

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Estabilización de talud por tres Métodos: Gaviones, Geomalla
y Muro de Contención en el Centro Poblado San Juanito Alto
Distrito de Guadalupito-Viru- La Liberad.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Vergara Flores, Ronald Augusto

Asesor

Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote – Perú
2018

PALABRAS CLAVES:

Tema	ESTABILIZACION DE TALUD
Especialidad	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION

KEY WORDS:

Topic	STABILIZATION OF TALUD
Specialization	CONSTRUCTION TECHNOLOGY

LINEA DE INVESTIGACION:

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y tecnología
2.1.	Ingeniería civil

TITULO:

**“ESTABILIZACIÓN DE TALUD POR TRES METODOS: GAVIONES,
GEOMALLA Y MURO DE CONTENCIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE
SAN JUANITO ALTO DISTRITO DE GUADALUPITO – VIRU –LA
LIBERTAD”**

RESUMEN.

La zona con mayor impacto negativo a procesos geodinámicas activo se encuentra en el Centro Poblado de San Juanito Alto, por los deslizamientos de las rocas o piedras y desprendimientos de partículas o gravas, resultando un peligro a las casas aledañas. Por consecuente el desprendimiento de las piedras ha ocasionado y puede seguir ocasionar más daños a la población.

El presente proyecto corresponde a la estabilidad de taludes empleando tres métodos: gaviones, geomalla y muro de contención. Se realizó el estudio de suelo por medio de calicatas, el cual se obtuvo los datos para proceder a realizar los cálculos y los diseños mediante los tres métodos.

Los resultados obtenidos, para una mejor estabilidad de talud y sobre todo que nos ayudara a mejorar el medio ambiente, se emplea el diseño de geomalla, con un costo directo S/. 311,343.38; por temas económicos se puede emplear el método de muro de contención con costo directo S/. 173,779.28 o el método de gaviones con un costo directo S/. 279,005.02.

ABSTRACT.

The area with the greatest negative impact on active geodynamic processes is located in the San Juanito Alto Town Center, due to landslides of rocks or stones and detachments of particles or gravel, resulting in a danger to the surrounding houses. As a consequence, the detachment of the stones has caused and may continue to cause more damage to the population.

The present project corresponds to the stability of slopes using three methods: gabions, geogrid and retaining wall. The soil study was carried out by means of test pits, which obtained the data to proceed to perform the calculations and designs using the three methods.

The obtained results, for a better slope stability and above all that will help us to improve the environment, the geogrid design is used, with a direct cost S /. 311,343.38; Due to economic issues, the containment wall method with direct cost S /. 173,779.28 or the gabion method with a direct cost S /. 279.005.02.

ÍNDICE GENERAL

Palabras Clave.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Introducción.....	1
Metodología.....	51
Resultados.....	61
Análisis y discusión.....	87
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	90
Agradecimiento.....	91
Referencia Bibliográfica.....	92
Anexos y Apéndices.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Estabilización de Talud con Gaviones.....	2
Figura 02: Estabilización de Talud con Geomalla.....	2
Figura 03: Estabilización de Talud con Muro de Contención.....	3
Figura 04: Diferencia de Talud Artificial y Ladera Natural.....	8
Figura 05: Partes de un deslizamiento o movimiento en masa típico.....	9
Figura 06: Dimensiones de un Deslizamiento.....	11
Figura 07: Derrumbes y caída de bloques.....	13
Figura 08: Volcamiento o basculamiento.....	14
Figura 09: Reptación de Suelos.....	15
Figura 10: Deslizamiento de Suelos.....	16
Figura 11: Deslizamiento rotacionales o circulares.....	16
Figura 12: Deslizamiento traslacionales.....	17
Figura 13: Coladas o Flujos.....	19
Figura 14: Deslizamientos Compuestos.....	19
Figura 15: Circulo de Fricción.....	21
Figura 16: Desprendimiento de roca debido a la alternancia de roca Competente con roca débil.....	22
Figura 17: Fases del mecanismo de desprendimiento: 1) Serie alternante: 2) .Diferente grado de meteorización y erosión, 3) Basculamiento del estrato superior.4) Rotura en el pie de bloque.....	23
Figura 18: mecanismo de desprendimiento.....	23
Figura 19: Deslizamiento Planar.....	24
Figura 20: Fallamiento por cuña.....	25
Figura 21: Vuelco por pandeo o flexión.....	26

Figura 22: Vuelco en bloques.....	27
Figura 23: Vuelco mixto.....	27
Figura 24: Criterio de fallas en taludes con comportamiento granular.....	31
Figura 25: Curvas de FS vs inclinación del talud para suelos con comportamiento cohesivo.....	32
Figura 26: Granulometrías límites de los suelos potencialmente licuables.....	34
Figura 27: Bermas para obtener caídos o derrumbes de roca o suelo.....	35
Figura 28: Trincheras para control de flujos caídos o avalanchas.....	36
Figura 29: Esquema de atenuador de caídos de roca utilizando llantas usadas.....	37
Figura 30: Barreras en roca para control de avalanchas utilizadas en Noruega.....	37
Figura 31: Principales Tipos de Muros de Contención.....	39
Figura 32: Fuerzas que Actúan Sobre un Muro de Contención.....	41
Figura 33: Gaviones.....	43
Figura 34: Gavión Tipo Caja.....	44
Figura 35: Gavión Tipo Colchón.....	44
Figura 36: Gavión Tipo Saco.....	45
Figura 37: Geomalla.....	46
Figura 38: Geomalla Colocación.....	47
Figura 39: Vista Previa del Sistema.....	47
Figura 40: Final de la Colocación Geomalla.....	48
Figura 41: Levantamiento Topográfico de la Zona.....	52
Figura 42: Localización geográfica.....	58
Figura 43: Ubicación de la Calicata 01.....	61
Figura 44: Ubicación de la Calicata 02.....	63
Figura 45: Anclaje de Geomalla.....	85
Figura 46: Vista de anclaje en Geomalla.....	86

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 01: Coordenadas UTM.....	52
---------------------------------------	----

INTRODUCCION.

El Perú se encuentra en una Topografía accidentada y con distintos tipos de Suelos, se presentan muchas fallas geográficas, por lo consecuente hay mayor riesgo de pérdidas humanas.

Las fallas geográficas mayormente causan daños por presencia de humedad, provocada por lluvias, infiltraciones y riesgo inadecuados por los pobladores de la Zona.

Este fenómeno de deslizamiento tiene mayor percusión cuando llega a ocupar el área de las viviendas, de esa manera afecta al Ámbito Económico y Social.

Para esto se efectuaron diferentes métodos de contrarrestar el deslizamiento del Terreno.

En esta investigación se obtuvo un nuevo método para contribuir con la Estabilidad de Taludes, que se encuentra en el Centro Poblado San Juanito Alto en el cual geográficamente limita con el Departamento de Ancash, separado por el Rio Santa; perteneciendo jurisdiccionalmente al Distrito de Guadalupito Provincia de Viru Departamento La Libertad.

Tratando de estudiar y analizar detalladamente los diferentes parámetros como son: parámetros Topográficos, Geológicos, caracterizaciones Geotecnias, Hidrológicos, Riesgo Sísmico, Impacto Ambiental.

La propuesta corresponde a la estabilidad global y posteriormente la utilización de Gaviones, Geomallas y Muro de Contención que ayudaran a la Estabilización del suelo. La investigación y ensayos de campo que se emplearon para el análisis y diseño.



Figura 01: Estabilización de Talud con Gaviones
Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes



Figura 02: Estabilización de Talud con Geomalla
Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes



Figura 03: Estabilización de Talud con Muro de Contención

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

Los trabajos de investigación sobre este tema se han dado en muchas partes del mundo, como medidas preventivas ante un eventual sismo, trabajos realizados por instituciones públicas y/o privadas que buscan entender lo que produce un sismo y como la ciudad físicamente reacciona frente a este fenómeno.

➤ **Blanco (2011), en su investigación “sistemas flexibles de alta resistencia para estabilizaciones de taludes de Cantabria-España”**

Consisten en una membrana flexible, formada por una red de cables o una malla de alambre, la cual va sujeta al terreno mediante anclajes, generalmente de barra (bulones), pudiendo incorporar, además, cables de refuerzo horizontales y/o verticales. Su objetivo es evitar que el deslizamiento de un suelo o la caída de una roca alcancen la calzada. Es por ello fundamental su correcto diseño y cálculo para evitar daños materiales y/o humanos sin incurrir en un excesivo sobredimensionamiento.

En conclusión los sistemas flexibles, tal y como actualmente se instalan, no son sistemas activos; es decir, que no evitan que se produzcan deslizamientos o caídas de rocas, sino que pueden contener a la masa inestable una vez que ha comenzado su caída. En definitiva, cumplen una función paliativa en lugar de preventiva. Para que el sistema fuera activo, la membrana debería tener una forma convexa conocida y además poseer un pre tracción inicial concreta y dependiente de la curvatura de la red.

➤ **Pacheco (2006), en su investigación: “La estabilización del Talud de la Costa Verde en la Zona del Distrito de San Isidro-Lima-Peru”**

La presente tesis tiene por finalidad realizar un análisis de la estabilidad del talud de la Costa Verde en la zona correspondiente al distrito de San isidro. En base a este análisis de estabilidad de taludes se pretende establecer soluciones para los problemas de este tramo específico.

Para lograr hacer una correcta evaluación de la problemática de la zona en estudio se ha hecho una recopilación de información topográfica, geológica y geomorfológica que permita modelar de manera certera el talud en estudio. Para lograr este objetivo se ha utilizado el programa de computación SLOPE/W y el programa de análisis de caída de piedras CRSP.

En conclusión Luego de haber hecho el análisis comparativo económico y de haber analizado las ventajas y desventajas de los 03 tipos de muro de contención analizados, la decisión de utilizar los muros ASTM C915 es clara y contundente.

Además, se tiene la experiencia de que es un sistema que ha funcionado bien en la zona en estudio. Esto nos da mayor confianza en su elección, ya que no solo soluciona el problema de la estabilidad del talud, sino que tiene un impacto muy positivo desde el punto de vista ambiental.

➤ **Jara y Jerónimo (2013), en su investigación: “La estabilidad de Taludes en la Zona de Catac-Huari-Ancash”**

La presente tesis, tiene como objetivo principal determinar los beneficios que se obtendría al implementar un sistema de Estabilidad de Taludes en la Zona de Catac-Huari-Ancash.

El objetivo principal es mejorar la transitabilidad en la carretera de Catac-Huari permitiendo un tráfico vehicular durante toda la época del año. Para ello se ha realizado la evaluación de los sectores críticos afectados por fenómenos geodinámicas.

En conclusión la solución adoptada en este proyecto propone una solución integral al problema de estabilidad global y vegetalización.- sin embargo soluciones de este tipo representan muy costoso

A fin de formular una propuesta técnica de solución alternativa al problema de inestabilidad de los taludes del Centro Poblado San Juanito Alto. Se definirá los parámetros fundamentales de cálculo, su diseño e implementación, para lo cual se implementan el método y procedimiento de ingeniería, cuya implementación es viable en términos tecnológicos, cuyo resultado es restablecer y dotar un nivel de servicio adecuado a la zona de estudio y la seguridad de los habitantes de la zona.

El Centro Poblado de San Juanito Alto presenta un proceso geodinámicas activo por los deslizamientos de las rocas o piedras y desprendimientos de partículas o gravas, resultando un peligro importante a las casas aledañas y por consecuente el desprendimiento de las piedras puede ocasionar daños a la población.

Para condiciones sísmicas será de gran importancia realizar el análisis que estimen el comportamiento del talud que redunden en graves pérdidas humanas.

A partir del diagnóstico formulado desde la localidad del Centro Poblado San Juanito Alto que pertenece al Distrito De Guadalupe Provincia Viru Departamento La Libertad, respecto a la problemática geotécnica que confronta los pobladores de las zonas aledañas. Luego de haber obtenido la recolección de datos de laboratorio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, etc. Esa información nos ayudara a realizar un análisis de estabilización de talud, por los tres métodos. Gaviones, Geomalla y Muros de contención.

La presente investigación corresponde a la estabilidad de taludes por medio de la geotecnia, que ayudaran a la estabilización de los taludes tanto en la protección de las casas aledañas.

El Centro Poblado San Juanito Alto está localizada a 477 kilómetros al Norte de la Ciudad de Lima, capital de la República del Perú. El Centro Poblado San Juanito Alto está situado a orillas del Océano Pacífico, a 10 km. al nor-oeste de la ciudad de Chimbote; está en límite con el Departamento de Ancash, separado por el río Santa.

El Centro Poblado de San Juanito Alto presenta un fuerte impacto negativo por el desprendimiento de las piedras ocasionando un peligro para los pobladores.

¿Cómo es la estabilización de las laderas del Centro Poblado San Juanito Alto, con el método de gaviones, geomalla y muro de contención. Para evitar el deslizamiento de las rocas en las zonas más críticas del Centro Poblado San Juanito Alto?

Movimiento de un Talud o Ladera

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muerte y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90 % de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control.

Las zonas inestables son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra debido a que generalmente, se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia tales como son la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas.

Definición de Talud o Ladera

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente.

Se acostumbra a emplear el término ladera para el perfil que sigue un suelo en contacto con la superficie libre o atmosférica, y ese perfil no es horizontal. En cambio, se suele aplicar el término de talud al perfil conseguido tras una excavación (talud o desmonte) o terraplenado (talud en terraplén) no necesariamente en vertical, sino con cierto ángulo en horizontal ($\beta \leq 90^\circ$), llamado ángulo de talud.

Las laderas que han permanecido estables por muchos años puedan fallar en forma prevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales. Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas

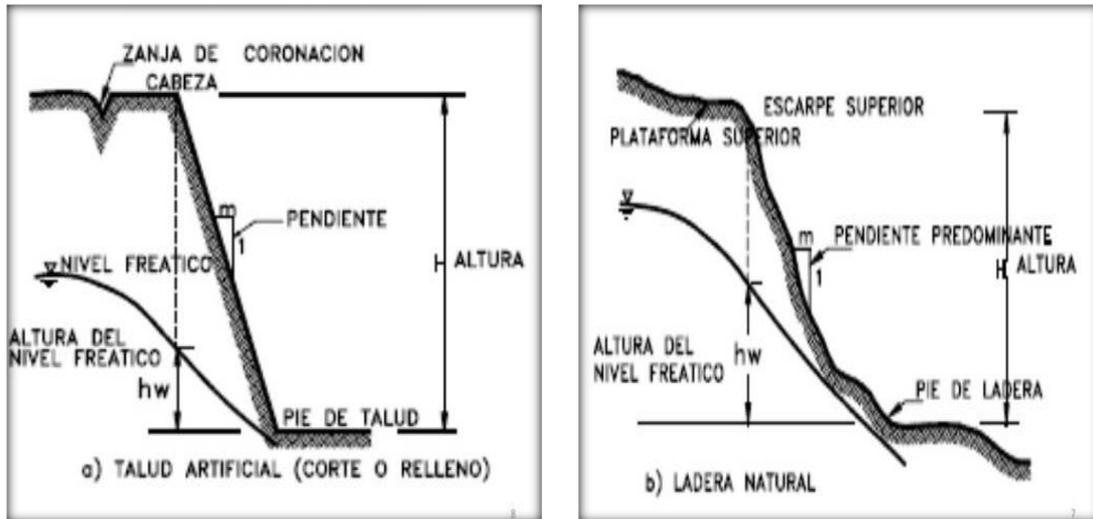


Figura 04: Diferencia de Talud Artificial y Ladera Natural

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Partes de un Talud o Ladera

En el talud o ladera se define los siguientes elementos constitutivos:

- **Altura;** Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.
- **Pie;** Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior.
- **Cabeza o escarpe;** Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior.
- **Altura de nivel freático;** Distancia vertical desde el pie de talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza.

- **Pendiente;** Es la medida de la inclinación de talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/l. en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Procesos Geotécnicos.

Los procesos geotécnicos activos de los taludes y laderas corresponden generalmente, a movimientos hacia abajo y hacia afuera de los materiales que conforman un talud de roca, suelo natural o relleno, o una combinación de ellos. Los movimientos ocurren generalmente, a lo largo de superficies de falla, por caída libre, movimientos de masa, erosión o flujos. Algunos segmentos del talud o ladera pueden moverse hacia arriba, mientras otros se mueven hacia abajo.

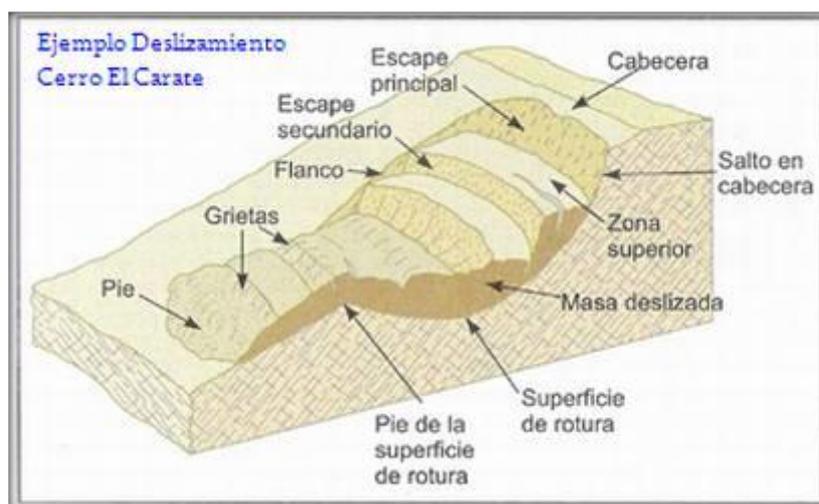


Figura 05: Partes de un deslizamiento o movimiento en masa típico

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Partes de un Deslizamiento

- **Escarpe principal,** Corresponde a una superficie muy inclinada a lo largo de la periferia del área en movimiento, causado por el desplazamiento del material

fuera del terreno original. La continuación de la superficie del escarpe dentro del material forma la superficie de falla.

- **Escarpe secundario**, Una superficie muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.
- **Cabeza**, Las partes superiores del material que se mueve a lo largo del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- **Cima**, El punto más alto del contacto entre el material perturbado y el escarpe principal.
- **Corona**, El material que se encuentra en el sitio, (prácticamente inalterado), adyacente a la parte más alta del escarpe principal, por encima de la cabeza.
- **Superficie de falla**, Área por debajo del movimiento y que delimita el volumen de material desplazado. El suelo por debajo de la superficie de la falla no se mueve, mientras que el que se encuentra por encima de esta, se desplaza.
- **Pie de la superficie de falla**, La línea de interceptación (algunas veces tapada) entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno.
- **Base**, El área cubierta por el material perturbado abajo del pie de la superficie de falla.
- **Punta o ña**, El punto de la base que se encuentra a más distancia de la cima.
- **Costado o flanco**, Un lado (perfil lateral) del movimiento.
- **Superficie original del terreno**, La superficie que existía antes de que se presentara el movimiento.
- **Derecha e izquierda**, Para describir un deslizamiento se prefiere usar la orientación geográfica, pero si se emplea las palabras derecha e izquierda debe referirse al deslizamiento observando desde la corona mirando hacia el pie.

Dimensiones

- **Ancho de la masa desplazada (1)**: Ancho máximo de la masa desplazada perpendicularmente a la longitud, L_d .
- **Ancho de la superficie de la falla (2)**: Ancho máximo entre los flancos del deslizamiento perpendicular a la longitud L_r .

- **Longitud de la masa deslizada (3):** Distancia mínima entre la punta y la cabeza.
- **Longitud de la superficie de falla (4):** Distancia mínima desde el pie de la superficie de falla y la corona.
- **Profundidad de la masa desplazada (5):** Máxima profundidad de la masa movida perpendicular al plano conformado por 1,3.
- **Profundidad de la superficie de falla (6):** Máxima profundidad de la superficie de falla con respecto a la superficial original del terreno, medida perpendicularmente al plano conformado por 2, 4.
- **Longitud total (7):** Distancia mínima desde la punta a la corona del deslizamiento.
- **Longitud de la línea central (8):** Distancia desde la punta o uña hasta la corona del deslizamiento a lo largo de puntos sobre la superficie original equidistantes de los bordes laterales o flancos.

El volumen de material debido antes del deslizamiento generalmente, aumenta con el movimiento debido a que el material se dilata. El término “Factor de expansión” puede ser utilizado para describir este aumento en volumen, como un porcentaje del volumen antes del movimiento. En algunas ocasiones como en el caso de roca el factor de expansión puede ser hasta un 70%.

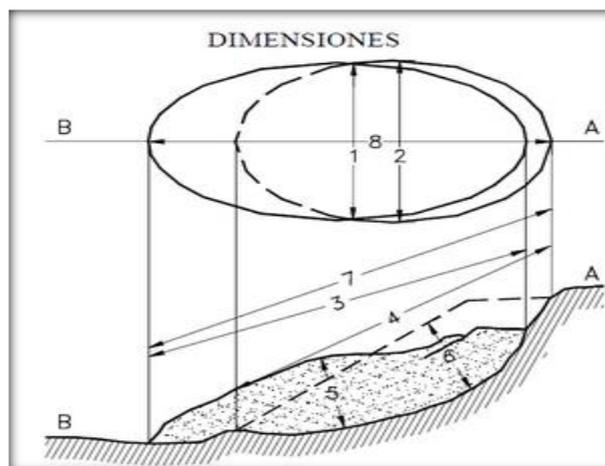


Figura 06: Dimensiones de un Deslizamiento.

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Factores Condicionantes

Existen una variedad de factores condicionantes que inciden en los procesos de inestabilidad de laderas y son relativos a la propia naturaleza o características de las laderas, esos factores pueden ser:

Geológicos: Representan un factor de inestabilidad permanente: la litología, la estratigrafía de la roca (orientación y ángulo de inclinación), discontinuidades estratigráficas y estructurales y la alteración de las rocas (alteración hidrotermal y/o meteorización).

Hidrológicos e hidrogeológicos: Cambio en las presiones de poros e hidrostáticas y el comportamiento geo mecánico (resistencia a la deformabilidad, compresibilidad, cohesión etc.).

Geomorfológicos: Áreas con altas pendientes, geometría de los taludes, topografía irregular.

Climáticos: También constituye factores condicionantes.

Factores Desencadenantes

Son aquellos que detonan la inestabilidad en la ladera. Una causa desencadenante pequeña puede ser suficiente para provocar la inestabilidad, esos factores pueden ser:

Naturales: Las precipitaciones normales y extraordinaria, la filtración De agua pluvial en el terreno, las variaciones de temperatura, sismos.

Antrópicos: Están en la deforestación, quemas e incendios forestales, cortes de taludes para construcción de carreteras u otra infraestructura, el asentamiento humano en las laderas, el uso indebido del suelo, etc.

Según el contexto en el que se realice el análisis de inestabilidades de ladera, un mismo factor puede actuar como factor condicionante o desencadenante.

Por ejemplo, el uso del suelo que en algunos casos puede condicionar la infiltración de agua en el terreno y por tanto actuar como factor condicionante y en otros casos, un

cambio brusco del uso del suelo puede provocar la inestabilidad del terreno y por ende actuar como factor desencadenante.

Clasificación de la Inestabilidad de Laderas

La clasificación de deslizamientos pretende describir e identificar los cuerpos que están en movimiento relativo. Las clasificaciones existentes son esencialmente geomorfológicas y solamente algunas de ellas se introducen consideraciones mecánicas o propiamente geológicas.

Derrumbes y Caída de Bloque

Este tipo de fenómenos son los que presentan una ruptura brusca y caída más o menos libre y a gran velocidad de un bloque o una masa rocosa “en seco”. Gran parte del transporte se dan en el medio aéreo, pero también existe un componente de salto y rodamiento. La zona de origen corresponde prioritariamente a acantilados rocosos o laderas de fuerte pendiente, donde la roca está fracturada o alterada.



Figura 07: Derrumbes y caída de bloques

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Avalanchas de Rocas

Fenómenos que presentan una ruptura brusca y caída más o menos libre y a gran velocidad de una masa rocosa “en seco”. Gran parte del transporte se da en el medio aéreo, pero también existe un componente de salto y rodamiento. Se considera un evento catastrófico, temporalmente instantáneo y de muy alta recurrencia. El volumen de material movilizado suele ser muy superior a los 100.000 m³, generalmente 1 o varios millones de metros cúbicos de roca. La velocidad del movimiento suele ser muy elevada >40 m/s.

Volcamiento o Basculamiento

Es el doblamiento de la parte superior de estratos o niveles de rocas afectadas por disyunciones. Es causado por acción de la gravedad terrestre o de procesos tectónicos distintivos. Existen dos variantes, el doblamiento plástico (en rocas metamórficas) y el doblamiento rígido, que podría ser llamado, más apropiadamente, basculamiento.

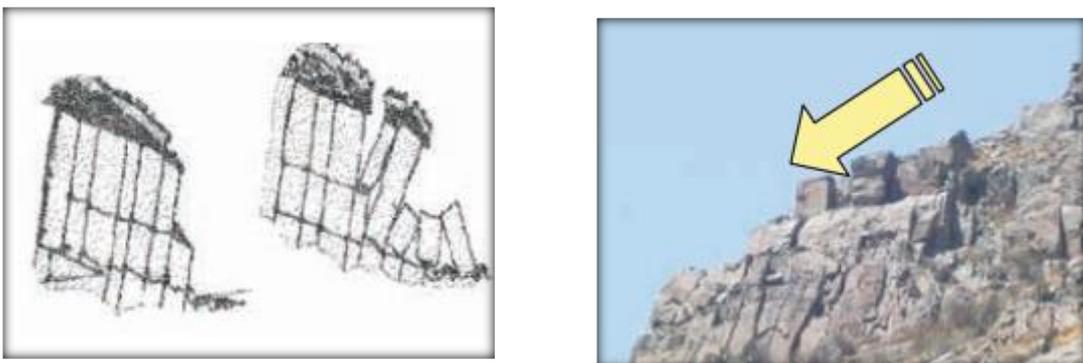


Figura 08: Volcamiento o basculamiento

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Reptación de Suelos.

Es el desplazamiento lento, prácticamente imperceptible, que afecta a los materiales menos cohesivos de la cubierta del suelo, es decir, los suelos hasta una profundidad promedio de un metro. Es un fenómeno prácticamente invisible a nivel morfológico, por lo que puede ser reconocido solo en cortes o a través de signos indirectos.

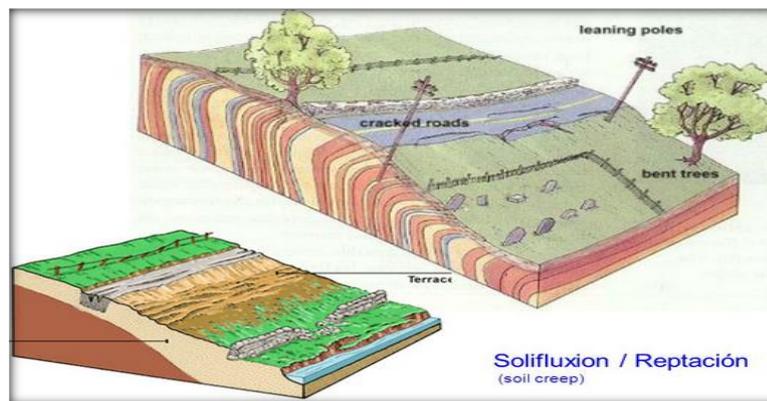


Figura 09: Reptación de Suelos

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamiento

Deslizamientos peliculares o superficiales

Presentan una superficie de deslizamiento y provoca cambios notables de la estructura del suelo. Es un fenómeno abundante en Centroamérica, en laderas empinadas con amplias (pero no muy profundas) cubiertas eluviales y regolíticas, utilizadas para agricultura (cultivos anuales de surco).



Figura 10: Deslizamiento de Suelos

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamientos rotacionales o circulares.

Movimiento relativamente lento de una masa de suelo, roca o ambos, a lo largo de una superficie de ruptura en forma circular (que coincide con la de transporte) sobre la cual se mueve una masa. En su fase inicial, existe poca distorsión de los materiales. En algunos casos, a medida que la masa se desplaza, los materiales se dislocan progresivamente y el mecanismo de inestabilidad se vuelve complejo. Este tipo de movimientos pueden involucrar tantos volúmenes pequeños como volúmenes grandes de material. Y las velocidades de propagación de la masa desplazada pueden ser también muy variables.



Figura 11: Deslizamiento rotacionales o circulares

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamientos traslaciones.

Movimiento lento o rápido de un bloque de suelo o roca a lo largo de una superficie de deslizamiento plana. Se originan en zonas que presenten superficies de discontinuidad, de niveles pocos competentes; también en bloques tabulares o paquetes de estratos dentro de estructuras conformes de estratificación o esquistosidad; sobre capas pocos competentes o niveles de alteración; sobre planos de fallas a favor de la pendiente.

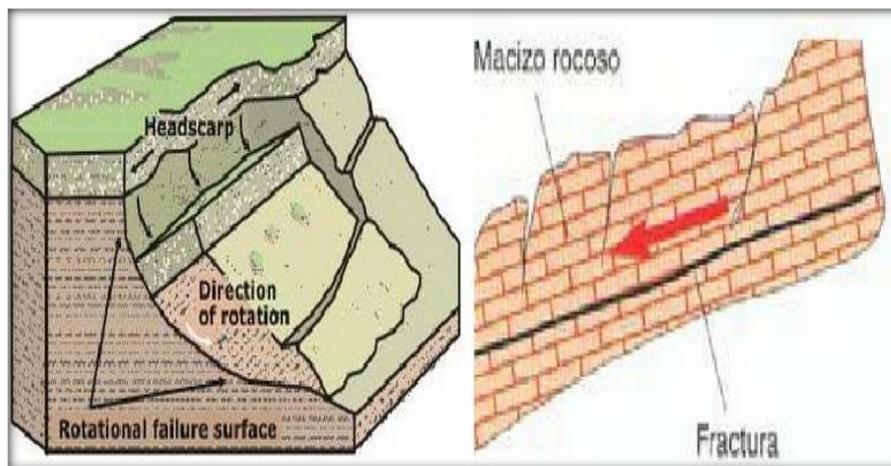


Figura 12: Deslizamiento traslacionales

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamientos complejos.

Se aplica a grandes deslizamientos donde aparecen mecanismo combinados debido a una larga evolución. Por lo general se trata de deslizamiento de edad milenaria, de gran talla y de evolución muy lenta, con periódicos episodios de aceleración.

Pueden decirse que son deslizamientos permanentes, regidos por la acción de los esfuerzos residuales posteriores a la fase de ruptura.

Pueden llegar a cubrir varios kilómetros cuadrados de superficies, involucrando cientos y hasta miles de millones de metros cúbicos de masa en movimiento y hasta algunas centenas de metro de profundidad.

Coladas O Flujos

Son masas del material sin cohesión que fluye con un fluido viscoso al sobrepasar su líquido, pueden formarse en cualquier material poco consolidado (inclusive puede llegar a afectar los niveles superiores de roca alterada o intemperizada) y hasta en rocas especialmente pelíticas y esquistosas más o menos descompuestas. Se pueden desplazar grandes distancias.

Flujo de lodo

Suelen involucrar volúmenes variables de material fino con alto contenido de limos y arcillas. Las velocidades de desplazamiento igualmente pueden ser variables y suelen estar relacionadas con factores como la pendiente de la ladera y la cantidad de agua involucrada en la movilización del material.

Flujo de tierra

Suelen presentar grandes volúmenes de materia terrosa con menos de 2 mm de diámetro predominado sobre limos y arcillas, generando formas de lengua o de gran lóbulo. Las velocidades medias del movimiento pueden variar entre: cm-dm/año a cm-m/día (estas pueden no ser homogéneas en toda la colada).

Flujo de detritos

Suelen involucrar volúmenes de medianos a grandes de hasta 10.000 m³ de material grueso de diferente diámetro que incluye bloques de rocas, derrubio y rocas descompuestas. Generan trazas lineales bien definidas, como un corredor alargado, con embudos o conos divergentes en los extremos, generalmente con conexión con la red de drenaje. Las velocidades de movilización suelen ser rápidas a muy rápidas.



Figura 13: Coladas o Flujos

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamientos Compuestos.

Cuando un movimiento de ladera presenta más de un mecanismo de movilización de los materiales en diferentes lugares de la masa en movimiento.



Figura 14: Deslizamientos Compuestos

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Análisis Sistemático

En el análisis de taludes de acuerdo al desarrollo del presente trabajo de investigación de acuerdo a la geomorfología producto de la fuerte meteorización de los afloramientos rocosos sedimentarios. En el Centro poblado San Juanito Alto, las formas del relieve son producto de la erosión diferencial entre las areniscas, cuarcitas y limonitas, donde los macizos rocosos presentan superficies y terrenos abruptos con fuertes elevaciones por efecto del tectonismo y del levantamiento andino, factores que han deformado y plegado las rocas. Las partes más altas han sido profundamente afectadas por procesos de glaciación, acumulaciones que dan a los relieves del Centro Poblado San Juanito Alto.

Taludes en Macizos Rocosos

Los macizos rocosos estos presentan bloques de roca delimitados por un sistema tridimensional de planos de continuidad. Se entiende por discontinuidad a todas aquellas estructuras geológicas (fallas, fracturas, diaclasas, estratificación, foliación, etc.) que forman dichos planos, los que comúnmente se conoce como fabrica estructural del macizo rocoso. Normalmente este tipo de discontinuidades son producto del tectonismo a la que fue sujeta la roca en un estado inicial de esfuerzos.

Dependiendo de la orientación de las discontinuidades se tendrá un patrón de fracturamiento que delimitara los bloques de roca. Analizar la estabilidad de un talud realizado en macizos rocosos fracturados, es parte de los procesos.

Ya que ha sido determinada la cinemática en la cual se tiene posibilidad de falla del talud, **el segundo** paso requiere un análisis de estabilidad por el método de equilibrio límite para comparar las fuerzas resistentes a la falla contra las fuerzas causantes de la falla del talud. El rango entre estos dos sistemas de fuerzas se denomina **factor de seguridad**.

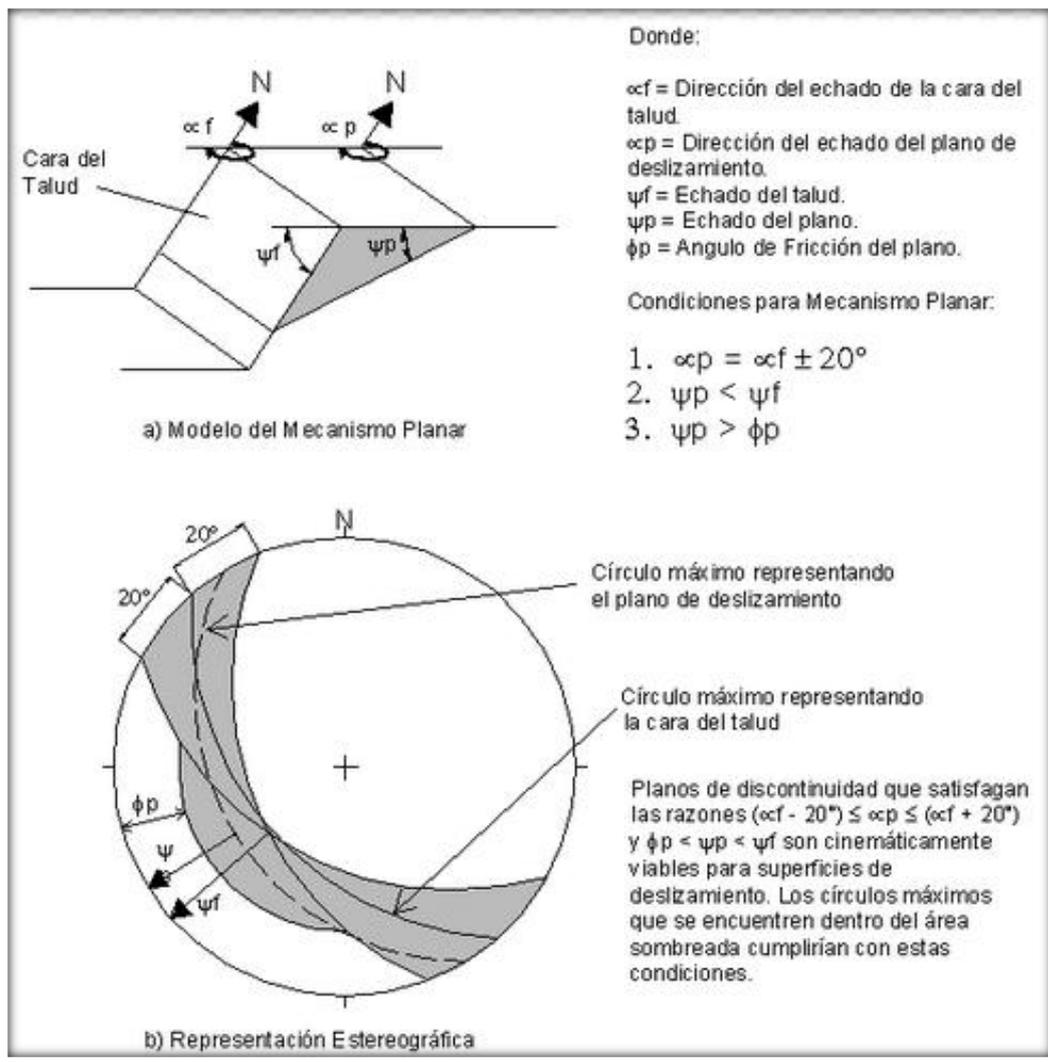


Figura 15: Circulo de Fricción
Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Tipos de Mecanismo de la Falla en Taludes y su Análisis Cinemático

Definimos como Mecanismo de Falla a los movimientos que se originan o pudiesen originarse como falla del talud dentro del macizo rocoso. En este apartado se muestra los que se producen con más frecuencia ya que solo puede ser de un solo tipo o la combinación de estos.

Desprendimientos

Se define como desprendimiento, a una masa separada del talud mediante una superficie de corte normalmente pequeña y cuyo recorrido se realiza en gran parte, a través del aire. Frecuentemente estas inestabilidades afectan a bloques aislados aunque también a masas rocosas originando a este caso movimientos de terreno en grandes dimensiones.



Figura 16: Desprendimiento de roca debido a la alternancia de roca competente con roca débil

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Los mecanismos que pueden conducir a estas inestabilidades generalmente sucesivos y complementarios son la meteorización de las capas blandas, concentración de presiones en el borde de la capa resistente y su rotura por flexotracción. Las posibilidades que se produzcan estas inestabilidades por descalce son condicionadas por una serie de factores como fracturación, orientación y echado de la estratificación, rumbo e inclinación del talud, espesor relativo de los estratos más rígidos y su resistencia, etc.

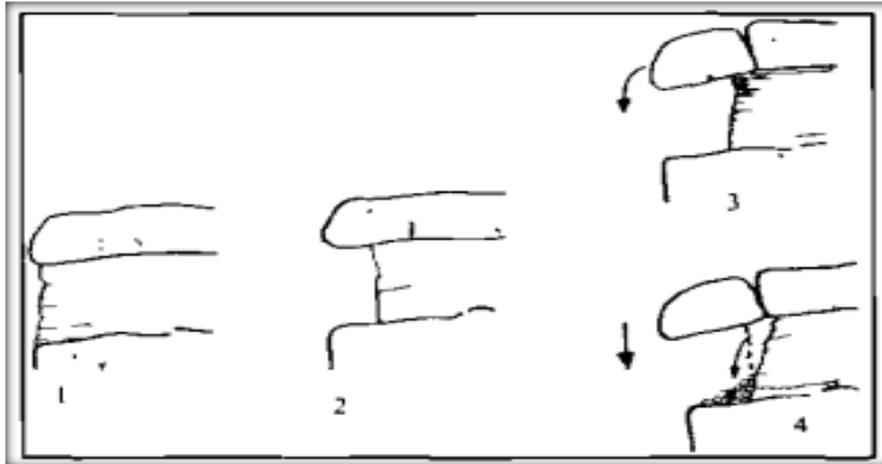


Figura 17: Fases del mecanismo de desprendimiento: 1) Serie alternante, 2) Diferente grado de meteorización y erosión, 3) Basculamiento del estrato superior.4) Rotura en el pie de bloque.

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

El mecanismo consiste en que la capa débil de la alternancia comienza a descalzar a la capa competente supra yacente por acción del intemperie. Cuando progresa el descalce se produce una concentración de presiones en el borde de la roca débil subyacente. Si la roca que constituye la capa supra yacente es poco resistente, puede aparecer una rotura de la misma por flexotracción con basculamiento de bloque. Si la capa es competente y esta individualizada en bloques por fracturamiento tectónico también se produce un desprendimiento debido a la excentricidad del peso.

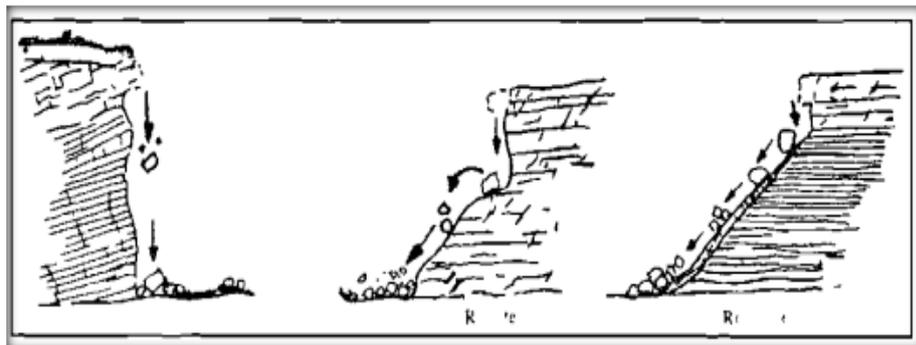


Figura 18: mecanismo de desprendimiento:

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Deslizamiento Planar

Ocurre cuando una discontinuidad geológica, como la estratificación, buza en forma paralela hacia la cara del talud y su echado es mucho mayor que el ángulo de fricción. Este mecanismo es analizado como un problema de dos dimensiones.

Discontinuidades adicionales pueden delimitar la extensión lateral del bloque deslizado, las cuales no contribuyen a la inestabilidad del macizo.

El tamaño del deslizamiento puede ser desde algunos metros cúbicos hasta deslizamientos en gran escala que involucran laderas de montañas.



Figura 19: Deslizamiento Planar

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Fallamiento en Cuña

El fallamiento en cuña ocurre cuando un bloque de roca se desliza a través de la intersección de al menos dos discontinuidades, las cuales buzanan hacia la cara del talud en un ángulo oblicuo hacia la cara del corte, formando un bloque en forma de cuña.

Comúnmente, estas cuñas de roca son expuestas por excavaciones que descubren la línea de intersección que corresponde al eje del deslizamiento, precipitando el movimiento del bloque en uno u otro plano de discontinuidad.

Dependiendo del rango entre la resistencia al corte pico y residual, el fallamiento de la cuña puede ocurrir rápidamente, entre segundos y minutos, o en un rango mayor de días o pocos meses. El tamaño del fallamiento en cuña puede ser desde algunos m³ hasta deslizamientos mayores los cuales tienen un potencial de destrucción de gran escala.

La forma y ocurrencia de la falla en cuña dependen primeramente de la litología y la estructura del macizo rocoso.

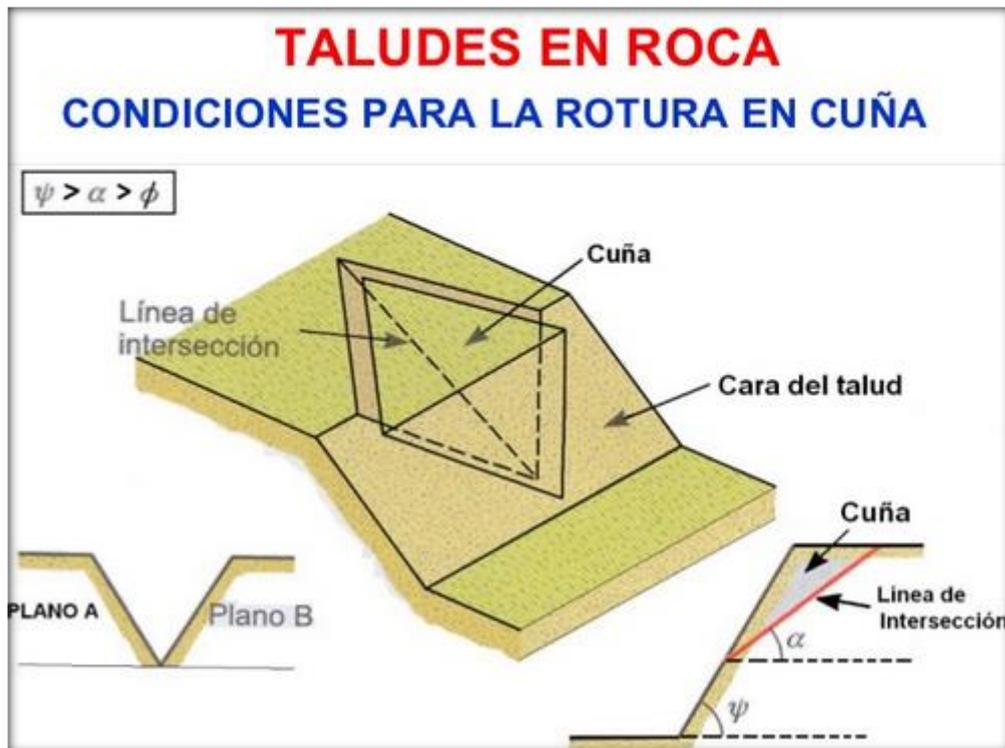


Figura 20: Fallamiento por cuña

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Vuelco

Estos movimientos implican una rotación de unidades con forma de columna o bloque sobre una base, bajo la acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por inclusión de agua en las discontinuidades. Este tipo de movimientos puede culminar como desprendimientos, deslizamientos, etc., dependiendo de los aspectos geológicos del material involucrado según la distribución de las discontinuidades. Los vuelcos se pueden considerar exclusivamente de medios rocosos, condicionados por la disposición estructural de los estratos hacia el interior del talud y un sistema de discontinuidades bien desarrollado. Existe variedades de este mecanismo como.

- ✓ **Vuelco por flexión o pandeo;** se desarrolla bajo un mecanismo compuesto por flexiones pseudocontinuas del material, individualizado en columnas, debido a una serie de movimientos acumulados a lo largo de las discontinuidades. Cuando se desencadena el movimiento, por transmisión de la carga en el pie del talud, el mecanismo progresa hacia el interior del macizo rocoso, originando grietas de tracción.

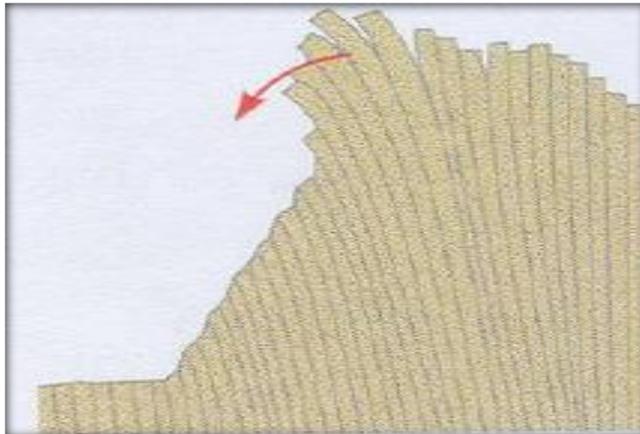


Figura 21: Vuelco por pandeo o flexión

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

- ✓ **Vuelco de bloques**, es característicos de aquellos macizos rocosos que tienen sistema de discontinuidades ortogonales, dando lugar a una geometría de columnas divididas en bloques. El empuje sobre los bloques inferiores origina su desplazamiento y una vez producido, el movimiento progresa hacia la parte superior del talud.

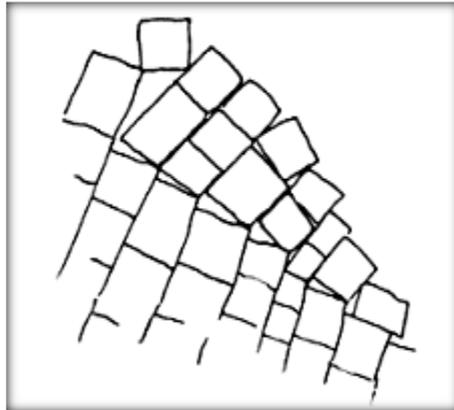


Figura 22: Vuelco en bloques

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

- ✓ **Vuelco Mixto**, es un caso que participa de las características de los dos anteriormente descritos. Se produce cuando los bloques son alargados, debido a flexiones en el pie del talud e intermovimientos relativos de las distintas unidades.



Figura 23: Vuelco mixto.

Fuente: Geotécnica-Braja-M-Das.

Factores Que Influencia la Estabilidad de los Taludes Macizos Rocosos

Los deslizamientos en taludes en esta zona de estudio debido a que ocurren de muchas maneras y existe cierto grado de incertidumbre en su predicción. Sin embargo, conocer los deslizamientos que han ocurrido en el área de interés constituye un buen punto de partida para la detección y evaluación de potenciales deslizamientos en el futuro.

Para conocer los deslizamientos pasados se puede revisar diversas fuentes, tales como periódicos locales, revistas nacionales e internacionales especializadas en el tema, mapas de zonificación de casos de inestabilidad geológica, inventarios de riesgos geológicos, etc. No siempre es posible conseguir documentación escrita de ocurrencias previas de deslizamientos, por lo que la información de los vecinos del sector-si los hay-constituye generalmente una valiosa fuente de información.

El tipo de información solicitada a los vecinos sería la descripción de deslizamientos previos en el área, el comportamiento de los taludes durante el periodo de lluvias, comportamiento durante eventos sísmicos, presencias de antiguas lagunas que se hayan secado, existencia de grietas en construcciones de la zona, grietas en el terreno, inclinación de postes, cercas o árboles con deformaciones, etc.

Geología

La topografía actual es el producto de millones de años de desarrollo y modificación a lo largo de diferentes procesos geológicos. Este proceso es continuo y los deslizamientos de taludes constituyen unos de los mecanismos de modificación (Schuster and Krisek 1976). La geología presentan un factor primordial en la estabilidad de un talud y existen muchos factores geológicos que ilustran el potencial del deslizamiento de taludes.

El relieve y la topografía

Están determinados por la geología del área, lo que permite estimar la susceptibilidad al movimiento en el nivel regional. En general, los deslizamientos pueden ocurrir en cualquier tipo de relieve si las condiciones están dadas, sin embargo, las experiencias

de trabajar y observar distintos tipos de relieves ha demostrado que los deslizamientos son más comunes en ciertos tipos de relieves. A continuación se describen las características de estos relieves:

- ✓ **Taludes escarpados,** En terrenos escarpados los deslizamientos pueden ocurrir en cualquier tipo de material geológico. Sin embargo, la causa más común de derrumbe en taludes escarpados es el deslizamiento a lo largo del contacto con la roca de suelos residuales o coluviales. El material meteorizado o suelto no puede mantener la misma pendiente que la roca, por ello, una fuerte lluvia o un corte al pie del talud pueden activar el deslizamiento de la masa supra yacente.
- ✓ **Áreas de concentración de drenaje y filtración,** Un estudio cuidadoso de la red de drenaje y áreas de concentración de agua es extremadamente importante. Es probable que ocurran filtraciones con el subsecuente deslizamiento en áreas debajo de reservorios, canales de irrigación o depresiones con agua estancada. Es importante reconocer el peligro potencial de las áreas derivadas de drenaje superficial, especialmente en rocas porosas y fracturadas.
- ✓ **Áreas de concentración de fracturas,** El movimiento de taludes puede estar estructuralmente condicionado por superficies débiles tales como fallas, diaclasas, planos de deposición y foliación. Estas estructuras pueden dividir un macizo rocoso en una serie de unidades individuales que pueden actuar independientemente una de la otra. El macizo rocoso no puede ser considerado como un medio continuo sino como una serie de bloques individuales; estos planos de debilidad facilitan el flujo de aguas y desarrollo de vegetación, lo cual debilita los bloques y reduce la resistencia al deslizamiento. Por lo tanto, se debe buscar cuidadosamente las áreas con pequeño espaciamiento de diaclasas, especialmente cuando estas se cruzan y dividen el macizo rocoso en pequeños bloques que lo hace más inestable.

Topografía y estabilidad

Los mapas topográficos representan una excelente información para la detección de deslizamientos y, algunas veces, se puede identificar en ellos grandes áreas de deslizamientos. En los mapas topográficos, la escala y el intervalo de las curvas de nivel facilitan la identificación de los deslizamientos. Esta identificación se puede llevar a cabo mediante

Características topográficas evidentes, Como pendientes empinadas (curvas de nivel con poco espaciamiento), escarpes de un deslizamiento, topografía con pequeñas elevaciones o montículos dentro de la masa deslizante (curvas de nivel que siguen un patrón irregular y no simétrico con depresiones poco profundas), presencia de masa separada y características de flujo en la parte baja.

Curvas de nivel onduladas, Vías locales dañadas con niveles desiguales y otros lineamientos superficiales tales como líneas de transmisión o cercas.

Movimientos menores, o irregularidades en zonas de pendientes empinadas, acantilados, bancos, aéreas de concentración de drenaje. La identificación de deslizamientos en mapas topográficos se verá ayudada por la escala y el intervalo de curvas de nivel en el mapa.

Efecto de la resistencia del suelo y la pendiente del talud, El suelo tiene dos comportamientos básicos ante la aplicación del esfuerzo cortante. Uno, a través de la fricción intergranular de las partículas que lo integran y la otra por medio de fuerzas que unen a las partículas entre sí. La primera se llama también condición drenada o a lo largo plazo y la segunda, condición no drenada o a corto plazo. Los suelos estudiados generaron seis figuras simplificadas que brindan información preliminar acerca de la estabilidad de los taludes con comportamiento granular y con comportamiento cohesivo.

Taludes con Comportamiento Granular, consiste en cuatro curvas que definen sectores de estabilidad para los casos secos (trazo continuo) y de alto grado de saturación (trazo punteado); estos sectores de estabilidad se basan en el factor de seguridad (FS).

- ✓ El primer sector, ubicado debajo de las curvas del FS=1,2, corresponde a combinaciones de la resistencia del suelo con la pendiente del talud que puede originar situaciones de inestabilidad bajo la resistencia del suelo; en este caso viene dada por el ángulo de fricción del suelo.
- ✓ El segundo sector, ubicado entre las curvas del FS= 1,2 y 1,5, corresponde a situaciones en las que se debe realizar un estudio más detallado e incorporar toda la información disponible sobre el suelo.
- ✓ El tercer y último, sector de estas figuras corresponde a los casos con bajo peligro de inestabilidad. toma en cuenta el caso estático y el caso dinámico con aceleraciones máximas $A_0 = 0,15g$ respectivamente.

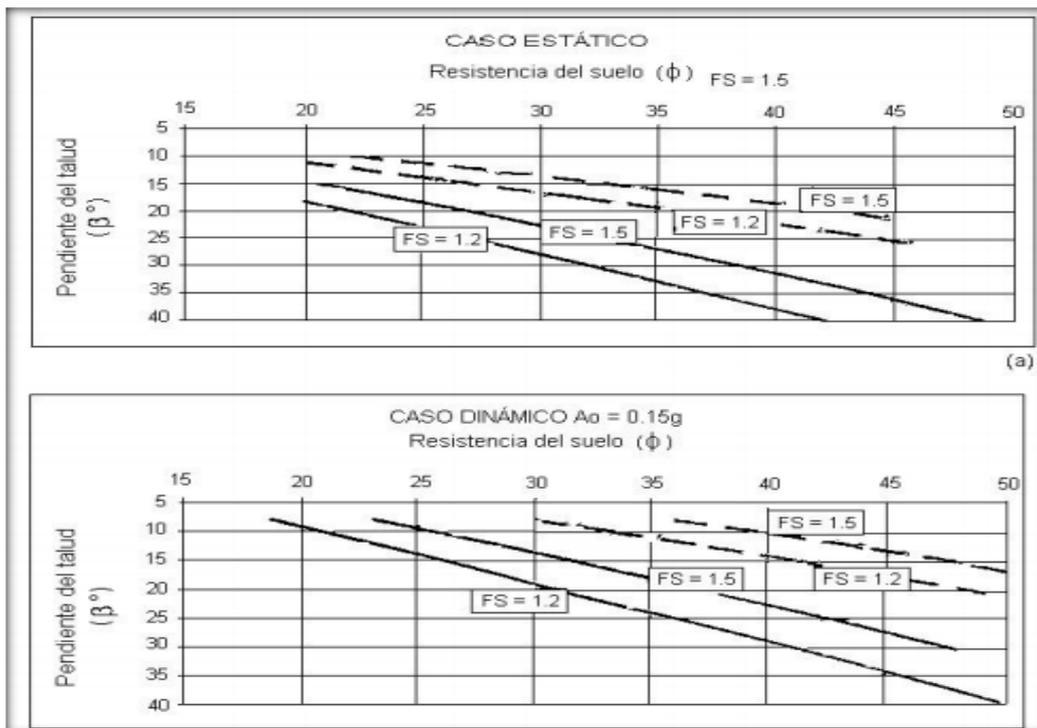


Figura 24: Criterio de fallas en taludes con comportamiento granular

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

Suelos con Comportamiento Cohesivo, La Figura muestra análisis simplificados para suelos con comportamiento cohesivo. Dado que en este tipo de suelos la altura del talud (H) es un parámetro de relevancia, este fue incorporado en el análisis. En el suelo puramente cohesivo la variación del parámetro de resistencia no drenada (S_u), es directamente proporcional al factor de seguridad y por lo tanto se decidió realizar el análisis para una resistencia de 1 kg/cm^2 . El factor de seguridad obtenido podrá ser modificado multiplicándolo por un factor igual al que haya entre la resistencia del suelo del presente trabajo.

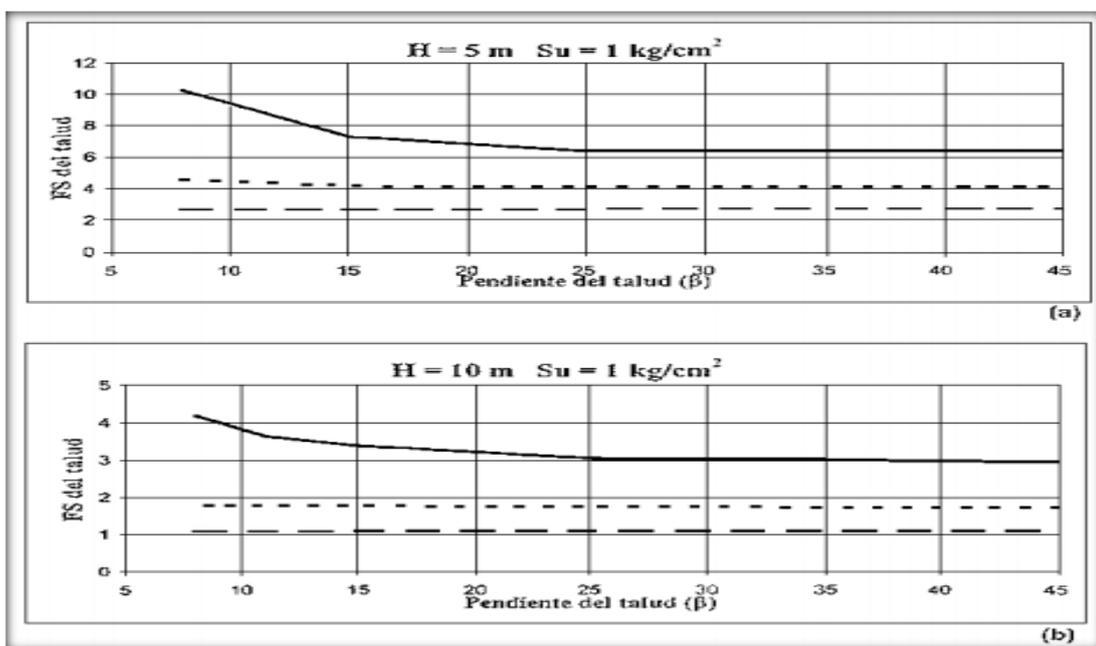


Figura 25: Curvas de FS vs inclinación del talud para suelos con comportamiento cohesivo.

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

- ✓ **Pluviosidad**, La pluviosidad tiene un efecto primordial en la estabilidad de taludes ya que influencia la forma, incidencia y magnitud de los deslizamientos. En suelos residuales, generalmente no saturados, el efecto acumulativo puede llegar a saturar el terreno y activar un deslizamiento, respecto a la pluviosidad tenemos tres aspectos importantes.

- a) El ciclo climático en un periodo de años, por ejemplo, alta precipitación anual versus baja precipitación anual;
- b) La acumulación de pluviosidad en un año determinado en relación con la acumulación normal.
- c) Intensidad de una tormenta específica.

El coeficiente del ciclo fue definido como la precipitación acumulada hasta el día de la falla en porcentaje del promedio de la precipitación anual. Los resultados del estudio indican que la acumulación de precipitación causa un incremento en la saturación del terreno que eleva el nivel freático, por lo tanto, una tormenta durante la estación seca o al comienzo de la estación húmeda tendría un efecto menor en la estabilidad del talud que una tormenta de la misma intensidad el final de la estación húmeda.

- ✓ **Erosión,** La erosión puede ser causada por agentes naturales y humanos. Entre los agentes naturales se pueden incluir el agua de escorrentía, aguas subterráneas, olas, corrientes y viento. La erosión por agentes humanos incluye cualquier actividad que permite un incremento de la velocidad del agua, especialmente en taludes sin protección, como la tala de árboles u otro tipo de vegetación que ayuda afijar el suelo y mejorar la estabilidad del talud.

La erosión puede causar la pérdida de soporte de fundación de estructuras, pavimentos, rellenos y otras obras de ingeniería. En terreno montañoso, incrementa la incidencia de taludes inestables y puede resultar en la pérdida de vías u otras estructuras.

En taludes, la protección consiste:

- a) Sembrar vegetación de rápido crecimiento además de instalar un sistema de control de drenaje superficial;
- b) Instalar fajas en la dirección transversal del talud, las cuales se pueden sujetar con estacas;
- c) Sellar las grietas superficiales con concreto, suelo o asfalto para prevenir la infiltración, lo cual reduce la erosión.

Licuefacción debido a acciones sísmicas, La mayoría de las fallas de los taludes durante sismo se debe al fenómeno de licuefacción en suelos no cohesivos, sin embargo, también se han observado fallas en suelos cohesivos, durante algunos eventos sísmicos de gran magnitud.

Licuefacción; es un fenómeno que consiste en una caída brusca de resistencia al corte de un suelo granular en condiciones no drenadas, la cual puede ser activada por la repetida aplicación de pequeños incrementos o decrementos de esfuerzos de corte inducidos por vibraciones del terreno asociadas con terremotos o explosiones. La pérdida de resistencia es de tal magnitud que momentáneamente el suelo alcanza la consistencia de un fluido pesado y se originan grandes deformaciones. Los fenómenos de licuefacción se han observado generalmente en los parámetros más relevantes en la evaluación del potencial de licuefacción son:

1. La granulometría (tamaño, gradación y forma de granos);
2. La densidad relativa del depósito.

En general, los materiales con un coeficiente de uniformidad C_u (definido como el tamaño de 60% de los granos más finos del depósito) entre 2 y 5 y un tamaño promedio dado por el D_{50} que varía entre 0,02 mm y 2.0 mm son lo más propensos a la licuefacción.

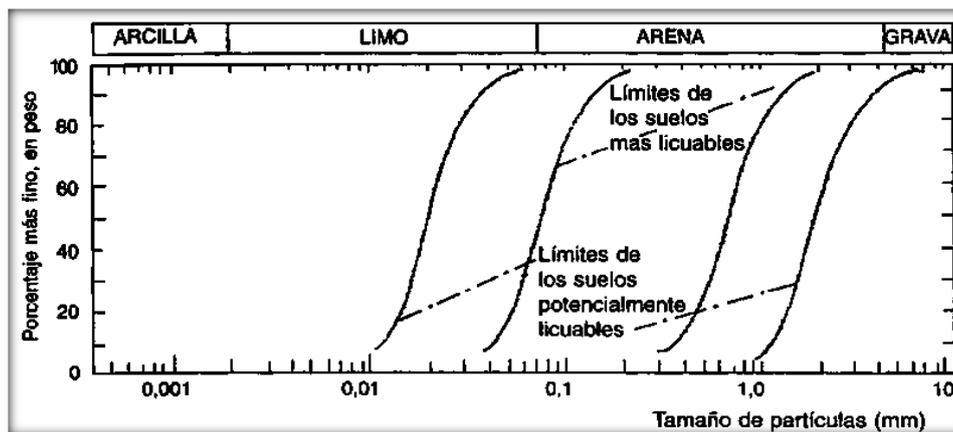


Figura 26: Granulometrias límites de los suelos potencialmente licuables.

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

Métodos de Estructuras de Control de Movimientos.

Protección contra caído de Roca.

Un método efectivo de minimizar la amenaza de caídos de roca es permitir que ellas ocurran pero controlarlas adecuadamente, utilizando sistema de control en el pie del talud, tales como trincheras, barreras y mallas. Un detalle común a todas estas estructuras es el de sus características de absorción de energía, bien se aparando el caído de roca en una determinada distancia o desviándola de la estructura que está siendo protegida. Es posible utilizando técnicas apropiadas, controlar el riesgo de los caídos de roca de tamaño de hasta 2 o 3 metros de diámetro.

La selección y el diseño de un sistema apropiado de control de caídos de roca requieren de conocimiento completo del comportamiento del caído.

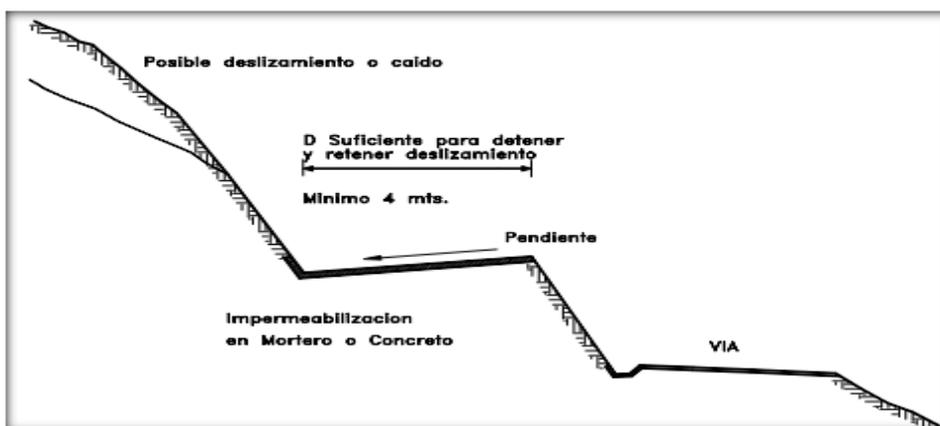


Figura 27: Bermas para obtener caídos o derrumbes de roca o suelo.

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

Los factores más importantes en el diseño de las estructuras son:

- Trayectoria de las piedras.
- Velocidad.
- Energía de impacto.
- Volumen total de acumulación.

De acuerdo a las características de los caídos, se puede diseñar varios tipos de obra, así como:

- **Bermas en el talud**, La excavación de bermas intermedias puede aumentar la amenaza de caídos. Los caídos tienden a saltar en las bermas; sin embargo el diseño de bermas anchas puede ser muy útil para ciertos casos de caídas, especialmente de residuos de roca.
- **Trincheras**, Una trinchera o excavación en el pie del talud puede impedir que la roca afecte la calzada de una vía y representa una solución muy efectiva cuando existe espacio adecuado para su construcción. El ancho y profundidad de las trincheras está relacionado con la altura y la pendiente del talud (Ritchie, 1963). En los taludes de pendiente superior a 75 grados, los bloques de roca tienden a permanecer muy cerca de la superficie del talud y para pendientes de 55 a 75 grados tienden a saltar y rotar, requiriéndose una mayor dimensión de la trinchera. Para pendientes de 40 a 55 grados los bloques tiendan a rodar y se requiere de una pared vertical junto a la trinchera para que los bloques no traten de salirse.

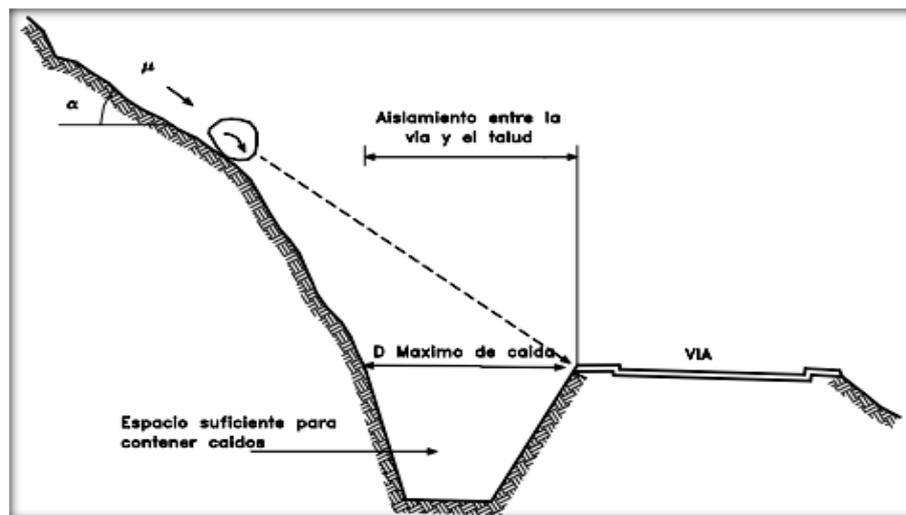


Figura 28: Trincheras para control de flujos caídos o avalanchas.

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

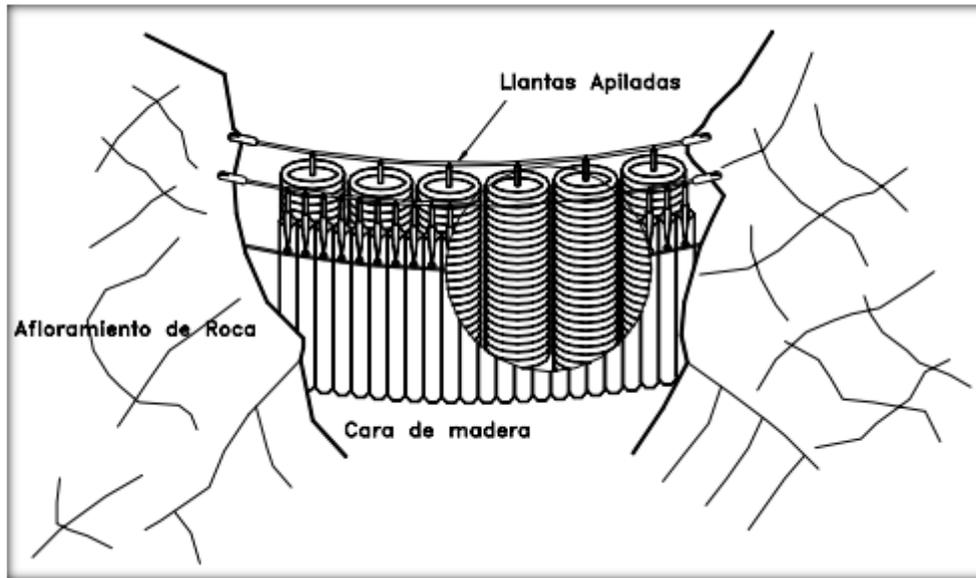


Figura 29: Esquema de atenuador de caídas de roca utilizando llantas usadas.

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

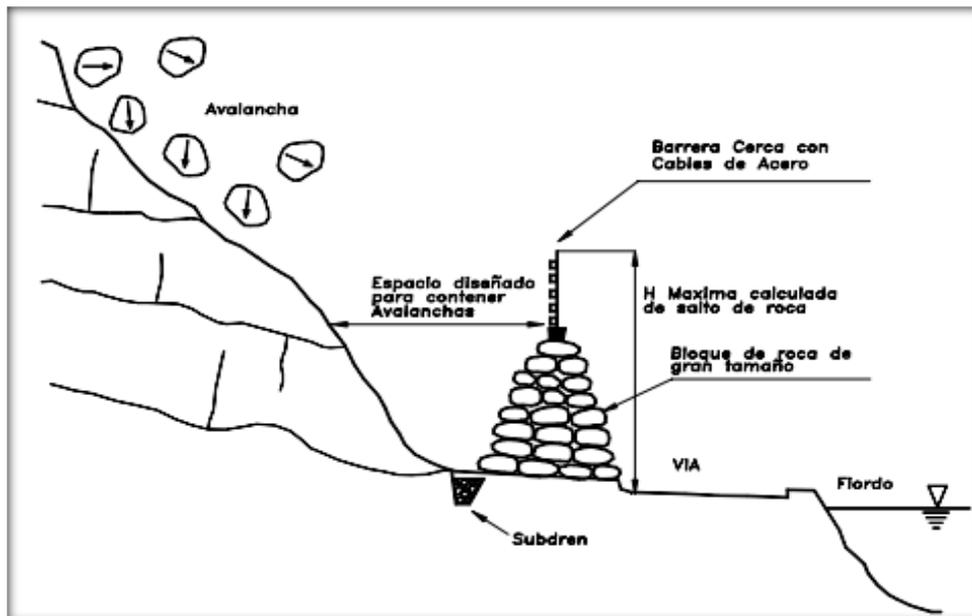


Figura 30: Barreras en roca para control de avalanchas utilizadas en Noruega

Fuente: Método de Análisis de Estabilidad de Taludes

Muro de Contención.

Los muros de contención son estructuras capaces de contener o soportar las presiones laterales o empujes de tierras generadas por terrenos naturales o rellenos artificiales. Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos manteniendo pendientes que naturalmente no pueden conservar. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.

Características.

Los muros de contención son elementos constructivos que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos por el empuje de tierras. En otros tipos de construcción, se utilizan para contener agua u otros líquidos en el caso de depósitos.

Un muro de contención no solo soporta los empujes horizontales transmitidos por el terreno, debe también recibir los esfuerzos verticales transmitidos a pilares, paredes de carga y forjados que apoyan sobre ellos. La mayoría de los muros de contención se construyen de hormigón armado, cumpliendo la función de soportar el empuje de tierra, generalmente en desmontes o terraplenes, evitando el desmoronamiento y sosteniendo el talud.

Partes del muro de contención

Puntera: Parte de la base del muro (cimiento) que queda debajo del intradós y no introducida bajo el terreno contenido.

Tacón: Parte del cimiento que se introduce en el suelo para ofrecer una mayor sujeción.

Talón: Parte del cimiento opuesta a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido.

Alzado o cuerpo: Parte del muro que se levanta a partir de los cimientos de este, y que tiene una altura y un grosor determinados en función de la carga a soportar.

Intradós: Superficie externa del alzado.

Trasdós: Superficie interna del alzado, está en contacto con el terreno contenido.



Figura 31: Principales Tipos de Muros de Contención

Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M. Das.

Muros de gravedad.

Son aquellos cuyo peso contrarresta el empuje del terreno. Dadas sus grandes dimensiones, prácticamente no sufre esfuerzos flectores, por lo que no suele armarse. Los muros de gravedad a su vez pueden clasificarse en:

Muros de hormigón, en masa. Cuando es necesario, se arma el pie (punta y/o talón).

Muros de mampostería seca. Se construyen mediante bloques de roca (tallados o no).

Muros de escollera, Se construyen mediante bloques de roca de mayor tamaño que los de mampostería.

Muros de gaviones, Son muros mucho más fiables y seguros que los de escollera ya que, con estos, se pueden realizar cálculos de estabilidad y, una vez montados, todo el muro funciona de forma monolítica.

Muros prefabricados o de elementos prefabricados, Se pueden realizar mediante bloques de hormigón previamente fabricados.

Muros aligerados, Aquellos en los que los bloques se aligeran (se hacen huecos) por diversos motivos (ahorro de material, reducción de peso...).

Muros jardinera. Si los bloques huecos de un muro aligerado se disponen escalonadamente, y en ellos se introduce tierra y se siembra, se produce el muro jardinera, que resulta mucho más estético, y de menor impacto, ver rocalla.

Muros secos. Constituidos por piedra de 8" a 10" que van sobrepuestos y amarrados entre sí; no llevan ningún tipo de mortero o concreto. Conforme se van construyendo

se van relleno con piedras de lugar o cascajo de 3/4" de diámetro en caso de que se utilice con drenar el agua.

Muros Estructurales

Son muros de hormigón fuertemente armados. Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro. Presentan un saliente o talón sobre el que se apoya parte del terreno, de manera que muro y terreno trabajan en conjunto.

Siempre que sea posible, una extensión en el puntal o la punta con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica.

Tipos distintos de muros estructurales son los muros «en L», «en T invertida». En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Es en estas ocasiones cuando se utilizan los muros en L.

Como se ha indicado, en ocasiones muros estructurales verticales de gran altura presentan excesivas flexiones. Para evitar este problema surge el 'muro con contrafuertes', en los que se colocan elementos estructurales (contrafuertes) en la parte interior del muro (donde se localizan las tierras). Suelen estar espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro. También existen muros con contrafuertes en la parte exterior del mismo.

En ocasiones, para aligerar el contrafuerte, se colocan elementos con un tirante (cable metálico) para que trabaje a tracción. Surgen así los muros atirantados.

Verificaciones Para el Cálculo de Muro.

Para el cálculo de un muro de contención de tierras es necesario tener en cuenta las fuerzas que actúan sobre él como son la presión lateral del suelo o la supresión y aquellas que provienen de éste como son el peso propio. Con estos datos podemos verificar los siguientes parámetros:

Fuerzas que Actúan Sobre un Muro de Contención.

Para el cálculo de un muro de contención de tierras es necesario tener en cuenta las fuerzas que actúan sobre él como son la presión lateral del suelo o la subpresión y aquellas que provienen de éste como son el peso propio. Con estos datos podemos verificar los siguientes parámetros:

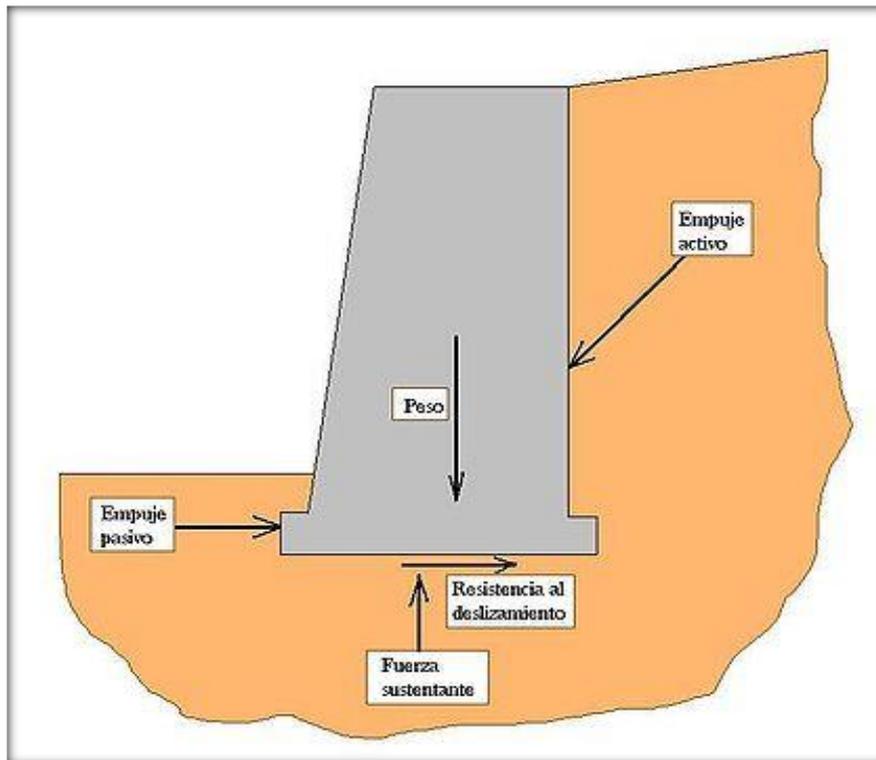


Figura 32: Fuerzas que Actúan Sobre un Muro de Contención.

Fuente: Principios de Ingeniería de Cimentaciones Braja M. Das.

Verificación de Deslizamiento:

Se verifica que la componente horizontal del empuje de la tierra (F_h) no supere la fuerza de retención (F_r) debida a la fricción entre la cimentación y el suelo, proporcional al peso del muro. En algunos casos, puede incrementarse (F_r) con el empuje pasivo del suelo en la parte baja del muro. Normalmente se acepta como seguro un muro si se da la relación: $F_r/F_h > 1.3$ (esta relación se puede llamar también coeficiente de seguridad al deslizamiento)

Verificación de Volteo o Vuelco.

Se verifica que el momento de las fuerzas (M_v) que tienden a voltear el muro sea menor al momento que tienden a estabilizar el muro (M_e) en una relación de por lo menos 1.5. Es decir: $M_e/M_v > 1.5$ (coeficiente de seguridad al volteo).

Verificación de la Capacidad de Sustentación.

Se determina la carga total que actúa sobre la cimentación con el respectivo diagrama de las tensiones y se verifica que la carga transmitida al suelo (T_a) sea inferior a la capacidad portante (T_p), o en otras palabras que la máxima tensión producida por el muro sea inferior a la tensión admisible en el terreno. Es decir: $T_p/T_a > 1.0$ (coeficiente de seguridad a la sustentación).

Verificación de la Estabilidad Global.

Se verifica que el conjunto de la pendiente que se pretende contener con el muro tenga un coeficiente de seguridad global.

Gaviones.

Los gaviones tipo caja y tipo colchón producidos por PRODAC son paralelepípedos rectangulares constituidos por mallas de características particulares que forman una base, paredes verticales y una tapa, la cual eventualmente puede ser formada por separado.

Por la conformación de las mallas, éstas pueden ser.

- De abertura o “cocada” hexagonal (tejidos).
- De abertura o “cocada” ortogonal (electrosoldados).

Se suelen llamar tipo caja a aquellos cuya altura fluctúa entre 0.50 m - 1.00 m y tipo colchón a aquellos cuya altura fluctúa entre 0.17 m - 0.30 m. Interiormente los gaviones pueden estar divididos por diafragmas formando celdas cuya longitud no debe ser mayor a una vez y media el ancho de la malla. Usualmente esta separación es de 1 m.



Figura 33: Gaviones.

Fuente: Gaviones en Ingeniería Civil

Tipo de Gaviones.

Tipo Caja.

Los gaviones son cestas de malla triple torsión de alambre de medidas variables, dividida uniformemente en celdas, conectadas a unidades similares, se suelen llamar tipo caja a aquellos cuya altura fluctúa entre 0.50m – 1.00m. Interiormente los gaviones pueden estar divididos por diafragmas formando celdas. Usualmente esta separación es de 1 m. Son llenados con roca en el sitio de proyecto para formar estructuras, flexibles, permeables y monolíticas usadas como muros de retención, canales o revestimiento y presas para control de erosión.

La malla con la que se fabrican, está constituida por una red tejida de forma hexagonal obtenida por el resultante de entrecruzar dos hilos de alambre por tres medios giros. El tipo de malla es de 8 x 10 cm. La tolerancia en las dimensiones de la abertura de la malla será de $\pm 5\%$. Los diámetros de los alambres usados en la fabricación de los gaviones tipo caja dependerán de las condiciones estructurales a los cuales estará sometida la estructura.

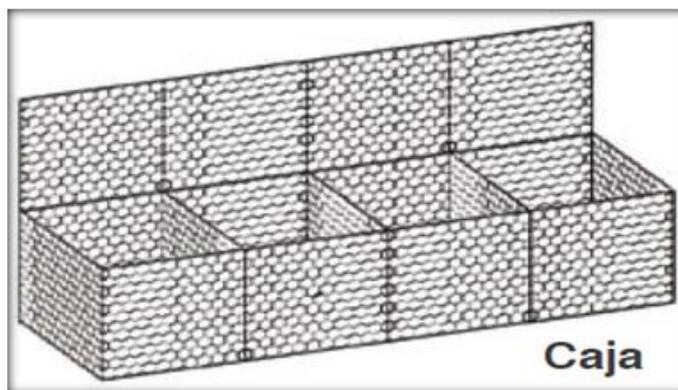


Figura 34: Gavión Tipo Caja.

Fuente: Gaviones en Ingeniería Civil

Tipo Colchon.

Se llaman Gaviones tipo Colchón a aquellos cuya altura fluctúa entre 0.17m – 0.30m, son unidades rectangulares de malla tejida rellena de piedra que forman elementos flexibles y permeables para construir una gran gama de estructuras. El colchón es una canasta sin tapa fabricada en un panel de malla continua que forma la base, costados y diafragmas. La malla usada en los colchones es de acero de alta resistencia fuertemente galvanizada o con recubrimiento Zinc – 5% Aluminio adicional. El colchón presenta características únicas para el diseño de proyectos. La más notable es su flexibilidad, permeabilidad, economía y resistencia. Estas características permiten al colchón ser usado en casi cualquier terreno, son capaces de integrarse al medio ambiente que los rodea permitiendo la preservación y restauración de la naturaleza, el filtro generado por el relleno de roca permite al suelo, agua, aire y plantas interactuar.

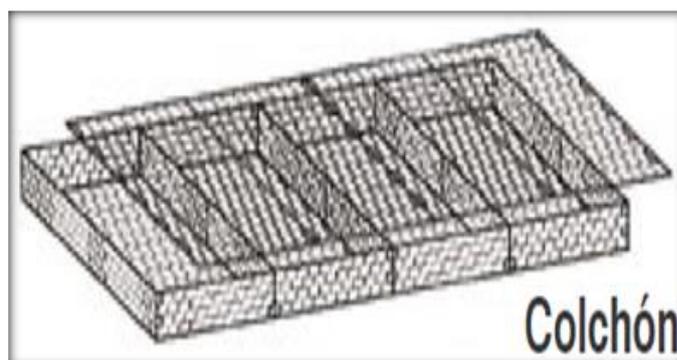


Figura 35: Gavión Tipo Colchón.

Fuente: Gaviones en Ingeniería Civil

Tipo Saco.

Este tipo de gavión está formado a partir de un único paño de red metálica de malla hexagonal de doble torsión, producido con alambres que cumplen la norma. Los gaviones tipo saco son producidos con redes metálicas de malla hexagonal de doble torsión, fabricada con alambres protegidos con aleación metálica de acuerdo a la norma, se haciéndolos eficientes para el uso en lugares hídricos.

Hechos antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo.

Los gaviones tipo saco son constituidos de un único paño de red. Para cerrar las extremidades del gavión saco deberá ser insertado, durante la fabricación, un alambre de 3,4 mm de diámetro a ser colocado alternadamente entre las penúltimas mallas.

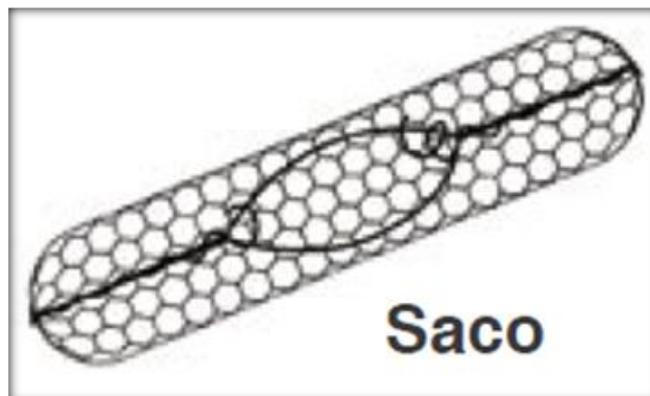


Figura 36: Gavión Tipo Saco.

Fuente: Gaviones en Ingeniería Civil

Geomallas.

Son materiales fabricados a partir de varios tipos de polímeros derivados del petróleo, que mejoran las propiedades mecánicas de los suelos y hacen posible la ejecución de proyectos de ingeniería civil y geotecnia en difíciles condiciones.

Las geomallas son geosintéticos que se emplean con una función de refuerzo y estabilización. Están fabricadas con polímeros resistentes y duraderos, con el objetivo de que, al interactuar con el suelo, complementen su resistencia

Son fabricadas en polietileno de alta densidad, utilizando un proceso de extrusión. Tiene una mayor adherencia al terreno y una mayor durabilidad en el medio que los geotextiles.

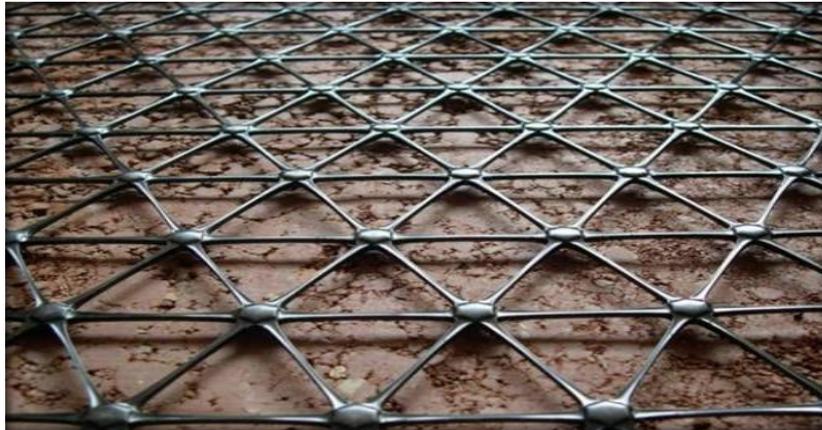


Figura 37: Geomalla

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

Sistema de Estabilización.

De forma previa a la colocación de la malla se procederá al saneo de los taludes a proteger y a la retirada de material suelto y piedras semidesprendidas, mediante la retroexcavadora situada al pie del talud o en su cabecera.

La instalación del sistema comienza por la ejecución de una zanja en la corona del talud, de 30 cm de profundidad para fijar la malla adecuadamente, anclándola con una piqueta por metro lineal. Una vez que la malla se encuentra fijada en la coronación, se procede al relleno y compactado de la zanja.

La malla se anclara en la cabecera del talud, a una distancia de entre 2 y 4 metros del borde, mediante bulones de acero corrugado, de diámetro no menor de 20 mm y al menos 1 metro de longitud, separados entre sí de 2 a 4 metros y asegurados con lechada de mortero. La malla se ancla a los bulones de cabecera mediante una barra de acero corrugado de 10 mm de diámetro. Una vez cortada la malla se colocara en el tramo a proteger. Para ello, se puede o bien dejar caer desde el borde superior, o bien, dejando

el trozo de lienzo cortado en la base del talud, atando al extremo unas cuerdas e izándola tirando desde el borde superior.



Figura 38: Geomalla Colocación

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

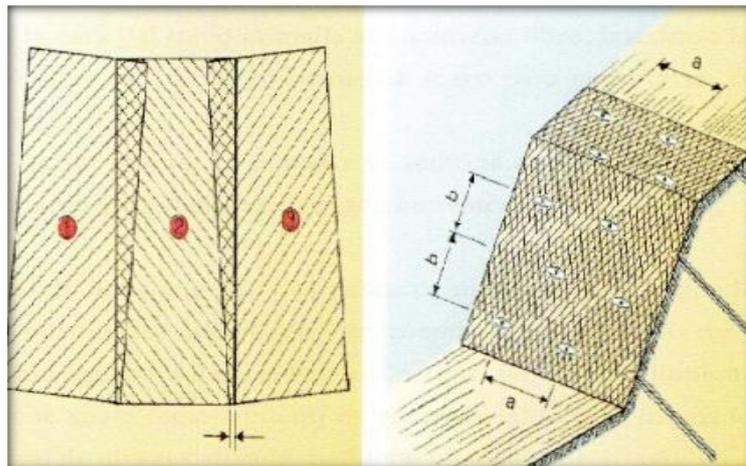


Figura 39: Vista Previa del Sistema.

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

Los rollos se unen entre sí, cosiendo los bordes de cada uno con alambre de atar. Los bordes, para un mejor y más resistente cocido, deberán solaparse al menos 30 cm, pasando un alambre a lo largo de los bordes de los paños de arriba abajo.

En la cara del talud la malla se mantiene libre, lastrando la parte inferior atando a todo lo largo barras de acero para permitir su contacto con el talud.

La parte inferior de la llama se termina de 0,5 – 1m por encima del pie del talud para facilitar el mantenimiento.

Cuando haya que unir dos paños de malla en la dirección longitudinal de los mismos, se deberá tener en cuenta un solape de 40 cm.

Como opción para taludes con peligro de desprendimiento o en lugares donde suele existir viento es recomendable unir los paños con hilo de nylon de alta resistencia mediante punzadas de 30 cm

Una vez que están colocados y fijados Al talud todos los paños de geomalla se puede proceder, si se desea, al aporte de tierra vegetal y/o hidrosiembra, con el fin de acelerar el crecimiento de la vegetación.

Este sistema ofrece la posibilidad de combinarlo con otras medidas de protección y estabilización de taludes, como mallas de triple torsión, redes de cable u otras membranas de estabilización.



Figura 40: Final de la Colocación Geomalla.

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

Variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Estabilización de Talud	Se define a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento.	Se define la seguridad del C.P. San Juanito Alto. Por tres métodos de diseño.	<ul style="list-style-type: none">➤ Zona de deslizamiento de talud de alto riesgo.➤ Zona rocosa.➤ Área Estabilización de talud con el método de gaviones, geomalla y muro de contención.

➤ Estabilidad del Talud.

- Tipo de Terreno
- Material que se utilizara para el mejoramiento del terreno.

➤ Resistencia por los tres métodos Gaviones, Geomalla y muro de contención.

Objetivo Generales:

Determinar una mejor propuesta para estabilizar los taludes del C.P. San Juanito Alto.

Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar un estudio detallado de los taludes de la zona de estudio (Zonas de alto riesgo debido a derrumbamientos por rocas).
- ✓ Realizar un diagnóstico, estudio del tipo de suelo y su geomorfología.
- ✓ Realizar por medio de ensayos de estudio de suelos el tipo y esfuerzo que tiene el terreno de investigación.

- ✓ Determinar la eficacia de un sistema de estabilidad de taludes.
- ✓ Seleccionar el sistema más adecuado de estabilidad de taludes.

METODOLOGIA

El Centro Poblado San Juanito Alto está localizada a 477 kilómetros al Norte de la Ciudad de Lima, capital de la República del Perú. El Centro Poblado San Juanito Alto está situado a orillas del Océano Pacífico, a 10 km. al nor-oeste de la ciudad de Chimbote; ubicado a sobre el Río Santa, geográficamente tiene mayor influencia en el Departamento de Áncash; por el cual se hará todos los estudios con referencia al departamento de Áncash.

La zona de estudio del proyecto, se encuentra ubicado a la Altura del Km 477+00.00 de la carretera de Panamericana Norte, perteneciendo jurisdiccionalmente al Distrito de Guadalupe, Departamento de La Libertad.

Departamento : La Libertad

Provincia : Viru

Distrito : Guadalupe

Localidad : San Juanito Alto

Levantamiento Topográfico:

Se realizó el levantamiento topográfico al cual corresponde al estado actual de la zona de investigación del proyecto.



Figura 41: Levantamiento Topográfico de la Zona.

Tabla 01: Coordenadas UTM

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9001751.905	762151.551	37.722	terreno
2	9001747.427	762153.385	35.891	terreno
3	9001756.783	762149.562	37.786	terreno
4	9001767.102	762145.346	35.678	terreno
5	9001761.162	762147.769	38.075	terreno
6	9001729.147	762160.854	36.321	terreno
7	9001724.133	762162.898	37.983	terreno
8	9001733.392	762159.119	37.192	terreno
9	9001742.648	762155.333	35.015	terreno
10	9001738.464	762157.047	38.541	terreno
11	9001795.193	762127.124	36.667	terreno
12	9001791.597	762129.625	36.431	terreno
13	9001800.392	762123.51	38.134	terreno
14	9001804.502	762120.652	35.671	terreno
15	9001803.404	762121.416	36.098	terreno
16	9001775.171	762141.046	37.327	terreno
17	9001770.421	762143.99	35.063	terreno
18	9001778.772	762138.542	38.524	terreno
19	9001786.983	762132.833	38.471	terreno
20	9001783.984	762134.961	37.567	terreno

Fuente: Coordenadas UTM Empleando GPS.

Estudio Geológico

El estudio geológico de la zona del proyecto de investigación se encuentra aprox. En el Km.477+000 del norte de lima ubicado en el C.P. de San Juanito Alto.

El área de estudio se encuentra formado por relieves moderados, debido al tipo de roca y características de la zona.

Formación geológica

Dentro del departamento de Ancash existe una diversidad de rocas intrusivas que se agrupan en cuatro grupos.

Rocas intrusivas

Batolito de la costa.- Granito rojo del marañón se caracteriza porque tiene una débil foliación y esquistos del complejo del Marañón y está cubierto discordantemente por el grupo Mitu, Pucara, etc. Y como quiera que en otros lugares la foliación no afecta al grupo ambo (Missipiano) es evidente que su emplazamiento y metamorfismo ocurrieron en el paleozoico temprano y tardío respectivamente.

Batolito de la cordillera blanca.- El batolito de la costa es el macizo emplazado en el lado occidental de la cordillera de los andes, en él se han agrupado seis clases de intrusiones en su extremo sur y hacia el norte a quedado indiviso en espera de estudios superiores, cabe anotarse que en el lado sur han dividido al batolito en más de 20 facies de intrusiones.

- Anglesita (sulfato de Plomo).
- Cuarzo cristalizado.
- Anglesita (sulfato de plomo).
- Galena (sulfuro de plomo).
- Rodizorrita (silicato de magnesio).
- Dialogita (carbonato de magnesio).
- Tetraedrita (sulfuro de cobre y antimonio de plata)
- Blenda (sulfuro de zinc)

- Manganocalcita (carbonato de magnesio y cal)
- Limonita (peróxido de fierro hidratado)
- Magnetita (óxido de fierro magnético)
- Malaquita (carbonato verde de cobre)
- Ziguelina (protóxido de cobre)
- Calcopirita (sulfuro de fierro)
- Crisocola (silicato de cobre)
- Galena argentífera (sulfuro de plomo con plata)
- Cerusa (carbonato de plomo)
- Huascolita (sulfuro doble de plomo y zinc)
- Calcita (carbonato de cal)

Geología de la zona

El departamento de Ancash, se caracteriza por que presenta fajas definidamente mineralizadas, susceptibles a una intensa exploración por depósitos metálicos y no metálicos.

La mineralización de la faja de la cordillera Negra generalmente consiste en plomo, zinc, plata y subsidiariamente cobre y oro y antimonio, en ganga de cuarzo.

Las estructuras mineralizadas son vetas del tipo de relleno de fracturas en rocas encajonan tés volcánicas y sedimentarios relacionados casi siempre con pequeños stocks intrusitos de monzonitas, pórfidos, etc. probablemente también con chimeneas volcánicas de la formación Cali puy.

Fisiografía y Geomorfología.

La geomorfología del lecho del rio santa permite apreciar las zonas características de dos tipos de zonas de erosión y sedimentación, siendo la primera predominante en los taludes cercanos extremos del cauce y el segundo como producto del arrastre de partículas y que se van depositando en el mismo cauce del rio, permitiendo la

formación de canteras de material de construcción como canto rodado, hormigón y arena.

Geotecnia.

Se han tomado como referencia los estudios realizados anteriormente en obras de Defensa Ribereña del Rio Santa, donde se determinó que los depósitos aluviales están constituidos por gravas, guijarros ocasionalmente con cantos rodados, que presentan una matriz arenosa que varía de grano fino a grueso.- Estos depósitos carecen de elementos fino (limos y arcillas) que les de cohesión, estando unidos sus elementos solo por presión y contacto.- Los componentes mayores de estos suelos alcanzan diámetros superiores a 0.25m que se distribuyen erráticamente a lo largo del cauce. (Estudios realizados por otros CTAR, FONCODES y PERFEC).

Las características físicas de los depósitos aluviales en la zona son:

Clasificación SUCS	: GP mal graduada.
Diámetro medio	: 10-15mm
Elementos mayores de malla N°4	: 65-80%
Peso específico de las gravas	: 1.80- 2.00 gr/cm ³
Densidad Natural	: 2.66-2.68%
Densidad relativa	: 48-60%
Compacidad	: media

Descripción de los Suelos.

Suelos y capacidad de Uso: Los suelos existentes en la zona de estudio es de tipo rocoso y al vez en la parte más baja formado por conglomerados que está formado por zonas de pendiente moderada ya que está ubicada a los alrededores del C.P. SAN JUANITO ALTO la cual forma una forma de cerro alledaños, (**ver anexo Foto 01, 02**).

Diagnosticó de la Situación Actual de la Zona de Estudio

El deslizamiento de las piedras aledaño a la zona que pone en peligro la vida de las familias aledañas.

Invasiones que no fueron previstas por las autoridades y ahora se encuentran en peligro de deslizamiento por el mal sitio de ubicación en las laderas del talud más crítico.

Estudio Hidrológico y Drenaje. El estudio hidrológico y drenaje nos permite determinar el caudal máximo de escorrentía para tener en cuenta la precipitación de diseño en la aplicación de la estabilidad de taludes.

Las variables climatológicas evaluadas son la precipitación, temperatura de la cuenca del río santa.

En los registros climatológicos de la cuenca del río santa nos muestra los registros mensuales de precipitación la cual es la zona más cercana a la zona de estudio.

Descripción General de la cuenca del Río Santa.

Ubicación Geográfica.

El río Santa es un corto río de la vertiente del Pacífico, localizado en la costa norte del Perú, en la región Ancash, formando en su tramo final frontera natural con la Departamento de La Libertad. Pasa por el Callejón de Huaylas de sur a norte y atraviesa el Cañón del Pato, tomando un curso noreste-sudoeste hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, al norte de la ciudad de Chimbote.

Altitudinal mente, la cuenca del Río Santa se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbre de la Cordillera Occidental de los Andes, cuyos puntos más elevados están sobre los 4.000 msnm, que constituye la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Marañón y Santa (Cordillera Blanca) y cuyo punto más alto comprende al Nevado Huascarán Sur (6.768 msnm); y por el lado Oeste con la Cordillera Negra.

Ubicación Hidrológica.

El río Santa tiene su origen en la laguna Conococha, (9°56'40"S 77°11'44"O / -9.94444, -77.19556) la cual se halla ubicada en el extremo sudeste del Callejón de Huaylas, a una altura aproximada de 4.050 msnm . Esta laguna a su vez, vuelca sus

aguas a través del río Tuco a la laguna Conococha ($10^{\circ}07'42''S$ $77^{\circ}16'59''O$ / - 10.12833, -77.28306), y discurre en dirección sudeste-noroeste, hasta aproximadamente la confluencia del río Manta, a partir del cual cambia su curso hacia el Oeste, para luego desembocar al Océano Pacífico.

En su recorrido el río Santa describe el denominado Callejón de Huaylas, conformado por la Cordillera Blanca (llamada así por estar cubierta por nieve y glaciares perpetuos), y que corre paralela a la selva peruana y por la Cordillera Negra, que corre paralela a la costa del Océano Pacífico y pasa cerca del nevado Huascarán, en cuyas faldas está la hermosa laguna de Llanganuco. Las ciudades más importantes que atraviesa son las siguientes:

- 0 km Conococha (4.050 m)
- 62 km Recuay (3.400 m)
- 88 km Huaraz (3.090 m)
- 126 km Carhuaz (2.650 m)
- 153 km Yungay (2.500 m)
- 163 km Caraz (2.290 m)
- 205 km Huallanca (1.820 m)
- 215 km Yuramarca (1.420 m)
- 343 km Santa (20 m)

Metodología de la Cuenca.

Se puede afirmar categóricamente que la información histórica existen y los diversos estudios efectuados dentro de la cuenca de una u otra manera interpretan el real comportamiento dentro de dicho ámbito, salvo puntos o zonas aisladas que podrían obedecer a comportamiento micro climático y cuyo análisis o identificación escapa a los fines u objetivos propuestos en el medio.

Riesgo Sísmico.

El riesgo se incrementa con el factor de vulnerabilidad, considerando que el peligro es un fenómeno natural que no puede ser eliminado o reducido. Debido a que predecir un sismo es muy difícil, se puede establecer la ocurrencia de un evento sísmico en un período de años pero no se puede en una fecha determinada.

Se denomina peligro a la probabilidad de que se produzca un fenómeno natural potencialmente destructivo en un determinado lugar y tiempo.

Se denomina vulnerabilidad a los probables daños a ocasionarse, en la que influyen las características físicas socioeconómicas de la zona.

En conclusión el riesgo es la consecuencia de la combinación del peligro y la vulnerabilidad:

Peligro + Vulnerabilidad = Riesgo

Localización Geográfica



Figura 42: Localización geográfica

La zona de estudio del proyecto, se encuentra ubicada a la altura del Km 477+00.00 de la carretera de Panamericana Norte, él está ubicado a las orillas del río Santa. El C.P. San Juanito Alto, Distrito de Guadalupe, Departamento de La Libertad.

Evaluación y Análisis de Estabilidad de Taludes.

Una vez estudiado el talud. Definimos los niveles de amenaza, riesgo y el mecanismo de falla. Analizados los factores de equilibrio; se puede pasar al objetivo final que es el diseño del sistema de prevención control o estabilización.

Existen varias formas de enfocar y resolver cada problema específico y la metodología que se requiere emplear depende de una serie de factores técnicos, sociales, económicos con una gran cantidad de variables en el espacio y en el tiempo.

A continuación se presentan algunas de las metodologías que se han utilizado para disminuir o eliminar el riesgo a los deslizamientos de la tierra.

Descripción del Problema

Durante el recorrido en el Centro Poblado San Juanito Alto se encontraron diversos peligros en la zona, principalmente por el deslizamiento de las rocas que están presentes y traen consigo un peligro a las viviendas que están al pie de estos cerros.

Existen dos tipos de deslizamientos o derrumbes:

Deslizamientos lentos, Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tan lento que no se percibe. Este tipo de deslizamiento genera unos pocos centímetros de material al año. Se identifican por medio de una serie de características marcadas.

Deslizamientos rápidos, Son aquellos donde la velocidad del movimiento es tal que la caída de todo el material puede darse en pocos minutos o segundos. Son frecuentes durante las épocas de lluvias o actividades sísmicas intensas.

Inspección Geotécnica Insitud.

Vista 1.

Presenta un talud con un suelo rocoso presencia de grava y arcillas.

Debajo del talud existen presencias de vivienda de esteras y adobes, las cuales están expuestas a deslizamientos de flujos de tierra provenientes del talud aledaño. Ocasionando así con el transcurrir del tiempo pérdidas materiales como humanas.

(Ver anexo Foto 03)

Vista 2.

Presenta un talud con un suelo rocoso presencia de grava y arcillas.

Ambos taludes se diagnostica por el desprendimiento de rocas producidas en este tramo debido al corte del talud que se presenta en este.

Existen presencias de vivienda de esteras y adobes, las cuales están expuestas a deslizamientos de flujos de tierra provenientes del talud aledaño. Las cuales están expuestas a deslizamientos de flujos de tierra provenientes del talud aledaño ocasionando así con el transcurrir del tiempo pérdidas materiales como humanas.

Es por eso se hace necesario ejecutar procedimientos de estabilización de taludes Estos procedimientos de estabilización deben ceñirse a los estratos de suelo y altura del talud.

(Ver anexo Foto 04)

RESULTADOS

Análisis de resultados.

En el siguiente capítulo se analizarán los resultados de los estudios realizados en este proyecto, expuesto en el capítulo anterior. Esto se realiza con la finalidad de establecer una comparación de los resultados junto con las normas establecidas, y así establecer el Sistema de Estabilización.

Exploración de Suelos.

En el Centro Poblado de San Juanito Alto. Se Realizó 02 muestras de calicata a cielo abierto.

Calicata C-1:

Para este tramo se tomaron muestras de calicata, granulometría y densidad.



Figura 43: Ubicación de la Calicata 01

Límite Líquido (%)	26
Límite Plástico (%)	23.64
Índice de Plasticidad (%)	2.36
Humedad Natural	1.2%
Clasificación sucs	GM
Clasificación de la ashto	A-2-4

De acuerdo con los estudios granulométricos y de densidad de campo se caracterizó la zona como:

Peso Seco Inicial	3227.2 gr
Peso Seco Lavado	2125.8
Peso Perdido por Lavado	1101.4

Muestra	Zona	Progresiva	Ensayos	Suelo
C-1	Centro Poblado San Juanito Alto		Densidad. Granulometría. Límites de consistencia. Corte Directo	Gravoso

Nivel Freático.- No se encontró nivel freático.

Calicata C-2:

Para este tramo se tomaron muestras de calicata, granulometría y densidad.



Figura 44: Ubicación de la Calicata 02

Peso Seco Inicial	2781.4gr
Peso Seco Lavado	2218.2gr
Peso Perdido por Lavado	563.2
Limite Liquido (%)	25.90
Limite Plástico (%)	23.64
Índice de Plasticidad (%)	2.26
Humedad Natural	1.2
Clasificación sucs	GM
Clasificación de la ashto	A-1-b fragmentos de roca y grava

De acuerdo con los estudios granulométricos y de densidad de campo se caracterizó.

Muestra	Zona	Progresiva	Ensayos	Suelo
C-2	Centro Poblado San Juanito alto		Densidad. Granulometría. Límites de consistencia. Corte Directo	rocosa

Nivel Freático.- No se encontró nivel freático.

DISEÑO MUIROS DE CONTENCI3N POR GRAVEDAD

DATOS DE ENSAYOS Y ESTUDIOS:

MUESTRA PENDIENTE	MUESTRA CIMENTACION
$\gamma_{S1} = 1.85 \text{ gr/cm}^3 \approx 1.85 \text{ Tn/m}^3$	$\gamma_{S2} = 1.85 \text{ gr/cm}^3 \approx 1.85 \text{ Tn/m}^3$
$\phi_1 = 36.29^\circ$	$\phi_2 = 36.29^\circ$
$C_1 = 0.013 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0.130 \text{ Tn/m}^2$	$C_2 = 0.013 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0.130 \text{ Tn/m}^2$
$\gamma_c : \text{P. especifico Concreto} = 2300.00 \text{ Kg/m}^3 \approx 2.30 \text{ Tn/m}^3$	

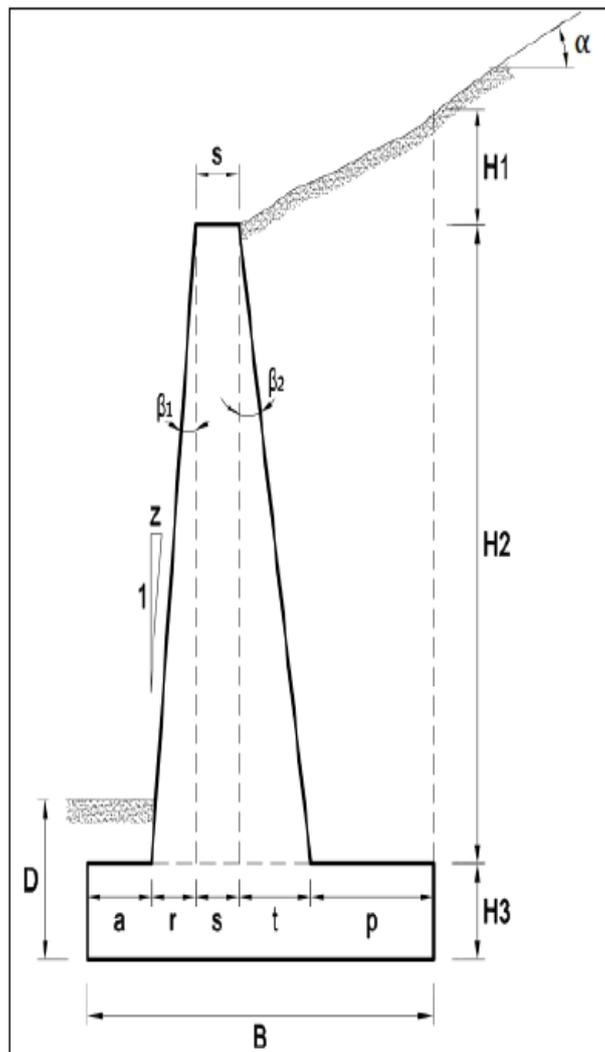
PREDIMENSIONAMIENTO: El predimensionamiento se hizo teniendo en consideracion lo propuesto por Braja M. Das en su Libro: Principios de Ingenieria de Cimentaciones, Cap 7. **Ver Anexos.**

DATOS NECESARIOS

- H0 = 4.50 m
- H3 = 0.60 m
- H2 = 3.90 m
- B = 2.70 m
- s = 0.30 m
- a = 0.60 m
- D = 1.00 m
- $\beta_1 = 2.00^\circ$
- $\beta_2 = 10.00^\circ$
- $\alpha = 30.00^\circ$
- z = 0.03 m Ok

DATOS CALCULADOS

- r = 0.14 m
- t = 0.69 m
- p = 0.98 m
- H1 = 0.961 m



CALCULO DE LA PRESION LATERAL DE LA TIERRA

a) Coeficiente de Presion Activa de la Tierra (K_a) - Por Rankine

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{(\cos \alpha)^2 - (\cos \phi_1)^2}}{\cos \alpha + \sqrt{(\cos \alpha)^2 - (\cos \phi_1)^2}}$$

$$K_a = 0.402$$

b) Presion Activa del Suelo (P_a)

$$P_a = \frac{1}{2} \times \gamma_{s1} \times H^2 \times K_a$$

$$H = H_1 + H_2 + H_3 = 5.461 \text{ m}$$

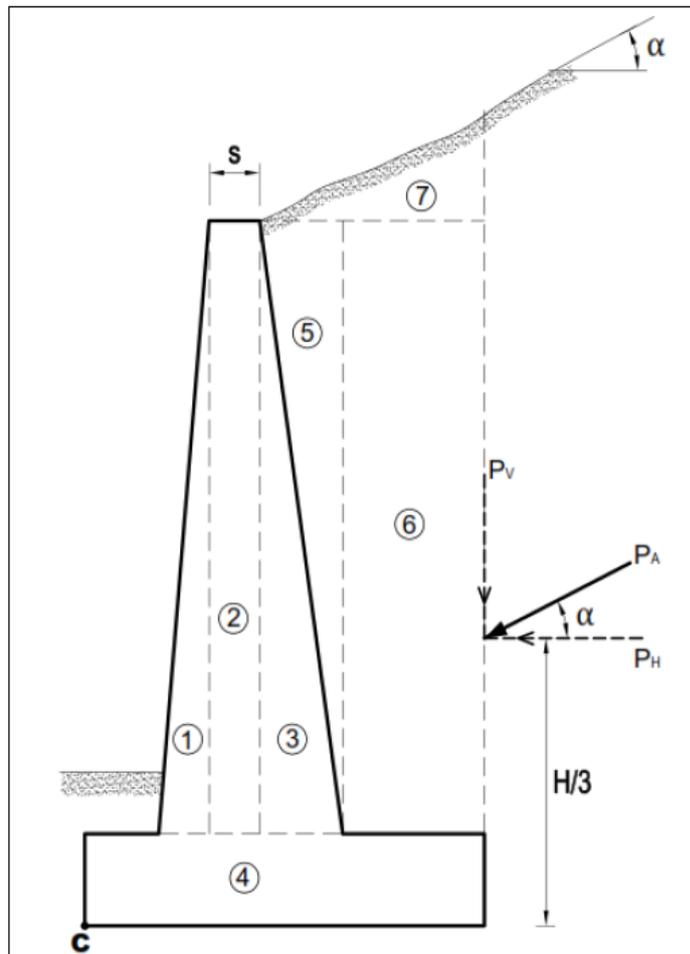
$$\rightarrow P_a = 11.09 \text{ Tn/m}$$

c) Presion Horizontal y Vertical ($P_H - P_V$)

$$P_H = P_a \times \cos \alpha \rightarrow P_H = 9.61 \text{ Tn/m}$$

$$P_V = P_a \times \sin \alpha \rightarrow P_V = 5.55 \text{ Tn/m}$$

REVISION DE ESTABILIDAD (VOLTEO, DESLIZAMIENTO Y CAPASIDAD DE CARGA)



Se dividió en diferentes secciones, la cual nos facilitará para obtener las áreas y con las mismas el peso de cada sección. El punto "C" se tomará como referencia para calcular el momento.

a) Falla Por Volteo

SECCION Nº	AREA (m ²)	PESO/UNIDAD LONG. (Ton/m ³)	PESO (Tn/m)	BRAZO DE MOMENTO CON RESPECTO AL PUNTO "C" (m)	MOMENTO Ton-m
1	0.266	2.30	0.611	0.691	0.422
2	1.170	2.30	2.691	0.886	2.385
3	1.341	2.30	3.084	1.265	3.903
4	1.620	2.30	3.726	1.350	5.030
5	1.341	1.85	2.481	1.495	3.708
6	3.807	1.85	7.043	2.212	15.578
7	0.799	1.85	1.478	2.145	3.172
			P _V 5.547	2.70 m	14.976
			P_T = ΣP = 26.661	M_R = ΣM =	49.174

* El momento de volteo, Mo, es:

$$M_o = P_h \times \frac{H}{3} \quad \text{---> } M_o = 17.49 \text{ Tn-m}$$

* Factor de seguridad

$$F.S_{(Volteo)} = \frac{M_R}{M_o} > 2$$

$$F.S_{Volteo} = 2.812 \quad \text{OK...!!!}$$

b) Falla Por Deslizamiento

* Presion Pasiva

$$P_p = \frac{1}{2} \times K_p \times \gamma_{s2} \times D^2 + 2 \times C_2 \times \sqrt{K_p} \times D$$

Donde:

$$K_p = \left(\tan \left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) \right)^2 \quad \text{---> } K_p = 3.9004$$

$$\text{---> } P_p = 4.121 \text{ Tn/m}$$

* Factor de seguridad

$$F.S_{(Deslizamiento)} = \frac{P_T \times \tan \delta + B \times C_a + P_p}{P_a \times \cos \alpha} = \frac{F_R}{P_H} > 1.5$$

Donde:

δ : Angulo de Friccion entre el suelo y la Losa de Base

C_a : Adhesion entre el suelo y la Losa de Base

Según CE.020 del R.N.E Anexo 8.6, nos propone:

$$C_a = 0.9 \times C_2 \quad \rightarrow \text{Para } C < 50kPa(0.5 \text{ kg/cm}^2)$$

$$C_a = 0.9 + 0.6(0.49C_2 - 1) \quad \rightarrow \text{Para } C > 50kPa(0.5 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{----> } C_a = 0.117 \text{ Tn/m}^2$$

Material	δ
Madera	22.00 °
Concreto Rugoso	ϕ_2
Concreto Liso	17.00 °
Acero Limpio	11.00 °
Acero Herrumboso	22.00 °

Concreto Rugoso

$$\text{----> } \delta = 36.29^\circ$$

Según Braja M. Das, nos propone considerar:

$$\delta = k_1 \times \phi_2 \quad y \quad C_a = k_2 \times C_2$$

$$\text{Donde: } k_1; k_2 \text{ Estan en el Rango } \frac{1}{2} \text{ a } \frac{2}{3}$$

Considerando los Datos obtenidos por la NTP CE.020 obtenemos:

$$F_R = 24.014 \text{ Tn/m}$$

$$F.S_{(\text{Deslizamiento})} = \frac{F_R}{P_H} > 1.5$$

$$\text{---> } F.S_{(\text{Deslizamiento})} = 24.014\text{Ton} / 9.607\text{Ton}$$

F.S_{Deslizamiento} = 2.500 OK...!!!

c) **Capacidad de Carga:** Ver como Guia el Grafico N°02 de los Anexos.

* Escentricidad de la Resultante "R"

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_R - M_O}{P_T} < \frac{B}{6} \quad B/6 = 0.450 \text{ m}$$

$$\text{---> } e = 0.1615 \text{ m OK...!!!}$$

$$q_{Max} = q_{Punta} = \frac{P_T}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \text{----> } q_{Max} = 13.418 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_{Min} = q_{Talon} = \frac{P_T}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad \text{----> } q_{Min} = 6.331 \text{ Tn/m}^2$$

* Capacidad de carga ultima del suelo

$$q_u = C_2 N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

$$q = \gamma_2 D \quad \text{---->} \quad q = 1.85$$

$$B' = B - 2e \quad \text{---->} \quad B' = 2.38$$

factores de Capacidad de Carga.

$$N_q = \left(\tan\left(45 + \frac{\phi_2}{2}\right) \right)^2 e^{\pi \tan \phi_2} \quad \text{---->} \quad N_q = 39.17238$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi_2 \quad \text{---->} \quad N_c = 51.98441$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi_2 \quad \text{---->} \quad N_\gamma = 56.06029$$

factores de Forma: (ver formulas recomendadas en Anexo)

TIPO DE CIMIENTO =	Cimientos Continuos
--------------------	---------------------

$$F_{cs} = 1$$

$$F_{qs} = 1$$

$$F_{\gamma s} = 1$$

factores de Profundidad: (ver formulas recomendadas en Anexo)

$$F_{cd} = 1.1481$$

$$F_{qd} = 1.0906$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

factores de Inclinacion. (ver formulas recomendadas en Anexo) $\beta = \tan^{-1} \left(\frac{P_H}{P_T} \right)$

$$\beta = 19.82$$

$$F_{ci} = F_{qi} = 0.6081$$

$$F_{\gamma i} = 0.2061$$

$$\text{---->} \quad q_u = 78.18 \text{ Tn/m}^2$$

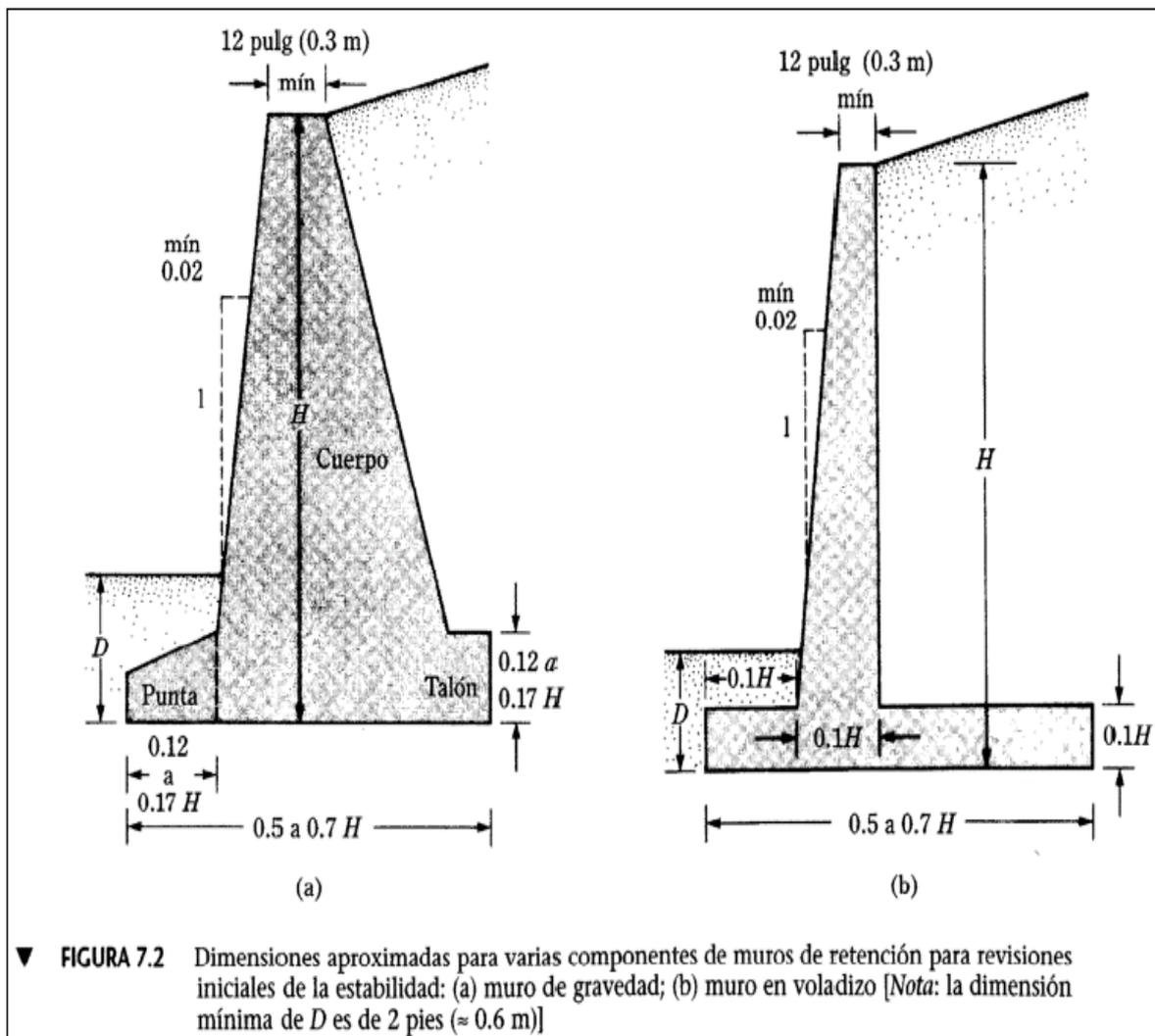
* Finalmente Obtenemos la Capacidad de Carga:

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} > 3$$

$$FS_{\text{capacidad carga}} = 5.826 \quad \text{OK...!!!}$$

ANEXOS

GRAFICO N°01: Predimencionamiento de muros de Gravedad y en Voladizo



FUENTE: Braja M. Das - Principios de Ingenieria de Cimentacion. Cap.7

GRAFICO N°02: Falla por Capacidad de carga - Braja M. Das

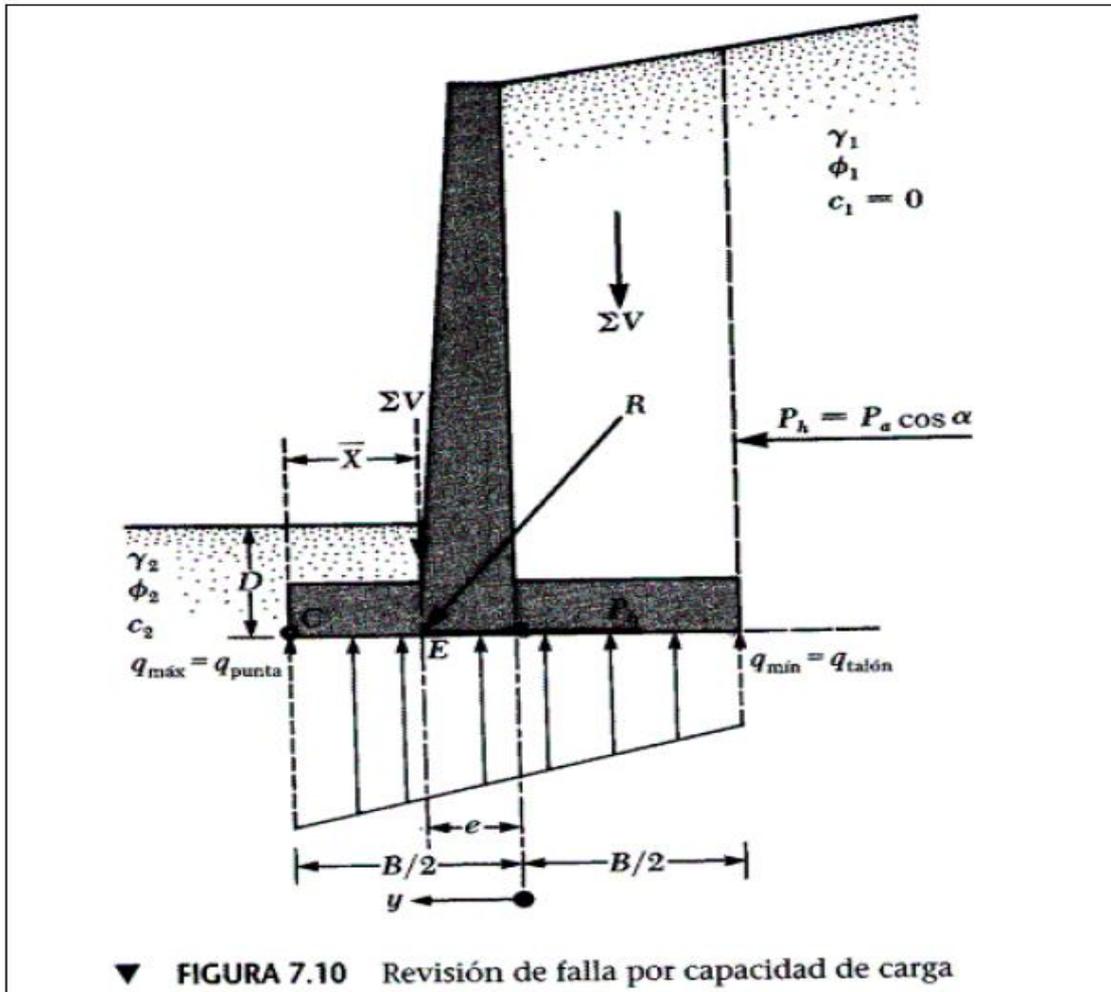


GRAFICO N°03: Factores de Forma, Profundidad e inclinación Recomendados para su uso

Factor	Relación	Fuente
Forma ^a	$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$ $F_{qs} = 1 + \frac{B}{L \tan \phi}$ $F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$ <p>donde L = longitud de la cimentación ($L > B$)</p>	De Beer (1970) Hansen (1970)
Profundidad ^b	<p>Condición (a): $D_f/B \leq 1$</p> $F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \text{sen } \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $F_{\gamma d} = 1$ <p>Condición (b): $D_f/B > 1$</p> $F_{cd} = 1 + (0.4) \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \text{sen } \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{\gamma d} = 1$	Hansen (1970)
Inclinación	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ} \right)^2$ $F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$ <p>donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical</p>	Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)
<p>^a Estos factores de forma son relaciones empíricas basadas en numerosas pruebas de laboratorio.</p> <p>^b El factor $\tan^{-1} (D_f/B)$ está en radianes.</p>		

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES

DATOS DE ENSAYOS Y ESTUDIOS:

MUESTRA PENDIENTE	MUESTRA CIMENTACION
$\gamma_{s1} = 1.85 \text{ gr/cm}^3 \approx 1.85 \text{ Tn/m}^3$	$\gamma_{s2} = 1.85 \text{ gr/cm}^3 \approx 1.85 \text{ Tn/m}^3$
$\phi_1 = 36.29^\circ$	$\phi_2 = 36.29^\circ$
$C_1 = 0.013 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0.130 \text{ Tn/m}^2$	$C_2 = 0.013 \text{ Kg/cm}^2 \approx 0.130 \text{ Tn/m}^2$

· **PREDIMENSIONAMIENTO:** El predimensionamiento se hizo teniendo en consideracion lo propuesto por Braja M. Das en su Libro: Principios de Ingenieria de Cimentaciones, Cap 7. **Ver Anexos.**

DATOS NECESARIOS

$a = 1.00 \text{ m}$
 $b = 1.00 \text{ m}$
 $D = 0.50 \text{ m}$
 $\alpha = 30.00^\circ$
 $\gamma_{Roca} = 2.30 \text{ Tn/m}^3$ Ver Anexo, Graf.01
 $n = 30\%$ (Porcentaje de Vacios)
 # Bloque= 10

DATOS CALCULADOS

$H1 = 0.87 \text{ m}$
 $H2 = 4.00 \text{ m}$
 $B = 4.00 \text{ m}$
 Peso de bloque da Gavión por (m3)

$$\gamma_G = \gamma_R(1-n)$$

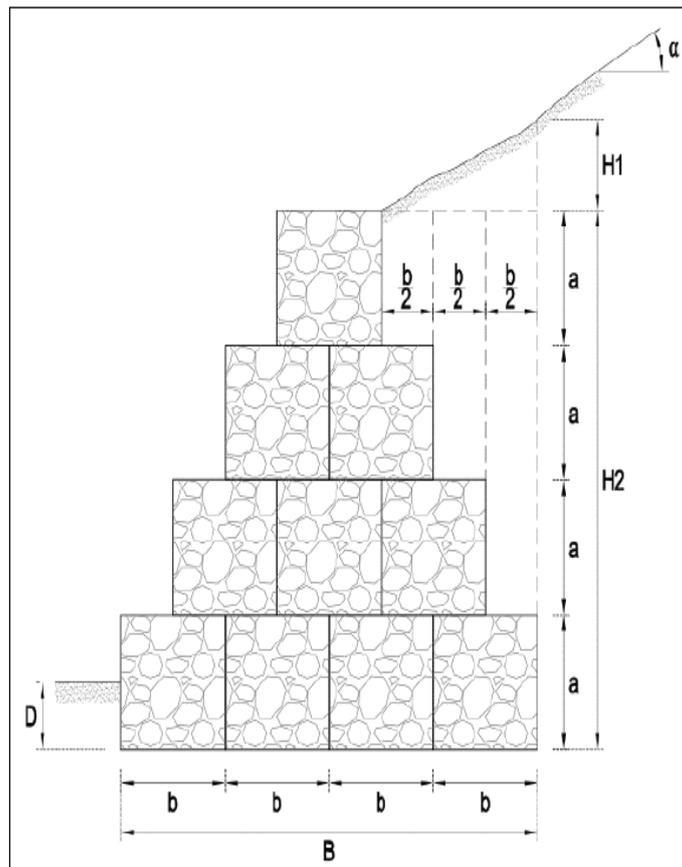
$$\gamma_G = 1.61 \text{ Tn/m}^3$$

CALCULO DE LA PRESION LATERAL DE LA TIERRA

a) Coeficiente de Presion Activa de la Tierra (Ka) - Por Rankine

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{(\cos \alpha)^2 - (\cos \phi_1)^2}}{\cos \alpha + \sqrt{(\cos \alpha)^2 - (\cos \phi_1)^2}}$$

$$K_a = 0.402$$



b) Presion Activa del Suelo (P_a)

$$P_a = \frac{1}{2} \times \gamma_{s1} \times H^2 \times K_a$$

$$H = H_1 + H_2 = 4.87 \text{ m}$$

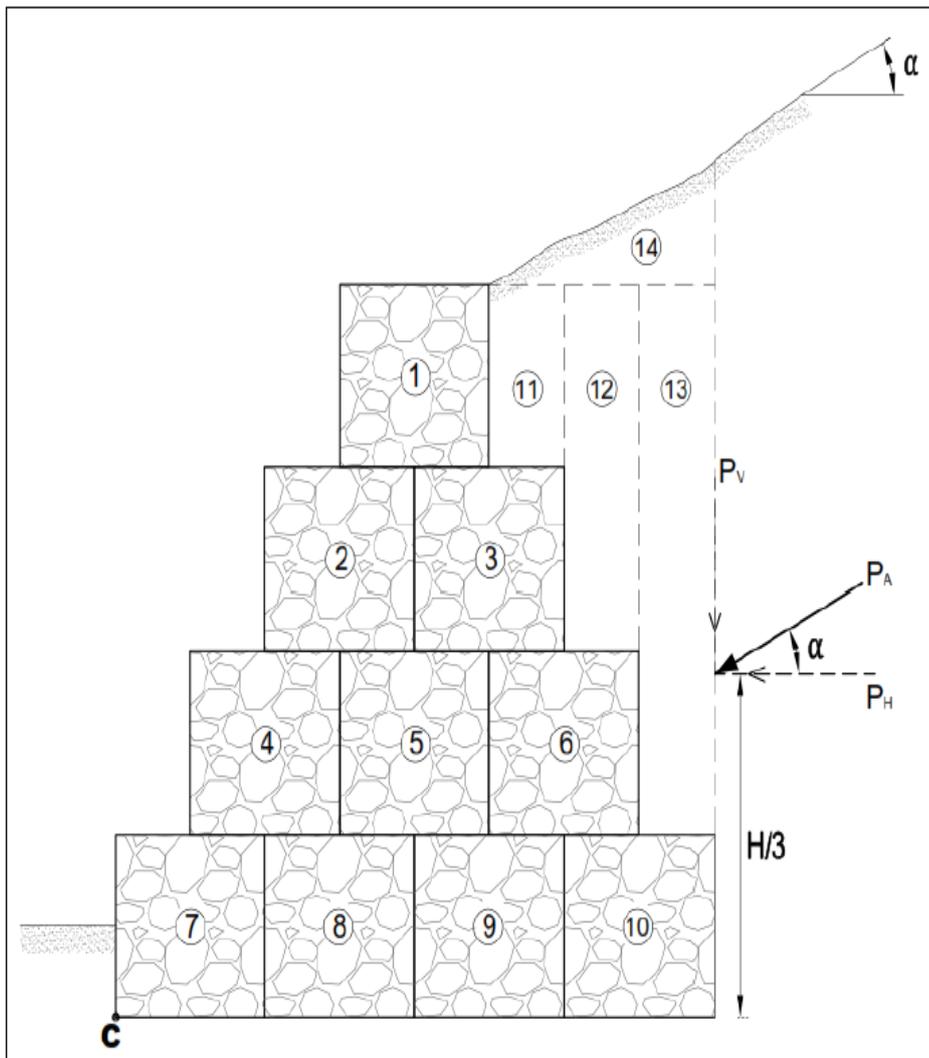
$$\rightarrow P_a = 8.81 \text{ Tn/m}$$

c) Presion Horizontal y Vertical ($P_H - P_V$)

$$P_H = P_a \times \cos \alpha \rightarrow P_H = 7.63 \text{ Tn/m}$$

$$P_V = P_a \times \text{sen } \alpha \rightarrow P_V = 4.40 \text{ Tn/m}$$

.- REVISION DE ESTABILIDAD (VOLTEO, DESLIZAMIENTO Y CAPASIDAD DE CARGA)



Se dividio en diferentes secciones, la cual nos facilitara para obtener las ares y con las mismas el peso de cada seccion. El punto "C" se tomara com referencia para caluclar el momento.

a) Falla Por Volteo

SECCION Nº	AREA (m ²)	PESO/UNIDAD LONG. (Ton/m ³)	PESO (Tn/m)	BRAZO DE MOMENTO CON RESPECTO AL PUNTO "C" (m)	MOMENTO Ton-m
1	1.00	1.61	1.610	2.000	3.220
2	1.00	1.61	1.610	1.500	2.415
3	1.00	1.61	1.610	2.500	4.025
4	1.000	1.61	1.610	1.000	1.610
5	1.000	1.61	1.610	2.000	3.220
6	1.000	1.61	1.610	3.000	4.830
7	1.00	1.61	1.610	0.500	0.805
8	1.000	1.61	1.610	1.500	2.415
9	1.000	1.61	1.610	2.500	4.025
10	1.000	1.61	1.610	3.500	5.635
11	0.500	1.85	0.925	2.750	2.544
12	1.000	1.85	1.850	3.250	6.013
13	1.500	1.85	2.775	3.750	10.406
14	0.650	1.85	1.202	3.500	4.206
			P _v 4.405	4.00 m	17.619
			P _T = ΣP = 27.256	M _R = ΣM =	72.987

* El momento de volteo, Mo, es:

$$M_o = P_h \times \frac{H}{3} \quad \text{---> } M_o = 12.37 \text{ Tn-m}$$

* Factor de seguridad

$$F.S_{(Volteo)} = \frac{M_R}{M_o} > 2$$

F.S_{Volteo} = 5.898 OK...!!!

b) Falla Por Deslizamiento

* Presion Pasiva

$$P_p = \frac{1}{2} \times K_p \times \gamma_{s2} \times D^2 + 2 \times C_2 \times \sqrt{K_p} \times D$$

Donde:

$$K_p = \left(\tan \left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) \right)^2 \quad \text{---> } K_p = 3.9004$$

$$\text{---> } P_p = 1.159 \text{ Tn/m}$$

$$F.S_{(Deslizamiento)} = \frac{P_T \times \tan \delta + B \times C_a + P_p}{P_a \times \cos \alpha} = \frac{F_R}{P_H} > 1.5$$

Donde:

δ : *Angulo de Friccion entre el suelo y la Losa de Base*

C_a : *Adhesion entre el suelo y la Losa de Base*

Según CE.020 del R.N.E Anexo 8.6, nos propone:

$$C_a = 0.9 \times C_2 \quad \rightarrow \text{Para } C < 50\text{kPa}(0.5 \text{ kg/cm}^2)$$

$$C_a = 0.9 + 0.6(0.49C_2 - 1) \quad \rightarrow \text{Para } C > 50\text{kPa}(0.5 \text{ kg/cm}^2)$$

$$\text{----> } C_a = 0.117 \text{ Tn/m}^2$$

Material	δ
Madera	22.00 °
Concreto Rugoso	ϕ_2
Concreto Liso	17.00 °
Acero Limpio	11.00 °
Acero Herrumboso	22.00 °

Concreto Rugoso

$$\text{----> } \delta = 36.29^\circ$$

Según Braja M. Das, nos propone considerar:

$$\delta = k_1 \times \phi_2 \quad y \quad C_a = k_2 \times C_2$$

Donde: $k_1; k_2$ Estan en el Rango $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$

Considerando los Datos obtenidos por la NTP CE.020 obtenemos:

$$F_R = 21.641 \text{ Tn/m}$$

$$F.S_{(Deslizamiento)} = \frac{F_R}{P_H} > 1.5$$

$$\text{---> } F.S_{(Deslizamiento)} = 21.641\text{Ton} / 7.629\text{Ton}$$

$$F.S_{Deslizamiento} = 2.837 \quad \text{OK...!!!}$$

c) **Capacidad de Carga:** Ver como Guia el Grafico N°02 de los Anexos.

* Escentricidad de la Resultante "R"

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_R - M_0}{P_T} < \frac{B}{6} \quad B/6 = 0.667 \text{ m}$$

$$\rightarrow e = -0.2238 \text{ m OK...!!!}$$

$$q_{Max} = q_{Punta} = \frac{P_T}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \rightarrow \quad q_{Max} = 4.527 \text{ Tn/m}^2$$

$$q_{Min} = q_{Talon} = \frac{P_T}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad \rightarrow \quad q_{Min} = 9.101 \text{ Tn/m}^2$$

Capacidad de carga ultima del suelo

$$q_u = C_2 N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

$$q = \gamma_2 D \quad \rightarrow \quad q = 0.925$$

$$B' = B - 2e \quad \rightarrow \quad B' = 2.67$$

factores de Capacidad de Carga.

$$N_q = \left(\tan\left(45 + \frac{\phi_2}{2}\right) \right)^2 e^{\pi \tan \phi_2} \quad \rightarrow \quad N_q = 39.17238$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi_2 \quad \rightarrow \quad N_c = 51.98441$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi_2 \quad \rightarrow \quad N_\gamma = 56.06029$$

factores de Forma: (ver formulas recomendadas en Anexo)

TIPO DE CIMIENTO =	Cimientos Continuos
--------------------	---------------------

$$F_{cs} = 1$$

$$F_{qs} = 1$$

$$F_{\gamma s} = 1$$

factores de Profundidad: (ver formulas recomendadas en Anexo)

$$F_{cd} = 1.0500$$

$$F_{qd} = 1.0306$$

$$F_{yd} = 1$$

factores de Inclinacion. (ver formulas recomendadas en Anexo) $\beta = \tan^{-1}\left(\frac{P_H}{P_T}\right)$

$$\beta = 15.63702$$

$$F_{ci} = F_{qi} = 0.6827$$

$$F_{yi} = 0.3239$$

----> $q_u = 75.13 \text{ Tn/m}^2$

* Finalmente Obtenemos la Capacidad de Carga:

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} > 3$$

$$FS_{\text{capacidad carga}} = 16.596 \quad \text{OK...!!!}$$

ANEXOS

GRAFICO N°01: Peso específico de diversas rocas

Tipo de roca	Peso específico γ_s , en t/m^3
basalto	2.9
granito	2.6
caliza compacta	2.5
traquita	2.5
guijarro de río	2.3
arenisca	2.3
caliza tierna	2.2
toba	2.7

FUENTE: Instituto de ingeniería UNAM - Manual de Gaviones. Cap.5

DISEÑO DE ESTABILIZACION DE SUELO CON GEOMALLA

DATOS DE ENSAYOS Y ESTUDIOS:

$\gamma = 1.80 \text{ Tn/m}^3$	$\approx 18.00 \text{ KN/m}^3$		$\delta = 30.00^\circ$
$\phi = 30.00^\circ$			$\beta = 30.00^\circ$
$c = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$	$\approx 0.00 \text{ KN/m}^2$		$h = 0.15 \text{ m}$
$c_a = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$	$\approx 0.00 \text{ KN/m}^2$		$L = 50.74 \text{ m}$

NOTACIONES Y DEFINICIONES:

W_A : Peso total de la cuña activa

W_P : Peso total de la cuña pasiva

N_A : Fuerza efectiva normal al plano de falla de la cuña activa

N_P : Fuerza efectiva normal al plano de falla de la cuña pasiva

γ : Peso unitario del suelo vegetal de cobertura (1.8 Tm/m³)

h : Espesor del suelo de cobertura

L : Longitud del Talud (distancia Oblicua entre banquetas)

β : Angulo del Talud

ϕ : Angulo de friccion del suelo de cobertura (30°)

δ : Angulo de Friccion en el interfase suelo - grava

C_a : Fuerza adhesiva entre el suelo de cobertura de la cuña activa y la grava

c_a : Adhesión entre el suelo de cobertura de la cuña activa y la grava

C : Fuerza cohesiva a lo largo del plano de falla de la cuña pasiva

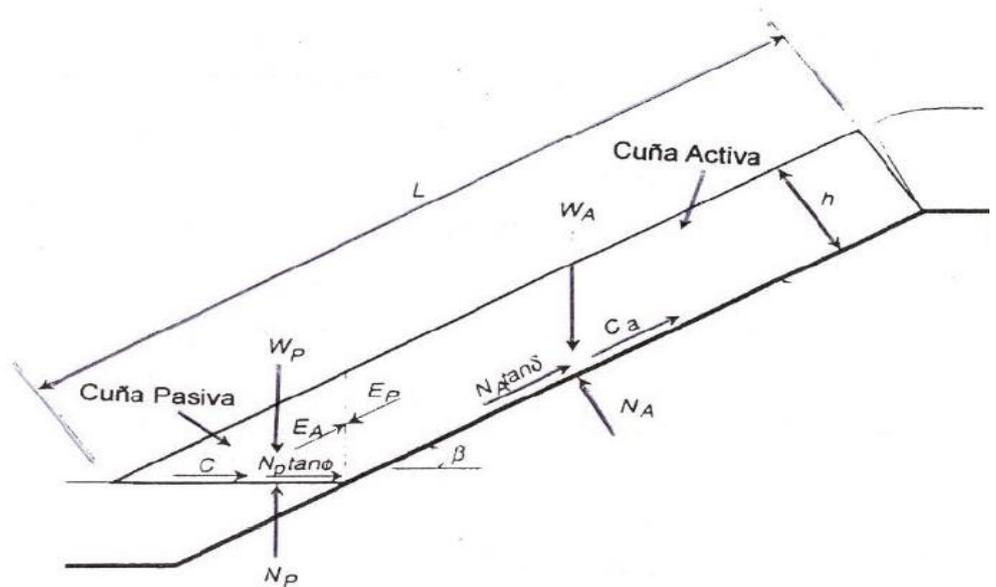
c : Cohesion del suelo de cobertura

E_A : Fuerza entre cuñas actuando en la cuña activa desde la cuña pasiva

E_P : Fuerza entre cuñas actuando en la cuña pasiva desde la cuña activa

FS : Factor de seguridad ante el deslizamiento del suelo de cobertura sobre la grava

CALCULO DE ESTABILIDAD DE MATERIAL VEGETAL SIN GEOSINTETICO



a) Calculo de la cuña activa:

$$* W_A = \gamma h^2 \left(\frac{L}{h} - \frac{1}{\sin \beta} - \frac{\tan \beta}{2} \right)$$

$$W_A = 136.07 \text{ KN/m}$$

$$* N_A = W_A \cos \beta$$

$$N_A = 117.84 \text{ KN/m}$$

$$* C_a = c_a \left(L - \frac{h}{\sin \beta} \right)$$

$$C_a = 0.000$$

b) Balance de las Fuerzas en la direccion vertical:

$$E_A \sin \beta = W_A - N_A \cos \beta - \frac{N_A \tan \delta + C_a}{FS} \sin \beta$$

por lo tanto:

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A \cos \beta) - (N_A \tan \delta + C_a) \sin \beta}{\sin \beta (FS)}$$

c) Calculo de la cuña Pasiva:

$$* W_p = \frac{\gamma h^2}{\sin(2\beta)}$$

$$W_p = 0.468 \text{ KN/m}$$

$$* N_p = W_p + E_p \sin \beta$$

$$* C = \frac{c \cdot h}{\sin \beta}$$

$$C = 0.000$$

d) Balance de las Fuerzas en la direccion Horizontal:

$$E_p = \frac{C + W_p \tan \phi}{\cos \beta (FS) + \sin \beta \tan \phi}$$

e) Estableciendo la igualdad $E_A = E_p$; obtendriamos una ecuacion cuadratica como se muestra:

$$a(FS)^2 + b(FS) + c = 0$$

Donde:

$$a = (W_A - N_A \cos \beta) \cos \beta$$

$$a = 29.46025$$

$$b = -[(W_A - N_A \cos \beta) \sin \beta \tan \phi + (N_A \tan \delta + C_a) \sin \beta \cos \beta + \sin \beta (C + W_p \tan \phi)]$$

$$b = -39.41534$$

$$c = (N_A \tan \delta + C_a)(\sin \beta)^2 \tan \phi$$

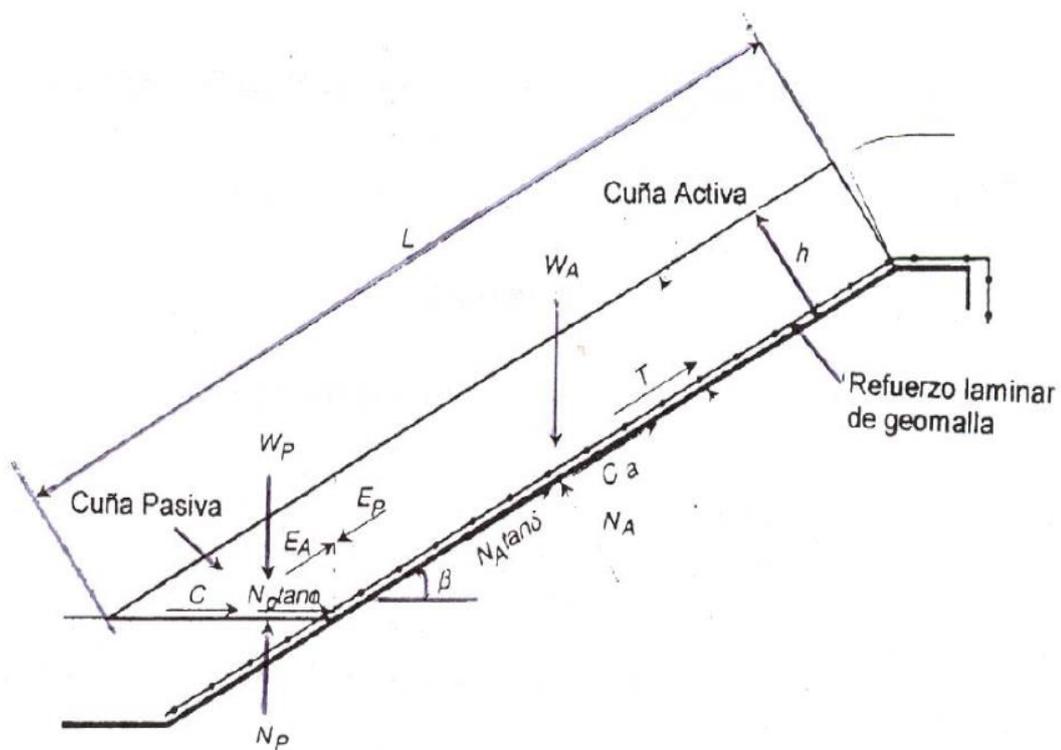
$$c = 9.820085$$

$$\Rightarrow FS = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$FS = 1.0069 > 1 \text{ OK...!!!}$

* Segun Bibliografia e investigaciones consultadas sugieren que el fator de seguridad sera mayor que 1, en este caso estamos al borde del parametro. Lo cual por seguridad se considerara una Geomalla para aumetar su resistencia del suelo-cobertura

CALCULO DE ESTABILIDAD DE MATERIAL VEGETAL CON GEOSINTETICO



Para incluir en el análisis el aporte de la geomalla se asume que la capa de material orgánico esta en contacto con la grava (a través de las aberturas de la geomalla), el refuerzo está trabajando a un valor permisible y la cuña activa ha incluido en ella un vector adicional, llamado la tensión permisible T . Para la cuña activa se balanceó las fuerzas en la dirección vertical, lo que resulta en la siguiente formulación:

$$E_A \sin \beta = W_A - N_A \cos \beta - \left(\frac{N_A \tan \delta + C_a}{FS} + T \right) \sin \beta$$

Por lo tanto la fuerza entre las cuñas actuando en la cuña activa es:

$$E_A = \frac{(FS)(W_A - N_A \cos \beta - T \sin \beta) - (N_A \tan \delta + C_a) \sin \beta}{\sin \beta (FS)}$$

El valor de T (esfuerzo de tensión permisible) es resultado de aplicarle Factores de Reducción al Tult (esfuerzo de tensión último). Estos factores son:

- *FRins (Factor de Reducción por instalación): toma en cuenta los daños inherentes ala etapa constructiva.
- *FRcrepp (Factor de Reducción por creep): toma en cuenta la reducción que tendrá la capacidad a la tensión de la geomalla con el paso del tiempo.
- *FRdeg (Factor de Reducción por degradación química) toma en cuenta la posibilidad de que la geomalla esté en contacto con agentes nocivos para su durabilidad.

Finalmente todo esto se junta en la siguiente formula:

$$T = \frac{T_{ult}}{\sum FR}$$

Se decidió utilizar geomallas biaxiales para desarrollar el proyecto, debido a que estas aseguran una mejor trabazón entre el suelo orgánico y la geomalla por sus aberturas cuadras (25 x 33mm). Este sistema trabaja mejor que una geomalla uniaxial debido a que esta ultima posee costillas orientadas en una sola dirección y aberturas rectangulares que impiden la correcta trabazón. Con todos los criterios detallados se realizó una hoja de cálculo para determinar el FS con el aporte de la geomalla biaxial. Los Factores de Reducción y Tensión Última (en la dirección de la sección del talud) son los especificados en las propiedades técnicas para geomallas biaxiales:

DATOS GEOMALLA BIAxIAL			
FRins =	1.09	Tult =	28.8 KN/m
FRcreep =	3.63		
Frdeg =	1.00		
$\Sigma FR = 5.72$			

$$T = 5.035 \text{ KN/m}$$

Nuevamente estableciendo la igualdad $E_A = E_p$; obtendriamos una ecuacion cuadratica como se muestra:

$$a(FS)^2 + b(FS) + c = 0$$

$$a = (W_A - N_A \cos \beta - T \sin \beta) \cos \beta$$

$$a = 27.28005$$

$$b = -[(W_A - N_A \cos \beta - T \sin \beta) \sin \beta \tan \phi + (N_A \tan \delta + C_a) \sin \beta \cos \beta + \sin \beta (C + W_p \tan \phi)]$$

$$b = -38.6886$$

$$c = (N_A \tan \delta + C_a)(\sin \beta)^2 \tan \phi$$

$$c = 9.820085$$

$$\Rightarrow FS = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$FS = 1.10 > 1 \text{ OK...!!!}$$

Este resultado demostró que la geomalla aumentaría el FS de 1.0069 a 1.10 superando el FS mínimo ligeramente. Siguiendo recomendaciones de especialistas en diseño con geosintéticos y fuentes bibliográficas, se dispuso la **utilización de estacas de contención y dobleces de la geomalla.**

Se recomienda que la separación estándar de los anclajes en la dirección transversal de la sección es de 1m y la profundidad de anclaje será de 0.5m, estos valores servirán para diseñar el diámetro de la estaca de acero y verificar las dimensiones de la trinchera de anclaje superior. Estos cálculos se realizarán más adelante para todas las secciones en análisis.

Siguiendo recomendaciones de especialistas en diseño con geosintéticos diseñadores de las empresas (TDM y NAGREEN) se dispuso la utilización de estacas de Contención y dobleces de la geomalla. En la siguiente figura se puede ver el croquis de la Propuesta:

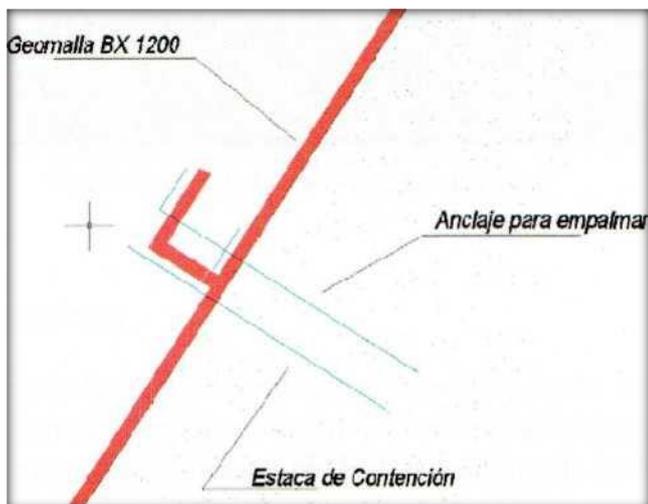


Figura 45: Anclaje de Geomalla.

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

En el anclaje de empalme deberá adaptarse una plancha de acero que favorecerá la transferencia de la tensión de la geomalla a la grava, a pesar de haber considerado un Actor de reducción por transferencia. Todo el detalle del anclaje está especificado en las zonas respectivas. Cabe señalar que no se utilizó la resistencia que aportarán las raíces del césped una vez que este se desarrolle debido a que no hay una medida exacta de este tipo además que por razones de ausencia de mantenimiento este podría secarse y reaparecer eventualmente.

Una vez que sea colocada la capa de suelo vegetal será necesaria la utilización de un método que prevenga la erosión mediata de éste por acción del viento proveniente de la costa. Este fenómeno provocaría el arrastre gradual de los finos de suelo y sobre todo de las semillas de césped que se sembrarán. Un producto típico para solucionar estos problemas es el geomanto, cuya descripción es:

El detalle geométrico y ubicación de los anclajes (estacas y grapas de 4" y 6" respectivamente) necesarios para sujetar la geo manta al suelo vegetal es estándar para taludes de 1:1 según la empresa fabricante de este producto, estos son definidos en los planos respectivos de geo sintéticos

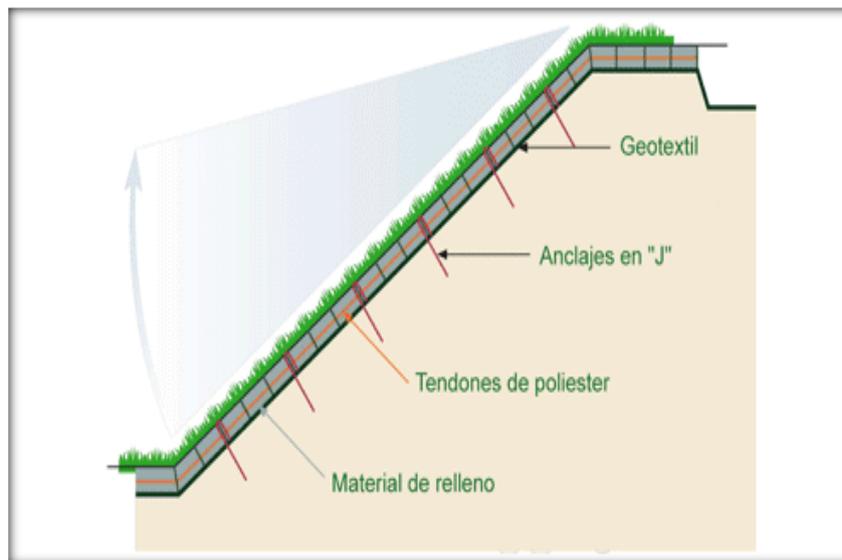


Figura 46: Vista de anclaje en Geomalla.

Fuente: Estructuras de Contención o Anclaje

ANALISIS Y DISCUSION

- Se realizó el análisis empleando los tres métodos de diseño. Muro de Contención, Gaviones y Geomalla, los tres nos ayudara a estabilizar los taludes del C.P. San Juanito Alto.
- Para el análisis de diseño por el método de muro contención y gaviones. Se analizaran tres puntos importantes, factor de seguridad por volteo, respetando el parámetro indicado

$$F.S_{(Volteo)} = \frac{M_R}{M_O} > 2$$

El cual realizando el cálculo se obtuvo un FS= 2.91. Nos indica que estamos bien y el factor de seguridad por deslizamiento respetando el parámetro indicado.

$$F.S_{(Deslizamiento)} = \frac{F_R}{P_H} > 1.5$$

El cual se obtuvo un FS= 2.50 el cual es mayor del parámetro indicado y el factor de seguridad capacidad soporte, verificando el parámetro indicado.

$$FS_{(capacidad\ de\ carga)} = \frac{q_u}{q_{punta}} > 3$$

El cual se obtuvo un resultado de FS=6.62. El cual nos indica que estamos bien con nuestro predimensionamiento.

- Para el análisis de diseño de geomalla, se verifico el factor de seguridad.

$$FS = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Para este caso tiene que ser mayor que 1, pero al proceder el cálculo se obtuvo un factor de seguridad FS= 1.00023. Según bibliografía e investigación consultadas sugieren que el factor de seguridad sea mayor que 1 en este caso estamos al borde del parámetro. Lo cual por seguridad se considera geomalla para aumentar su resistencia del suelo de cobertura.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta tesis, se ha recorrido una amplia gama de información relativa a la estabilización de taludes, pasando por diferentes métodos de estabilización superficial, abarcando en forma más específica. El Método por Diseño de Geomalla de estabilización superficial con mallas de acero de alta resistencia en combinación con pernos de anclaje, geotextil y sembrío de vegetación.

- Progresiva 0+000 - 0+035km.- En esta progresiva se muestra en imágenes mostradas en el diagnóstico del problema el peligro de deslizamientos de las piedras al pie del talud, en la cual es más factible el Método por Diseño de Geomalla, ya que esta zona es la más apta para el uso de geomalla por el tipo de talud y el espaciamiento que abarca al pie del talud que se encuentra muy cerca de las viviendas.
- Se realizaron los estudios de mecánica de suelos en las cuales teniendo como resultados datos de resistencia del terreno favorables como el Angulo de fricción interna en estas progresivas, como también se mostró el estado de degradación de este tipo de suelo rocoso que a través del tiempo se ve afectado además de las erosiones que también reciben.
- Progresiva 0+ 035 - 0+100km.- En esta progresivas nos encontramos en la parte superior con un talud más elevado y en la parte inferior donde nos encontramos con área ancha donde se podrá realizar la protección de las viviendas con muros de contención o gaviones.
- En conclusión se recomendaría tratar de estabilizar o disminuir el riesgo de deslizamiento del talud que trae consigo rocas de diferentes tamaños. ya que la topografía mostrada del C.P. San Juanito Alto es muy accidentada por lo que es más recomendable, para mayor seguridad tratar de estabilizar toda esa franja con Geomallas, es más costoso pero es más seguro y mejorará el medio ambiente por el sembrío de vegetación.

- No podemos tratar de prevenir estos deslizamientos de rocas con muros de contención o gaviones ya que la elevada pendiente que se muestra entre los tramos 0+000 – 0+035, ya que ante un deslizamiento de estas rocas provocadas por un fuerte sismo, estas podrían de alguna manera saltar la protección del muro ya que el terreno es muy inclinado y la altura del muro no podría retener estas rocas; que posiblemente lleguen a caer al pie del muro de contención.

Por tanto se protegerá el talud con Geomallas, además se colocara un capa de geomanto que es una capa orgánica para sembrar plantas bajas, así ayudaremos a mejorar el paisaje de estos taludes y estaremos ayudando a una mejor calidad de vida de estos pobladores de la zona del Centro Poblado San Juanito Alto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el empleo de la estabilización del talud del Centro Poblado San Juanito Alto, ya que por la geometría del talud además de la pendiente en algunos tramos no es apto utilizar el uso de muros de contención ni gaviones, por la cual el fin de esta tesis es proponer un tipo de estabilización de talud para esto se propone el uso por el Método de Geomalla como estabilizador. además tratando de estabilizar, reducir los impactos erosionables del medio ambiente. las plantas bajas ayudaran a una mejor visualización de la zona y sobre todo ayudar a mejorar el medio ambiente. se colocara una capa de tierra de cultivo; empleando geotextil, para arborizar y además se colocara una capa de geomalla biaxial para que la capa del geotextil no se deslice en el cuerpo del talud.
- Se recomienda utilizar muro de contención o gaviones, por el tema de costo más económico. Pero para una mejor estabilidad de los taludes, mayor seguridad de los pobladores, mejor arquitectura y sobre todo para el medio ambiente. Se propone el uso por el Método de Geomalla, ya que en este proyecto de diseño de geomalla, se implementa un plan de reforestación de los taludes a lo largo del trazado de las viviendas aledañas con la finalidad de contribuir con el mejoramiento de la estabilidad de los taludes considerando que además ayudara a la protección de estabilizar y las erosiones geológicas.
- Es recomendable el uso del cuidado y tratado de estas forestaciones de plantas bajas, como el cuidado tanto de agua como el abonado para un mayor tiempo de vida de estas plantas bajas, que además cumplirían un gran logro de forestar la zona alta de estos taludes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer infinitamente al Niño Jesús de Praga, por haberme dado fortaleza, salud y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de la señora Amelia Rosales Vargas, que es considerado como una madre para mi persona, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor y confianza corrigiendo mis equivocaciones y celebrando mis triunfos.

A mi padre, que siempre ha estado presente en mi vida. Y sé que está orgulloso de mi persona en la cual me he convertido.

Agradezco a todas las personas que dios puso en mi camino durante el desarrollo de esta investigación, gracias por su vocación de servicios y compromiso, gracias a todas y cada uno de ellas.

El Autor.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias de Libros:

- ARTHUR H. NILSON. (1980). “Diseño de Estructuras de Concreto”
- BRAJA M. DAS. (1985). “ Principio de Ingenieria de Cimentación”
- DE MARCO, P. y HERNÁNDEZ F. (1979). “Evaluación y análisis de algunos problemas de estabilidad de taludes en excavaciones en el Cerro Bolívar, Edo. Bolívar”.
- DIMITRI, P. K. y JUDD, W. (1980). “Principios de geología y geotecnia Para ingenieros”. Editorial. Omega, Madrid.
- HERRERA, J. (1999). “Análisis comparativo de soluciones geotécnicas en estabilización de taludes en el área metropolitana”.
- HERRERA, A. (1985). “Análisis de las aplicaciones de geotextiles Efectuados en Venezuela”.
- MARTINEZ, A (1996)
Estabilidad de Taludes
- RAMIREZ G, N y D’ESCRIVAN G, E. (2000). “Influencia de la geología de la zona de “La Bonanza”, Formación las Mercedes en la permeabilidad de suelos y rocas con los lixiviados del relleno sanitario”.

- SALCEDO, D. (1981). “Taludes en macizos rocosos, Metodologías con las proyecciones hemisféricas”.
- T. William Lambe. Robert V. Whitman. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 1997. ISBN 968-18-1894-6.
- WEHRMANN, M. (1972). “Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar”. IV Congreso de Geología. Caracas.
- WEHRMANN, M. (1972). “Geología de la región de Guatire-Colonia Tovar”. IV Congreso de Geología. Caracas.
- ZEGARRA, J (2001) Material del curso “Mecánica de suelos”. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Referencias de Tesis:

- ARCOS, M. (1990). “Influencia del agua en la estabilización de taludes.” Universidad Central de Venezuela, Trabajo Especial de Grado. Inédito.
- DE MARCO, P. y HERNÁNDEZ F. (1979). “Evaluación y análisis de algunos problemas de estabilidad de taludes en excavaciones en el Cerro Bolívar, Edo. Bolívar”. Dpto. de Minas, Universidad Central de Venezuela, Trabajo Especial de Grado. Inédito.
- D’ESCRIVÁN G, E. (2000). “Estudio geotécnico para verificación de suelos en el relleno sanitario La Bonanza”. Informe N° 944 Caracas.
- Cañari Sánchez, Mariella (2001) “Estabilidad de Taludes de la Costa Verde”. Tesis para optar el grado de Bachiller. FIC - UNI.

- KÉZDI, A. (1975). “Manual de la Mecánica de Suelos”. Tomo I. Ediciones de la Biblioteca de la U.C.V. Caracas. 264p.
- RAMÍREZ O, P. (1980). “Estabilidad de Taludes en Rocas Competentes”. Fundación Gómez Pardo. Servicio de Publicaciones. Madrid, 340p.
- SALCEDO, D. (1981). “Taludes en macizos rocosos, Metodologías con las proyecciones hemisféricas”. Geomec, Boletín de divulgación geotécnica N° 6, Laboratorio de Mecánica de Rocas, Escuela de Minas, U.C.V.
- URBANI, F. (1997). “Un resumen de las Unidades de Rocas Ígneas y Metamórficas de La Cordillera de la Costa”. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Caracas.

Referencias de Páginas web:

- <http://geo.verruijt.net/software/STB.ZIP> (Universidad de Delft - Holanda).
- <http://www.geo-slope.com>
- Imágenes incluidas en la descripción general de los muros ASTM C915
<http://www.phigroup.co.uk/products/>

NORMAS

- CE – 020 .- Estabilización de suelos y taludes

ANEXOS

ESTUDIO DE SUELOS

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

DISEÑO DE MURO DE CONTENCION

DISEÑO DE GAVIONES

DISEÑO DE GEOMALLA

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N°1 y 2: descripción del talud, Centro Poblado San Juanito Alto



Foto N°3 y 4: Vistas del talud, Centro Poblado San Juanito Alto



Foto N°5 y 6: Verificación del Ing. Jorge Montañés Reyes, Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos.



Foto N°7 Y 8: Calicata C-1 y Calicata C-2.



Foto N°9 Y 10: Realizando los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.



Foto N°11 Y 12: Realizando el Levantamiento Topográfico.

GUÍA DE OBSERVACIÓN RESUMEN.

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

CONCEPTO DE OBSERVACION:

**TEMA: “ESTABILIZACIÓN DE TALUD POR TRES METODOS:
GAVIONES, GEOMALLA Y MURO DE CONTENCION EN EL CENTRO
POBLADO DE SAN JUANITO ALTO DISTRITO DE GUADALUPITO –
VIRU - LA LIBERTAD”**

Objetivo Generales:

Determinar una mejor propuesta para estabilizar los taludes del C.P. San Juanito Alto.

Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar un estudio detallado de los taludes de la zona de estudio (Zonas de alto riesgo debido a derrumbamientos por rocas).
- ✓ Realizar un diagnóstico, estudio del tipo de suelo y su geomorfología.
- ✓ Realizar por medio de ensayos de estudio de suelos el tipo y esfuerzo que tiene el terreno de investigación.
- ✓ Determinar la eficacia de un sistema de estabilidad de taludes.
- ✓ Seleccionar el sistema más adecuado de estabilidad de taludes.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Estabilización de Talud	Se define a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento.	Estabilización de talud en el centro poblado san Juanito alto	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zona de deslizamiento de talud de alto riesgo. ➤ Zona rocosa. ➤ Área Estabilización de talud con gaviones, geomalla y muro de contención.

TIPO DE ENSAYO: “ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO “.

DATOS GENERALES:

Observación: _____

Fecha de

Observación: _____

Lugar de Observación: _____

Hora de Observación: _____

ANALISIS GRANULOMETRICO			MUESTRA	
			GRUPO CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
PESO INICIAL SECO (gr)				
MALLA	ABERT. (mm)	RETENIDO (gr)		
1"	24.4			
3/4"	19.05			
1/2"	12.7			
3/8"	9.525			
N°4	4.75			
N°8	2.36			
N°16	1.18			
N°30	0.5			
N°50	0.298			
N°100	0.149			
Cazolet a	-			

TABLA S0101_1 MANUAL DEL USUARIO DEL FORMATO DE ENSAYO

(1) OBRA: Se debe colocar el nombre del trabajo o proyecto a ejecutar
(2) FECHA: Se debe colocar la fecha en que se realiza el examen visual
(3) USO: Se debe indicar cual será o es uso del material a ensayar
(4) N° DE CAMPO: Es la identificación que se da a cada muestra recolectada
(5) PROCEDENCIA: Lugar de donde proviene la muestra
(6) N° DE SOLICITUD DE SERVICIO: Se debe colocar el N° de solicitud de servicio con la cual se contrato el ensayo
(7) MUESTRA: Indica el número de cada muestra recolectada
(8) UBICACION: Determinación del sitio (Coordenada, progresiva, otros)
(9) PROFUNDIDAD: Es la distancia que existe desde la superficie hasta el punto donde se tomo la muestra
(10) N° DE LABORATORIO: Es el número de identificación que se le da a la muestra al llegar al laboratorio
(11) DESCRIPCION: Se debe anotar todas las características de la muestra