen condiciones que son útiles para desencadenar la decepción inclinada.



D) Suelo residual

Suarez (2015) muestra que "el suelo sobrante se enmarca en la actividad de sustancia o resistencia física de la piedra fuerte. A medida que avanzan los cambios geológicos y mecánicos de la piedra, las capas más altas se transforman en suelo. El suelo sobrante se representa como yaciendo constantemente encima de la roca madre y puede llegar a espesores de unos pocos metros".

A medida que el entramado perdurable se va creando desde la superficie hacia distritos más profundos, Es posible que la tierra restante todavía tenga algunos huesos mezclados. Esta tierra sobrante, llamada tierra madura, es muy diferente de la roca de la que proviene y tiene un aspecto prácticamente igual en todas partes. Después de esta capa, puede haber otra capa de suelo más joven, también conocida como saprolita, o un tipo de suelo que está empezando a cambiar pero que aún conserva algunas características de la roca original, como ciertas formas, pliegues y minerales que no se han roto. abajo todavía. A menudo nos encontramos con una capa de roca que ha ido cambiando con el tiempo, mostrando signos de movimiento a lo largo de grietas o zonas con minerales que no aguantan tan bien. Aunque los huesos han pasado por estos cambios, no hay una línea clara que los separe.

La inclinación en su construcción estándar está en constantes problemas de fiabilidad debido a los poderes de la gravedad de la entrega de los componentes. Es extremadamente normal notar inclinaciones que permanecen estables durante mucho tiempo y soportan procesos de desarrollo decepcionante, lo que sucede cuando diferentes variables que modifican la condición de presión de la fabrican eficientemente poderes de tipo cizalla nivelando la oposición de la tierra real.

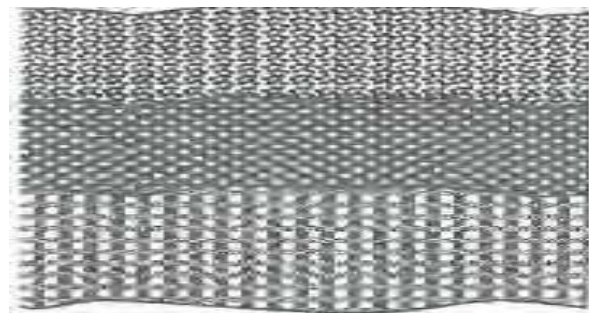
La precariedad inclinada es un resultado de los elementos del desarrollo inclinado. A medida que avanzan los ciclos físico-sustanciales de ajuste (perduración) de las piedras, el material subsiguiente resulta menos seguro, y en

función del impacto de la geografía, se crean condiciones propicias para desencadenar la decepción inclinada.

- Suelo restante maduro
- Suelo remanente juvenil
- Suelo saprofito o roca profundamente soportada
- Roca cambiada
- Piedra sana

Figura 7

Perfil de meteorización simplificado



Al descubrir qué hay en el suelo sobrante, es importante pensar en los tipos de minerales de la roca original (Chiossi, 1925; Massad, 2005).

A continuación, algunos ejemplos de resultados duraderos de la piedra de sonido

Tabla 1

Composición del suelo residual en función de la roca madre

Roca suelo Basalto	Tipo de Arcillos
Cuarcita	Arenoso
Filiia	Arcilloso
Granito	Areno-arcilloso(micáceo)
Calcárea	Arcilloso
Gneis	Limoso y micáceo

E) Suelo coluvial

Un coluvión alude al componente mezclado enmarcado con secciones de rocas sólidas o con indicios de perdurabilidad, implantado en un marco de tierra. Estos almacenes parten de la vehiculación de materiales, cuyo principal especialista es la actividad de la gravedad; se acumulan en la base o a poca separación de pendientes extremadamente empinadas o laderas rugosas (GEO, 1992; Lacerda y Sandro-ni, 1985). En el momento en que se produce un increíble desbordamiento de bloques rugosos.

Aspectos críticos, con prácticamente cero marcos, el coluvión se llama además inclinado. En su mayor parte el cambio entre un almacén coluvial y el suelo sobrante debe distinguirse en el campo, a la luz del hecho de que la actividad de soportar en general borrará las distinciones de tierra entre ellos, el resultado fue una capa suave que cubría la superficie.

F) Clases de movimiento de masas

Se percibe como los desarrollos de la mayoría cuando se eliminan o pasan por avalanchas en cuanto a volúmenes en la base del suelo. En general, en el catálogo particular, se alude a los desarrollos en masa como ciclos relacionados con los problemas de asentamiento de una inclinación. Varias opciones de marco de agrupación son claras, Barnes (1958, 1928); Hutchinson (1968), Guidicini y Nieble (1983), sin embargo, la de Barnes es la más ampliamente utilizada universalmente. A continuación, se presenta una propuesta de región de elementos de masa relevantes para el suelo y las sacudidas.

- Caída.
- Volcar.
- Deslizamiento.
- Desplazamiento paralelo.
- Deslizamiento complejo.

La mayoría de los órdenes tienen materialidad provincial, según ángulos



topográficos y climáticos próximos. Algunas han sido propuestas para ajustar el orden de los desarrollos masa a circunstancias tropicales, el objetivo es hablar de Brasil. Augusto Filho (1992) se basó en lo que Barnes (1928) sugirió al observar de cerca cómo ocurren grandes grupos de procesos rápidos de deslizamientos de tierra en la naturaleza de Brasil (Geo Rio, 1999). Podemos ver esto en la tabla proporcionada, destacando que los grandes movimientos de tierra ocurren en deslizamientos de movimiento lento y rápido, caídas y deslizamientos torrenciales y deslizamientos torrenciales o arroyos. Fuente: Augusto Rho (1992).

Los procesos de desintegración quedan excluidos de los marcos tipológicos, tal y como indican los elementos de masa inclinada, a pesar de que preocupan fenomenalmente por el daño que pueden causar. Los marcos de desencadenamiento de los ciclos de desintegración pueden estar compuestos por unos pocos especialistas, lo que implica que estos ciclos se traten de forma independiente.

Subsidencia

El hundimiento es un desarrollo en masa en el que se produce una remoción básicamente ascendente, que puede ser constante o rápida (ruptura de la superficie). Dependiendo del sistema de arranque, este tipo de desarrollo puede ser complejo delegado, las partículas se juntan o se separan, y esto puede hacer que caigan (suban pero no muy alto) o se hunda. Esto sucede de una manera en la que las partículas están dispuestas en línea una tras otra.

Caídas

La caída es aquella mejora de diseño sorprendente con velocidades muy elevadas, partes implicadas que se presentan a caídas o en rodamiento inclinado. Las diapositivas torrenciales son comenzadas soportando la rotura o la presión del agua, esquina y además dentro del movimiento del agua subterránea, entre otros.



Asentamiento de las capas del suelo

El asentamiento superficial puede deberse a la densificación o descomposición de las capas del suelo. También puede ser el resultado de la solidificación de suelos arcillosos, un ciclo que no está relacionado con los problemas de inclinación y, por lo tanto, se excluye de esta sección.

La ruptura de capas o zonas del suelo que producen hundimientos superficiales se produce por la evacuación de una fase fuerte, fluida o vaporosa de la tierra, siendo las causas más conocidas:

- a. Actividad erosiva de las aguas subterráneas.
- b. Ejercicios mineros.
- c. Impactos de vibraciones en limos no consolidados.
- d. Extracción de petróleo.
- e. Sifonaje de aguas subterráneas.

Los asentamientos son desarrollos ascendentes provocados por la variedad de la condición de cargas poderosas, debido al uso de sobrecargas, bajada o descenso del nivel del agua, desenterramientos de tranvías, etcétera. Además, los procesos auxiliares de solidificación producen también el desarrollo de la superficie del suelo.

G) Flujos

Aludiendo a la conceptualización, se percibe como aquella disposición del desarrollo, que da una superficie para deslizarse, sin establecer una velocidad de algún tipo. Arrastrarse es tener gradualidad al moverse mientras se va contra la norma es corrientes de lodo. Es como elementos gruesos. (Suarez,2015)

H) Reptación

Suarez (2015) "La reptación es una especie de progresión muy lenta de

los suelos (tiende a ser pivotante en medio de las precipitaciones) donde no será imaginable reconocer con precisión si existe o no desarrollo.

En cuanto a conocer la justificación de los desarrollos estos tienen que ver con los resultados de los cambios de intensidad y lo húmedo que es el clima.

La distinción entre reptación y diferentes tipos de desarrollo de masas fue representada esquemáticamente la figura 1.2, realizada por Lacerda en 1966, muestra diferentes formas en que puede moverse la tierra. La figura 1.2A muestra un montón de tierra deslizándose por una pendiente. En la Figura 1.2B, vemos la tierra deslizándose en una capa delgada, con la tierra debajo moviéndose lentamente, como si se arrastrara. Luego, en la Figura 1.2C, se observa qué tan rápido se mueve la tierra en comparación con cuando simplemente está quieta, sin moverse en absoluto.

1) Flujo de lodos y de detritos

La velocidad de la corriente es de (10 km/h)¹, lo que se debe a la ausencia de los elementos que la acompañan:

1. En la sistematización con respecto al desarrollo de la decepción de la inclinación de Varnes (1928), se establece para los desarrollos increíblemente rápidos una tasa más notable que 3 m/s, para los extremadamente rápidos de 0,3 m/min a 3 m/s y para los rápidos de 1,5 m/día a 0,3 m/min (N. del T.).

"En la superficie puede reconocer si el curso de observación de continuar en la calle, inclinaciones, y así sucesivamente" (Japan Street Affiliation, 1984).

2.2.7. Método determinístico

Su utilización se coordina para concentrar sin fin inclinaciones de hormigón, en vista de los números son sólidos con su aplicación legítima. Se aplica mejor en condiciones enormes (VanWesten, 1993).



a) *Angulo de fricción*

Los puntos de molienda son abordados por coeficientes numéricos, hay componentes convincentes, por ejemplo, la grandeza, la forma en que las cosas se diseminan y la forma en que el espesor de un grano es. (Ochoa, 2016)

b) *Cohesión*

Hablamos de cómo cosas que son completamente opuestas en la naturaleza y de cómo los trozos de tierra se unen. Cuando hay tierra granulada, no se pega, lo que demuestra que no puede formar un vínculo (Badillo, 2005).

c) *Factor de seguridad*

A la luz de la aritmética, ya que las peculiaridades de la inclinación y la precariedad se analizan, la cantidad de la potencia y las deficiencias encontradas en el suelo se hace. Depende de hipótesis con la información sobre las protecciones de los componentes debido a esto muy bien puede ser resuelto numéricamente con opciones adicionales (Beneyto A., 2011).

Las perspectivas de bienestar deben considerarse teniendo en cuenta que debe rastrearse competente (Suárez, 2020).

Para encontrar las decepciones, se puede introducir el bienestar $f(x)$ y las protecciones: (Fellenius, 1922, p. 130).

F.S.= resistencias al corte

Se considera lo siguiente:

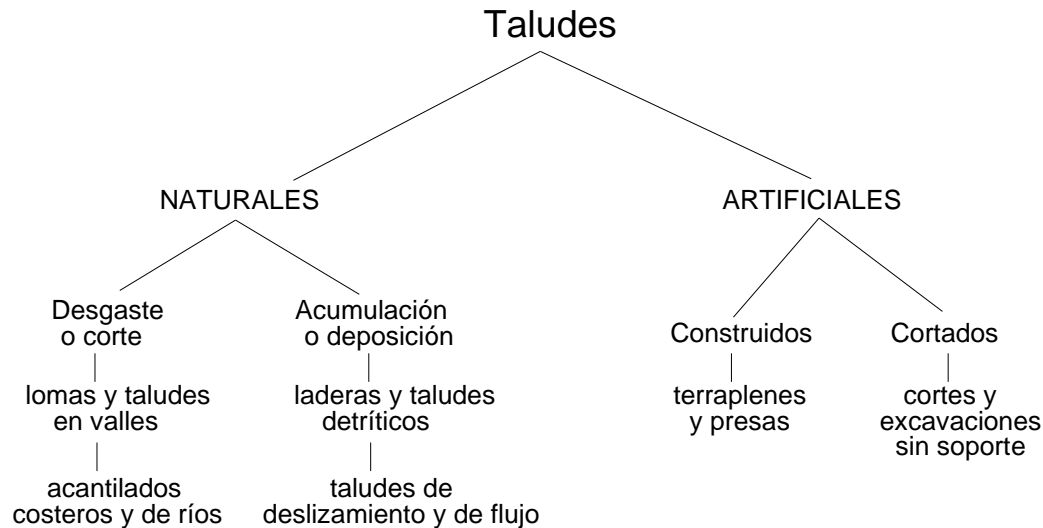
- a. menores a uno ($FS < 1$), inestabilidad
- b. Mayor a uno ($FS > 1$), el talud es estable".
- c. Menores o iguales uno ($FS = 1$) peligros en hallar fallas (Fellenius, 1922, pág. 130)

Una inclinación es una masa de tierra o roca cuya superficie está inclinada. Las inclinaciones pueden ser normales o el resultado de una operación

de diseño; estas últimas se denominan inclinaciones falsas. El gráfico de la Figura 2.1 presenta algunos ejemplos de este tipo de inclinaciones.

Figura 8

Taludes naturales y artificiales.



La debilidad del talud se percibe como la propensión, en igualdad de condiciones, a desplazarse y quedarse corto, provocando el consiguiente desarrollo de masa. Este desarrollo de la masa suele ser consecuencia de la decepción por cizallamiento que se produce en una superficie interior de la inclinación; asimismo, puede deberse a una reducción de la presión de empuje entre las partículas que provoque la licuefacción del suelo. La protección frente a la rotura por cizalladura depende básicamente de la resistencia a la cizalladura de la tierra y del cálculo de la inclinación.

En la actualidad, debido al aumento de los trabajos de diseño relacionados con el corte y relleno, se ha desarrollado la necesidad de comprender estrategias perspicaces y técnicas de ajuste que puedan abordar la cuestión de la estabilidad de la inclinación, por lo que la comprensión de la geografía, la hidrología y las propiedades del suelo es fundamental para que estas ideas fundamentales se apliquen con precisión a la cuestión de la resistencia a la inclinación.

Antes de exponer las distintas maneras en que una pendiente puede desplomarse, es importante conocer la terminología que se utiliza en toda la parte. A partir de la figura 2.2 tenemos:

La proporción oblicua o inclinada: retrata la tendencia oblicua y se comunica constantemente como Even: Vertical.

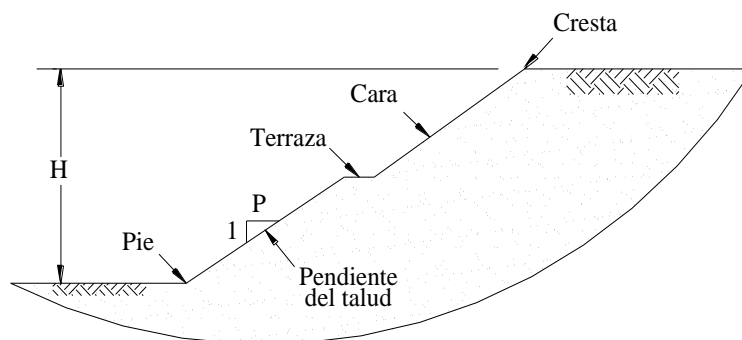
La cara inclinada: es la superficie del suelo entre el pico y el pie de la inclinación.

El nivel de la inclinación H: es la distancia hacia arriba entre el pico y el pie de la inclinación.

El patio: es una región restringida situada a un nivel específico del inclinado para trabajar con la posición de las superficies de infiltración.

Figura 9

Nomenclatura usada para describir taludes.



Tipos de fallas.

Hay un amplio surtido de tipos de desarrollos (decepciones) vistos en las inclinaciones. Se han creado algunas técnicas para caracterizar estos modos de decepción. Esta parte retoma la propuesta por Varnes (Varnes, 1958; Varnes, 1928; Cruden y Varnes, 1996).

El marco de Varnes aísla las decepciones por inclinación en cinco tipos: defectos, separaciones, avalanchas, esparcimientos y corrientes. Cada uno de estos tipos de deficiencia se cultiva independientemente por debajo. En ellos, la expresión

"roca" alude a la decepción de la roca madre, la expresión "basura" alude esencialmente a los suelos gruesos, y la expresión "suelo" por esta parte alude predominantemente a los suelos finos.

Fallas. - Los desprendimientos inclinados son desprendimientos que se producen por la rápida caída de trozos de suelo o roca, que pueden ser transportados por el aire durante su caída. Este tipo de desprendimiento se produce con frecuencia en inclinaciones pronunciadas de la piedra y suele ocurrir cuando los trozos de roca sufren impactos por desintegración, por las raíces de los árboles, por la presión del agua de los poros o, por último, también puede ocurrir debido a la evolución de los terremotos, Fig. 2.3 (a).

Desprendimiento. - Una separación es como una decepción, entonces de nuevo, un gran trozo de roca o barro cae por un agujero o grieta muy empinada, iniciando el proceso de desarrollo. Este truco sólo funciona en colinas empinadas, como lo que ves en la imagen marcada como 2.3 (b). Goodman (1993) dice que este truco se ve principalmente en lutitas y discos, pero también puede ocurrir con diferentes tipos de roca.

Deslizamientos. - Aquí de desarrollo de la masa de tierra partes restantes básicamente en forma salvable, es decir, es por lo menos un suelo bloques deslizamiento a lo largo de una superficie distinta e inequívoca deficiencia. Las avalanchas se pueden representar por su cálculo, y se dividen en dos tipos principales:

- Las avalanchas traslacionales incluyen desarrollos directos de bloques de roca a lo largo de superficies de cizallamiento niveladas o desarrollos de capas de suelo cercanas a la superficie. Estos desarrollos son en su mayoría poco profundos y alineados con la superficie, Fig. 2.3 (c).
- Deslizamientos rotacionales que se producen inequívocamente en rocas homogéneas débiles principales áreas de fuerza para o. En una superficie que se



ha doblado mucho, la parte superior comienza a hundirse porque las cosas se deslizan hacia abajo. Al mismo tiempo, la parte inferior sobresale más, Fig. 2.3 (d).

Esparcimientos. - Son como deslizamientos trasnacionales, con la excepción de que en este tipo de decepción, los bloques se mueven separados y al mismo tiempo se desplazan hacia fuera, Fig. 2.3 (e). Este método de decepción refleja el desarrollo en una capa de suelo extremadamente frágil, y en algunos casos puede ocurrir durante temblores sísmicos cuando una zona de suelo entra en una condición de licuefacción. La propagación se produce en pendientes de ángulo moderado, y con frecuencia termina en las orillas de los cursos de agua. Pueden ser muy desastrosos, ya que a menudo afectan a grandes regiones y se extienden a grandes distancias.

Flujo.- En esta situación de desarrollo la masa deslizante se encuentra en el interior alterada, moviéndose algo o totalmente como un líquido. Las corrientes ocurren frecuentemente en suelos frágiles empapados en los que la presión de poros se ha expandido adecuadamente para crear una pérdida general de la resistencia al corte del suelo. No hay superficie de cizallamiento caracterizada.

Análisis de estabilidad.

A la hora de realizar exámenes de solidez de inclinación, pueden utilizarse técnicas subjetivas o estrategias cuantitativas. Con frecuencia, estos exámenes requieren la habilidad del especialista y, además, pensar en las condiciones de inclinación presentes y futuras.

Para la investigación de posibles desprendimientos y avalanchas, en muchos casos se utilizan estrategias subjetivas y semicuantitativas, que dependen básicamente de una evaluación topográfica del lugar. En el caso de las avalanchas, estas técnicas pueden sustituirse por una estrategia de investigación cuantitativa. No obstante, en el caso de los arroyos, se recomienda utilizar análisis semicuantitativos.

Por último, los aludes se diseccionan bien mediante estrategias cuantitativas a la luz de la evaluación de una superficie potencialmente truculenta a través de una



variable de bienestar. Esta parte se centra esencialmente en la evaluación cuantitativa de los deslizamientos torrenciales, ya que este tipo de exploración se utiliza ampliamente.

No obstante, la acentuación de esta estrategia no implica que las avalanchas sean más prioritarias que cualquier otro tipo de decepción, ni que no se utilicen exámenes subjetivos, sino que, en contra de la norma, es importante saber que para comprobar adecuadamente si hay problemas de seguridad, debemos utilizar muchas estrategias y pasos diferentes.

Utilizando técnicas cuantitativas, la fiabilidad de la inclinación puede investigarse utilizando

La estrategia de investigación de corte funciona con modelos que consideran la suciedad como un material totalmente plástico. Esta estrategia utiliza cualidades de tensión de presión y una medida de decepción para la suciedad. La disposición de una investigación de punto de ruptura es una disposición de límite inferior, es decir, la disposición obtenida no es exactamente la carga de ruptura genuina.

La técnica de componentes limitados requiere la discretización del espacio de la suciedad, y hace, como arriba, utilización de las cualidades de tensión de presión de la suciedad y un modelo de decepción usado para reconocer los locales de la suciedad que han llegado a una condición de tensiones de decepción. La técnica de componentes limitados no necesita hipótesis sobre una superficie de decepción potencial.

La estrategia de armonía de corte, debido a su sencillez, es la técnica más utilizada para la investigación de la fiabilidad de la pendiente. Para este tipo de prueba, no necesitamos saber cómo se relacionan entre sí el estrés y la tensión. Lo que realmente necesitamos entender es cuán fuerte es el suelo y sus límites; además, esta estrategia da una actitud de límite superior, es decir, la conducta experimentada es más prominente que la carga extrema certificable.



Durante los últimos cien años, se han creado varias técnicas a la luz de la estrategia de equilibrio de corte, siendo los supuestos principales de esta técnica los siguientes:

- Romper componentes con superficies de decepción niveladas o dobladas.
- El cuerpo deslizante sobre la superficie de emanación puede aislarse en un número predeterminado de partes, normalmente verticales.
- La frustración se produce cuando la resistencia al cizallamiento a lo largo de la capa exterior de decepción potencial esperada equivale a la resistencia al cizallamiento de la suciedad; es decir, el punto en el que la variable de bienestar equivale a 1.
- Se hacen suposiciones sobre los poderes de interfragmentación para volver al tema en cuestión.
- El componente de seguridad se determina a partir de las condiciones de armonía de la segunda potencia. Eso es lo que espera esta técnica, en caso de decepción, las potencias actuantes y opuestas son equivalentes a lo largo de la superficie de decepción.
- Esperar que la variable determinada de seguridad sea constante en toda la superficie de decepción.

En el método en el que equilibramos las cosas cortando, comprobar si la inclinación es estable depende principalmente de asegurarnos de que sea segura. Esto es realmente importante para asegurarse de que el plan para mantener el nivel funcione bien.

Al elegir el método para decidir la variable del bienestar, debe tenerse en cuenta la calidad inquebrantable de los resultados obtenidos. En la mayoría de los casos, cuando la investigación del emplazamiento es de calidad inferior, se debe adoptar una variable de seguridad elevada, teniendo en cuenta de nuevo la experiencia que el diseñador pueda tener trabajando con casos comparables.

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad [2.1]$$

Donde:

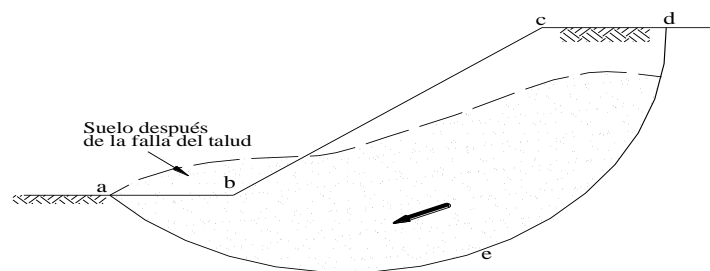
τ_f = Resistencia al corte normal del suelo = $c + \sigma' \tan \varphi$

τ_d = Resistencia al cizallamiento normal creada a lo largo de la superficie de decepción

potencial $aed = c_d + \sigma' \tan \varphi_d$

Figura 10

Falla de un talud.



En el momento en que se piensa en la separación entre condiciones agotadas (límites exitosos) y no agotadas (límites completos), los factores de bienestar aparecen como para el contacto y el apego, individualmente.

El factor de bienestar relativo al contacto es:

$$FS_{\varphi} = \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi_d}$$

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi}{FS_{\varphi}} \quad [2.2]$$

El factor de seguridad respecto a la cohesión es:

$$FS_c = \frac{c}{c_d}$$

$$c_d = \frac{c}{FS_c} \quad [2.3]$$

A partir de la ecuación [2.1] se tiene:

$$FS = \frac{c + \sigma' \tan \varphi}{c_d + \sigma' \tan \varphi_d} \quad [2.1a]$$

Reemplazando las ecuaciones [2.2] y [2.3] en la ecuación [2.1a], se tiene:

$$FS = \frac{c + \sigma' \tan \varphi}{\frac{c}{FS_c} + \sigma' \frac{\tan \varphi}{FS_{\varphi}}} \quad [2.1b]$$

Según una de las especulaciones de la estrategia de armonía de corte, la decepción ocurre cuando $FS=1$, y esto sucede justo cuando FS_{φ} es comparable a FS_c , y ambas son idénticas a 1. Entonces, como indica el procedimiento de ajuste del punto de ruptura, la decepción se produce cuando.:

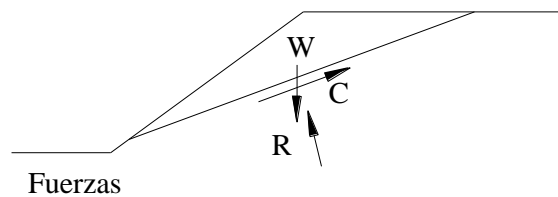
$$FS = FS_{\varphi} = FS_c = 1 \quad [2.1c]$$

Como indica un supuesto más de la estrategia de equilibrio del punto de ruptura, la variable de seguridad se determina a partir de las condiciones de armonía de la segunda potencia. En el caso de que se piense en una superficie de decepción plana, Fig. 2.5, el componente de no se fija en piedra como la proporción de la cantidad de las potencias opuestas a la cantidad de las potencias preparadoras. El componente de bienestar para este caso es:

Figura 11

Significado de la variable de bienestar según la estrategia de armonía del punto de ruptura; Equilibrio de poder

$$FS = \frac{\sum \text{Fuerzas resistentes}}{\sum \text{Fuerzas mobilizadoras}} \quad [2.4]$$

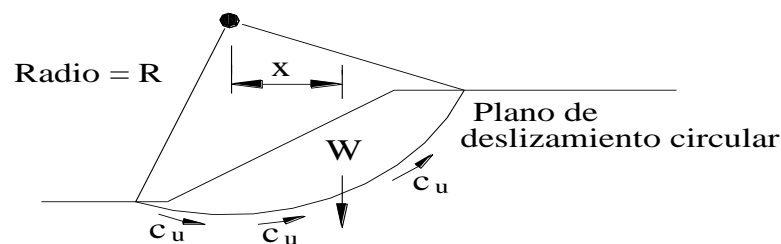


Entonces, de nuevo, en el caso de que se piensa en una superficie de decepción rotonda, Fig. 2.6, la variable de no del todo grabado en piedra como la proporción entre la cantidad de la cantidad de minutos de oposición y la cantidad de minutos de preparación, como se muestra debajo:

$$FS = \frac{\sum \text{Momentos resistentes}}{\sum \text{Momentos mobilizadores}} \quad [2.5]$$

Figura 12

Significado del componente de seguridad indicado por la técnica de equilibrio de corte; Segunda armonía.



Para la confirmación de la variable de seguridad en la prueba de suficiencia de inclinación realizada en cortes o diques, significa bastante considerar tanto las condiciones de recorrido rápido como las de recorrido largo, así como si el error se produce sobre otra superficie deslizante o sobre una superficie deslizante actual.

Estas reglas dependen básicamente del pensamiento de que, si la superficie de decepción es nuevo o anterior, y se introducen debajo:

- Deslizamientos a lo largo de la superficie anterior: este estado de decepción se produce justo cuando se han producido grandes desplazamientos. Deben utilizarse los límites de fuerza restantes:

$$\text{Condición no drenada: } \tau_f = (c_u)_r$$

$$\text{Condición drenada: } \tau_f = \sigma' \tan(\varphi')_r$$

- Deslizamiento a lo largo de otra superficie de decepción-Para esta situación la nueva superficie de decepción se produce a la luz del hecho de que la fuerza pináculo o fuerza extrema se ha alcanzado. La decisión de los límites de solidaridad se toma por el historial de pretensado y las circunstancias de los residuos. Como indica el historial de pretensado:

En esta categoría también incluimos los suelos poco gruesos y los que tienen más agua que originalmente, así como los suelos que suelen estar mezclados entre sí y ligeramente compactados. El uso de límites de resistencia se aplica a:

$$\text{Condición no drenada (resistencia pico): } \tau_f = c_u$$

$$\text{Condición drenada (resistencia crítica): } \tau_f = \sigma' \tan \varphi'_c$$

Suelos demasiado compactados, incluidos aquellos muy espesos o no tan húmedos como originalmente. En este tipo de suelos, suelen producirse pequeñas deformaciones y la oposición del pináculo es superior a la obstrucción básica. Se prescribe ser cauteloso cuando las deformaciones que se van a crear son oscuras o difíciles de prever. Los límites de resistencia son:

Deformaciones pequeñas:

- Condición no drenada (resistencia pico): $\tau_f = c_u$
- Condición drenada (resistencia pico): $\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi'$
- *Deformaciones desconocidas o difíciles de predecir.*
- Condición no drenada (resistencia crítica): $\tau_f = c_u$
- Condición drenada (resistencia crítica): $\tau_f = \sigma' \tan \varphi'_c$

Arenas:

- Más densas que en su estado crítico (resistencia pico): $\tau_f = \tan \varphi'$
- Menos densas que en su estado crítico (resistencia crítica): $\tau_f = \tan \varphi'_c$

Taludes infinitos.

El deslizamiento sobre una tendencia sin límites se aborda en general mediante la mejora de la traslación a lo largo de una superficie llana poco profunda alineada con la superficie inclinada. Por regla general, una superficie nivelada de despiste se produce cuando existe una capa de suelo duro debajo de la inclinación. En esta situación, no se tienen en cuenta los efectos del arco de la superficie de decepción en la parte superior e inferior del talud.

Se consideran dos posibles circunstancias para garantizar la variable de seguridad para inclinaciones ilimitadas:

Talud infinito sin flujo de agua.- Se piensa en el segmento oblicuo introducido en la figura 2.2. Se supone que la inclinación observada se desplaza a lo largo de una superficie plana alineada con la superficie. Según la estrategia de equilibrio de corte, la variable de bienestar para tal circunstancia es:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

La resistencia al cortante del suelo τ_f , es:

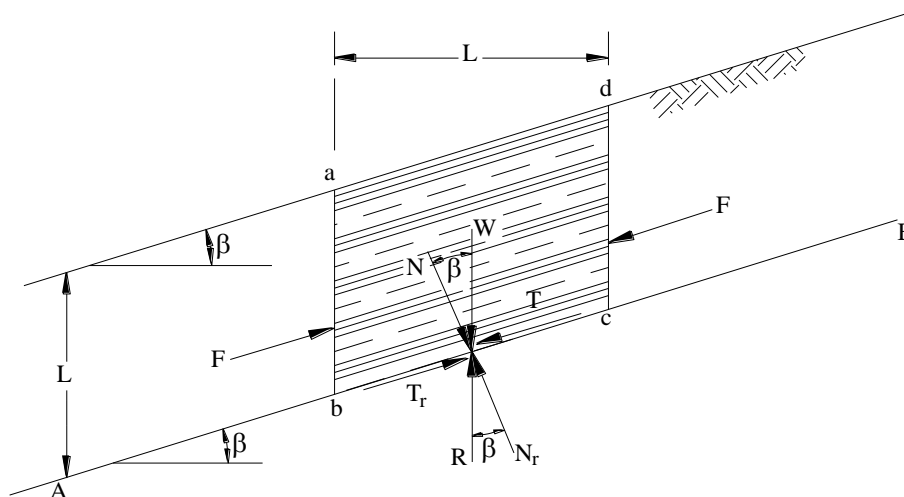
$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi' \quad [2.6]$$

En la ecuación [2.6] c' y φ' se obtienen a partir de ensayos en instalaciones de investigación; mientras que σ' se alude al valor de las cargas exitosas, por ejemplo, $\sigma' = \sigma - u$.

Para el caso de una pendiente sin corriente de agua, $u = 0$, entonces $\sigma' = \sigma$.

Figura 13

Análisis de un talud infinito sin flujo de agua



Según la figura 2.2, la precariedad del componente caleidoscópico de longitud unitaria opuesta al plano de la figura se debe a la pesadez del componente:

$$\text{Peso del elemento: } W = \gamma LH \quad [2..9]$$

Puesto que el peso es un apremio hacia arriba, debe deteriorarse en sus partes no inesperadas es más, cizallamiento al plano de deslizamiento. Entonces, tenemos:

$$\text{Fuerza ordinaria al plano de deslizamiento: } N = W \cos \beta \quad [2.8].$$

$$\text{Fuerza cortante al plano de deslizamiento: } T = W \sin \beta \quad [2.9]$$

Entonces, en ese punto, la presión típica total σ es equivalente a la cantidad de potencias ordinarias a la superficie de deslizamiento dividida por la región de la base inclinada. $A = \frac{L}{\cos \beta} \times 1$. Luego, se tiene:

$$\sigma = \frac{N}{\text{Área de la base}} = \frac{W \cos \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} \quad [2.10]$$

Reemplazando la ecuación [2.2] y en la ecuación [2.10], se tiene:

$$\sigma = \frac{W \cos \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma LH \cos \beta}{\frac{L}{\cos \beta}} = \gamma H \cos^2 \beta \quad [2.11]$$

Es como la cantidad de estrés o la sensación de tira y afloja que se produce cuando

las superficies se deslizan una contra otra:

$$\tau = \frac{T}{\text{Área de la base}} = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} \quad [2.12]$$

Reemplazando la ecuación [2.2] en la ecuación [2.12], se tiene:

$$\tau = \frac{T}{\text{área de la base}} = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma L H \text{sen} \beta \cos \beta}{L} = \gamma H \text{sen} \beta \cos \beta \quad [2.13]$$

Reemplazando [2.11] en [2.6], se tiene:

$$\tau_f = c' + \gamma H \cos^2 \beta \tan \varphi' \quad [2.14]$$

Las respuestas a las potencias ordinaria y cortante debidas al peso son equivalentes e inversas, por separado:

➤ Reacción a la fuerza normal: $N_r = R \cos \beta = N$ [2.15]

➤ Reacción a la fuerza cortante: $T_r = R \text{sen} \beta = T$ [2.16]

Por otra parte, la presión de cizalladura resistiva τ_d que se crea en los cimientos de la pendiente es equivalente a:

$$\tau_d = \frac{T_r}{\text{Área de la base}} = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} \quad [2.17]$$

$$\tau_d = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma L H \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta}} = \gamma H \text{sen} \beta \cos \beta \quad [2.18]$$

Reemplazando la ecuación [2.14] y [2.18] en la ecuación [2.1], se tiene:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} = \frac{c' + \gamma H \cos^2 \beta \tan \varphi'}{\gamma H \text{sen} \beta \cos \beta} \quad [2.19]$$

Reordenando la ecuación [2.19]:

$$FS = \frac{c'}{\gamma H \text{sen} \beta \cos \beta} \times \frac{\cos \beta}{\cos \beta} + \frac{\gamma H \cos^2 \beta \tan \varphi'}{\gamma H \text{sen} \beta \cos \beta}$$
$$FS = \frac{c'}{\gamma H \cos^2 \beta \tan \beta} + \frac{\tan \varphi'}{\tan \beta} \quad [2.20]$$

Para un suelo granular $c = 0$, y el factor de seguridad es:

$$FS = \frac{\tan \varphi'}{\tan \beta}$$

Posteriormente, en suelos granulares el FS está libre de nivel de inclinación y la inclinación es constante si $\beta < \varphi$. No obstante, en el caso de que la sujeción tiene la unión y el roce, la profundidad a lo largo de la cual la decepción no sucede totalmente en piedra

por subbing $FS=1$ y $H=H_{cr}$ en la condición [2.20]. Entonces, uno tiene:

$$H_{cr} = \frac{c}{\gamma \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \varphi)} \quad [2.21]$$

Talud infinito con flujo de agua.- Se piensa en la zona inclinada introducida en la figura 2.8 y se acepta que hay curso a través de la sujeción. El lugar de la capa freática coincide con la superficie.

Según la técnica de equilibrio del punto de ruptura, el factor de bienestar es:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Para calibrar el valor de la componente de seguridad de la inclinación contra el deslizamiento a lo largo del plano Músculo del estómago, se replantea una componente caleidoscópica de longitud unitaria inversa al plano de la figura 2.8. La inestabilidad de tal pieza es provocada por su propio peso, que corresponde al caso pasado:

$$W = \gamma_{sat} LH$$

Además, las partes típicas y de cizalladura al plano de deslizamiento son:

Potencia típica a lo largo del plano de deslizamiento.: $N = W \cos \beta$ [2.22]

Fuerza cortante a lo largo del plano de deslizamiento.: $T = W \sin \beta$ [2.23]

La resistencia al cortante del suelo τ_f es:

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi' \quad [2.22]$$

En la condición [2.6] c' y φ' se adquieren a partir de ensayos de laboratorio; mientras que σ' se alude al valor de ansiedades potentes, es decir, $\sigma' = \sigma - u$

El valor de la presión del agua de poros $u = (\text{"nivel piezométrico" } h) \times \gamma_w$. A partir de la figura 2.8 (b), el nivel piezométrico h es:

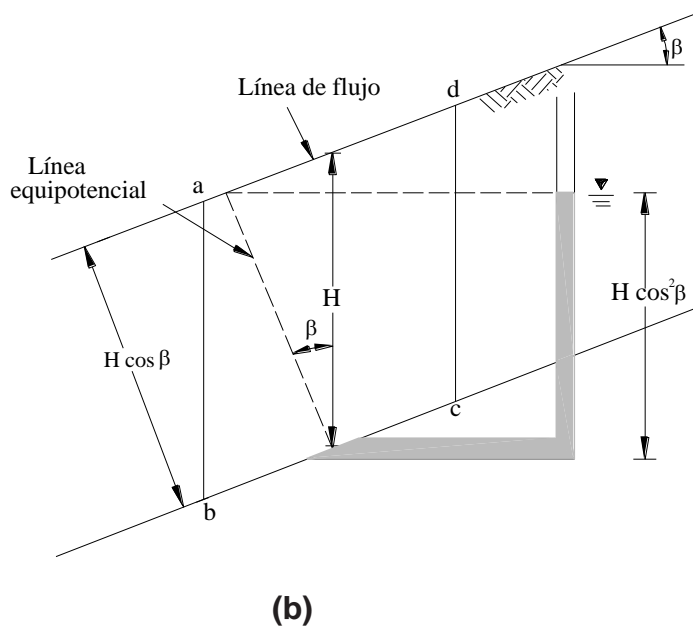
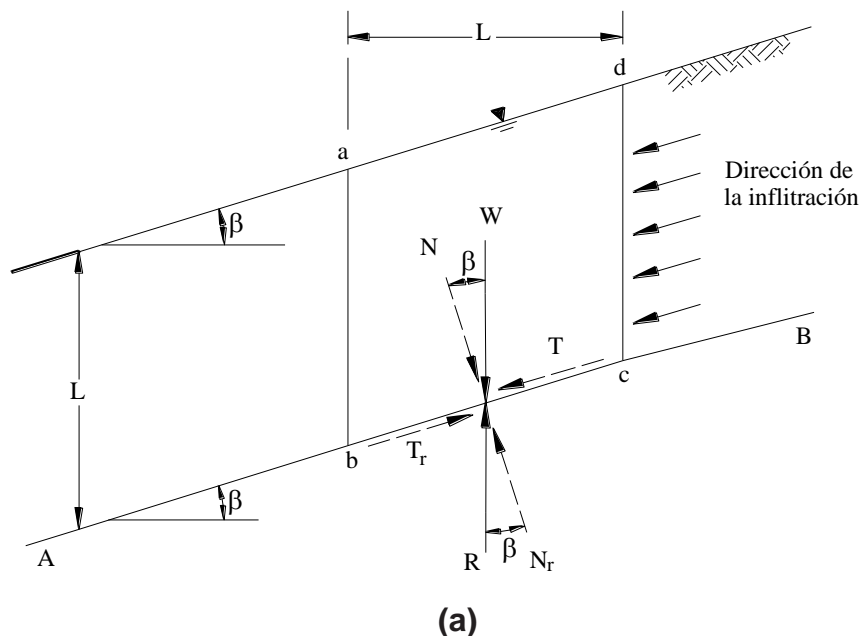
$$h = \overline{ef} \cos \beta = (H \cos \beta) \cos \beta = H \cos^2 \beta \quad [2.24]$$

Finalmente, la presión de poros de agua u es:

$$u = \gamma_w H \cos^2 \beta \quad [2.25]$$

Figura 14

Análisis de un talud infinito con flujo de agua



El valor de la presión típica y la presión de cizallamiento en el no inamovible de manera similar como en el caso anterior, con el contraste principal que el peso particular utilizado en las estimaciones es el peso explícito sumergido. Entonces, en ese punto, tenemos:

$$\sigma = \frac{N}{\text{Área de la base}} = \frac{W \cos \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma_{sat} L H \cos^2 \beta}{L} = \gamma_{sat} H \cos^2 \beta \quad [2.26]$$

$$\tau = \frac{T}{\text{Área de la base}} = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma_{\text{sat}} L H \text{sen} \beta \cos \beta}{L} = \gamma_{\text{sat}} H \text{sen} \beta \cos \beta \quad [2.22]$$

Entonces, el valor del esfuerzo efectivo en la ecuación [2.6] es igual a:

$$\begin{aligned} \sigma' &= \sigma - u = \gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \beta - \gamma_w H \cos^2 \beta \\ \sigma' &= H \cos^2 \beta (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \end{aligned} \quad [2.28]$$

Reemplazando la ecuación [2.28] en la ecuación [2.6] se tiene:

$$\tau_f = c' + H \cos^2 \beta (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) \tan \varphi' \quad [2.26]$$

Las respuestas a las potencias ordinaria y cortante a causa del peso son equivalentes e inversas, por separado, siendo:

$$\text{Reacción a la fuerza normal: } N_r = R \cos \beta = N \quad [2.22]$$

$$\text{Reacción a la fuerza cortante: } T_r = R \text{sen} \beta = T \quad [2.28]$$

A continuación, la presión de cizalladura resistiva τ_d que se crea en la base de la pendiente es equivalente a:

$$\tau_d = \frac{T_r}{\text{Área de la base}} = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} \quad [2.29]$$

$$\tau_d = \frac{W \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta} \times 1} = \frac{\gamma_{\text{sat}} L H \text{sen} \beta}{\frac{L}{\cos \beta}} = \gamma_{\text{sat}} H \text{sen} \beta \cos \beta \quad [2.30]$$

Reemplazando la ecuación [2.26] y [2.30] en la ecuación [2.1], se tiene:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} = \frac{c' + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) H \cos^2 \beta \tan \varphi'}{\gamma_{\text{sat}} H \text{sen} \beta \cos \beta} \quad [2.31]$$

Reordenando la ecuación [2.31], se tiene:

$$\begin{aligned} FS &= \frac{c'}{\gamma_{\text{sat}} H \text{sen} \beta \cos \beta} \times \frac{\cos \beta}{\cos \beta} + \frac{(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) H \cos^2 \beta \tan \varphi'}{\gamma_{\text{sat}} H \text{sen} \beta \cos \beta} \\ FS &= \frac{c'}{\gamma_{\text{sat}} H \cos^2 \beta \tan \beta} + \frac{\gamma' \tan \varphi'}{\gamma_{\text{sat}} \tan \beta} \end{aligned} \quad [2.32]$$

Donde:

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

Análogamente en lo que respecta a la inclinación sin corriente de agua; para un suelo granular $c=0$, y la variable de bienestar es:

$$FS = \frac{\gamma' \tan \varphi'}{\gamma_{\text{sat}} \tan \beta}$$

En el caso de que la sujeción tiene la unión y la erosión, la profundidad a lo largo de la cual la decepción ocurre todavía en el aire por subbing $FS=1$ y $H=H_{cr}$ en la condición [2.32]. Entonces, en ese momento, se tiene:

$$H_{cr} = \frac{c}{\gamma_{sat} \sin \beta - \gamma' \cos \beta \tan \varphi} \quad [2.33]$$

Taludes finitos.

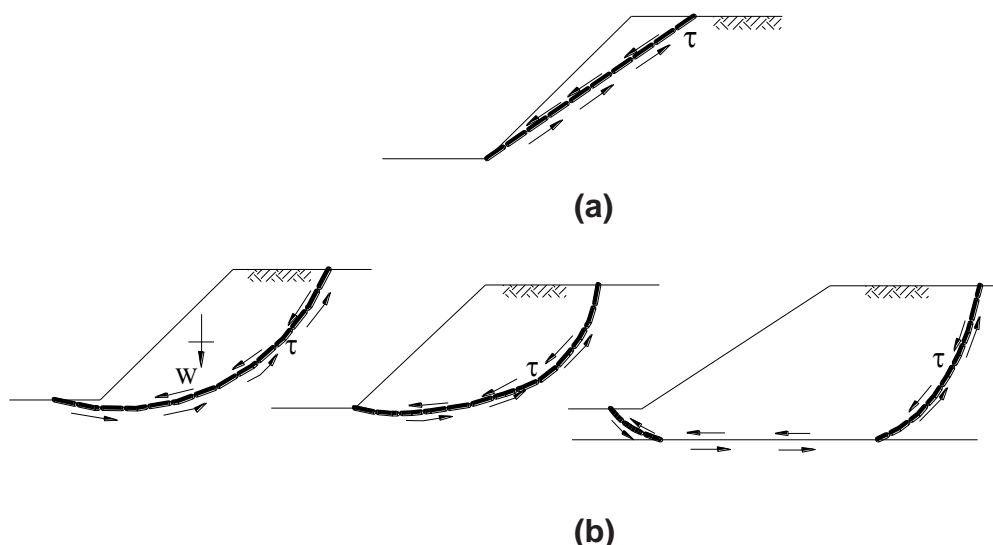
Se considera que una inclinación es limitada cuando el nivel de inclinación no sobrepasa el nivel básico. Cabe recordar que el examen de la solidez de este tipo de inclinación depende en la medida de lo posible de la técnica de la armonía, por lo que esta investigación considera que la decepción se produce cuando la inclinación inicia un deslizamiento en el que las distorsiones siguen aumentando, en cualquier caso, cuando las cargas se mantienen constantes.

Para la investigación de la fiabilidad, es importante caracterizar: Cuando pensamos en cómo el suelo se adhiere y cómo puede deslizarse a lo largo de una superficie, debemos comprender algunas cosas. Es como resolver el rompecabezas de qué hace que el suelo sea lo suficientemente fuerte como para permanecer quieto, cómo calculamos dónde y cómo se deslizará el suelo, la cantidad de suelo que se mueve y dónde exactamente se desliza.

La figura 2.9 muestra los distintos tipos de superficies de deslizamiento que existen. La más sencilla de ellas es la superficie propuesta por Cullmann (1866), Figura 2.9(a), que piensa en un plano de gran longitud que pasa por el pie de la inclinación.

Figura 15

Tipos de superficie de falla (a) Falla plana (b) Falla circular.



Superficie de falla plana.

En general, las roturas por deformación podrían fomentar el pico oblicuo. Por lo tanto, la presencia de agua podría ser evidente en estas roturas, Fig. 2.10. La fiabilidad de la inclinación para tal no se resuelve totalmente considerando una superficie de decepción nivelada.

La variable de bienestar para una decepción de avión no se fija en piedra a partir del plan mostrado en la Figura 2.10, utilizando la estrategia de equilibrio de corte.

Para este caso, a pesar de las suposiciones mencionadas en el segmento 2, se consideran las siguientes suposiciones:

- Se dispone de presión de agua y se producen roturas por deformación como se muestra en la figura 10.
- La inclinación tiene una longitud unitaria opuesta al plano de la figura 2.10.
- No hay cizallamiento en los cierres de la inclinación.
- Los montones no tienen ningún segundo neto significativo.

A partir de la ecuación [2.6], se tiene:

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi'$$

A partir de la Figura 2.10, la longitud del plano de falla es:

$$l = (H - z) \cos e c \psi_p \quad [2.34]$$

Las fuerzas a considerarse para el tipo de falla de la Figura 2.10 son:

$$U = \frac{1}{2} z_w \gamma_w (H - z) \cos e c \psi_p \quad [2.35]$$

$$V = \frac{1}{2} z_w^2 \gamma_w \quad [2.36]$$

$$W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \left[\cot \psi_p \left(1 - \left(\frac{z}{H} \right)^2 \right) - \cot \psi_f \right] \quad [2.32]$$

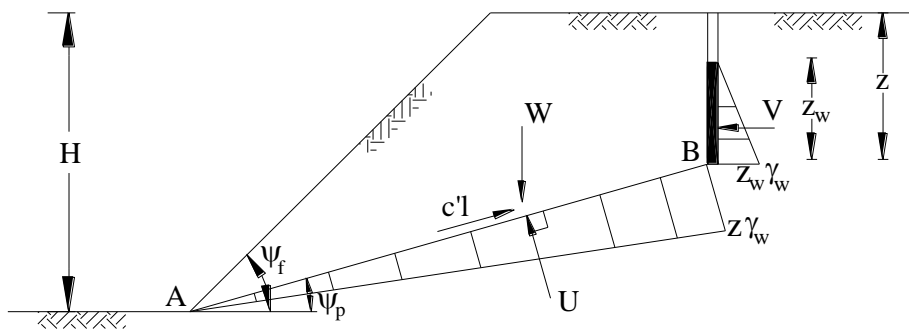
Donde:

- U = Fuerza debida a la presión del agua.
- V = Fuerza de empuje del agua en la rotura por deformación.
- W = Peso del bloque deslizando.

- z_w = Nivel de agua en la rotura por deformación.
- z = Profundidad de la rotura.
- H = Nivel de la cara inclinada.
- ψ_f = Tendencia de inclinación.
- ψ_p = Tendencia del plano inclinado.

Figura 16

Superficie de falla.



La suma de las partes de las potencias alineadas con el plano de deslizamiento
Músculo del estómago creará en general el deslizamiento de la cuña:

Por suma de potencias alineadas con el plano, tenemos:

$$F = W \sin \psi_p + V \cos \psi_p \quad [2.38]$$

La mayor fuerza de oposición que crea a lo largo del plano muscular del Estómago es:

$$\begin{aligned} R &= \tau_f l \\ R &= (c + \sigma' \tan \varphi) l \\ R &= (c l + (\sigma' \times l) \times \tan \varphi) \end{aligned} \quad [2.39]$$

El esfuerzo efectivo σ' es igual a:

$$\sigma' \times l = (\sigma \times l) - (u \times l) \quad [2.40]$$

En la superficie de deslizamiento, la fuerza que se ejerce es igual a σ' multiplicada por
xl. Entonces, toda la fuerza sobre esta superficie es solo eso:

$$\sigma \times l = W \cos \psi_p - V \operatorname{sen} \psi_p \quad [2.41]$$

Y la fuerza originada por la presión de poros es igual a:

$$u \times l = U \quad [2.42]$$

Reemplazando [2.41] y [2.42] en [2.40] y luego en [2.39], se tiene:

$$R = cl + (W \cos \psi_p - V \operatorname{sen} \psi_p - U) \tan \varphi$$

Luego, el factor de seguridad con respecto a la resistencia está dado por:

$$FS = \frac{\Sigma \text{Fuerzas resistentes}}{\Sigma \text{Fuerzas actuantes}}$$
$$FS = \frac{R}{F} = \frac{cl + (W \cos \psi_p - V \operatorname{sen} \psi_p - U) \tan \varphi}{W \operatorname{sen} \psi_p + V \cos \psi_p} \quad [2.43]$$

A partir de la condición [2.43], se pueden inferir articulaciones para decidir el factor de bienestar de caso excepcional, como sigue:

a) Talud seco de suelo granular. ($U = 0, V = 0$ y $c' = 0$)

$$FS = \frac{\tan \varphi}{\tan \psi_p} \quad [2.44]$$

De la ecuación [2.44], se observa que el factor de seguridad es independiente de la altura del talud.

b) Corte vertical, seco sin grietas. ($U = 0, V = 0, z = 0$ y $\psi_f = 90^\circ$)

Para este caso: $l = H \operatorname{cosec} \psi_p$, $W = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \psi_p$. Reemplazando en la ecuación [2.43], se tiene:

$$FS = \frac{2c' \operatorname{cosec} \psi_p + \gamma H \cot \psi_p \cos \psi_p \tan \varphi}{\gamma H \cot \psi_p \operatorname{sen} \psi_p}$$

Reordenando, se tiene:

$$FS = \frac{2c' + \gamma H \cos^2 \psi_p \tan \varphi}{\gamma H \cos \psi_p \operatorname{sen} \psi_p} \quad [2.45]$$

La altura crítica es obtenida haciendo $FS = 1$ en la ecuación [2.45] y reemplazando $H = H_{cr}$. Luego, se tiene:

$$H_{cr} = \frac{2c' \cos \varphi}{\gamma \cos \psi_p \sin(\psi_p - \varphi)} \quad [2.46]$$

Para este caso, la altura crítica ocurre cuando $\psi_p = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$.

c) En términos de esfuerzos totales. ($c' = c_u, \varphi = 0$)

$$FS = \frac{c_u H \operatorname{cosec} \psi_p}{\frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \psi_p \sin \psi_p} = \frac{2c_u}{\gamma H} \operatorname{cosec} \psi_p \sec \psi_p \quad [2.42]$$

El valor del nivel básico se obtiene del mismo modo que (b), de modo que:

$$H_{cr} = \frac{4c_u}{\gamma} \quad [2.48]$$

En cuanto a todas las ansiedades, el nivel básico se produce cuando $\psi_p = \frac{\pi}{4}$

4.2 Superficie de falla circular.

Aunque el examen de concordancia de cuerpo libre que hay que terminar para la situación de desilusión de plano es extremadamente directo, los resultados obtenidos sólo son realmente grandes para tendencias verticales cercanas, ya que se obtienen estructuras especialmente elevadas de la variable de seguridad para varios casos.

A pesar de ello, Whitlow (1994) afirma que, cuando intentamos hacer nuestras conjeturas más precisas, como usar una curva o una forma diferente, normalmente nos lleva mucho tiempo comprobarlo todo. Debido a esto, en la mayoría de las pruebas que hacemos ahora asumimos que la superficie es lisa y redonda, como un tubo cortado por la mitad.

Pensando en una superficie de deslizamiento redonda, el círculo frustrante puede tener unas cuantas formas, Fig. 2.11, cada una de las cuales recibe las asignaciones adjuntas:

- Círculo de equilibrio-Sucedee cuando, al decepcionar, el círculo de decepción atraviesa el pie del inclinado, Fig. 2.11 (a). Se denomina decepción inclinada cuando la superficie de deslizamiento atraviesa la inclinación en o sobre su equilibrio.
- Círculo oblicuo - Ocurre cuando, en la decepción, el círculo oblicuo no tiene en cuenta la punta de la inclinación, Fig. 2.11 (b). De vez en cuando puede ocurrir una decepción de inclinación poco profunda, Fig. 2.11 (c).



- Semicírculo - Ocurre cuando se produce un defecto en la base. El problema básico se puede detectar en la superficie de deslizamiento que discurre un poco por debajo del fondo de la pendiente. Fig. 2.11 (d).

El examen de seguridad al considerar una superficie de deslizamiento en una rotonda puede realizarse mediante dos estrategias:

- Técnica de masa que es una estrategia excepcionalmente valiosa cuando la tierra que enmarca el deslizamiento se considera homogénea. Cuando usamos esta forma de hacer las cosas, pensamos en toda la tierra que se encuentra en el área de deslizamiento como un solo trozo.
- Técnica de piezas en la que la masa de sujeción sobre la superficie de deslizamiento se separa en unas pocas partes verticales. El beneficio fundamental de esta estrategia es que los impactos, por ejemplo, la heterogeneidad del suelo, la tensión del agua de poros y las ansiedades ordinarias que suceden en la superficie de deformación se pueden ver como en su aplicación.

Por ejemplo, durante la mejora de una presa, a medida que finaliza el proceso, la presión dentro de los pequeños agujeros aumenta, pero después de un tiempo, esta presión comienza a bajar. Mientras tanto, en la parte delantera la presión en los agujeros es menor porque provoca que se realice un corte. Este valor aumenta poco a poco con el tiempo.

Así pues, dado que el vínculo entre la resistencia al corte y la presión de los poros es opuesto entre sí, podemos esperar notar esta relación, el componente más pequeño de bienestar en una roca es la presión de poros banco ocurre después del desarrollo (condición momentánea), mientras que en un corte ocurre después de algún tiempo de terminado el desarrollo (condición de largo plazo).

Las técnicas que se crearán a continuación consideran la condición transitoria (fin del desarrollo). Para esta condición se realiza una investigación de la presión total.

La condición arrastrada considera problemas que pueden producirse mucho después de la mejora, y se considera un examen de presión apremiante.

4.2.1.1 Método de masas – Condición a corto plazo.

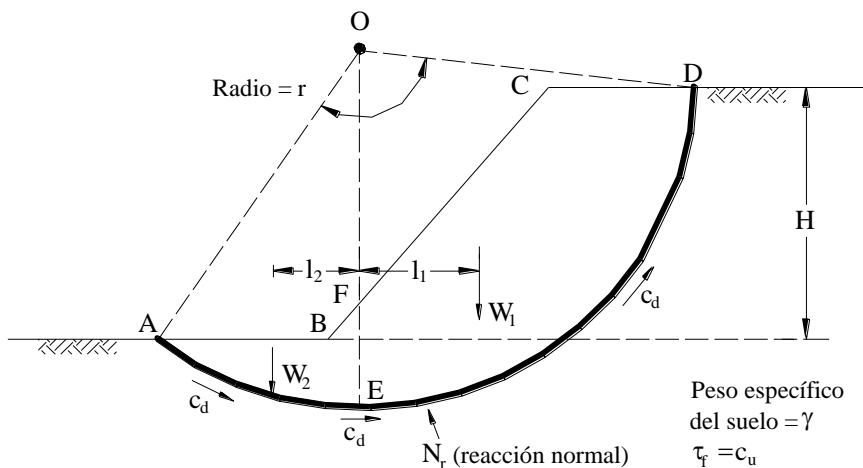
Para este caso, se piensa en un corte o un banco basado en una sociedad completamente sumergida. La investigación a realizar es un examen completo de la presión. Para ello, la oposición de cizallamiento se caracteriza por:

Comprender que un trozo sólido de tierra se mueve a través de un espacio curvo y vacío con su parte media en la cima de una colina es importante para el proceso del que estamos hablando. Para este supuesto, existen varias superficies de deslizamiento, siendo el objetivo principal de la técnica decidir la superficie con el menor elemento de bienestar.

El bienestar básico no se resuelve totalmente mediante una metodología de experimentación como la siguiente:

Figura 17

Análisis de estabilidad de un talud en un suelo homogéneo de arcilla saturada. (Das, 1992).



A partir de la Figura 2.12, la investigación de la fiabilidad se realiza a través de la proporción entre los minutos de oposición y de activación. Para el círculo de decepción visto en Considerando 2.12 y teniendo en cuenta una longitud unitaria inversa al plano de la Figura; la carga másica de la masa de suelo sobre la superficie de deslizamiento AED es:

$$W = W_1 + W_2$$

Donde:

$$W_1 = (\text{ÁreadeFCDEF}) \times \gamma$$

$$W_2 = (\text{ÁreadeABFEA}) \times \gamma$$

γ =Peso unitario del suelo saturado.

El momento que tiende a producir el deslizamiento es igual a la sumatoria de los momentos producidos por W_1 y W_2 , siendo este:

$$M_d = W_1 l_1 - W_2 l_2 \quad [2.49]$$

Donde:

l_1 y l_2 = Brazos de momentos causados por W_1 y W_2 , respectivamente.

A continuación, la fuerza de cizallamiento reconoce la inversa subsiguiente debido a la adherencia del suelo que actúa a lo largo de la superficie de deslizamiento de la rotonda. AED .

$$M_R = c_d(AED)(1)(r) = c_d r^2 \theta \quad [2.50]$$

A partir de la ecuación [2.5], la falla se produce cuando $FS = 1$, luego:

$$FS = \frac{\sum \text{Momentosresistente } s}{\sum \text{Momentosmovilizadoras}}$$

$$M_R = M_d$$

$$c_d r^2 \theta = W_1 l_1 - W_2 l_2$$

Luego:

$$c_d = \frac{W_1 l_1 - W_2 l_2}{r^2 \theta} \quad [2.51]$$

De lo expresado anteriormente:

$$FS = \frac{c_u}{c_d} \quad [2.52]$$

De la condición [2.52] se ve que el factor de bienestar base se obtiene cuando c_d llega a un valor más escandaloso. Por lo tanto, para encontrar la superficie de deslizamiento esencial, se deben intentar un par de círculos de desviación hasta encontrar el fundamental.

4.2.2 Método de fragmentos.

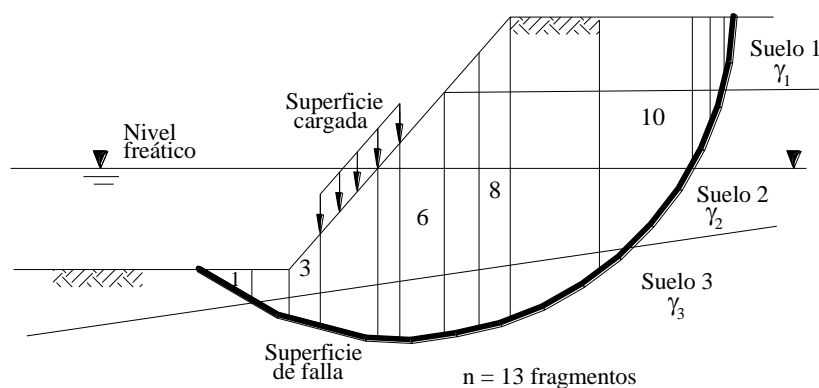
La técnica de masa creada ya no depende de la designación de los nervios habituales eficaces a lo largo de la superficie del error. Independientemente, cuando se quiere determinar la protección del cizallamiento preparada para una suciedad, debe conocerse este transporte de presión.

Esta condición puede examinarse discretizando la acumulación de suciedad en la zona de deslizamiento en pequeños trozos, tratando cada sección como su propio pequeño bloque deslizante.

La ventaja fundamental de esta estrategia es que se ajusta eficazmente a los cálculos de inclinación complejos, a las diferentes condiciones del suelo y al impacto de las cargas en los bordes exteriores, Fig. 2.20.

Figura 18

División de una masa potencial deslizante en fragmentos.



In acest part, sunt cultivate unele strategii de examinare a solului prin strategia de sectie, fiecare in vederea cercetării armoniei.

Todas las técnicas de sección, aparte de la estrategia de pieza común, destacan por tener más de una condición de equilibrio. En total, se utilizan unas cuantas condiciones de equilibrio en el aseguramiento de la variable de bienestar. En consecuencia, las preguntas de los asistentes deben estar familiarizadas todas juntas con hacer viable la cantidad de preguntas con la cantidad de condiciones.

Sea como fuere, a pesar de que la diseminación de la presión ordinaria es oscura,

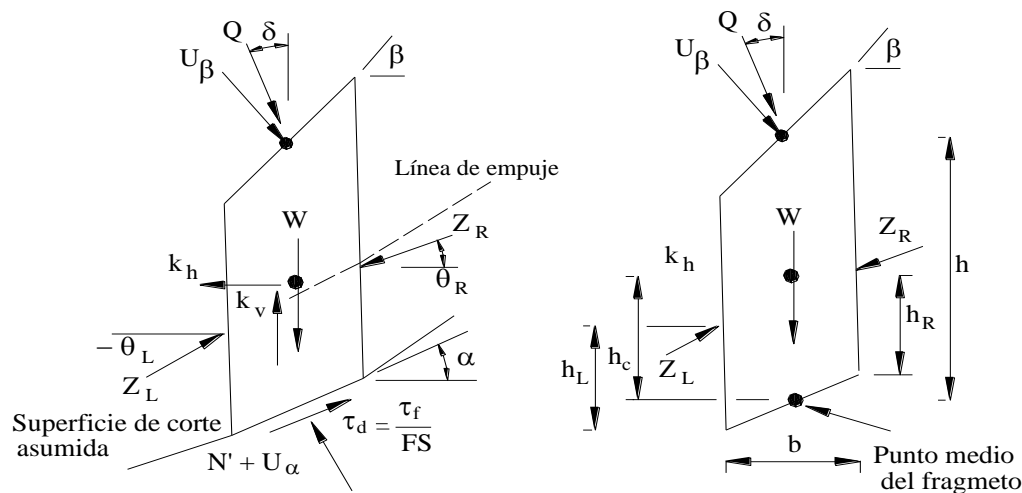
proporciona un método para presentar preguntas ayudantes, lo que hace que la cuestión sea definible.

Una técnica de armonía de punto de ruptura exhaustiva se considera como aquella que cumple todas las condiciones de equilibrio, posteriormente, dos preguntas de ayuda deben ser conocidas todas juntas con hacer la cuestión determinable. Una estrategia de equilibrio del punto de ruptura no exhaustiva es aquella en la que se consideran dos condiciones de armonía, por lo que sólo debe presentarse una pregunta de ayuda.

La Figura 2.21 muestra la disposición global de las potencias que influyen en cada pieza. La línea de empuje vista en la Figura asocia los lugares de utilización de las potencias Z_L y Z_R de la sección Bury. El lugar de la línea de empuje puede esperarse o resolverse utilizando una técnica de investigación exhaustiva que cumpla la armonía total.

Figura 19

Fuerzas actuantes en un fragmento típico (Abramson, 1996).



FS =Componente del bienestar.

Z_L =Resistencia interfragmentaria izquierda.

τ_f =Resistencia al corte del suelo.

Z_R = Resistencia interfragmentaria derecha.

τ_d =Resistencia al corte ensamblado.



θ_L = Punto de fuerza interfragmento izquierdo.

U_α = Fuerza debida a los poros de agua.

θ_R = Punto de fuerza interfragmentaria derecha.

U_β = Fuerza debida al agua en la superficie.

h_L = Nivel para la fuerza ZL .

W = Peso de la pieza.

h_R = Nivel para la fuerza ZR .

N' = Potencia típica de éxito.

a = Tendencia de la base de la pieza.

Q = Sobrecarga exterior.

β = Tendencia del punto más alto de la pieza.

k_h = Coeficiente sísmico plano.

h = Nivel de la pieza.

k_v = Coeficiente sísmico vertical.

b = Ancho de la pieza.

h_c = Nivel del centroide de la pieza.

Para la disposición de potencias mostrada en la Figura 2.21 hay $(6n-2)$ condiciones oscuras y $4n$ condiciones conocidas, Tabla 2.2, de esta forma, la respuesta para la disposición de condiciones es estáticamente incierta.

Sea como fuere, la cantidad de condiciones oscuras puede disminuirse haciendo sospechas específicas. A continuación se detallan las sospechas realizadas por las distintas técnicas para determinar el problema:

Técnica de la pieza normal (OMS) - Esta estrategia (Fellenius 1922, 1936) hace caso omiso de todos los poderes interfragmentación, posteriormente, no cumple con el equilibrio de poder de la masa de suelo deslizante o las secciones singulares. A pesar de que es muy posiblemente del método menos difícil, no se utiliza generalmente a la luz del hecho

de que es una técnica excepcionalmente segura.

Trabajó en la técnica de Cleric - Diocesano (1955) espera que todos los poderes de cizallamiento interfragmentarias son equivalentes a nada. Esta estrategia se desarrolló inicialmente para investigar la fiabilidad de superficies de deslizamiento redondeadas, en las que se cumple el equilibrio de potencias verticales y la armonía de minutos..

Mejora de la estrategia de Janbu - Janbu (1954, 1952, 1923) espera igualmente que todas las potencias de cizalladura interfragmentarias sean equivalentes a nada. Esto da lugar a una respuesta que no cumple totalmente las condiciones de la segunda armonía; en cualquier caso, para superar esta carencia, Janbu presenta un factor de remedio f_o que considera esta percepción. La técnica trabajada en Janbu satisface las necesidades de armonía de nivel y de potencia vertical para la masa deslizante.

Técnica de Lowe y Karafiath - Lowe y Karafiath (1960) aceptan que las potencias interfragmentarias se apoyen en un punto equivalente a la normal del punto de tendencia de la superficie del suelo y el punto de tendencia de la cimentación de la pieza:

$$\theta = \frac{1}{2}(\alpha + \beta)$$

Donde:

θ = Punto de tendencia de la fuerza interfragmentaria prevista en la mitad derecha de la parte normal mostrada en la Fig. 2.20.

Esta presunción no cumple la segunda condición de armonía.

Esta técnica considera la tendencia de la fuerza interfragmentaria como:

- Alineada con la superficie $\theta=\beta$.
- Equivalente a la típica entre los puntos de tendencia de los focos extremos; estos focos están situados a derecha e izquierda de la pieza sobre la superficie de deslizamiento.

Esta técnica al igual que la de Lowe y Karafiath (1960) no cumple la armonía de minutos.



Técnica de Spencer - Spencer (1962, 1923) cumple a cabalidad las condiciones de equilibrio estático al suponer que la resultante de las potencias interfragmentarias tiene una tendencia constante pero oscura. Esta suposición disminuye en $n-1$ la cantidad de preguntas, adquiriendo finalmente $4n-1$ preguntas; sin embargo, como la tendencia es oscura, la cantidad de preguntas se amplía en 1, lo que hace que el marco sea determinado.

La técnica de Cleric.- Priest (1955) espera $n-1$ potencias de cizallamiento interfragmentarias para elaborar la variable de bienestar. Después de que la suposición arroje $4n-1$ preguntas, la segunda condición de equilibrio no se cumple directamente.

No obstante, Cleric presenta una visión más oscura al suponer que existe una transmisión especial de las fuerzas de cizallamiento entre fragmentos y descartar la posible presencia de un número infinito de circulaciones.

Resumiendo la estrategia de Janbu - Janbu (1954, 1952, 1923) espera un lugar de la línea de empuje, de esta manera disminuyendo la cantidad de preguntas a $(4n-1)$, entonces Sarma (1929) trajo a colación que el lugar de las ansiedades ordinarias en el punto más alto de la última sección no fue utilizado, por lo tanto, el balance de minutos no se cumplió.

No obstante, Janbu, al igual que la estrategia minuciosa de Cleric, recomienda que el lugar de la línea de empuje sea un punto oscuro adicional, y posteriormente la armonía se cumple completamente, dado que la línea de empuje se elige con precisión.

La estrategia de Morgenstern y Value - Morgenstern y Cost (1965) proponen una técnica que es como la técnica de Spencer, con la distinción de que se espera que la tendencia de la fuerza interfragmentaria posterior difiera según un segmento de capacidad errático. Este segmento de capacidad errático presenta una oscuridad adicional, convirtiéndose así en determinante para el marco.

Las condiciones de equilibrio que se cumplen en cada estrategia específica se resumen en el cuadro 2.3.

Tabla 2

Condiciones de equilibrio estático satisfechas por el método de equilibrio límite (Abramson, 1996).

Método	Equilibrio de Fuerzas		Equilibrio de Momentos
	x	y	
Ordinario de fragmentos (OMS)	No	No	Si
Bishop simplificado	Si	No	Si
Janbu simplificado	Si	Si	No
Cuerpo de Ingenieros	Si	Si	No
Lowe y Karafiath	Si	Si	No
Janbu generalizado	Si	Si	No
Bishop riguroso	Si	Si	Si
Spencer	Si	Si	Si
Morgenstern-Price	Si	Si	Si

Método de Bishop simplificado.

La técnica mejorada de Priest para calcular el valor del componente de bienestar, divide la masa de suelo a lo largo de la superficie de deslizamiento en pedazos más pequeños.

Esta técnica cumple la armonía de potencias verticales y sólo debe utilizarse para superficies deslizantes redondas. Esta estrategia acepta que las potencias de cizallamiento entre fragmentos son equivalentes a nada.

La figura 2.22 (a) muestra una inclinación a través de la cual hay un drenaje con corriente tendida. A partir de la discretización del talud de la figura 2.22 (a), en la figura 2.22 (b) se puede realizar el esquema de potencias de una de las partes. Éste se muestra en la figura 2.22 (c).

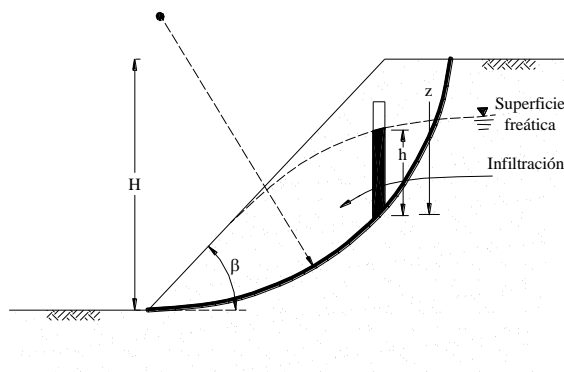


Figura 20

Examen de la solidez mediante la técnica de la pieza estándar (a)

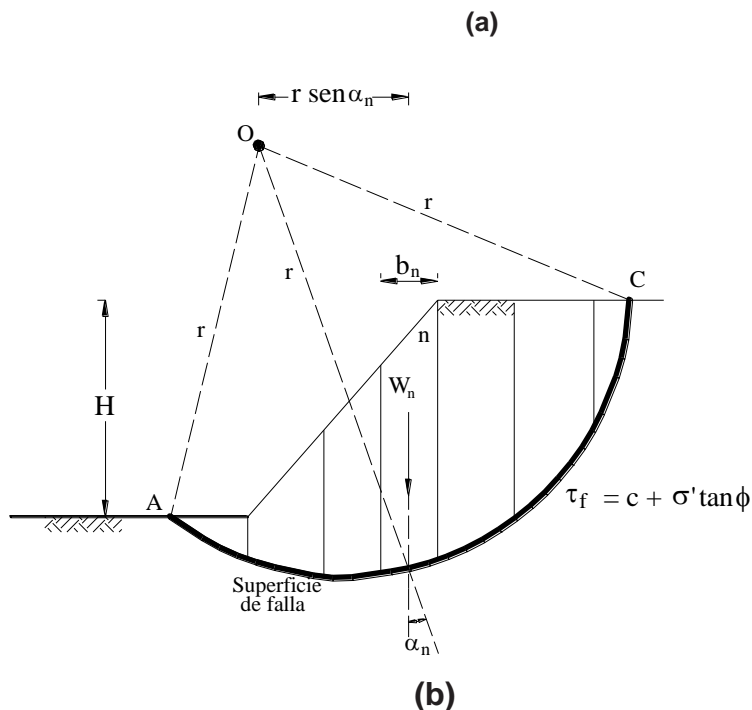
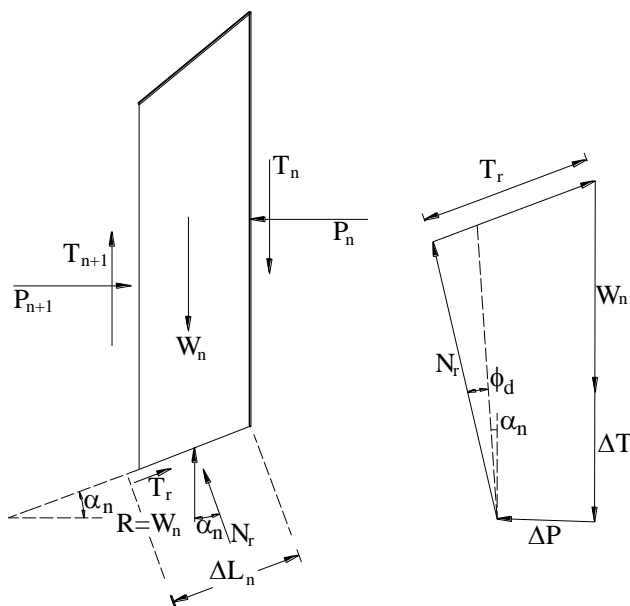


Figura 2.22. Examen de la solidez mediante la técnica de la pieza estándar (a) Inclinación con penetración en sistema de larga duración (b) Superficie de decepción de prueba (c) Potencias de seguimiento de la enésima sección y polígono de potencias de armonía (Das, 2001).

Figura 21

Continuación.



Para la inclinación de la figura 2.22 (a), la tensión de poro típica en la cimentación de la enésima parte equivale a $u_n = h_n \gamma_w$. La fuerza completa producida por la presión de poro multiplicada por la tensión de poro en la cimentación de la pieza es equivalente a $u_n \Delta L_n$.

La fuerza ordinaria y cortante en la cimentación de la pieza debido a la respuesta del peso son N_r y T_r respectivamente:

$$N_r = W_n \cos \alpha_n \quad [2.58]$$

$$T_r = \tau_d(\Delta L_n) \quad [2.59]$$

$$T_r = \frac{\tau_f}{FS}(\Delta L_n) = \frac{1}{FS}(c' + \sigma' \tan \varphi')\Delta L_n$$

$$T_r = \frac{1}{FS}(c'\Delta L_n + (\sigma - u) \tan \varphi' \Delta L_n) \quad [2.60]$$

El esfuerzo normal total en la base del fragmento es igual a la razón entre las fuerzas normales y el área de la base. Luego:

$$\sigma = \frac{N_r}{\Delta L_n \times 1} \quad [2.61]$$

Reemplazando la ecuación [2.61] en la ecuación [2.60], se tiene:

$$T_r = \frac{1}{FS} \left[c'\Delta L_n + \left(\frac{N_r}{\Delta L_n \times 1} - u \right) \tan \varphi' \Delta L_n \right] \quad [2.62]$$

A partir del polígono de fuerzas observado en la Figura 2.22 (c), $\Delta P = P_n - P_{n+1}$. La sumatoria de fuerzas verticales es realizada de la siguiente manera:

$$W_n + \Delta T = N_r \cos \alpha_n + T_r \operatorname{sen} \alpha_n \quad [2.63]$$

Reemplazando [2.62] en [2.63], se tiene:

$$W_n + \Delta T = N_r \cos \alpha_n + \left\{ \frac{1}{FS} \left[c'\Delta L_n + \left(\frac{N_r}{\Delta L_n \times 1} - u \right) \tan \varphi' \Delta L_n \right] \right\} \operatorname{sen} \alpha_n$$

o:

$$N_r = \frac{W_n + \Delta T + \frac{c'\Delta L_n \operatorname{sen} \alpha_n}{FS} + \frac{u \tan \varphi' \Delta L_n \operatorname{sen} \alpha_n}{FS}}{\cos \alpha_n + \frac{\tan \varphi' \operatorname{sen} \alpha_n}{FS}} \quad [2.64]$$

Por equilibrio en la cuña ABC , realizando sumatoria de momentos a partir del punto O , Figura 2.22 (b), se tiene:

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \operatorname{sen} \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} T_r r \quad [2.65]$$

Reemplazando [2.62] y [2.64] en [2.65] y si se considera por simplicidad que $\Delta T = 0$ y ΔL_n es aproximadamente igual b_n ; ($b_n = \frac{\Delta L_n}{\cos \alpha_n}$), se tiene:

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [cb_n + (W_n - u_n b_n) \tan \varphi] \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \operatorname{sen} \alpha_n} \quad [2.66]$$

Donde:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \varphi \operatorname{sen} \alpha_n}{FS}$$

W_n = Peso total del fragmento.

La condición [2.66] se utiliza para la situación en la que el valor de la presión de poros es distinto de cero, es decir, se utiliza cuando el agua está libre. En cualquier caso, cuando no hay infracción a través de la inclinación, la presión de poros equivale a nada.

A partir de la condición [2.66] podemos concluir la unión para seguir la componente de seguridad para el caso de inclinación seca. Para este caso, el valor de la presión de poro equivale a cero $u_n=0$. En consecuencia, el valor de la parte de bienestar viene dado por la expresión condición adjunta:

$$FS = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [cb_n + W_n \tan \varphi] \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \operatorname{sen} \alpha_n} \quad [2.62]$$

Donde:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \varphi \operatorname{sen} \alpha_n}{FS}$$

W_n = Peso total del fragmento.

4.2.2.2 Método de Bishop & Morgenstern.

La técnica creada por Minister y Morgenstern (1960) incluye la utilización de coeficientes de potencia de forma similar al sistema de Taylor, con la salvedad de que este procedimiento funciona con cargas prácticas. La confirmación de la parte de bienestar se basa en cinco variables, a saber:



- Punto de tendencia oblicua β .
- Factor de profundidad D (caracterizado de forma similar a la estrategia de Taylor).
- Punto de obstrucción por cizalladura ϕ^* .
- Límite no estratificado $c/\gamma H$.
- Coeficiente de presión de poro r_u .

Esta técnica se creó a partir de la condición [2.66] comparándola con la estrategia mejorada del Ministro, con las siguientes consideraciones:

$$W_n = \text{Peso del n-ésimo fragmento} = \gamma b_n z_n \quad [2.68]$$

$$z_n = \text{Altura promedio del n-ésimo fragmento.}$$

$$u_n = \gamma_w h_n = \text{Presión de poros de agua en el fondo del n-ésimo fragmento.}$$

El coeficiente de presión de poros en la enésima sección $r_u(n)$ es una cantidad adimensional y se caracteriza por la articulación adjunta:

$$r_{u(n)} = \frac{u_n}{\gamma z_n} = \frac{\gamma_w h_n}{\gamma z_n} \quad [2.19]$$

Reemplazando las ecuaciones [2.68] y [2.69] en la ecuación [2.66], se tiene:

$$FS = \left[\frac{1}{\sum_{n=1}^{n=p} \frac{b_n z_n}{H H} \text{sen} \alpha_n} \right] \times \sum_{n=1}^{n=p} \left[\frac{\frac{c}{\gamma H H} + \frac{b_n z_n}{H H} (1 - r_{u(n)}) \tan \phi}{m_{\alpha(n)}} \right] \quad [2.20]$$

La ecuación [2.20] se considera una condición de penetración con flujo tendido, por lo que se toma un valor típico de $r_u(n)$. Este valor típico debe ser coherente y se denomina r_u .

El valor del componente de bienestar no se establece completamente a partir de la condición [2.20] como sigue:

$$FS = m' - n' r_u \quad [2.21]$$

Donde:

$$m' \text{ y } n' = \text{Coeficientes de estabilidad.}$$

La Tabla 2.4 presenta valores de m' y n' para varias combinaciones de $\frac{c}{\gamma H}$, D , β y φ' .

Finalmente, el factor de seguridad es determinado siguiendo los siguientes pasos:

- Obtener φ' , β y $\frac{c}{\gamma H}$.
- Obtener r_u (valor promedio).
- De la Tabla 2.4, obtener m' y n' para $D = 1, 1.25$ y 1.50
- Con los ascendentes de m' y n' ; decidir la variable de seguridad para cada valor D .
- El elemento necesario de seguridad FS es la estima más reducida adquirida en el paso anterior.

Método de Spencer.

Muchas superficies defectuosas no son planas ni redondas, por lo que no pueden descomponerse con las técnicas anteriores. En este sentido, se han desarrollado estrategias de investigación que pueden utilizarse en superficies problemáticas moldeadas esporádicamente. Estas estrategias se denominan técnicas de investigación no redondas.

Entre estas estrategias se encuentran la técnica de Janbu (1952, 1923), Morgenstern y Cost (1965), Spencer (1962, 1923) y otros. Las suposiciones hechas en cada técnica se explicaron en el segmento 4.2.2.

En el adjunto, sólo se crea la estrategia de Spencer (1962, 1923; Sharma y Moudud, 1992), que es la más famosa entre las anteriores debido a su sencillez de uso.

Esta estrategia espera que las resultantes de las potencias ordinaria y cortante interfragmentarias a cada lado de la sección sean colineales, y que su línea de utilización enmarque un punto θ con el plano. La respuesta de Spencer depende de esperar un valor subyacente de θ , y elaborar el elemento de bienestar, primero teniendo en cuenta una armonía de potencias y después teniendo en cuenta un equilibrio de minutos.

Entonces, el valor de θ se itera hasta que el valor de la variable de seguridad encontrada forzosamente armonía y la encontrada por segundo equilibrio son equivalentes.

La técnica espera asimismo que la capa firme se encuentre a una profundidad

extraordinaria por debajo de la inclinación.

Los diagramas de Spencer se crearon para $r_u=0, 0,25$ y $0,50$.

El punto de molienda creado viene determinado por la articulación adjunta:

$$\varphi_d = \tan^{-1} \left[\frac{\tan \varphi}{FS} \right] \quad [2.22]$$

Consideraciones de niveles y presiones de agua.

En el momento en que el examen de solidez realizado en un talud considera condiciones de agotamiento, es importante llevar a cabo una investigación de presión convincente que incluya el impacto de la tensión de poros debido a la corriente de agua dentro del talud.

La presión de poro se evalúa normalmente a partir de una de las estrategias adjuntas:

- Superficie freática.
- Superficie piezométrica.
- Coeficiente de presión de poros r_u .

Superficie freática.

Mientras se trabaja en dos aspectos, esta superficie, o línea, se caracteriza por el nivel freático libre y puede delinarse en el campo mediante pozos de comprobación.

Entonces, en ese punto, cuando el nivel freático ha sido caracterizado, la tensión de poros puede ser determinada considerando una condición de corriente de estado consistente, Fig. 2.24.

Esta estimación depende del entendimiento de que todas las líneas equipotenciales son rectas y opuestas a la sección de la superficie freática que atraviesa la pieza.

Sea θ la tendencia de la superficie freática que atraviesa la pieza y h_w la distancia hacia arriba entre el cimientado de la sección y la superficie freática. La presión de poro viene dada por:

$$u = \gamma_w (h_w \cos^2 \theta) \quad [2.23]$$

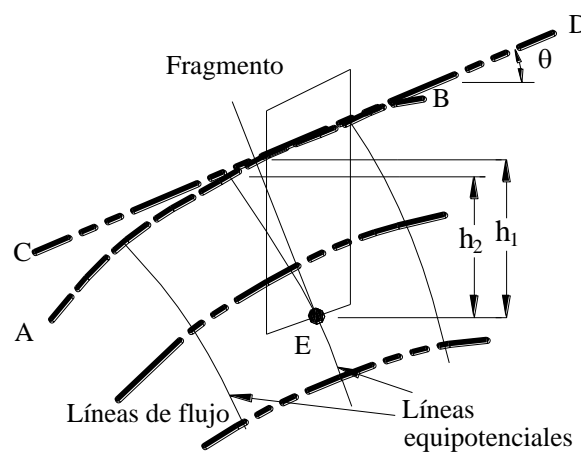
La condición [2.23] es sencilla de programar, por lo que la superficie freática no se

fija en piedra con poca información.

No obstante, suponiendo que la superficie freática esté curvada, la condición [2.23] para superficies curvas, ofrece un rendimiento de primer nivel, pero cuando se trata de estas superficies nuevamente, su calidad no es tan buena en comparación con otros materiales. El nivel de agua inclinado en el diagrama, Figura 2.25, muestra un tipo de superficie que podría usarse para ciertas características extremadamente altas de la deformación de los poros en el caso de que se considere que la línea Disco compacto es la superficie freática. Por lo tanto, cuando se dispone de superficies freáticas curvadas, por ejemplo, la superficie Músculo estomacal, las líneas equipotenciales también deben estar curvadas.

Figura 22

Superficie freática y líneas equipotenciales curvas.



AB : Superficie freática actual
CD : Inclinación asumida de la superficie freática al interior del fragmento.

A la vista de la figura 2.25, en la mayoría de los casos se utiliza la valencia de la carga de presión de poros h_1 en lugar de la valencia real de la carga de tracción h_2 ; trabajar con pequeños trozos de una masa de suelo en movimiento hace que sea realmente difícil calcular correctamente la presión de los poros. Aunque la afirmación mencionada no es correcta.

Superficie piezométrica.

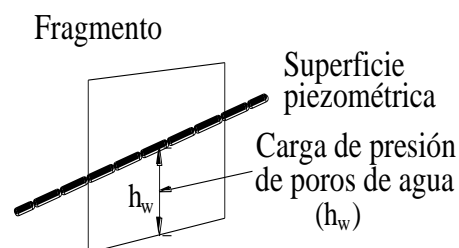
La superficie piezométrica es retratada por la evaluación de una falta de superficie solitaria. In most, get this surface is completed to open slants that has proactively accomplished trickiness. Claramente, dado que la superficie medida por la presión del agua (superficie piezométrica) es diferente de la superficie donde el agua comienza a llenar el suelo (superficie freática), es clave entender que los niveles de presión encontrados en estas dos situaciones no son los mismos.

La figura 2.26 muestra una superficie piezométrica cuya estima de presión de poros no está grabada en piedra. Para esta evaluación, la carga de presión de poros se eleva a la distancia hacia arriba entre el suelo parte y la superficie piezométrica h_w .

No obstante, cuando el nivel freático y la superficie piezométrica se consideran iguales, la evaluación de la presión de poros es errónea, ya que la carga de presión de poros que incentiva el nivel freático es equivalente al valor de la presión de poros del nivel freático. a $h_w \cos^2 \theta$, Fig.2.25, y no así a h_w .

Figura 23

Cálculo de la carga de presión de poros para una superficie piezométrica específica.



5.3 Coeficiente de presión de poros r_u

La confirmación del coeficiente de presión de poros r_u es una estrategia fundamental para normalizar la estima de la presión de poros. A este coeficiente le sigue la articulación adjunta:

$$r_u = \frac{u}{\sigma} \quad [2.24]$$

Donde:

u = Presión de poros de agua

σ = Esfuerzo vertical total determinado en la sub-superficie de suelo.

De la condición [2.24] tiende a verse que r_u es el resto entre la presión de poro y la presión completa determinada a una profundidad similar.

El problema principal en el cálculo de r_u es la tarea de los límites de resistencia a varias partes de la inclinación, lo que normalmente hace que sea importante dividir la inclinación en unos pocos distritos.

Para el aseguramiento de los coeficientes de solidez en el examen de la fiabilidad de la inclinación mediante gráficos, se utiliza un valor típico de r_u . Se puede obtener siguiendo la estrategia propuesta por Bromhead (1986).

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Divida la suciedad en trozos de anchura equivalente, como en la figura 2.22.
- Particione cada franja hacia arriba en tres divisiones equivalentes.
- Trazar las líneas isobaras de r_u .
- Se obtiene el valor típico de r_u para la zona del trozo elegido. La decisión

se toma mediante las reglas adjuntas, Fig. 2.22:

- Para los modos de decepción superficial, utilizar los tercios superiores.
- Para las decepciones generales, utilizar los tercios centrales.
- Para los modos de decepción de establecimiento: utilizar los tercios inferiores y las secciones de equilibrio y borde.
- Los valores zonales de r_u pueden obtenerse en la figura 2.28.

• Cuando se obtiene el valor típico de r_u para la zona elegida de cada parte, el valor típico completo de r_u equivale a:

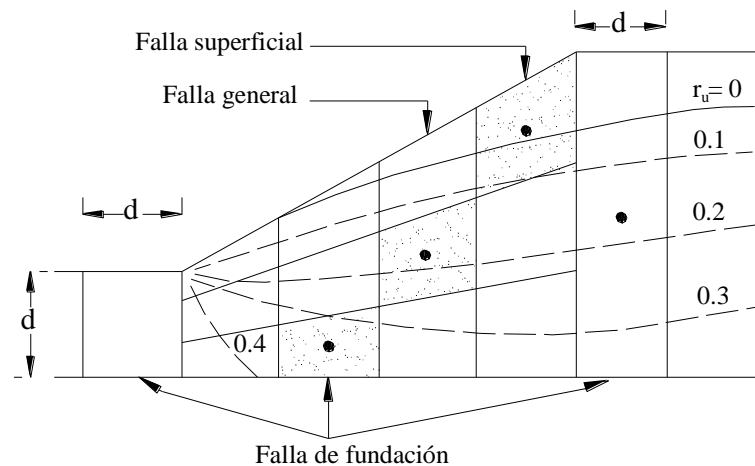
$$r_u = \frac{\sum(\Delta A r_u)}{\sum \Delta A} \quad [2.25]$$

Donde:

ΔA = Área de la zona de fragmento elegida.

Figura 24

Determinación del coeficiente de presión de poros.



Sharma (1995) Descubrimos que cuando observamos cómo funciona el sistema de superficie piezométrica y la forma en que medimos la presión de poro, las cosas se ponen realmente complicadas. Si bien intentamos utilizar el nivel freático para copiar lo que hace la superficie piezométrica, los resultados que obtenemos son bastante promedio y no coinciden con lo que nos muestran otros métodos. Entonces, lo que esto significa es que usar programas de computadora para intentar imitar la superficie piezométrica con el nivel freático podría no ser la mejor idea.

Método generalizado del equilibrio límite.

La técnica de armonía de límites sumados (Chugh, 1986; Frelund et. al., 1981) fue creada para envolver un gran número de las suposiciones hechas por las diferentes técnicas y puede ser utilizada para diseccionar superficies decepcionantes redondas y no redondas.

Esta técnica es una de las estrategias más famosas debido a su aplicación omnicompreensiva; y su estrategia depende de la determinación de una capacidad de ajuste que represente la variedad del punto de fuerza entre secciones hasta tal punto que se

cumpla la armonía total.

El método adopta una función $\theta_i = \lambda \cdot f(x_i)$ para representar la variedad del punto de fuerza entre secciones situado en la mitad derecha de la parte I, Fig.2.21. La capacidad $f(x_i)$ va de 0 a 1 y se refiere básicamente al estado de la apropiación utilizada para representar la variedad del punto de fuerza entre piezas, Fig. 2.29. La capacidad $f(x_i)$ puede ser fijada como una constante [$f(x) = 1$], Esto copia la técnica de Spencer o muy bien puede ser de otra manera, copiando para esta situación la estrategia de Morgenstern y Cost.

El detallado abrazado utiliza un tipo discreto de una constante de capacidad $f(x)$, para calcular el límite en cada arista interfragmentaria y calcular los focos θ_R y θ_L , que son los focos situados a la derecha y a la izquierda de la pieza, individualmente, Fig. 2.21..

Luego, para el borde de un interfragmento típico, θ_R se halla a partir de $\theta_R = \lambda f(x)$ donde x es la dirección x de la mitad derecha de la parte elegida. En la mayoría de los casos, el valor de x está normalizado en relación con el grado plano de la superficie de decepción.

La estrategia para la técnica de equilibrio de límite sumado depende de satisfacer las condiciones de armonía y las condiciones de límite de la manera adjunta:

- Aceptar θ_L para la parte principal y θ_R para la última pieza; equivalente a nada.
- para determinar la capacidad en cada borde interfragmentario y calcular los puntos θ_R y θ_L , que son los puntos situados a la derecha y a la izquierda de la pieza, por separado, Fig. 2.21.
- Con los ascendentes adquiridos de Z_R y Z_L , decidir el tamaño de θ_R a partir de la segunda condición de equilibrio (tomada desde el punto medio de la fundación de la sección); hasta tal punto que h_R para la última pieza sea equivalente a nada. Fomentar estos cálculos de forma continua para cada parte a partir de la condición de que θ_L y h_L para la sección principal son equivalentes a nada.



- Repita los pasos anteriores hasta que el FS y el punto de fuerza interfragmentaria estén dentro de puntos de corte decentes.

Comparación de métodos.

Antes de examinar las distintas estrategias, la tabla 2.5 presenta una sinopsis de las cualidades de cada técnica.

La estrategia mejorada de Diocesan y la técnica de Janbu son en la actualidad las estrategias más ampliamente implicadas en el examen de la fiabilidad de la inclinación. Aunque la anterior no cumple el equilibrio de poderes y la última opción no cumple la armonía de minutos, el valor del FS utilizando estas técnicas puede determinarse fácilmente para la mayoría de las inclinaciones, obteniendo resultados que en general contrastan en $\pm 15\%$ con los resultados adquiridos utilizando las estrategias de Spencer y Morgenstern y Cost, que son estrategias que se ajustan completamente a las condiciones de equilibrio.

Tabla 3. Métodos de análisis de estabilidad de taludes (Suarez, 1998).

Método	Superficies de falla	Equilibrio	Características
Ordinario o de Fellenius {Fellenius 1922}	Circulares	De fuerzas	Este método no equilibra bien las fuerzas porque pasa por alto las fuerzas en juego entre secciones, ya sea que hablemos de masas deslizantes o de piezas individuales. Sin embargo, se usa ampliamente por su simplicidad. No es muy preciso, especialmente para pendientes planas con alta presión de agua, porque asume controles de seguridad mínimos y piensa que no hay fuerzas que empujen cada pieza, lo que simplifica las cosas pero deja muchas preguntas sin respuesta.
Bishop simplificado {Bishop 1933}	Circulares	De momentos	De manera similar, Bishop supone que no hay fuerza de empuje entre cada pieza, lo que lleva a una solución que no aborda completamente cómo deberían equilibrarse estas fuerzas.
Janbú Simplificado {Janbú 1965}	Cualquier forma de superficie de falla.	De fuerzas	Janbú, por otro lado, introduce un factor de corrección, F, para tener en cuenta errores potenciales. Este enfoque sugiere que las fuerzas siguen la superficie de la tierra, lo que a menudo resulta en la consideración de factores de seguridad más altos.
Sueco Modificado . U.S. Army Corps of Engineers (1920)	Cualquier forma de la superficie de falla.	De fuerzas	
Lowe y Karafiau i {1960}	Cualquier forma de la superficie de falla.	De fuerzas	Imaginemos que las fuerzas entre las piezas están inclinadas en un ángulo que es una mezcla del suelo plano y la parte inferior de las rodajas. Simplificándolo de esta manera, no podemos resolver completamente todas las incógnitas porque el equilibrio de fuerzas no cuadra del todo. Aun así, la gente piensa que esta forma es la más cercana a lograr el equilibrio de fuerzas correcto en comparación con otros métodos.
Spencer {1962}	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Ahora, piense que las presiones laterales siempre golpean en el mismo ángulo en todas las rebanadas. Suponemos que el tira y afloja entre cortes siempre se inclina en un cierto ángulo para mantener todo equilibrado, pero no sabemos exactamente cuánto es esa inclinación. Esta idea es un poco como preparar las piezas de antemano. Es muy parecido a un método llamado Spencer, pero aquí, la inclinación de la fuerza cambia según una regla especial. Esto significa que nuestro enfoque termina siendo bastante similar al método Spencer.
Moreenstem y Pric e {1965}	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	
Sarma {1923}	Cualquier forma de la superficie de falla.	Momentos y fuerzas	También estamos pensando que la cantidad de empuje hacia abajo desde arriba sigue un plan específico. A través de este plan, descubrimos qué tan grande es el empujón (o fuerza sísmica) que se necesita para provocar un deslizamiento. Esto nos ayuda a vincular el empuje necesario con la seguridad de la pendiente. Si al principio no hay ningún empujón, el nivel básico de seguridad es el mismo que cuando todo está perfectamente quieto. Se cumplen todas las comprobaciones de equilibrio, pero el esquema de dónde podría comenzar una diapositiva parece muy diferente de lo que podrían mostrar otros métodos más habituales.
Elementos finitos.	Cualquier forma de la superficie de falla.	Analiza esfuerzos y deformaciones.	
Espiral logarítmica	Espiral logarítmica	Momentos y fuerzas.	Todo tipo de presión en la que pensamos se controla. Pero, aunque sabemos dónde ocurren las presiones y estrujamientos, no obtenemos de esto una medida clara de seguridad.
Hay más de una forma de ver esto y cada una tiene su propio conjunto de reglas para mantener el equilibrio.			

Aunque en general no se puede hacer un examen entre todas las técnicas, en general el valor del FS para superficies de rotondas obtenido mediante la estrategia mejorada de Diocesan contrasta en menos de un 5% con la técnica de Spencer y la técnica de Morgenstern y Cost. Por otra parte, la técnica de Janbu utilizada para las superficies que no son rotondas se equivoca en un 30% con respecto al valor obtenido con la estrategia de Janbu. En cualquier caso, para determinadas inclinaciones, la técnica mejorada de Janbu calcula mal el valor del FS en más de un 5%.

A continuación, Fredlund y Krahn (1922) ilustran una correlación de estas estrategias en la que se descompone la superficie de decepción mostrada en la figura

Figura 25

Ejemplo de talud usado para la comparación de métodos de equilibrio límite (Abramson, 1996).

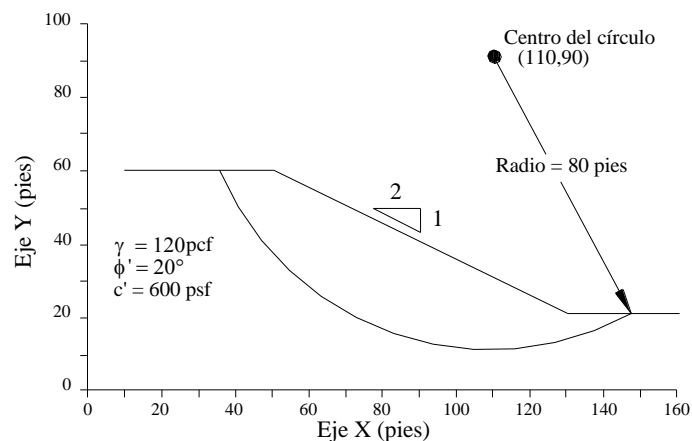
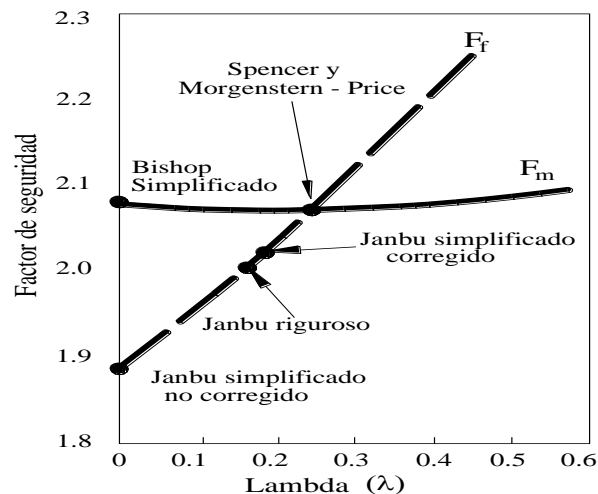


Figura 26

Correlación de los valores del factor de bienestar utilizando diferentes estrategias de equilibrio de corte. El acuerdo Morgenstern-Cost utiliza una difusión uniforme de λ (Abramson, 1996).



Los resultados obtenidos de la evaluación se muestran en la Figura 2.31, donde λ se representa como la proporción entre las potencias común y cortante que actúan a lo largo de la superficie interfragmentaria vertical.

Figura 2.31. Correlación de los valores del factor de seguridad utilizando diferentes estrategias de equilibrio del punto de ruptura. El acuerdo Morgenstern-Cost utiliza una dispersión uniforme de λ (Abramson, 1996).

De la figura se desprende que los resultados obtenidos con las técnicas de Spencer y Morgenstern y Value son similares a los obtenidos con la estrategia mejorada de Cleric; mientras que el valor de FS adquirido con las estrategias exhaustiva y trabajada de Janbu es algo inferior.

Las dos curvas que se observan en la figura 2.31 se denominan F_m y F_f , y se abordan mediante enfoques que comparan un valor de FS y un valor de λ cumpliendo la segunda armonía y el equilibrio de poder por separado. La convergencia de estas dos curvas da una interesante mezcla de FS y λ que cumple totalmente la condición de equilibrio estático.

Como debería haber sido visible, las estrategias que cumplen totalmente la condición de equilibrio estático son sustancialmente más intrincadas que técnicas diferentes como la estrategia mejorada de Ministro o la técnica trabajada de Janbu; en cualquier caso, tiende a verse en la Figura 2.31 que la estrategia trabajada de Diocesano da cualidades muy parecidas a las adquiridas por las técnicas de Spencer y Morgenstern y Value (estrategias que cumplen totalmente la condición de armonía), en consecuencia, particularmente para superficies de rotondas, su utilización es muy prudente.

Fluctuación del factor de seguridad.

En el plan de una inclinación es importante considerar una progresión de puntos de vista que respondan a preguntas clave, por ejemplo,

- ¿Se trata de un dique cortado o construido?
- ¿Cuáles son los resultados del desarrollo en cuanto a presión de poros, ansiedades potentes y cambio de volumen?



- ¿Los resultados son de momento o a largo plazo?
- ¿Qué condiciones cambian a partir de ahora?

Para responder a estas preguntas, es importante romper la varianza del elemento de bienestar después de algún tiempo, haciendo una separación esencial entre los desmontes y los terraplenes desarrollados.

Fluctuación del factor de seguridad para terraplenes construidos.

Los bancos se desarrollan mediante diversos tipos de compactación. La compactación se aplica a capas progresivas del suelo elegido.

Al principio, el ciclo de compactación expulsa el aire y, a medida que aumenta el nivel del dique, se produce una expansión de la presión de poros en las capas inferiores. En los suelos granulares, la presión de poros en exceso se dispersa rápidamente; sin embargo, en los suelos finos, la presión de poros en exceso se dispersa gradualmente y el ciclo de combinación puede requerir años.

Para ver lo que ocurre de forma más obvia, considere un dique de tierra basado en una capa de barro delicado empapado, Fig. 2.32 (a).

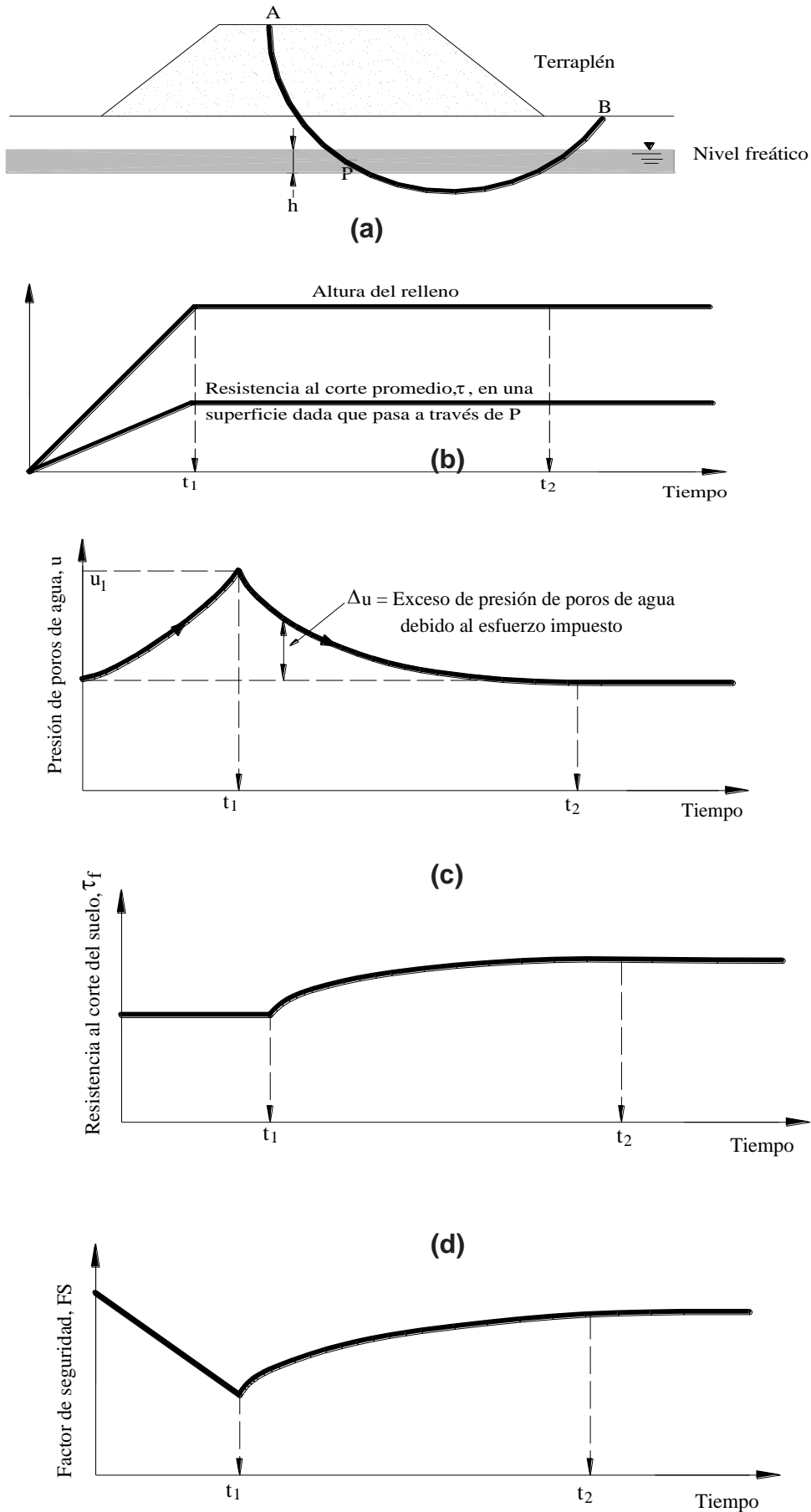
Permita que P sea un punto teniendo un lugar hacia la superficie de deslizamiento redonda APB. Entonces, en ese punto, tras finalizar el desarrollo del banco, la tensión del agua de poro en el punto P es

$$u=hy_w$$

Esperando circunstancias ideales, es decir, suponiendo que se considera que el relleno se pone consistentemente a través de capas progresivas hasta que se alcanza el nivel del dique, a continuación se obtiene

Figura 27

Variación del componente de seguridad con el tiempo para un banco trabajado en barro delicado (Redibujado a partir de Priest y Bjerrum, 1960).





El gráfico de nivel de llenado visto en la Figura 2.32 (b). Entonces, en $t=t_1$ se alcanza el nivel absoluto del banco H, y para $t>t_1$ se mantiene constante.

La variedad de la fuerza de corte típica τ en la superficie de deslizamiento potencial se ve adicionalmente en la Figura 2.32 (b). Debido a la expansión en toda la presión σ iniciada por la posición del relleno, τ se incrementa directamente con el tiempo hasta $t=t_1$, permaneciendo constante para $t>t_1$.

Luego, de nuevo, a medida que se desarrolla el banco, la tensión de poro en la guía P sigue hacia el incremento, Fig. 2.32 (c). En $t=t_1$, $u=u_1>h\gamma_w$.

Este incremento se debe al lento desgaste de la capa de suciedad. No obstante, para $t>t_1$ la presión de poro disminuye paso a paso hasta que la interacción de solidificación finaliza en $t=t_2$, donde el valor de la presión de poro es de nuevo $u_2=h\gamma_w$.

Como se trata de tierra, se considera que, como el ciclo de desarrollo es rápido, no hay dispersión de la presión de poros, en consecuencia, en el tiempo de $0 \leq t \leq t_1$ se trabaja en circunstancias no drenadas, siendo el valor de la resistencia al corte constante y equivalente a $\tau_f=c_u$, Fig. 2.32 (d).

Para $t>t_1$, el ciclo de solidificación avanza y la magnitud de τ_f aumenta progresivamente debido a la difusión de la presión de poros en abundancia. Para $t=t_2$ el valor de τ_f se convierte. A partir de este momento la solidificación ha terminado, y el valor de la oposición es: $\tau_f=c+\sigma' \tan [\phi']$.

Por fin, el cambio del FS se encuentra a la luz de la condición [2.1]. Para este caso el valor de FS acaba siendo la división de las protecciones mostradas en la Figura 2.32 (d) y en la Figura 2.32 (b).

La variedad del FS con el tiempo se muestra en la Figura 2.32 (e), donde se observa que el FS al principio disminuye durante el resto del desarrollo $t=t_1$, y después aumenta hasta $t=t_2$, momento a partir del cual obtiene un valor estable.

Así pues, el FS básico para un banco se produce hacia el final del desarrollo, es decir, en circunstancias transitorias.

Fluctuación del factor de seguridad para cortes.

Las compensaciones son como lugares que se construyen para que la gente se jubile, a diferencia de los bancos. La forma en que el suelo se desliza puede cambiar dependiendo de cómo sea el suelo. Por ejemplo, cuando tienes suelos arenosos, las cosas tienden a deslizarse de forma plana y poco profunda. Pero si el suelo es más bien arcilloso, entonces el deslizamiento se produce más profundamente y el suelo se mueve de forma redondeada.

En la figura 2.33 (a) se muestra un corte realizado en un lodo saturado y delicado en el que la APB se considera una superficie de deslizamiento redonda. Durante el avance del corte aumenta la obstrucción por cizalladura en la superficie de deslizamiento τ . Una vez finalizado el desarrollo en $t=t_1$ la extensión de τ obtiene un valor de estable Figura 2.33

(b).

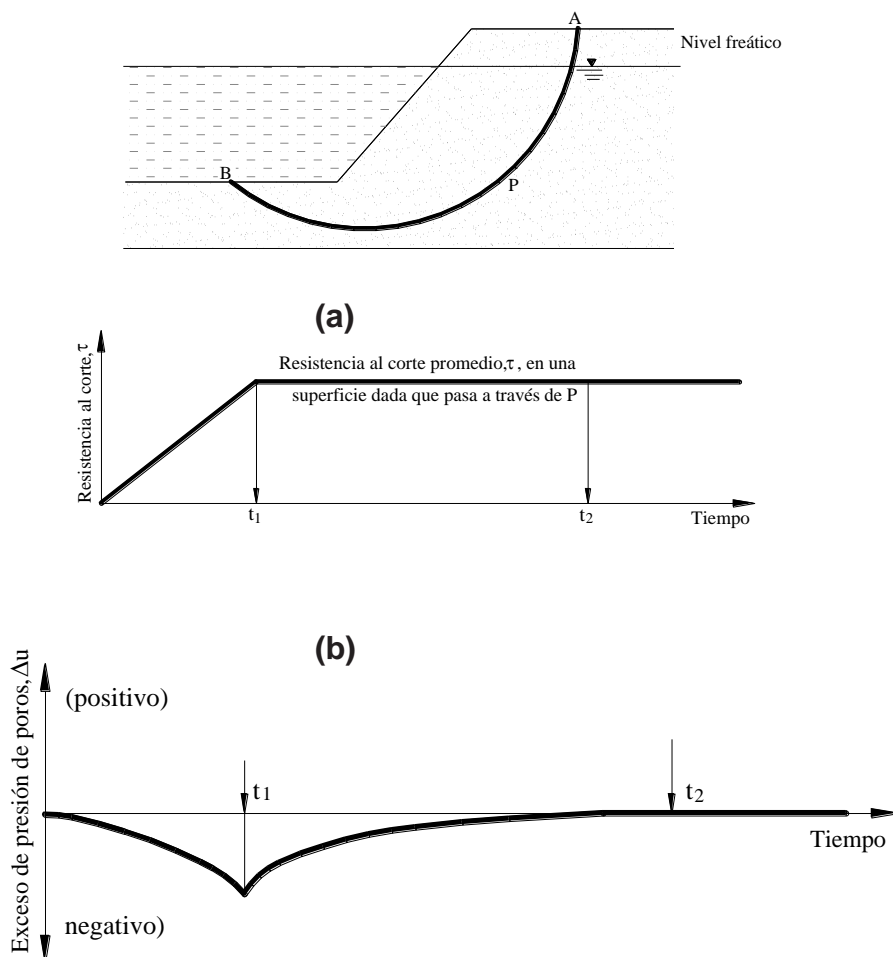


Figura 28

Variedad del elemento de bienestar con tiempo para un corte hecho en barro delicado. (Redibujado después de Bishop y Bjerrum, 1960). Matriz de consistencia

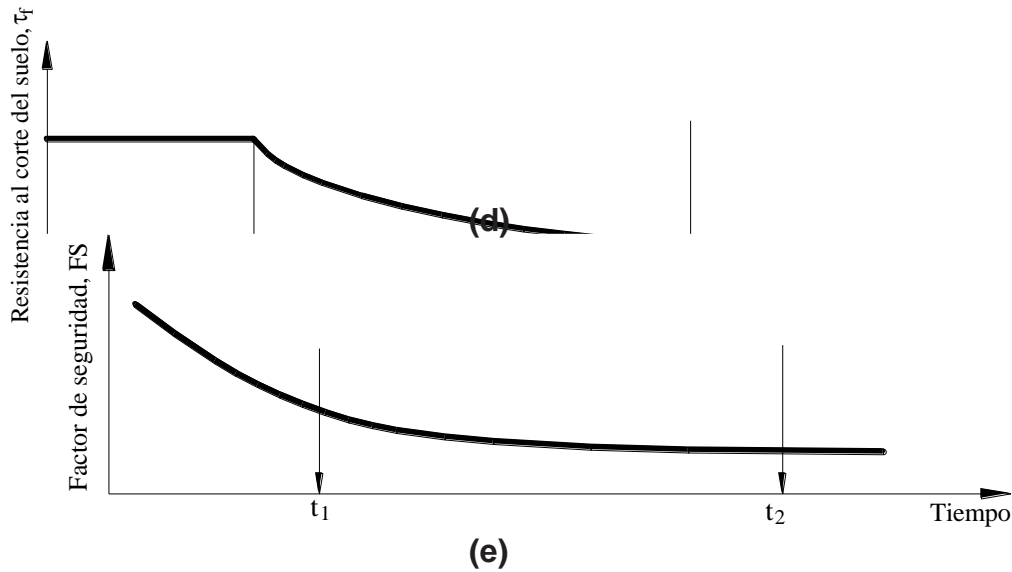


Tabla 4

Métodos de análisis de estabilidad de taludes

Autor	Parámetros	Inclinación de talud	Método analítico utilizado	Observaciones
Taylor(1948)	c, ϕ	0-90° 0-90°	$i=0$ Círculo fricción De Bishop	Sólo pistas secas, por favor. El problema fue con el agua. Además, cuando observamos lo que sucede sin ninguna resistencia en la superficie y cuando aumenta hacia abajo, exploramos cómo entra en juego el análisis no drenado.
Bishop y Morgenstern (1960)	c, ϕ, r_u	11-26.5"	$i=0$	Simplemente observando cómo los círculos se detienen.
Gibsson y Morgenstern. (1960)	c_u	0-90°		Tenemos varias tablas que muestran cómo el agua en movimiento y las grietas por tensión afectan las cosas.
Spencer(1962)	c, ϕ, m	0-34"	Spencer	Para un análisis no drenado, tanto la resistencia inicial en la parte superior como cuando aumentan paso a paso a medida que se profundiza.
Janbú (1968)	c, μ	0-90°	$i=0$ Janbti GPS	
Huiter y Schuster (1968)	c_u	0-90°	$i=0$	
ClienyGiger(1921)	c, ϕ	20-90°	Análisis límite Bishop	
O Coimor y Mitchell (1922)	c, ϕ, r_u	11-26°		En 1960, Bishop y Morgenstern ampliaron su investigación para incluir aspectos sobre el agua subterránea y las grietas causadas por la tensión. Decidieron aumentar el valor de N_c , fijándolo en 0,1.
HoekyBray (1922)	c, ϕ	0-90° ³ 0-90°	Círculo fricción Cuña de Bishop	
Cousins(1928)	c, ϕ	0-45°	Círculo fricción De Bishop	
Charles y Soares (1984)	*	26-63°		
Barnes (1991)	c, ϕ, r_u	11-63°		



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. **Ámbito de Estudio**

Se trabajará es el departamento de Puno en Llamani localizado en:

- Departamento: Puno
- Provincia: Sandia
- Distrito: Cuyocuyo y Sandia
- Sector : Zona Llamani

3.2. **Tipo de Investigación**

Según lo indicado por los ciclos seguidos, la clase se aplica a la luz del hecho de que utilizará hipótesis lógicas, así como la aplicación con los avances particulares.

Según la hipótesis, la investigación aplicada busca tener información para practicar cambios y por lo tanto dar respuestas para las cuestiones de manera funcional, haciendo lo necesario para no tergiversar en los impedimentos, tales datos deben ser imitados y dispersos. (Zorrilla & Torres, 1994).

3.3. **Nivel de investigación**

El examen se distingue por el hecho de que intenta conocer las cualidades de una variable y además es a nivel correlacional, donde se buscan conexiones que respondan al motivo de la exploración. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.4. Diseño de investigación

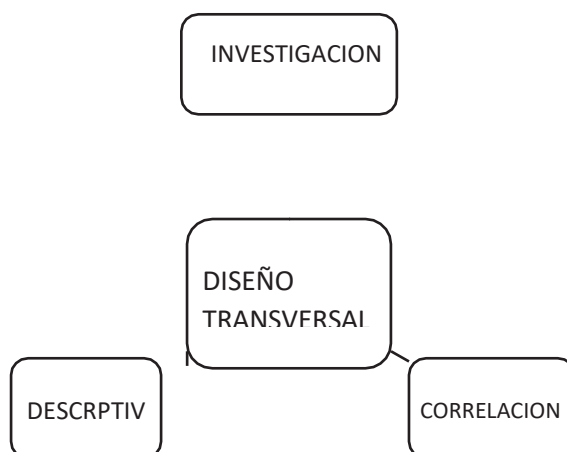
El plan se refiere a ser no-juicio - cruzado, representando la verdad sin controlarla, en consecuencia, haciendo una investigación de las ocurrencias en un momento dado. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.5. Método de investigación

Concentrarse en la condición en la que se encuentra una inclinación comenzó debido a pasos de exámenes pasados, en el campo o armarios que permitieron referirse a las sutilezas a seguir. Para ser alcanzable se consideró:

Figura 29

Investigación no experimental



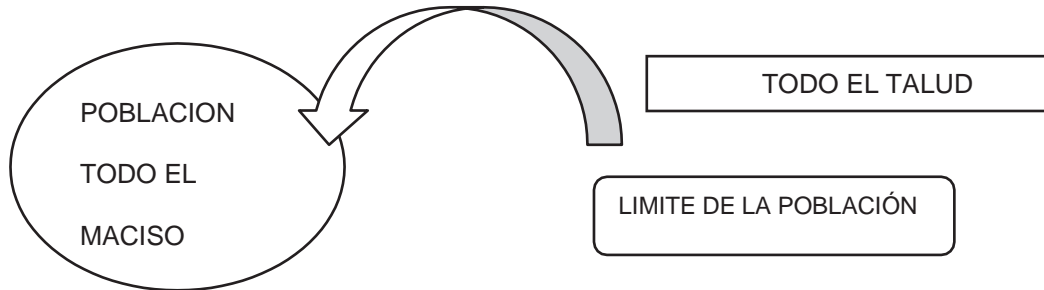
3.6. Método científico

Se siguió lo siguiente:

- Distinguir los temas a investigar
- Formular las cuestiones para rastrear disposiciones viables.
- Reconocer los objetivos y la importancia de la exploración.
- Planificar suposiciones
- Estudio de investigaciones anteriores, así como especulaciones de apoyo.
- Visitas de campo y trabajo de laboratorio
- Evaluaciones
- Estrategia y marco de refuerzo

3.7. Población muestra y muestreo

3.7.1. Población



Fuente: Hernández, Fernández y Baptista, 2010. Representación de la población La población consta de 1 sector dentro de la zona

3.7.2. Muestra

Un ejemplo alude a los subgrupos que surgen de un populacho, con las cualidades alusivas a los evaluados. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 125) El ejemplo de población se obtiene con vistas a la planificación de las perspectivas oblicuas

3.7.3. Muestreo

El examen es no probabilístico porque la decisión de lo que se evalúa se elige pero no se toma indiscriminadamente. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 125)

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección

En la exploración actual se utilizaron varias estrategias con vistas a:

3.8.1. Técnicas

Se utilizaron la percepción y la reflexión para recopilar datos y estar en contacto con la situación única. Se visitó el entorno para reconocer las piedras, se eligió la inclinación con seguridad y se tomaron los ejemplos para examinarlos.

3.8.2. Análisis Documental

Para adquirir la documentación hipotética sobre la cuestión del examen, se evaluaron textos y realidades relacionados con el tema.

3.8.3. Instrumentos

El instrumento aplicado en el estudio de examen se consideró el acompañante:

- Entrevista de índices de referencia.
- Investigación de registros.
- Web.
- Encuesta.
- Datos y documentos utilizados para los exámenes realizados.
- Directrices existentes.

3.9. Procedimiento de Recolección de Datos

3.9.1. Procedimiento metodológico

El examen tiene la intención de trabajar en la satisfacción personal y la seguridad de la población Tambo bamba local, territorio Sandia distrito de Puno, con los límites de acompañamiento hacia la carrera de partida la planificación geográfica de la región de investigación donde se encuentran la región geológica y los atributos reales, la geografía morfológica, geología, hidrología y fenomenológica, área geográfica y límites facilitado UTM: POR NORTE 635000. 058 metros hacia el sur 666300 metros hacia el este 818534 metros hacia el oeste 624683 m. Una superficie de 624,683 km² con Puntos de corte: Hacia el NORTE: Bolivia y San Antonio de Putina :

Puno y Puerto Maldonado Hacia EL ESTE: Cusco Hacia EL OESTE: Ayacucho DISTANCIAS: CUSCO curso de correspondencia a CUYO Y SANDIA, pasando por los cursos de Anta, Chinchaypucyo, Sandia con una temporada de movimiento de aproximadamente 5 horas 45 minutos. La motivación detrás de la confiabilidad inclinada del trabajo del examen comprende de una manera del arnés

que tenga diverso peso y ejes, que vieron en este espacio caer masas consistentes de tierra denominadas DESLIZAMIENTO DE PARTE DE SUELOS INMERGIDOS, para ello muestran el examen separado del suelo para ensayar pruebas.

Recogí un ejemplo de macizo áspero de la región con una carga de aproximadamente 350 kilos y después fue enviado fuera de un laboratorio de pruebas "INGEOMA Research center" situado en Urb. El Eden Parcela C3 San Sebastián - Cusco como se demuestra en la adición. El resultado adquirido fue el acompañamiento concebible ajuste de inclinaciones en el espacio Ccaccañam su motivación es abordar la cuestión de la precariedad de inclinación y el factor de bienestar.

3.9.2. Mapeo geomecánica

3.9.2.1. Geología local.

Se trata principalmente de agrupaciones volcánico-sedimentarias. A continuación, se muestra la evolución topográfica de la región estudiada.

Los afloramientos de la Formación Tacaza se extienden desde la zona de la localidad de Chonta en el escarpado NO de la sábana de Cuyo y Sandia hasta el escarpado SE en dirección SE-NO.

En el fondo encontrarás una mezcla de roca rota, corrientes de lodo y trozos de material volcánico. También hay trozos de piedra caliza rugosa y un tipo de roca volcánica llamada andesita. En total, hay ocho tipos diferentes de rocas presentes.

De forma continua. En la agrupación superior se observan tobas líticas brechificadas y ajustadas, los líticos son en su mayoría de magmas andesíticos y arena reticulada.

En la región de revisión tenemos rocas volcanosedimentarias, con niveles de areniscas y tierras residuales volcanogénicas, hacia la parte superior tenemos la presencia de posos volcánicos.

Cuaternario

Se componen de almacenes tardíos, por ejemplo, almacenes coluviales y aluviales.

Almacenes coluviales. Almacenes que se encuentran enmarcando alguna porción de las laderas de las montañas, cerca de los puntos más altos. Su organización incorpora un entramado de arena, barro y bloques subangulares. Almacenes aluviales. Se componen principalmente de roca, piedras raquílicas de diversos tipos de rocas en un entramado de tierra arenosa. Se encuentran formando valles de alto nivel y valles de barranco, enmarcando porches en cauces antiguos y en curso. En los declives de los valles y en los arroyos se encuentran enmarcando conos aluviales.

Tabla 5
Cuaternario

Erstema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor (m)	Litología	Descripción		
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holoceno	Dep. Inicial			Sueltas orgánicas con limo y arenas finas		
			Dep. aluvial			Arenas finas, limo y cenizas volcánicas		
			Dep. coluvial			Gruesas arenas retromedidas con buena clasificación		
		Plistoceno	Dep. Fluvio-glacial			Materiales fragmentarios, heterogéneos en forma y tamaño		
			Dep. de rocas			Bloques redondos en matriz arenosa no consolidada con fragmentos subvolcánicos		
	NEOGENICO	Plioceno	Grupo Barranco C. V. Viscoso	20-30		Deposito pobre de tobas lapílicas		
			Toba Cruzavelica	20		Secuencias periódicas intercaladas con tobas lapílicas, retabuladas y volcanocéntricas, algunas tobas de cenizas		
				Toba de Cerro Comenada	20		Tobas de cenizas y cenizas blancas, Pg. II, III	
			Mioceno	Tobas y Brechas de Cerro	40		Secuencias periódicas estratificadas de tobas finas lapílicas, mayormente retabuladas (bloques y cenizas)	
				Volcánico Submarino	200		Tobas lapílicas intercaladas con lavas y cenizas	
			Oligoceno	Tobas y Volcánicos	100		Secuencias volcanosedimentarias, tobas lapílicas azules	
				Lavas, Brechas y Tobas Brechas	100		Secuencias volcanosedimentarias con volcanocéntricas retabuladas	
				Lavas, Brechas C2 y Conglomerados	100		Lavas y brechas, en algunos lugares niveles de brechas de caliza	
			PALEOGENICO	Eoceno				Secuencias volcánicas de lavas y volcanocéntricas

Nota. Boletín INGEMMET, Hoja 28r

3.9.2.2. Geología estructural

En las condiciones sedimentarias próximas a la región de revisión, se han percibido dos afiliaciones subyacentes.



- Las estructuras en rocas plutónicas tienen un estilo primario, independientemente del impacto de su emplazamiento en rocas diferentes.
- En condiciones volcánicas, se han reconocido estructuras relacionadas con el estilo primario de su emplazamiento.

Elementos estructurales y primarios en la zona de CuyoCuyo y Sandia

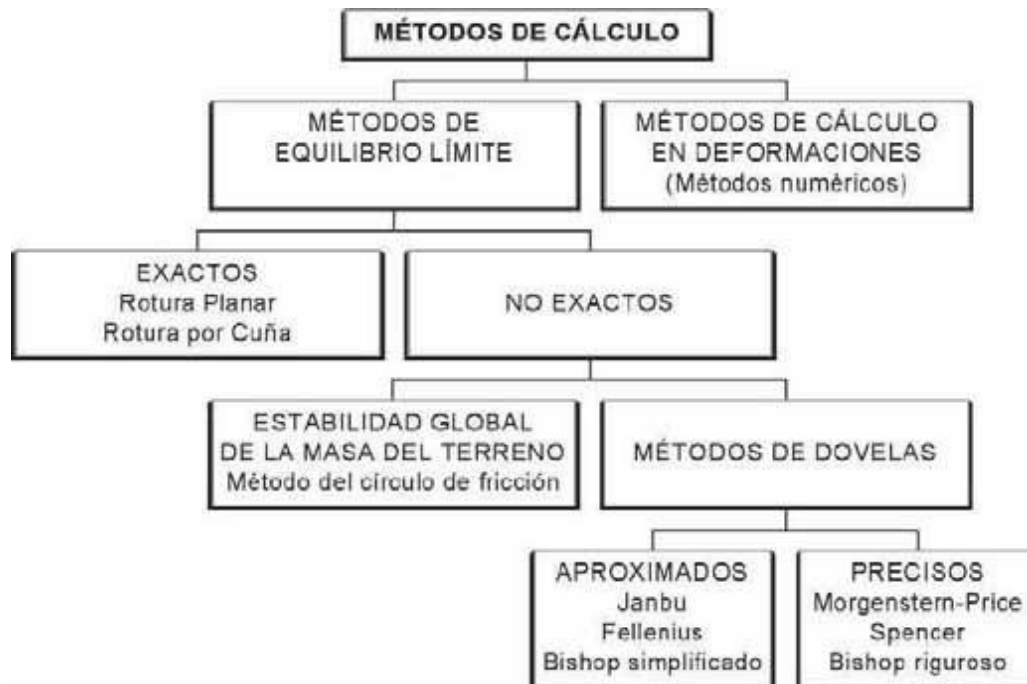
Debido a la interacción La Cordillera de los Andes es un contorno sensible de la Cordillera modelado por la tectónica de placas. Dentro de las 5 zonas morfológicas reconocidas de la Cordillera de los Andes, el distrito de auditoría se sitúa en la cordillera occidental.

El trozo occidental de las cordilleras, son regiones que tienen batolito que está frente a la playa, se organiza de norte a sur superando los 5000m de elevación, perdiendo el nivel a medida que avanza hacia el sur. Está formado por rocas volcánicas y plutónicas. En la región de reseña hay un derrumbe respetablemente sólido que produce tizones hacia atrás de poca remoción. Alrededor hay anticlinales desiguales y desplazados. Adicionalmente tenemos la presencia de diques subvolcánicos, que fueron iniciados por diversas ocasiones magmáticas. Alineados con el sur tenemos otro tema inverso de dirección E-O en la zona noroeste. En el área de revisión, se comparten y manejan más tareas. Se puede ver una curva que se extiende de este a oeste y luego se dobla de noroeste a sureste, ubicada entre las áreas de Mara y Congota.

El proceso para determinar qué tan dura y fuerte es una roca utilizando el Bieniawski R.M.R. método.

Figura 30

Método de cálculo





CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO- MECANICAS DE ROCA

4.1. Ubicación

Dirección: LLAMANI
Distrito: CUYOCUYO Y SANDIA
Provincia: SANDIA
Región: PUNO

4.2. Ensayos de laboratorio realizados:

- Ensayos de compresión en roca.
- Peso específico y absorción.

4.3. Ensayos de compresión en roca - NTP-339.059-2011

4.3.1. *Equipo utilizado*

Perforadora de diamante GDB 2500 WE BOSCH

DIAMANTINA 2500W Potencia útil de 1450 W,

Revoluciones de 440 min-1 y 960 min-1

Prensa para concreto digital - Automática Capacidad 300000 Lb

Según norma ASTM

Límite 300.000 Lb, Actividad programada para uso en campo y centros de investigación. Para pruebas de resistencia de cemento y roca de diversos aspectos.



Incorpora puntero avanzado de 6 dígitos, con mayor mantenimiento de carga, aplicación de carga programada, objetivo del 10

b, precisión 0.1%, caja de controles con tablero en acero inoxidable.

Operación 110 VAC – 220VAC. Con informe de inspección.

Marca: Humboldt. Procedencia: americana.

Velocidad de Aplicación de Carga. 0.20 a 0.30 MPa/seg.

4.3.2. Peso específico y absorción AASHTO T 84.

Es aquella estimación que considera un clima con sus propias circunstancias considerando la temperatura y el aforo con un valor equivalente al del fluido refinado.

4.3.3. Equipo

- Balanza, con un límite de 1200g y una sensibilidad de 0,01g y otra más con un límite de 200g y una sensibilidad de 0,001g.
- Sifones de vacío, con líneas y asociaciones, o en su defecto un quemador o un artilugio para calentar los elementos del picnómetro.
- Fundas para disipación
- Tapa de mano
- Componentes para ducha de agua
- Frasco volumétrico (picnómetro), de 100 a 500 cm³ límite.
- Estufa, apta para mantener temperaturas uniformes y constantes hasta $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).
- Pipeta.
- Colador de 2,36 mm (nº 8) y 4,25 mm (nº 4).
- Termómetro graduado, con una escala de 0 a 50°C (32 a 122°F) y una precisión de $0,1^{\circ}\text{C}$ ($0,18^{\circ}\text{F}$).

4.3.4. Preparación de la muestra

Su objetivo es conocer la pesadez de la fuerte, tiende a ser probado en el clima



o en una estufa, independientemente, la humedad debe ser considerado.

4.4. Procedimiento detallado de ensayos laboratorio

En caso de que se opte por realizar la técnica en una instalación de calefacción, deberán seguirse los avances que se indican a continuación:

- Datos escritos correctamente en hojas de cálculo.
- Secado del aparato.
- La resistencia debe estar a 5°. Al retirarlo, esperar a que se enfríe, alejando el exceso de humedad.
- Seleccionar la población elegida con representación, en función de lo que salga en el picnómetro utilizado. El punto de referencia fijado es 0,01 g.
- Retirar con cuidado el punto de referencia sin perder demasiado clamor de la muestra. Para una mayor precisión del caballo hembra, pesar una vez más.
- Llenar el instrumento con líquido destilado hasta la mitad de su capacidad de clamor y dejarlo toda la noche.

Nota: La temperatura utilizada hará que el líquido desaparezca en forma de cristales; se recomiendan temperaturas de 60° a baja presión.

- La suspensión debe retirarse del clamador de muestras siguiendo el método descrito anteriormente.
- Si la suspensión se ha calentado, deberá dejarse bajo supervisión a baja temperatura durante la noche.
- Realizar los puntos prescritos anteriormente con un suelo en un medio auténtico.
- Anotar todos los datos en la hoja de registro.

Panel fotográfico laboratorio





4





4.5. Discusión

Según los eruditos utilizados en el examen, las inclinaciones pueden caracterizarse en las que presentan fiabilidad y las que no, según el valor dado en bienestar, las que presentan cualidades más notables que una están protegidas, etc. En la parte de desprendimiento muy bien se puede captar que asumiendo que hay valores de 1,01 a 0,99 puede haber reubicaciones y división. Se ha constatado que tal y como indican las perspectivas clave y evaluativa se ha examinado que las inclinaciones de la revisión son inestables.

Para equilibrar una inclinación, se recomienda utilizar materiales, por ejemplo, geomallas o redes con base de acero, que es una disposición electiva en la zona esencial de examen y evaluación, ya que los puntos de vista de protección son factibles.

Los factores de seguridad obtenidos por la estrategia de número limitado con examen clave y evaluación con investigación estática de inicio coinciden con los resultados obtenidos de la técnica SPENCER de fuerza estática habitual, a pesar de que la técnica tradicional ejecuta sus definiciones de forma retenida.

Con respecto a las partes de proteger se demuestra que la disposición de los focos de estrés en el corte de las zonas inclinadas, en el equilibrio, donde se produce una repentina diferencia en la inclinación En la revisión actual se utilizó el examen paramétrico de esta manera para hacer una evaluación de los resultados de la toma de notas todos los días de puntos de vista dinámicos como frecuencias, amplitudes y span , así como la calidad de las suciedades, por ejemplo, el peso unitario, módulo de Desde un punto de vista único, la evaluación de las inclinaciones en términos de seguridad y reubicación vertical se ha completado al punto.

Según la evaluación de los elementos del registro, muy bien puede demostrarse que las partes de abundancia y tiempo son rectas, teniendo ajustes en vista de lo continuas que son, es decir, producen influencia en el desprendimiento. El registro sísmico debe ser considerado para conocer las frecuencias que deben ser vistas en

la revisión. Es por ello que cuando se producen dos desarrollos terrestres, existe una increíble apuesta de endeblez. De acuerdo con lo que se ha diseccionado, puede muy bien percibirse que a pesar de los exámenes es absurdo esperar conocer en su totalidad la forma en que ocurren las ocasiones sísmicas, sin embargo puede haber aproximaciones considerando elementos como la recurrencia, la suficiencia y el lapso.

En cuanto a la investigación de los suelos es factible ver las protecciones que disminuyen la condición estable de la inclinación y por lo tanto hay una mayor reubicación. Hay varios componentes, por ejemplo, el módulo de Youthful ajuste para dar más datos sobre la solidez. En los exámenes que utilizan el coeficiente de Poisson, no tiene importancia, ya que no está conectado con los elementos de lo estable que son las inclinaciones.

4.6. Dispositivos de protección y seguridad (solución)

Es factible afirmar que en una amplia gama de inclinaciones existen peligros relacionados con la unidad de rocas que producen ausencia de fiabilidad. Las causas son unas pocas, la más importante, la desintegración interna concebible de las rocas, así como los temblores sísmicos y los fluidos en el clima. (Bañón, 2000, págs. 12-18)

Hay numerosas opciones para aplicar las estimaciones de seguridad fuera de casa, su uso productivo tiene que ver con la condición de donde se completará la investigación esencial y la evaluación del clima, así como los ángulos de calidad.

Pueden ser destacados:

- a. Bermas y cunetones: En el momento en que la inclinación se eleva, tiende a aventurarse, y estos arreglos actúan como salvaguardias para los componentes que caen, por lo tanto disminuyendo el efecto en las calles. Estos componentes tienen expansiones de respuesta y de acopio, así como un componente de restricción que salvaguarda el espacio del desagüe y la pasarela.
- b. Muros de contención: Implícita la parte inferior de los ejes de vía. A la luz de

cemento que permite tener protección contra cualquier contacto con la capacidad de almacenar.

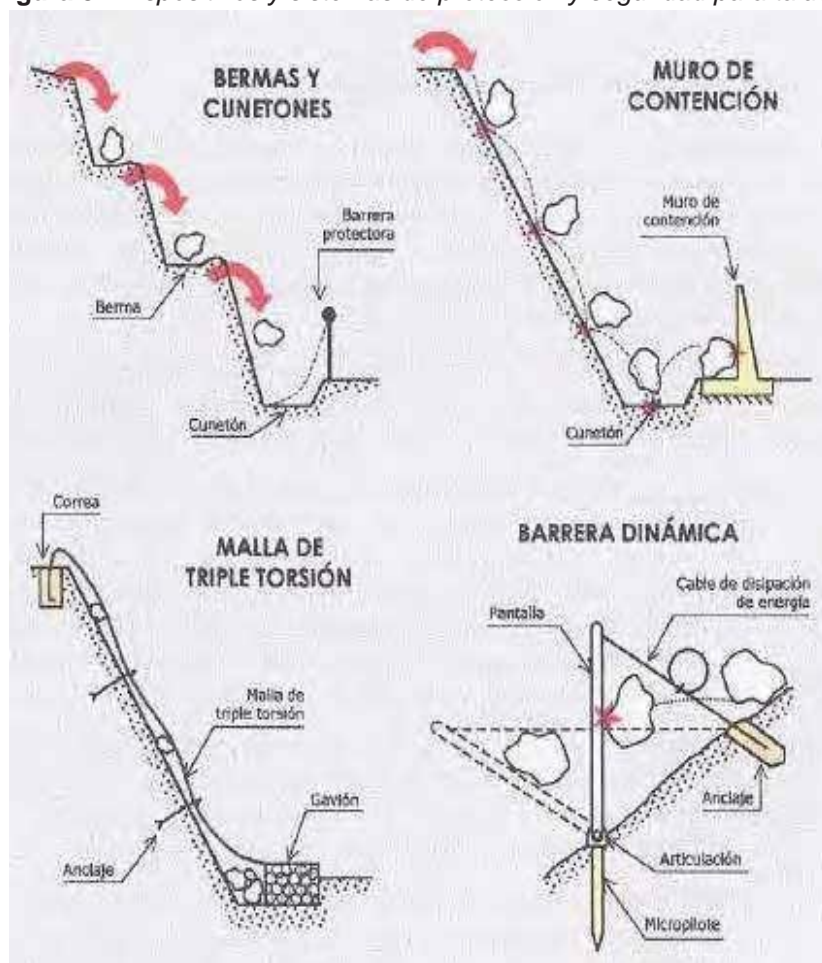
c. Mallas de triple torsión:

Su capacidad es cubrir cualquier piedra. Su material permite acopiar límite o más toda obstrucción, acero. Se requieren unos anclajes que puedan unirse a la sección transversal. Ces técnicas se proporcionan bajo una evaluación y un método satisfactorios de su motivación.

d. Barreras dinámicas:

Correlativa a las celosías, sin embargo centrada en aspectos mayores. Sus atributos se coordinan con la capacidad de ralentización. Sus partes son la red de acero poste de metal y enlaces que ayudan a pausar y dispersar la energía

Figura 31 Dispositivos y sistemas de protección y seguridad para taludes.

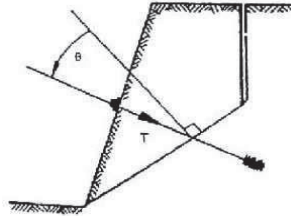


Nota. (Luis Bañón Blázquez 1963.)

4.6.1. Colocación de anclajes

Para Para trabajar sobre la suficiencia del bienestar inclinado, es factible utilizar seguridades con una estima de presión T, ampliando los valores FS.

Figura 32 Colocación de anclajes



Nota. Luis Bañón Blázquez

Según lo observado, muy bien puede demostrarse que para hallar el valor de lo estable que es un componente en una circunstancia de deslizamiento, puede considerarse la resistencia de potencias y oposición.

Si existe anclaje FS se explica:

$$FS = \frac{c' A + \left\{ W \left[\left(1 + \frac{a_v}{g} \right) \cos \psi p - \frac{a_h}{g} \sin \psi p \right] - U - V \sin(\psi p + \delta) + T \cos \theta \right\} \cdot \operatorname{tg} \phi}{W \left[\left(1 + \frac{a_v}{g} \right) \sin \psi p + \frac{a_h}{g} \cos \psi p \right] + V \cos(\psi p + \delta) - T \sin \theta}$$

Donde:

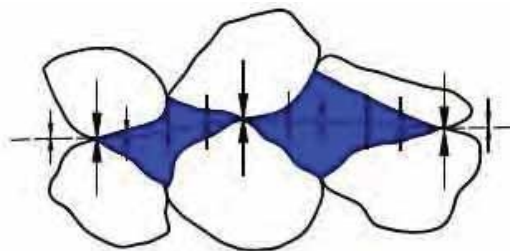
T = Esfuerzos en el muelle x und largo en el deslizamiento.

θ = Puntos formados por el ancla y el típico en el deslizamiento

Impacto del fluido en las perspectivas de oposición

- A mayor tensión del líquido, menor resistencia en inclinación.
- Disminución de las perspectivas de resistencia al corte.

Figura 33 Efecto del agua

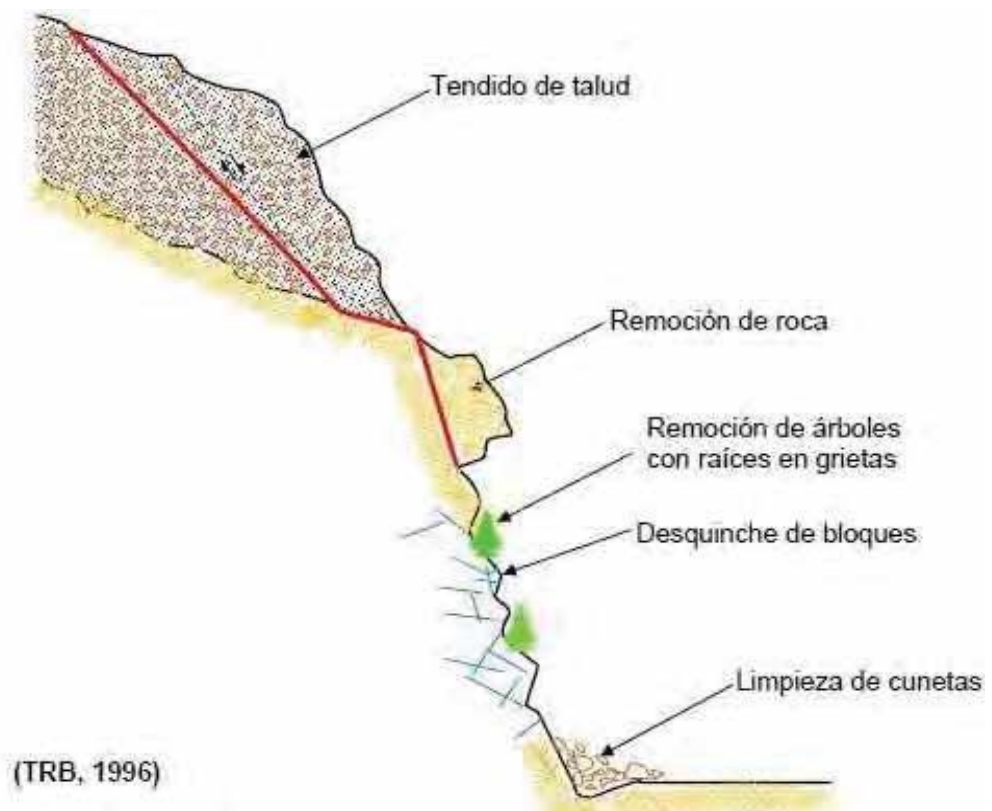


Nota. Luis Bañón Blázquez

Estrategias encaminadas a eliminar los componentes rocosos para ajustar la inclinación.

- a. Aventurarse en la pendiente a la luz de los componentes soportados que son inestables.
- b. Eliminación de rocas salientes por impacto.
- c. Eliminación de componentes como raíces
- d. Sobre perforación mecánica de componentes deslizantes
- e. Limpieza de zanjas

Figura 34 *Métodos de remoción de rocas para estabilidad de talud.*

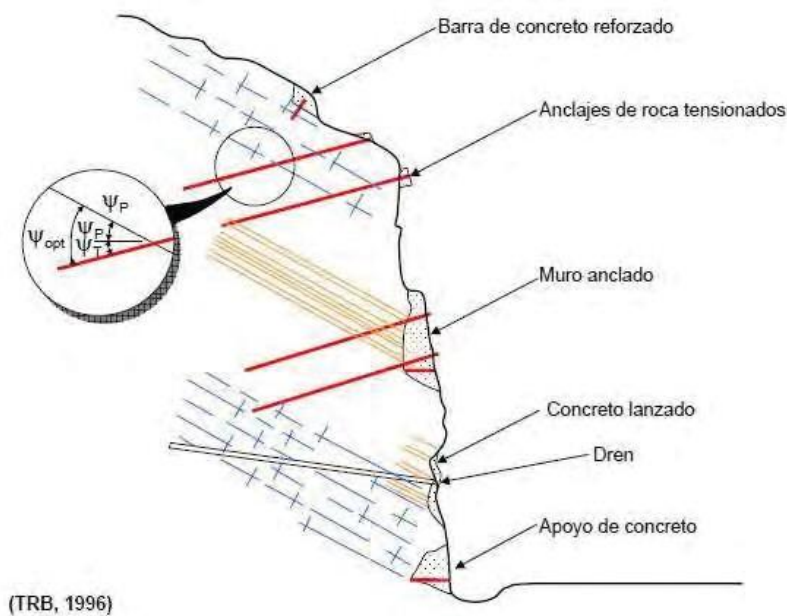


Métodos de refuerzo para taludes de roca:

1. Barras en la base sustancial que deben impedir el aflojamiento del trozo de cima.
2. Muros estáticos que impiden el deslizamiento en condiciones defectuosas.
3. Elementos de hormigón que impiden la caída de la roca quebrada.

4. Drenaje utilizado para la disminución de las presiones de poro en el interior de los taludes.
5. Zapatas de apoyo de roca situadas en la parte superior del talud. cavidades.
6. cavidades.

Figura 35 Métodos de refuerzo para taludes de Roca.



Dimensión protectora:

Medidas activas

- Consolidación de componentes, por ejemplo, pernos y anclajes orientados a la fijación de un bloque.
- Consolidación de asociaciones de eslabones, así como secciones transversales con metal incrustado en las inclinaciones.

Medidas pasivas

- Celosía metálica para dirigir los componentes caídos.
- Zanja o zanja que recoge los componentes segregados.
- Muro de tierra
- Muro estático que controla un bloque.
- Muro dinámico que limita un bloque.
- Muro de paso en calles y vías férreas.

CONCLUSIONES

A la vista de los descubrimientos sobre las inclinaciones y su seguridad, se llega a los extremos adjuntos:

1. Después de Evaluar Los factores internos determinantes que intervienen en la estabilidad de talud en la Zona de la Carretera Cuyocuyo Sandia Distrito Cuyocuyo Sandia, Provincia de Sandia – Región Puno son las filtraciones de agua que provienen de aguas colgadas y así como las calidad del basamento rocoso, existe inestabilidad debido a presentar FS Menores de 1.5 lo cual quiere decir que si por norma sobrepasa la cantidad mencionadapresenta estabilidad De Acuerdo a Diversas Teorías tal
2. como se en el cuadro siguiente

FELLENIOUS (1936)	0.13
BISHOP (1955)	0.18
MORGENSTERN-PRICE (1965)	0.30
SPENCER (1962)	0.30
BELL (1968)	0.10
SARMA (1923)	1.00
ZENG LIANG (1995)	0.13
JANBU (1962)	0.10

3. En cuanto a los elementos naturales exteriores, se tiende a ver que la precipitación crea efectos significativos en un inclinado, así como los peregrinos que crean el desarrollo de sus artículos en la disposición de las etapas en el espacio de examen determinante y la evaluación, para el caso la ayuda de examen es con proyección de arreglos estables con las estrategias propuestas para fortificaciones para inclinados como se muestra en las figuras de abajo de los anexos.



4. De acuerdo al estudio se pudo encontrar que flujos de un nivel freático sobre el basamento local lo cual constituye la presión de poros que deteriora la calidad de la roca dentro de los determinantes de tipo elemento interior según el punto de vista metodológico: Inclinaciones y fitologías. No obstante los componentes sísmicos que tienen importancia ya que cuando estos ocurren incrementan la posibilidad de crear mayores presiones de poros, así como fallas e inestabilidades en el talud.



RECOMENDACIONES.

1. La región del examen y evaluación esencial es constante, los deslizamientos constantes presentan una alta condición de debilidad; de esta manera, se recomienda que se lleven a cabo componentes que tengan la capacidad de comprobar los deslizamientos concebibles y constantes cercanos, promulgando desarrollos masivos.
2. La idea para la región de Llamani del Área Cuyocuyo es realizar lo más rápido posible convenios que den solidez a los deslizamientos, para prevenir y alejar posibles crisis, particularmente durante períodos fluviales y desarrollos sísmicos.
3. Se sugiere a nivel especializado, financiero, ciclo productivo, influencia en el clima por ausencia de solidez, consolidar marcos con adaptabilidad en red de acero, así como anclajes de pernos para arbolar el área de examen. Así como ampliar zanjas de invasión en la parte superior del talud para controlar la corriente de desbordamiento y limitar la penetración del agua en el macizo pétreo. Debido a las extraordinarias precipitaciones en la región de examen, la muggosidad en el macizo de piedra debe observarse anualmente.



BIBLIOGRAFÍA

- Abrahamson, N. A., & Silva, W. J. (1992). Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes. *Seismological Research Letters*, 94-122.
- Abramson, L. (1996). *Slope stability and stabilization methods*. Wiley-Interscience.
- Almaguer, Y. (2005). *Evaluación de la Susceptibilidad del Terreno a la Rotura por Desarrollo de Deslizamientos en el yacimiento Punta gorda*. Revista Minería y geología.
- Alva, J. (2000). *Análisis de Estabilidad de Taludes*. UNI-FIC.
- Arias, A. (1920). A measure of earthquake intensity. *Seismic Design for Nuclear Power Plants*, 438-483.
- Asociación de carreteras del Japon. (1984). *SERIE DE TRABAJOS DE TIERRA EN CARRETERAS MANUAL DE PROTECCION DE TALUDES*. Tokyo: Azabudai.
- Badillo, E. (2005). *Fundamento de la Mecanica de Suelos*. Mexico: Noriega.
- Bathe, K., & Wilson, L. (1926). Numerical methods in finite element analysis. *Englewood Cliffs*. Beneyto, A. (2011). Análisis de Estabilidad de Taludes mediante Técnicas de Optimización
- Heurística. *Asociación Argentina de Mecánica Computacional*, 30.
- Beneyto, P. (2012). *Análisis de la evolución de superficies de deslizamiento de suelos cohesivos utilizando optimización Heurística*. Brazil: Universidad Federal do Rio Grande do Sul.
- Castañón, P. (2011). *Cálculo de Factor de Erosión de la Lluvia*. México: Universidad Nacional.
- Cuenca, A. (2001). *Comentarios sobre el cálculo de taludes*. España: Laboratorio de Carreteras de Alicante.
- Cuenca, A. (2001). *Comentarios sobre el cálculo de taludes*. Laboratorio de Carreteras de Alicante.
- Dollfus. (1923). *Ecología y ocupación del espacio en los andes tropicales*.
- Duque, G. (2012). *Manual de Geología para ingenieros*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.



DYNA. (1992). *SIMULACION DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN SUELOS* .

Lima:DYNA.

Fellenius, W. (1922). *"Statens Jarnvagens Geotekniska Commission, Stockholm, Sweden.* Alemania.

Gray, & Sotir. (1996). *Biotechnical and soil Bioengineering Slope Stabilization. A Practical Guide for Soil Erosion Control. John Wiley and Sons, 328.*

Gray, & Sotir. (1996). *Movimientos en masa y estabilidad de taludes naturales.*

Hernández, L., & Tamayo, A. (2019). *Análisis de estabilidad del talud y obras de contención necesarias para el diseño de una vía de orden secundario en el Municipio de Dabeiba.* Universidad Cooperativa de Colombia.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación.* México D.F.: Mc. Graw Hil. Ibañez, J (20 de Junio de 2008). *Madrid Blogs.* Obtenido de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/06/20/95122>

Ibañez, J. (10 de Agosto de 2018). *Pérdida de los Recursos Edáficos: La Erosión, Procesos Superficiales terrestres: Relieve, Geomorfología y Cuencas de Drenaje.* Obtenido de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales. . *Revista de la construcción, 12-29.*

Suarez, J. (2015). *Análisis geotécnico.*

Suarez, J. (22 de 12 de 2020). *Deslizamientos: Analisis geotecnico.* Obtenido de www.erosion.com.co

Tardeo, C. (2016). *Análisis dinámico por elementos finitos en la zona de Huayllapampa del distrito de Cuenca — Huancavelica en el año 2016.* Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.

Toro, E. (2012). *Análisis de estabilidad y probabilidad de la falla de dos taludes del suelo tropical.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Ugai, K. (1989). *A Method of Calculation of total factor of safety of slopes by Elasto-Plastic FEM. Soils and Foundations, 190-195.*



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de consistencia

TIULO: ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA DE SANDIA REGIÓN PUNO AÑO 2023					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Pregunta general:</p> <p>¿Cuál es el factor de seguridad de talud mediante el análisis estratégico y evaluación, estático, dinámico por elementos finitos en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?</p> <p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Cuáles son los factores internos determinantes que intervienen en la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?</p> <p>¿Cuáles son los factores externos más determinantes para determinar la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?</p> <p>¿Cuáles son los excesos de presión de poros y las posibles zonas de licuefacción que establezca garantizar la máxima seguridad para situaciones de riesgo en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el análisis estratégico y evaluación "estabilidad de taludes" del Llamani distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar los factores internos que intervienen en la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Determinar los factores externos que intervienen en la estabilidad de talud en la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Determinar los excesos de presión de poros, que intervienen en la estabilidad de taluden la zona de Llamani del distrito de Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Efectuar el cálculo del factor de seguridad de talud mediante el análisis Determinante y evaluación, en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Los factores internos determinantes que intervienen en la estabilidad de talud en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Los factores externos más determinantes para determinar la estabilidad de talud en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p> <p>Los excesos de presión de poros y las posibles zonas de licuefacción que establezca garantizar la máxima seguridad para situaciones de riesgo en la Zona de la Carretera CuyoCuyo Sandia Distrito Cuyocuyo provincia de Sandia región puno año 2023.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>-Cálculo del factor de seguridad. -Factores internos. -Factores externos. -Excesos de presión de poros.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>-Análisis determinante y evaluación. -Zonas de licuefacción.</p>	<p>-Ordinario de fragmentos (OMS) -Bishop simplificado -Janbu simplificado -Cuerpo de Ingenieros -Lowe y Karafiath -Janbu generalizado -Bishop riguroso -Spencer -Morgenstern-Price</p>	<p>Tipo: descriptivo</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Método: Deductivo</p> <p>Población: La población consta de 1 sector dentro de la zona.</p> <p>Muestra: se obtiene con vistas a la planificación de las perspectivas transversales.</p>

- Planos de zona de estudios.
- Fotografías de la zona de estudios
- Fotografías de la zona Llamani (mapeo geomecánica).
- Certificaciones del laboratorio. (INGEOMA).SEGU

Imagen de la zona de análisis estratégico LLAMANI - CUYOCUYO Y SANDIA ,
(PROPIA)



Recolección de la muestra de la zona de análisis estratégico y
evaluación (propia)



Fuente: propia

Zona de análisis estratégico – TALUD Distrito CuyoCuyo y Sandia - Provincia Sandia-Puno.



Imagen de la zona de análisis estratégico y evaluación zona Llamani. CuyoCuyo y Sandia .

Mapeo Geo mecánico zona Llamani.Cuyocuyo y Sandia





Comprobación de Dureza de roca con Picota Zona Llamani. Cuyocuyo y Sandia
Medición de Pie de Talud Zona Llamani. CuyoCuyo y Sandia















ANEXO : MEMORIAS DE CALCULO

14	72.07	1.77
----	-------	------

Vertices estrato Nro..1

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

Vertices estrato Nro...2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

Vertices estrato Nro.3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados Análisis talud [British Standard]

Fs mínimo encontrado	0.13
Abscisa centro superficie	45.82 m
Ordenada centro superficie	80.96 m
Radio superficie	61.54 m

$x_c = 45.824$ $y_c = 80.956$ $R_c = 61.542$ $F_s = 0.13$



8	1067.66	-201.8	807.61	-168.49	1529.32	419.61	0.0
9	1357.63	-232.26	1067.66	-201.8	1713.14	458.64	0.0
10	1675.47	-255.98	1357.63	-232.26	1892.34	496.7	0.0
11	2019.13	-269.26	1675.47	-255.98	2067.1	533.81	0.0
12	1688.83	-344.45	2019.13	-269.26	2514.65	629.41	0.0
13	1352.83	-384.52	1688.83	-344.45	2278.65	578.5	0.0
14	1044.76	-390.12	1352.83	-384.52	2004.52	519.43	0.0
15	768.42	-366.31	1044.76	-390.12	1721.69	458.5	0.0
16	527.76	-318.39	768.42	-366.31	1430.03	395.7	0.0
17	326.88	-251.89	527.76	-318.39	1129.36	330.97	0.0
18	170.04	-172.56	326.88	-251.89	819.54	264.29	0.0
19	61.65	-86.39	170.04	-172.56	500.38	195.63	0.0
20	0.0	0.0	61.65	-86.39	177.89	126.25	0.0

Análisis de Estabilidad de Taludes con: ZENG LIANG (1995)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

Vertices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09

7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados Análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	1.0
Abscisa centro superficie	58.83 m
Ordenada centro superficie	70.81 m
Radio superficie	56.91 m

$xc = 58.832$ $yc = 70.806$ $Rc = 56.908$ $Fs=1.00$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0.53	26.48	0.59	1037.08
2	0.53	25.88	0.59	834.01
3	0.53	25.29	0.59	653.0
4	0.53	24.7	0.58	902.32
5	0.53	24.12	0.58	1144.98
6	0.53	23.53	0.58	1381.1
7	0.53	22.95	0.58	1610.72
8	0.53	22.37	0.57	1833.97
9	0.53	21.8	0.57	2050.94
10	0.53	21.22	0.57	2261.65
11	0.53	20.65	0.57	2466.21
12	0.53	20.08	0.56	2247.59
13	0.53	19.51	0.56	2005.02
14	0.53	18.95	0.56	1756.5
15	0.53	18.38	0.56	1502.09
16	0.53	17.82	0.56	1241.85
17	0.53	17.26	0.56	975.82
18	0.53	16.7	0.55	704.08
19	0.53	16.15	0.55	426.66
20	0.53	15.59	0.55	143.62

Esfuerzos en las rebanadas

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	38.23	-69.48	0.0	0.0	965.58	301.81	0.0
2	88.82	-93.6	38.23	-69.48	747.26	254.53	0.0
3	110.14	-90.16	88.82	-93.6	594.12	221.23	0.0
4	228.58	-92.73	110.14	-90.16	746.27	253.4	0.0
5	385.84	109.66	228.58	-92.73	949.43	296.52	0.0
6	579.61	136.37	385.84	109.66	1147.5	338.58	0.0
7	807.61	168.49	579.61	136.37	1340.8	379.6	0.0

Malla centros

Abscisa vertice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vertice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vertice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vertice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de busqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sismico horizontal	0.1
Coefficiente sismico vertical	0.05

Vertices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

Vertices estrato Nro....1

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

Vertices estrato Nro....2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

Vertices estrato Nro....3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34



Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	0.1
Abscisa centro superficie	45.82 m
Ordenada centro superficie	80.96 m
Radio superficie	61.54 m

$x_c = 45.824$ $y_c = 80.956$ $R_c = 61.542$ $F_s = 0.097$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.94	76.7	4.09	3532.14	353.21	176.61	0.02	12.1	0.0	16201.0	37383.0
2	0.94	73.3	3.27	9185.79	918.58	459.29	0.02	12.1	0.0	10799.6	25437.8
3	0.94	70.4	2.81	13729.2	1372.92	686.46	0.02	12.1	0.0	7715.9	18618.2
4	0.94	67.9	2.51	17576.48	1757.65	878.82	0.02	12.1	0.0	5645.9	14040.3
5	0.94	65.7	2.29	20931.91	2093.19	1046.6	0.02	12.1	0.0	4129.0	10685.6
6	0.94	63.7	2.12	23914.43	2391.44	1195.72	0.02	12.1	0.0	2953.7	8086.6
7	0.94	61.7	1.99	26600.36	2660.04	1330.02	0.02	12.1	0.0	2007.4	5993.8
8	0.94	59.9	1.88	29042.39	2904.24	1452.12	0.02	12.1	0.0	1223.5	4260.1
9	0.94	58.2	1.79	31278.67	3127.87	1563.93	0.02	12.1	0.0	559.7	2792.1
10	1.28	56.3	2.31	45902.23	4590.22	2295.11	0.02	12.1	0.0	-2084.6	-2492.4
11	0.6	54.8	1.04	20217.98	2021.8	1010.9	0.02	12.1	0.0	695.8	2530.0
12	0.94	53.5	1.58	23216.1	2321.61	1160.81	0.02	12.1	0.0	494.9	2648.9
13	0.94	52.1	1.53	2736.16	1273.62	636.81	0.02	12.1	0.0	1234.2	4283.8
14	0.65	50.9	1.03	2617.68	261.77	130.88	0.02	12.1	0.0	1323.7	4002.4
15	1.23	49.5	1.9	323.31	32.33	16.17	0.02	12.1	0.0	2299.2	7118.3
16	0.94	48.0	1.41	403.96	40.4	20.2	0.02	12.1	0.0	1344.3	4527.3
17	0.94	46.7	1.37	446.74	44.67	22.34	0.02	12.1	0.0	1009.8	3787.7
18	0.94	45.4	1.34	409.56	40.96	20.48	0.02	12.1	0.0	698.4	3098.9
19	0.94	44.2	1.31	297.72	29.77	14.89	0.02	12.1	0.0	406.6	2453.7
20	0.94	43.0	1.29	115.87	11.59	5.79	0.02	12.1	0.0	131.8	1845.9

Análisis de Estabilidad de Taludes con: SARMA (1973)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	



Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

Vertices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

Vertices estrato Nro....1

N	X (m)	y (m)
---	-------	-------

Vertices estrato Nro..2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

Vertices estrato Nro....3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86



Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1.06	78.55	5.35	4486.04
2	6.63	69.68	19.09	169308.1
3	3.85	59.96	7.68	164337.7
4	2.91	55.33	5.11	147148.7
5	3.14	51.65	5.05	109632.0
6	6.03	46.64	8.78	99409.13
7	3.31	41.84	4.45	59323.03
8	3.85	38.45	4.91	81348.89
9	3.09	35.3	3.78	79632.42
10	4.6	31.97	5.43	119438.2
11	3.85	28.42	4.37	89401.42
12	3.12	25.58	3.46	63650.24
13	4.57	22.53	4.95	96277.52
14	3.85	19.27	4.07	94405.44
15	3.85	16.34	4.01	104126.1
16	3.85	13.46	3.95	102435.9
17	5.36	10.05	5.44	114597.6
18	2.34	7.23	2.36	37744.29
19	3.85	4.98	3.86	44038.02
20	3.85	2.19	3.85	24273.23

Esfuerzos en las rebanadas

N r.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	2616.46	4187.07	0.0	0.0	4079.82	5750.73	0.0
2	-55256.16	-88425.56	2616.46	4187.07	-20888.61	-4729.11	0.0
3	-99699.42	-159547.4	-55256.16	-88425.56	32822.09	27477.35	0.0
4	-134056.5	-214528.5	-99699.42	-159547.4	50117.56	38433.09	0.0
5	-156037.6	-249704.4	-134056.5	-214528.5	48882.46	37522.63	0.0
6	-171648.6	-274686.6	-156037.6	-249704.4	56998.18	45289.16	0.0
7	-177860.8	-284627.8	-171648.6	-274686.6	40441.71	31186.8	0.0
8	-184184.6	-294747.7	-177860.8	-284627.8	60490.61	45719.96	0.0
9	-187736.0	-300431.0	-184184.6	-294747.7	63248.71	47085.6	0.0
10	-189224.4	-302812.8	-187736.0	-300431.0	100069.1	74199.34	0.0
11	-186116.1	-297838.7	-189224.4	-302812.8	77938.75	57867.7	0.0
12	-181088.3	-289792.7	-186116.1	-297838.7	56473.01	42086.88	0.0
13	-169812.6	-271748.4	-181088.3	-289792.7	86184.11	64048.11	0.0
14	-153614.7	-245827.2	-169812.6	-271748.4	83721.33	61829.6	0.0
15	-130185.9	-208334.4	-153614.7	-245827.2	90052.47	66306.08	0.0
16	-100829.2	-161355.3	-130185.9	-208334.4	84602.42	62393.85	0.0
17	-58506.2	-93626.54	-100829.2	-161355.3	86629.09	64627.63	0.0
18	-40233.16	-64384.48	-58506.2	-93626.54	24393.74	18636.78	0.0
19	-15734.96	-25180.4	-40233.16	-64384.48	24679.64	19641.13	0.0
20	1543.82	2470.54	-15734.96	-25180.4	9164.28	8578.18	0.0

Análisis de Estabilidad de Taludes con: BELL (1968)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros



6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

vértices estrato Nro: 01

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

011

vértices estrato Nro....2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

vórtices estrato Nro....3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	0.3
Abscisa centro superficie	58.83 m
Ordenada centro superficie	84.34 m
Radio superficie	79.11 m

$x_c = 58.832$ $y_c = 84.34$ $R_c = 79.111$ $F_s = 0.301$
 Lambda = 0.625



Esfuerzos en las rebanadas

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	Ni (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	2616.46	4187.07	0.0	0.0	4079.82	5750.73	0.0
2	-55256.16	-88425.56	2616.46	4187.07	-20888.61	-4729.11	0.0
3	-99699.42	-159547.4	-55256.16	-88425.56	32822.09	27477.35	0.0
4	-134056.5	-214528.5	-99699.42	-159547.4	50117.56	38433.09	0.0
5	-156037.6	-249704.4	-134056.5	-214528.5	48882.46	37522.63	0.0
6	-171648.6	-274686.6	-156037.6	-249704.4	56998.18	45289.16	0.0
7	-177860.8	-284627.8	-171648.6	-274686.6	40441.71	31186.8	0.0
8	-184184.6	-294747.7	-177860.8	-284627.8	60490.61	45719.96	0.0
9	-187736.0	-300431.0	-184184.6	-294747.7	63248.71	47085.6	0.0
10	-189224.4	-302812.8	-187736.0	-300431.0	100069.1	74199.34	0.0
11	-186116.1	-297838.7	-189224.4	-302812.8	77938.75	57867.7	0.0
12	-181088.3	-289792.7	-186116.1	-297838.7	56473.01	42086.88	0.0
13	-169812.6	-271748.4	-181088.3	-289792.7	86184.11	64048.11	0.0
14	-153614.7	-245827.2	-169812.6	-271748.4	83721.33	61829.6	0.0
15	-130185.9	-208334.4	-153614.7	-245827.2	90052.47	66306.08	0.0
16	-100829.2	-161355.3	-130185.9	-208334.4	84602.42	62393.85	0.0
17	-58506.2	-93626.54	-100829.2	-161355.3	86629.09	64627.63	0.0
18	-40233.16	-64384.48	-58506.2	-93626.54	24393.74	18636.78	0.0
19	-15734.96	-25180.4	-40233.16	-64384.48	24679.64	19641.13	0.0
20	1543.82	2470.54	-15734.96	-25180.4	9164.28	8578.18	0.0

Análisis de Estabilidad de Taludes con: SPENCER (1967)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

vértices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43



8	2.97	24.44
Vertices estrato N....3		
N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	0.301
Abscisa centro superficie	58.83 m
Ordenada centro superficie	84.34 m
Radio superficie	79.11 m

$x_c = 58.832$ $y_c = 84.34$ $R_c = 79.111$ $F_s = 0.301$

Lambda = 0.625

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1.06	78.55	5.35	4486.04
2	6.63	69.68	19.09	169308.1
3	3.85	59.96	7.68	164337.7
4	2.91	55.33	5.11	147148.7
5	3.14	51.65	5.05	109632.0
6	6.03	46.64	8.78	99409.13
7	3.31	41.84	4.45	59323.03
8	3.85	38.45	4.91	81348.89
9	3.09	35.3	3.78	79632.42
10	4.6	31.97	5.43	119438.2
11	3.85	28.42	4.37	89401.42
12	3.12	25.58	3.46	63650.24
13	4.57	22.53	4.95	96277.52
14	3.85	19.27	4.07	94405.44
15	3.85	16.34	4.01	104126.1
16	3.85	13.46	3.95	102435.9
17	5.36	10.05	5.44	114597.6
18	2.34	7.23	2.36	37744.29
19	3.85	4.98	3.86	44038.02
20	3.85	2.19	3.85	24273.23



Análisis de Estabilidad de Taludes con: MORGENSTERN-PRICE (1965)

Normativa	EC7: SREN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno: análisis	Pico
Superficie circular	Condición drenada

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

Vertices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

Vertices estrato N...1

N	X (m)	y (m)
---	-------	-------

Vertices estrato N...2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67



Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. minino encontrado	0.1
Abscisa centro superficie	45.82 m
Ordenada centro superficie	80.96 m
Radio superficie	61.54 m

$x_c = 45.824$ $y_c = 80.956$ $R_c = 61.542$ $F_s = 0.10$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.94	76.7	4.09	3532.14	353.21	176.61	0.02	12.1	0.0	-1201.5	16990.7
2	0.94	73.3	3.27	9185.79	918.58	459.29	0.02	12.1	0.0	1832.2	31382.7
3	0.94	70.4	2.81	13729.2	1372.92	686.46	0.02	12.1	0.0	4098.2	39143.3
4	0.94	67.9	2.51	17576.48	1757.65	878.82	0.02	12.1	0.0	5949.2	44094.0
5	0.94	65.7	2.29	20931.91	2093.19	1046.6	0.02	12.1	0.0	7534.7	47571.7
6	0.94	63.7	2.12	23914.43	2391.44	1195.72	0.02	12.1	0.0	8934.0	50176.8
7	0.94	61.7	1.99	26600.36	2660.04	1330.02	0.02	12.1	0.0	10194.7	52222.1
8	0.94	59.9	1.88	29042.39	2904.24	1452.12	0.02	12.1	0.0	11347.8	53888.2
9	0.94	58.2	1.79	31278.67	3127.87	1563.93	0.02	12.1	0.0	12414.9	55286.3
10	1.28	56.3	2.31	45902.23	4590.22	2295.11	0.02	12.1	0.0	18507.5	77243.4
11	0.6	54.8	1.04	20217.98	2021.8	1010.9	0.02	12.1	0.0	8186.3	32883.3
12	0.94	53.5	1.58	23216.1	2321.61	1160.81	0.02	12.1	0.0	9232.4	37098.3
13	0.94	52.1	1.53	2736.16	1273.62	636.81	0.02	12.1	0.0	4739.2	20267.2
14	0.65	50.9	1.03	2617.68	261.77	130.88	0.02	12.1	0.0	594.6	4582.1
15	1.23	49.5	1.9	323.31	32.33	16.17	0.02	12.1	0.0	-866.8	1794.1
16	0.94	48.0	1.41	403.96	40.4	20.2	0.02	12.1	0.0	-556.6	1561.4
17	0.94	46.7	1.37	446.74	44.67	22.34	0.02	12.1	0.0	-508.5	1593.7
18	0.94	45.4	1.34	409.56	40.96	20.48	0.02	12.1	0.0	-498.2	1518.5
19	0.94	44.2	1.31	297.72	29.77	14.89	0.02	12.1	0.0	-524.1	1347.3
20	0.94	43.0	1.29	115.87	11.59	5.79	0.02	12.1	0.0	-584.4	1089.4



Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

vértices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

vértices estrato.....1

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

vértices estrato.....2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

vértices estrato.....3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales



129	49.1	92.8	72.9	0.16
130	52.3	94.5	76.0	0.13
131	55.6	92.8	78.1	0.17
132	58.8	94.5	84.5	0.25
133	62.1	92.8	82.8	0.25
134	75.1	92.8	83.2	0.42
135	78.3	94.5	85.2	0.45
136	81.6	92.8	87.8	0.36
137	32.8	97.9	66.7	0.17
138	36.1	96.2	69.6	0.18
139	39.3	97.9	72.9	0.17
140	42.6	96.2	72.2	0.16
141	45.8	97.9	75.4	0.16
142	49.1	96.2	77.8	0.17
143	52.3	97.9	81.0	0.17
144	55.6	96.2	79.1	0.12
145	58.8	97.9	86.6	0.23
146	62.1	96.2	86.1	0.24
147	65.3	97.9	87.8	0.24
148	68.6	96.2	90.3	0.27
149	78.3	97.9	88.6	0.43
150	81.6	96.2	91.1	0.37
151	84.9	97.9	93.2	0.36
152	88.1	96.2	92.1	0.35
153	36.1	99.6	70.1	0.17
154	39.3	101.3	73.5	0.16
155	49.1	99.6	78.6	0.16
156	52.3	101.3	81.8	0.16
157	55.6	99.6	84.2	0.17
158	58.8	101.3	87.4	0.17
159	62.1	99.6	89.4	0.24
160	65.3	101.3	91.1	0.24
161	42.6	102.9	76.8	0.16
162	49.1	102.9	82.8	0.17
163	55.6	102.9	85.1	0.16
164	62.1	102.9	90.7	0.22
165	68.6	102.9	97.0	0.25
166	88.1	102.9	98.8	0.35

Análisis de Estabilidad de Taludes con: JANBU (1967)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m



72	78.3	81.0	75.7	0.34
73	81.6	79.3	74.4	0.34
74	23.1	82.6	49.8	20.00
75	26.3	84.3	52.7	20.00
76	29.6	82.6	55.0	20.00
77	32.8	84.3	57.8	20.00
78	36.1	82.6	60.1	0.18
79	39.3	84.3	63.0	0.18
80	42.6	82.6	60.4	0.12
81	45.8	84.3	68.2	0.22
82	49.1	82.6	68.6	20.00
83	52.3	84.3	70.3	0.24
84	55.6	82.6	73.2	0.27
85	58.8	84.3	74.6	0.28
86	62.1	82.6	77.1	0.30
87	68.6	82.6	72.8	0.42
88	71.8	84.3	78.6	0.34
89	75.1	82.6	77.1	0.37
90	81.6	82.6	77.7	0.34
91	23.1	86.0	53.6	20.00
92	26.3	87.7	56.6	20.00
93	29.6	86.0	55.6	0.16
94	32.8	87.7	58.6	0.15
95	36.1	86.0	60.8	20.00
96	39.3	87.7	63.8	0.17
97	42.6	86.0	66.0	0.17
98	45.8	87.7	68.9	0.17
99	49.1	86.0	71.1	0.23
100	52.3	87.7	73.6	0.23
101	55.6	86.0	76.5	0.27
102	58.8	87.7	77.9	0.26
103	62.1	86.0	80.5	0.29
104	68.6	86.0	76.1	0.44
105	71.8	87.7	77.9	0.43
106	75.1	86.0	76.5	0.44
107	84.9	87.7	83.2	0.36
108	26.3	91.1	59.9	20.00
109	29.6	89.4	59.6	20.00
110	32.8	91.1	62.7	20.00
111	36.1	89.4	61.6	0.15
112	39.3	91.1	64.6	0.14
113	42.6	89.4	66.8	0.16
114	45.8	91.1	69.8	0.16
115	49.1	89.4	71.9	0.17
116	52.3	91.1	75.0	0.17
117	55.6	89.4	75.1	0.17
118	58.8	91.1	81.2	0.26
119	65.3	91.1	85.3	0.28
120	75.1	89.4	79.9	0.43
121	81.6	89.4	84.4	0.36
122	84.9	91.1	86.6	0.35
123	29.6	92.8	63.1	20.00
124	32.8	94.5	66.3	20.00
125	36.1	92.8	65.8	0.17
126	39.3	94.5	69.0	0.17
127	42.6	92.8	71.5	0.18
128	45.8	94.5	74.6	0.17



15	68.6	69.1	63.4	0.37
16	71.8	70.8	61.2	0.61
17	75.1	69.1	63.6	0.34
18	78.3	70.8	65.6	0.39
19	23.1	72.5	44.0	20.00
20	26.3	74.2	46.6	20.00
21	29.6	72.5	48.5	20.00
22	32.8	74.2	51.2	20.00
23	36.1	72.5	52.0	20.00
24	39.3	74.2	54.1	20.00
25	42.6	72.5	58.0	20.00
26	45.8	74.2	60.0	0.25
27	49.1	72.5	63.5	20.00
28	52.3	74.2	65.4	0.29
29	55.6	72.5	58.7	0.37
30	58.8	74.2	60.2	0.55
31	62.1	72.5	67.1	0.36
32	65.3	74.2	64.4	0.42
33	68.6	72.5	62.7	0.41
34	71.8	74.2	68.5	0.36
35	75.1	72.5	67.0	0.34
36	78.3	74.2	68.9	0.35
37	23.1	75.9	44.6	20.00
38	26.3	77.6	51.6	20.00
39	29.6	75.9	49.3	20.00
40	32.8	77.6	52.0	20.00
41	36.1	75.9	53.9	0.18
42	39.3	77.6	56.6	0.17
43	42.6	75.9	56.2	0.17
44	45.8	77.6	63.3	0.24
45	49.1	75.9	61.9	0.26
46	52.3	77.6	68.7	0.27
47	55.6	75.9	66.6	0.30
48	58.8	77.6	72.5	0.29
49	62.1	75.9	66.1	0.30
50	65.3	77.6	67.7	0.43
51	68.6	75.9	70.1	0.39
52	71.8	77.6	71.9	0.37
53	75.1	75.9	70.3	0.35
54	78.3	77.6	72.3	0.35
55	81.6	75.9	71.0	0.46
56	23.1	79.3	49.3	20.00
57	26.3	81.0	52.1	20.00
58	29.6	79.3	50.1	0.14
59	32.8	81.0	52.9	0.13
60	36.1	79.3	54.8	0.16
61	39.3	81.0	57.6	0.15
62	42.6	79.3	59.4	0.17
63	45.8	81.0	61.5	0.11
64	49.1	79.3	65.3	0.25
65	52.3	81.0	67.1	0.25
66	55.6	79.3	69.9	0.29
67	58.8	81.0	75.8	0.30
68	62.1	79.3	65.1	0.54
69	65.3	81.0	71.1	0.59
70	68.6	79.3	73.5	0.38
71	71.8	81.0	75.2	0.38



4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

Vertices estrato Nro.3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	0.11
Abscisa centro superficie	45.82 m
Ordenada centro superficie	80.96 m
Radio superficie	61.54 m

Numero de superficies examinadas...(166)

Nº	Xo	Yo	Ro	Fs
1	23.1	69.1	43.4	20.00
2	26.3	70.8	45.9	20.00
3	29.6	69.1	42.3	20.00
4	32.8	70.8	49.9	20.00
5	36.1	69.1	48.7	20.00
6	39.3	70.8	50.8	20.00
7	42.6	69.1	54.7	20.00
8	45.8	70.8	56.6	20.00
9	49.1	69.1	60.2	20.00
10	52.3	70.8	57.3	0.43
11	55.6	69.1	60.1	0.38
12	58.8	70.8	61.4	0.40
13	62.1	69.1	63.8	0.36
14	65.3	70.8	65.2	0.37

Análisis de Estabilidad de Taludes con: BISHOP (1955)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

Vertices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

Vértices estrato Nro....1

N	X (m)	y (m)
---	-------	-------

Vértices estrato Nro....2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04



Estratigrafía

Estrato	Cohesion (kg/cm ²)	Cohesiono drenada (kg/c m ²)	Angulo de resistencia al corte (°)	Peso especifico (Kg/m ³)	Peso saturado (Kg/m ³)	Litologia
1	0.02	2.00	15	1900	2100	Argilla o argilla limosa molle
2	0.250	1.00	36	1900	2100	Sabbia o sabbia limosa densa
3	0.120	1.00	36	1900	2100	Ghiaia con sabbia o ghaia sabbiosa
4	0.180	1.20	45	2300	2500	Substrato roccioso

Resultados análisis talud [British Standard]

Fs. mínimo encontrado	0.13
Abscisa centro superficie	45.82 m
Ordenada centro superficie	80.96 m
Radio superficie	61.54 m

$x_c = 45.824$ $y_c = 80.956$ $R_c = 61.542$ $F_s = 0.125$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Phi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.94	76.7	4.09	3532.14	353.21	176.61	0.02	12.1	0.0	510.7	3518.5
2	0.94	73.3	3.27	9185.79	918.58	459.29	0.02	12.1	0.0	1899.1	9061.0
3	0.94	70.4	2.81	13729.2	1372.92	686.46	0.02	12.1	0.0	3536.1	13395.7
4	0.94	67.9	2.51	17576.48	1757.65	878.82	0.02	12.1	0.0	5299.4	16950.7
5	0.94	65.7	2.29	20931.91	2093.19	1046.6	0.02	12.1	0.0	7130.9	19940.7
6	0.94	63.7	2.12	23914.43	2391.44	1195.72	0.02	12.1	0.0	8997.3	22493.0
7	0.94	61.7	1.99	26600.36	2660.04	1330.02	0.02	12.1	0.0	10877.8	24690.7
8	0.94	59.9	1.88	29042.39	2904.24	1452.12	0.02	12.1	0.0	12758.1	26592.4
9	0.94	58.2	1.79	31278.67	3127.87	1563.93	0.02	12.1	0.0	14628.4	28241.1
10	1.28	56.3	2.31	45902.23	4590.22	2295.11	0.02	12.1	0.0	22901.9	40746.2
11	0.6	54.8	1.04	20217.98	2021.8	1010.9	0.02	12.1	0.0	10595.6	17680.7
12	0.94	53.5	1.58	23216.1	2321.61	1160.81	0.02	12.1	0.0	12617.4	20052.6
13	0.94	52.1	1.53	2736.16	1273.62	636.81	0.02	12.1	0.0	7211.1	10831.5
14	0.65	50.9	1.03	2617.68	261.77	130.88	0.02	12.1	0.0	1530.3	2196.5
15	1.23	49.5	1.9	323.31	32.33	16.17	0.02	12.1	0.0	195.7	267.0
16	0.94	48.0	1.41	403.96	40.4	20.2	0.02	12.1	0.0	253.8	327.2
17	0.94	46.7	1.37	446.74	44.67	22.34	0.02	12.1	0.0	289.2	355.8
18	0.94	45.4	1.34	409.56	40.96	20.48	0.02	12.1	0.0	272.6	320.5
19	0.94	44.2	1.31	297.72	29.77	14.89	0.02	12.1	0.0	203.3	228.9
20	0.94	43.0	1.29	115.87	11.59	5.79	0.02	12.1	0.0	81.1	87.5



Vértices perfil

Nr	X (m)	y (m)
1	-36.46	92.56
2	-29.46	84.49
3	-23.8	76.65
4	-18.13	70.02
5	-4.74	65.43
6	-1.61	41.8
7	4.42	35.41
8	14.67	31.67
9	26.25	20.0
10	38.79	20.0
11	47.71	12.74
12	54.7	6.59
13	62.54	3.09
14	72.07	1.77

Vértices estrato...1

N	X (m)	y (m)
---	-------	-------

Vértices estrato...2

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	71.46
2	-28.14	65.68
3	-21.87	59.04
4	-17.28	50.24
5	-10.89	41.08
6	-4.74	36.25
7	-1.13	31.67
8	2.97	24.44

Vértices estrato...3

N	X (m)	y (m)
1	-36.34	56.07
2	-30.31	50.19
3	-26.4	42.93
4	-19.57	32.89
5	-15.81	29.97
6	-1.16	20.34
7	0.65	17.97
8	2.97	16.86

Coefficientes de acciones parciales

Desventajas: permanente, variable	1.0	1.0
Favorable: permanente, variable	1.0	1.0

Coefficientes parciales parámetros geotécnicos del terreno

Tangente Angulo de resistencia al corte	1.25
Cohesión efectiva	1.25
Cohesión no drenada	1.4
Reducción parámetros geotécnicos terreno	Si

Estimación de la acción sísmica

Para verificar la estabilidad de taludes con acción sísmica se usa el método pseudoestático. Para terrenos que con una carga cíclica puedan desarrollar presiones intersticiales elevadas, se considera un aumento porcentual de las presiones neutras que toma en cuenta este factor de pérdida de resistencia.

Para evaluar la acción sísmica se consideran las siguientes fuerzas:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Donde:

- F_H y F_V son, respectivamente, el componente horizontal y vertical la fuerza de inercia aplicada al baricentro de la rebanada;
- W peso de la rebanada;
- K_x coeficiente sísmico horizontal;
- K_y coeficiente sísmico vertical.

Búsqueda de la superficie de deslizamiento crítica

En presencia de suelos homogéneos no se dispone de métodos para individuar la superficie de deslizamiento crítica y se debe examinar un elevado número de superficies potenciales.

En caso de superficies de forma circular la búsqueda se hace más sencilla, ya que después de haber colocado una malla centros de m líneas y n columnas, se examinan todas las superficies cuyo centro sea el nudo genérico de la malla $m \times n$ con radio variable dentro un determinado rango de valores, de forma tal que se examinan superficies cinemáticamente admisibles.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES CON: FELLENIUS (1936)

Normativa	EC7: SR EN 1997-1 Anexa A
Numero de estratos	4.0
Numero rebanadas	20.0
Grado de seguridad aceptable	1.5
Coefficiente parcial resistencia	1.0
Parámetros geotécnicos a usar. Angulo de rozamiento interno:	Pico
Análisis	Condición drenada
Superficie circular	

Malla centros

Abscisa vértice izquierdo inferior xi	23.06 m
Ordenada vértice izquierdo inferior yi	69.11 m
Abscisa vértice derecho superior xs	88.1 m
Ordenada vértice derecho superior ys	102.95 m
Intervalo de búsqueda	10.0
Numero de celdas en x	10.0
Numero de celdas en y	10.0

Sismo

Coefficiente sísmico horizontal	0.1
Coefficiente sísmico vertical	0.05

Estas dos ecuaciones se extienden por integración a toda la masa deslizando.

El método de cálculo satisface todas las ecuaciones de equilibrio y se aplica a superficies de cualquier forma, pero implica necesariamente el uso de un ordenador.

Método de Zeng y Liang (2002)

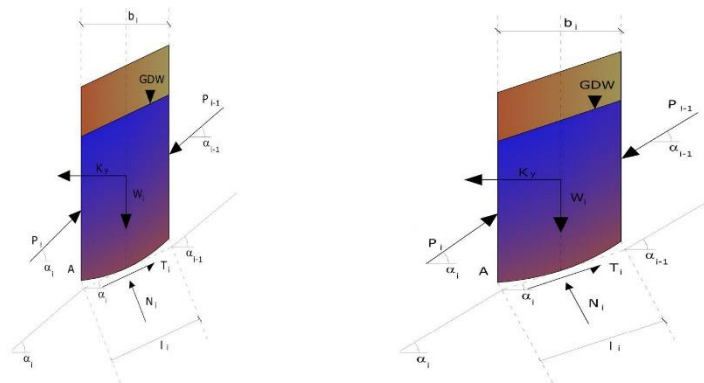
Con Zeng y Liang se efectuaron una serie de análisis paramétricos en un modelo bidimensional, desarrollado según los elementos finitos, que recrea el caso de pilotes en un terreno en movimiento (drilled shafts). El modelo bidimensional reproduce una franja de terreno de espesor 1 y supone que el fenómeno se da en condiciones de deformación plana en dirección paralela al eje de los pilotes.

Dicho modelo ha sido utilizado para investigar la influencia que tienen en la formación del efecto arco, algunos parámetros como el interjeje entre pilotes, el diámetro y la forma de los mismos y las propiedades mecánicas del suelo. En la relación entre interjeje y el diámetro de los pilotes (s/d), los autores identifican el parámetro adimensional determinante en la formación del efecto arco.

El problema resulta ser estáticamente indeterminado, con un grado de indeterminación igual a $(8n-4)$, sin embargo, es posible obtener una solución reduciendo el número de incógnitas y asumiendo hipótesis simplificadoras, con el fin de determinar el problema.

Los supuestos que determinan el problema son:

- K_y se asumen como horizontales con el fin de reducir el número total de incógnitas de $(n-1)$ a $(7n-3)$;



-Las fuerzas normales en la base de la banda actúan en el punto medio, reduciendo las incógnitas de n a $(6n-3)$;

-La posición de los empujes laterales está a un tercio de la altura promedio de la interrebanada y reduce las incógnitas de $(n-1)$ a $(5n-2)$;

-Las fuerzas (P_{i-1}) y P_i se asumen como paralelas a la inclinación de la base de la franja, reduciendo el número de incógnitas de $(n-1)$ a $(4n-1)$;

-Se asume un único límite elástico para todas las franjas, reduciendo las incógnitas de (n) a $(3n-1)$.

El número total de incógnitas se reduce por lo tanto a $(3n)$ y para calcularlas se usa el factor de transferencia de carga. Además, se debe tener en cuenta que la fuerza de estabilización transmitida al terreno en el lado externo de los pilotes se reduce en una cantidad R , llamado factor de reducción, calculado como a continuación:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

El factor R depende por lo tanto del cociente entre el interjeje de los pilotes y el diámetro de los mismos y del factor R_p que toma en cuenta el efecto arco.

El método propone el cálculo de dos coeficientes de seguridad: el primero (F_{sm}) se obtiene de 1), ligado al equilibrio de momentos; el segundo (F_{sf}) de 2) ligado al equilibrio de fuerzas. En práctica se procede resolviendo la 1) y la 2) para un intervalo dado de valores del ángulo θ , considerando como valor único del coeficiente de seguridad aquel para el cual se obtiene:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

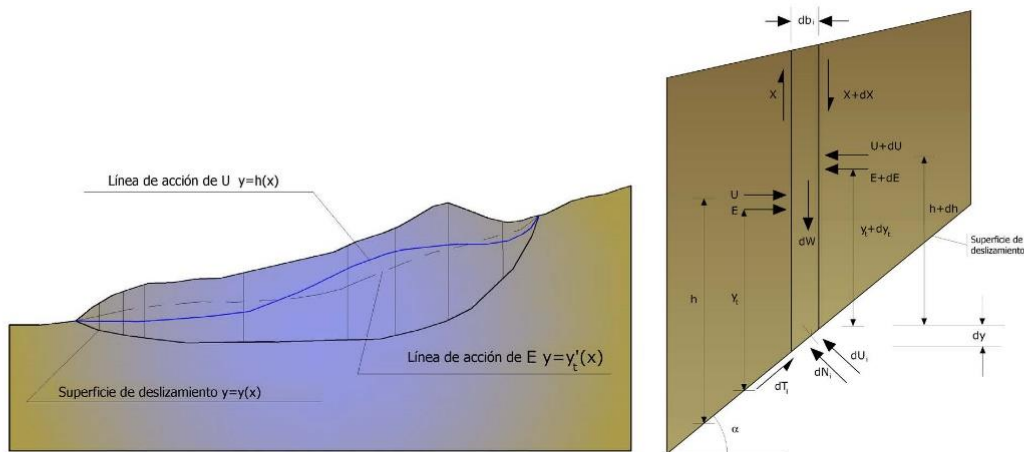
Método de Morgenstern y Price (1965)

Se establece una relación entre los componentes de las fuerzas de interconexión de tipo $X = \lambda f(x)E$, donde λ es un factor de escala y $f(x)$ es la función de la posición de E y de X que define una relación entre las variaciones de la fuerza X y de la fuerza E dentro la masa deslizante. La función $f(x)$ se escoge arbitrariamente (constante, senoide, semisenoide, trapecio, fraccionada) e influye poco sobre el resultado, pero se debe verificar que los valores obtenidos de las incógnitas sean físicamente aceptables.

La particularidad del método es que la masa se subdivide en franjas infinitesimales, a las cuales se aplican las ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical y de rotura en la base de las franjas. Se llega a una primer ecuación diferencial que une las fuerzas de conexión incógnitas E , X , el coeficiente de seguridad F_s , el peso de la franja infinitésima dW y el resultado de las presiones neutras en la base dU .

Se obtiene la llamada "ecuación de las fuerzas":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) = \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$



Acciones en la i -ésima rebanada según las hipótesis de Morgenstern y Price y representación del conjunto

Una segunda ecuación, llamada "ecuación de los momentos", se escribe imponiendo la condición de equilibrio a la rotación respecto a la base:

$$X = \frac{d(E \gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

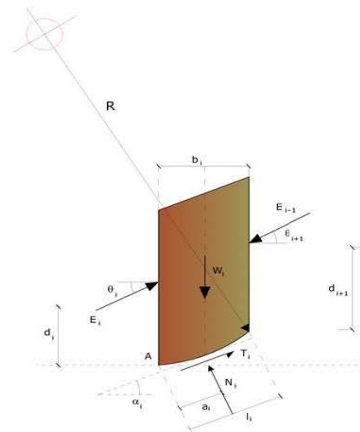
Método de Spencer (1967)

El método se basa en el supuesto de que:

1. Las fuerzas de conexión a lo largo de las superficies de división de cada rebanada están orientadas paralelamente entre sí e inclinadas con respecto a la horizontal de un ángulo θ ;
2. Todos los momentos son nulos $M_i = 0 \quad i=1, \dots, n$.

Básicamente el método satisface todas las ecuaciones de la estática y equivale al método de Morgenstern y Price cuando la función $f(x) = 1$.

Imponiendo el equilibrio de momentos respecto al centro del arco descrito por la superficie de deslizamiento se tiene:



$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

Donde:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h) \sec \alpha + \frac{W \tan \alpha}{F_s} - W \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + \tan \phi \tan(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

fuerza de interacción entre las rebanadas;

R = radio del arco circular;

θ = ángulo de inclinación de la fuerza Q_i respecto a la horizontal.

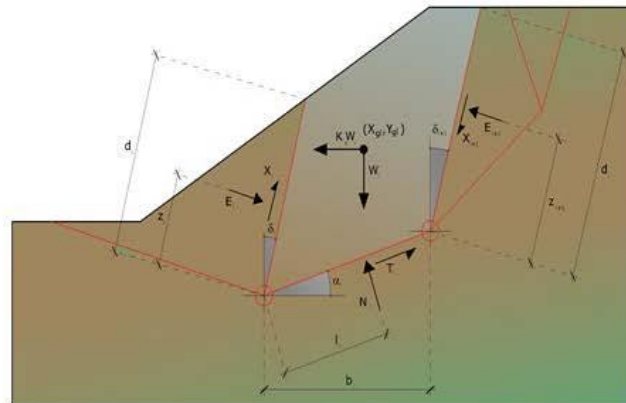
Imponiendo el equilibrio de las fuerzas horizontales y verticales se obtiene respectivamente:

$$\begin{aligned} \sum (Q_i \cos \theta) &= 0 \\ \sum (Q_i \sin \theta) &= 0 \end{aligned}$$

Asumiendo las fuerzas Q_i paralelas entre sí, se puede también escribir:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

La ecuación de equilibrio de momentos se escribe seleccionando como punto de referencia el baricentro del cúmulo; de manera que, después de haber efectuado una serie de posiciones y transformaciones trigonométricas y algebraicas, en el método de Sarma la solución del problema se obtiene resolviendo dos ecuaciones:



Acciones en la i-ésima rebanada, método de Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + (x_i - x_G)] = \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G)$$

Pero el enfoque de solución, en este caso, está completamente invertido: el problema en efecto requiere encontrar un valor de K (aceleración sísmica) correspondiente a un determinado factor de seguridad; y en particular, encontrar el valor de la aceleración K correspondiente al factor de seguridad $F = 1$, o sea la aceleración crítica. Se tiene, por lo tanto:

$$K = K_c \quad \text{Aceleración crítica si } F = 1$$

$$F = F_s \quad \text{Factor de seguridad en condiciones estáticas si } K = 0$$

La segunda parte del problema del Método de Sarma es encontrar una distribución de fuerzas internas X_i y E_i tal que permita verificar el equilibrio de la rebanada y el equilibrio global del macizo, sin violar el criterio de rotura. Se ha encontrado que una solución aceptable al problema se puede obtener asumiendo la siguiente distribución de las fuerzas X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

Donde Q_i es una función conocida, donde se toman en cuenta los parámetros geotécnicos promedio en la i-ésima cara de la rebanada i, y λ representa una incógnita.

La solución completa del problema se obtiene, por lo tanto, después de algunas iteraciones, con los valores de K_c , λ y F , que permiten obtener también la distribución de las fuerzas entre las franjas.

$W_i \cos \alpha_i / L_i =$ valor del esfuerzo normal total asociado al método ordinario de las rebanadas

El segundo término de la ecuación incluye la función:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Donde x_0 y x_n son, respectivamente, las abscisas del primer y del último punto de la superficie de deslizamiento, mientras x_{ci} representa la abscisa del punto medio de la base de la i -ésima rebanada.

Una parte sensible de reducción del peso asociada a una aceleración vertical del terreno K_z g se puede transmitir directamente a la base y esto se incluye en el factor $(1 - K_z)$.

El esfuerzo normal total en la base de una rebanada está dado por:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La solución de las ecuaciones de equilibrio se consigue resolviendo un sistema lineal de tres ecuaciones, las cuales se obtienen multiplicando las ecuaciones de equilibrio por el factor de seguridad F , sustituyendo la expresión de N_i y multiplicando cada término de la cohesión por un coeficiente arbitrario C_3 . Con el fin de iniciar una solución iterativa, se puede usar cualquier par de valores del factor de seguridad dentro de una estimación físicamente razonable.

El número necesario de iteraciones depende tanto de la estimación inicial como de la precisión deseada para la solución; normalmente el proceso converge rápidamente.

Método de Sarma (1973)

El método de Sarma es un simple pero esmerado método para el análisis de estabilidad de taludes que permite determinar la aceleración sísmica horizontal necesaria para que la masa de terreno, delimitada por la superficie de deslizamiento y por el perfil topográfico, alcance el estado de equilibrio límite (aceleración crítica K_c) y, al mismo tiempo, permite obtener el factor de seguridad obtenido como con los otros métodos comunes de la geotecnia.

Se trata de un método basado en el principio del equilibrio límite y de las franjas. Por lo tanto se considera el equilibrio de una masa potencial de terreno en deslizamiento subdividida en n franjas verticales de espesor suficientemente pequeño como para asumir que el esfuerzo normal N_i obra en el punto medio de la base de la franja.

Las ecuaciones a considerar son:

- La ecuación de equilibrio en la traslación horizontal de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio en la traslación vertical de cada rebanada;
- La ecuación de equilibrio de momentos.

Condiciones de equilibrio en la traslación horizontal y vertical:

$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= K W_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Además, se asume que en ausencia de fuerzas externas en la superficie libre se tiene:

$$\begin{aligned} \sum \Delta E_i &= 0 \\ \sum \Delta X_i &= 0 \end{aligned}$$

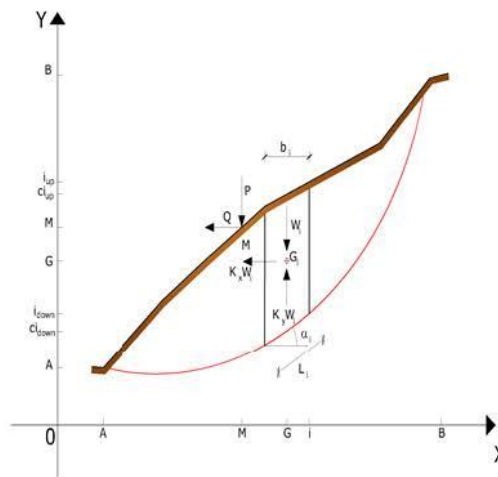
Donde E_i y X_i representan, respectivamente, las fuerzas horizontales y verticales en la i -ésima cara de la rebanada genérica i .

Las fuerzas agentes sobre el cuerpo resbaladizo incluyen el peso efectivo del terreno, W , las fuerzas sísmicas pseudo estáticas horizontales y verticales $K_x W$ y $K_z W$, las fuerzas horizontales y verticales X y Z aplicadas externamente al perfil del talud, en fin, el resultado de los esfuerzos totales normales y de corte, σ e τ agentes en la potencial superficie de deslizamiento.

El esfuerzo total normal puede incluir un exceso de presión de los poros u que se debe especificar con la introducción de los parámetros de fuerza eficaz.

Prácticamente este método se puede considerar como una extensión del método del círculo de rozamiento en secciones homogéneas anteriormente descrito por Taylor.

De acuerdo con la ley de la resistencia de Mohr-Coulomb en términos de tensión efectiva, la fuerza de corte agente en la base de la i -ésima rebanada está dada por:



$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \Phi_i}{F}$$

Donde:

F = factor de seguridad,

c_i = cohesión eficaz (o total) en la base de la i -ésima rebanada;

Φ_i = ángulo de rozamiento eficaz ($= 0$ con la cohesión total) en la base de la i -ésima rebanada;

L_i = longitud de la base de la i -ésima rebanada;

u_{ci} = presión de los poros en el centro de la base de la i -ésima rebanada.

El equilibrio se da igualando a cero la suma de las fuerzas horizontales, la suma de las fuerzas verticales y la suma de los momentos con respecto al origen.

Se adopta la siguiente asunción en la variación de la tensión normal agente en la potencial superficie de deslizamiento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1 (1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

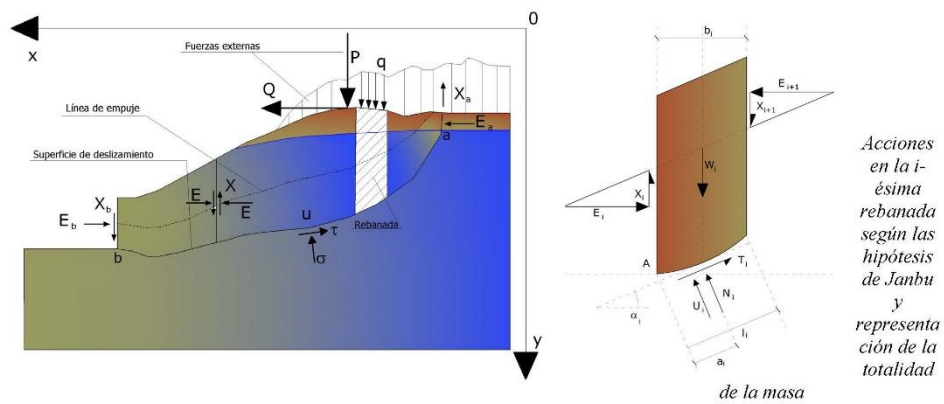
Donde el primer término de la ecuación incluye la expresión:

Como primer aproximación conviene plantear $\Delta X = 0$ e iterar para el cálculo del factor de seguridad. Este procedimiento se conoce como método de **Bishop ordinario** y los errores con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

Método de Janbu (1967)

Janbu extendió el método de Bishop a superficies de deslizamiento de cualquier forma. Cuando se tratan superficies de deslizamiento de cualquier forma el brazo de las fuerzas cambia (en el caso de las superficies circulares queda constante e igual al radio), por este motivo es mejor valorar la ecuación del momento respecto al ángulo de cada bloque.

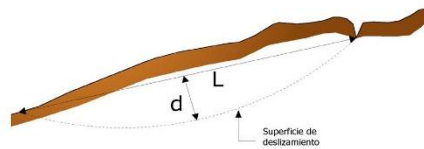
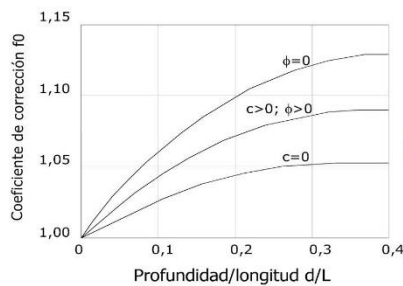
$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i} / F}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



Asumiendo $\Delta X = 0$ se obtiene el método ordinario. Janbu propuso además un método para la corrección del factor de seguridad obtenido con el método ordinario según lo siguiente:

$$F_{\text{corregido}} = f_0 \cdot F$$

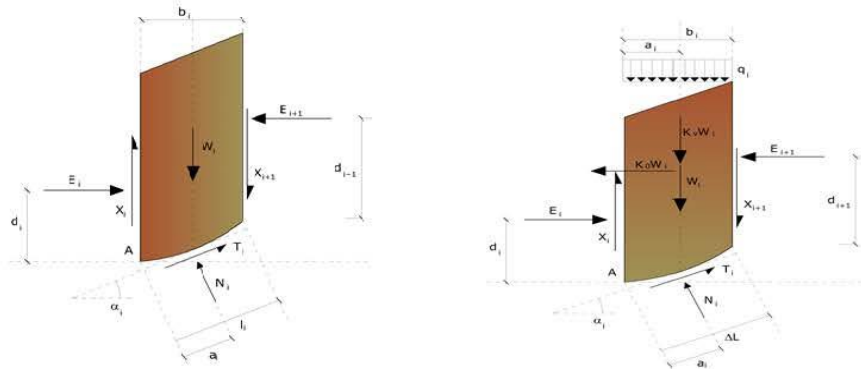
Donde f_0 depende de la geometría y de los parámetros geotécnicos y esto se puede encontrar en tablas y gráficos. Esta corrección es muy confiable para taludes poco inclinados.



o de Bell (1968)

Método

Método de Fellenius (1927)



Con este método (válido solo para superficies de deslizamiento circulares) se pasan por alto las fuerzas entre las franjas, por lo tanto, las incógnitas se reducen a:

- n valores de las fuerzas normales N_i ;
- n valores de las fuerzas de corte T_i ;
- 1 factor de seguridad.

Incógnitas (2n+1).

Las ecuaciones disponibles son:

- n ecuaciones de equilibrio traslación vertical;
- n ecuaciones del criterio de rotura;
- ecuación de equilibrio de momentos global.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Esta ecuación es fácil de resolver, pero se ha visto que da resultados conservadores (factores de seguridad bajos) especialmente para superficies profundas.

Método de Bishop (1955)

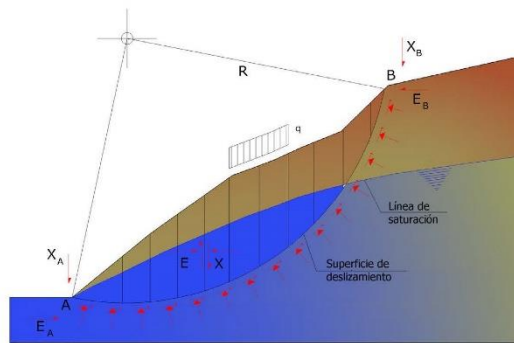
Con este método se toman en cuenta todas las fuerzas actuantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.

Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio de rotura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Los valores de F y de ΔX que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema.



Método de las rebanadas

La masa susceptible al deslizamiento se subdivide en un número conveniente de rebanadas. Si el número de rebanadas es igual a n , el problema presenta las siguientes incógnitas:

- n valores de las fuerzas normales N_i en la base de cada rebanada
- n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T
- $(n-1)$ fuerzas normales E_i en la conexión de las rebanadas
- $(n-1)$ fuerzas tangenciales X_i en la conexión de las rebanadas
- n valores de la coordenada del punto de aplicación de las E_i
- $(n-1)$ valores de la coordenada del punto de aplicación de las X_i
- una incógnita constituida por el factor de seguridad F .

En total las incógnitas son $(6n-2)$.

Mientras las ecuaciones a disposición son:

- ecuaciones de equilibrio de momentos n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación vertical n
- ecuaciones de equilibrio en la traslación horizontal n
- ecuaciones del criterio de rotura n

Total, número de ecuaciones $4n$

El problema es estáticamente indeterminado y el grado de indeterminación es igual a:

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

El grado de indeterminación se reduce a $(n-2)$. Al asumir que N_i se aplica en el punto medio de la franja, esto equivale a crear la hipótesis de que las tensiones normales totales están distribuidas uniformemente.

Los diferentes métodos que se basan en la teoría del equilibrio límite se diferencian por el modo en que se eliminan las $(n-2)$ indeterminaciones.



Relación de cálculo

Definición

Por talud se entiende una porción de vertiente natural cuyo perfil original ha sido modificado con intervenciones artificiales relevantes con respecto a la estabilidad. Por derrumbe se entiende una situación de inestabilidad que concierne vertientes naturales y comprende considerables espacios de terreno.

Introducción al análisis de estabilidad

Para resolver un problema de estabilidad es necesario tener en cuenta las ecuaciones de campo y los vínculos constitutivos. Las primeras tienen que ver con el equilibrio, mientras que los vínculos describen el comportamiento del terreno. Tales ecuaciones son particularmente complejas ya que los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas.

En la mayor parte de los casos nos encontramos con suelos que además de saturados, son también bifase, lo que vuelve notoriamente complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio. Además, es prácticamente imposible definir una ley constitutiva de validez general, ya que los terrenos presentan un comportamiento no-lineal y aún en caso de pequeñas deformaciones, son anisótropos y su comportamiento depende no solo del esfuerzo desviador, sino también del normal. Para enfrentar estas dificultades se introducen hipótesis que ayuden a simplificar:

1. Se usan leyes constitutivas simplificadas: modelo rígido perfectamente plástico. Se asume que la resistencia del suelo se expresa únicamente con los parámetros cohesión (c) y ángulo de rozamiento (ϕ), constantes para el terreno y característicos del estado plástico. Por tanto, se considera válido el criterio de rotura de Mohr-Coulomb.
2. En algunos casos se satisfacen solo en parte las ecuaciones de equilibrio.

Método del equilibrio límite (LEM)

El método del equilibrio límite consiste en estudiar el equilibrio de un cuerpo rígido, constituido por el talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma (línea recta, arco circular, espiral logarítmica). Con tal equilibrio se calculan las tensiones de corte (τ) y se comparan con la resistencia disponible (τ_f), calculada según el criterio de rotura de Coulomb: De tal comparación deriva la primera indicación de estabilidad, con el coeficiente de seguridad:

$$F = \tau_f / \tau$$

Entre los métodos del equilibrio último hay algunos que consideran el equilibrio global del cuerpo rígido (Culman) mientras que otros, por falta de homogeneidad, dividen el cuerpo en rebanadas y consideran el equilibrio de cada una (Fellenius, Bishop, Janbu, etc.).

A continuación, se discuten los métodos del equilibrio último de las rebanadas.



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 27-06-2024

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HAISLER BRAYAN QUISPE QUISPE

Dirección: Jr. JOSE ANTONIO ZELA N° 548

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74581465

Teléfono: 961600687 email: haislerbrayan7@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DETERMINANTE Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

DE LA CARRETERA CUYOCUYO SANDIA DISTRITO DE CUYOCUYO, PROVINCIA

DE SANDIA REGIÓN PUNO, AÑO 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): INESTABILIDAD DE TALUDES, FACTOR DE SEGURIDAD, ELEMENTOS FINITOS.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

27 de Junio del 2024

Fecha