



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de estabilidad del talud Carretera Central Km 117 + 800 - 118 +
000 y propuesta de solución con el uso de gaviones – 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Rossmery Zúñiga Palomino

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Alvarez

Mgr. Germán Fernando, Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Edificaciones especiales

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a).....*Romario Zumiga Palomino*.....
 cuyo título es:.....*Ampliación de factibilidad de la ruta carretera*
Central Km. 11.7 a Barro Alto y Proceso de solución con
el uso de geotextos.....

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: *..14..*(número)
*Catorce*.....(letras).

Trujillo (o Filial).....*13*.....de.....*Julio*.....del 20*18*.

.....*[Signature]*.....
 PRESIDENTE

.....*[Signature]*.....
 SECRETARIO

Mgtr. Ing. Luis Reynaldo Alarco Gutiérrez

Mtra. Ing. Carmen Beatriz Rodríguez Solís

.....*[Signature]*.....
 VOCAL

Mgtr. Ing. German Fernando Casuso Iberico

					
					Elaboró

Dedicatoria

A mis adorados padres Jorge Martín y Anacleta. A mis queridos hermanos: Miguel, Rolando, Michel, Herberth, Jorge y Edith, por su apoyo incondicional y comprensión.

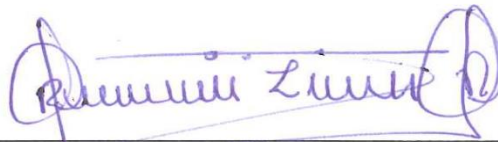
Agradecimientos

Agradezco a la Universidad César Vallejo, por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios de Ingeniería, del mismo modo agradezco a los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil, al Coordinador de Laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal Sr. Freddy Villanueva Osorio, por haberme brindado sus sabias enseñanzas para los estudios del análisis granulométrico y el ensayo de corte directo, los cuales han hecho en mí el amor por la Ingeniería Civil.

Declaratoria de autenticidad

Yo Rossmery Zúñiga Palomino con DNI N° 45766925, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 13 de julio del 2018

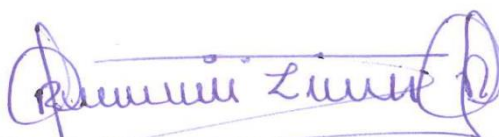


Rossmery Zúñiga Palomino
DNI. N° 45766925

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Análisis de estabilidad del talud Carretera Central KM 117 + 700 – 118 + 00 y propuesta de solución con el uso de gaviones 2018”, cuyo objetivo fue determinar la influencia del uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud de la Carretera Central Km. 117 + 900, que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de siete capítulos. En el primer capítulo se explica la realidad problemática del deslizamiento de tierra en las grandes construcciones como en carreteras, construcción de edificios, etc., por lo que es de interés para los ingenieros civiles proponer alternativas de solución previo análisis geotécnico mediante el método de equilibrio límite y el apoyo del software Slide V.5 y el GEO5, por otro lado se tiene los antecedentes nacionales, donde los autores dan su aporte sobre el análisis de los taludes para su óptima estabilización y los autores internacionales que dan su aporte para el uso de los programas computacionales y la importancia de obtener la estratigrafía que presenta cada talud y por último se realizan los trabajos, donde se define la estabilización de talud, mediante el método de equilibrio límite, suelo grava limoso; en el segundo capítulo se muestra el diseño de la investigación, las variables, matriz de consistencia, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad estudios geológicos, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos del factor de seguridad con el programa Slide V.5 y el GEO5 del talud en estudio, con los diversos métodos como Bishop, Jambú, Fellenius, Spencer, Morgenstern y Price, en el cuarto capítulo se explica las discusiones con referente al aporte que dieron los autores los cuales están situados en los trabajos previos (Antecedentes Nacionales e internacionales) en algunos se coincide con los aportes pero con referente a otros aportes no se coincide, en el capítulo quinto se da las conclusiones sobre el análisis de la estabilidad del talud y se concluye de que estos métodos estáticos son sencillos y los resultados obtenidos son óptimos, de la misma forma se propone como alternativa de solución al uso de gaviones donde se analiza con el software GEO5; por lo que su análisis de diseño es óptimo para soluciones rápidas y de menores costos, en el capítulo sexto se da las recomendaciones sobre el análisis de la estabilidad del talud por lo que se recomienda para las próximas investigaciones que el análisis con el método de equilibrio límite se dé en toda la carretera central especialmente en los tramos I, II, III y IV donde se sitúe el deslizamiento de los taludes, asimismo se recomienda el análisis

dinámico para fines de estabilización y con referente a los estudios de suelo se recomienda se realice el ensayo de penetración estándar para determinar el nivel freático, en el capítulo séptimo se registra todas las referencias bibliográficas citadas en la presente investigación, en el capítulo octavo se adjunta los anexos de los instrumentos de validación del levantamiento topográfico y el estudio de suelos como el análisis granulométrico y el ensayo de corte directo.



Rossmery Zúñiga Palomino
DNI. N° 45766925

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia del uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud de la Carretera Central Km. 117 + 900. En base a este análisis se pretende realizar el modelamiento con el programa Slide V.5 para determinar su estabilidad o inestabilidad y por consiguiente realizar el predimensionamiento del muro de gaviones y proponer su alternativa de solución. mPara realizar un adecuado análisis, se ha evaluado la problemática de la zona en estudio, asimismo se realizó el estudio de análisis granulométrico, ensayo de corte directo y por último se realizó el levantamiento topográfico del talud en estudio, con la finalidad de que permita realizar el modelamiento en el programa Slide V. 5.

Palabras clave: Estabilidad del talud, uso de gavión

Abstract

The objective of the research was to determine the influence of the use of gabions in the analysis of the stability of the slope of the Central Highway Km 117 + 900. Based on this analysis, it is intended to perform the modeling with the Slide V.5 program to determine its stability or instability and therefore perform the pre-dimensioning of the gabion wall and propose its alternative solution. To carry out an adequate analysis, the problem of the area under study has been evaluated, as well as the analysis of the granulometric analysis, the direct cutting test and finally the topographic survey of the slope under study, in order to allow the modeling in the Slide V program. 5.

Keywords: Stability of the slope, use of gabion.

Índice general

Resumen.....	VIII
Abstract.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos.....	2
1.3 Teorías relacionadas al tema	4
1.4 Formulación del problema	26
1.5 Justificación del estudio	27
1.6 Hipótesis	28
1.7 Objetivos.....	28
II. MÉTODO.....	29
2.1 Diseño de la investigación	30
2.2 Variables, operacionalización	30
2.3 Población y muestra.....	32
2.4 Para la geometría del Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
2.5 Métodos de análisis de datos.....	34
2.6 Aspectos éticos	34
III. RESULTADOS	35
3.1 Datos para el análisis de estabilización del talud.....	36
3.2 Análisis con el programa Slide V.5.....	37
3.3 Propuesta con el uso de gavión	41
IV. DISCUSIÓN.....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. REFERENCIAS	68
VIII. ANEXOS.....	73

Índice de tablas

Tabla 1. Sistema de clasificación de suelos basados en criterios de granulometría	6
Tabla 2. Factores mínimos en condición estática	16
Tabla 3. Dimensiones estándar para los gaviones	18
Tabla 4. Factores de seguridad para el análisis del muro de gaviones	19
Tabla 5. Matriz de operacionalización de las variables	31
Tabla 6. Información geotécnica Carretera central km. 117+ 900	33
Tabla 7. Coordenadas del eje X y Y del borde externo del talud.	36
Tabla 8. Resultados de los factores de seguridad de la Sección 1-1 tramo km 117 + 900	41
Tabla 9. Parámetros para el diseño del muro de gavión	42
Tabla 10. Material de llenado: Canto rodado	42
Tabla 11. Propiedades físicas y mecánicas de la malla 8x10 $\phi= 2.70$ mm	43
Tabla 12. Predimensionamiento del muro de gavión	44
Tabla 13. Propiedades físicas del suelo Grava limoso (GM)	45
Tabla 14. Datos obtenidos con el método del Spencer.....	46
Tabla 15. Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.....	47
Tabla 16. Resultados del diseño de muro de gavión	47
Tabla 17. Verificación del vuelco y deslizamiento del muro de gavión	48
Tabla 18. Verificación del muro.....	49
Tabla 19. Factores de seguridad mínimos en las cargas para el diseño suponiendo estado límite último.....	51
Tabla 20. Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)	51
Tabla 21. Predimensionamiento del muro de gavión	52
Tabla 22. Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.....	53
Tabla 23. Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.....	54
Tabla 24. Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva granulométrica.....	5
Figura 2. Esquema del aparato de corte directo.....	7
Figura 3. Elementos constituyentes de un gavión tipo caja.....	7
Figura 4. Esfuerzo de falla y envolvente de un ensayo de corte directo.	8
Figura 5. Envolvente de falla y círculo de Mohr.	8
Figura 6. Tabla de dimensiones y cargas.....	10
Figura 7. Elementos constituyentes de un gavión tipo caja.....	17
Figura 8. Dimensión de la caja de gavión	18
Figura 9. Tipos de rotura de muro de gaviones.	20
Figura 10. Fuerzas de empuje sobre la estructura.	21
Figura 11. Superficie de macizo irregular.	21
Figura 12. Verificación al deslizamiento.....	23
Figura 13. Presiones en la fundación.....	23
Figura 14. Distribución en las presiones.	24
Figura 15. Verificación del deslizamiento.....	24
Figura 16. Consideraciones para la base del muro de gaviones.	26
Figura 17. Empotramiento del muro de gaviones.....	26
Figura 18. Perfil del Talud de la Carretera Central KM. 117 + 900.....	32
Figura 19. Certificado de calibración CCB-208-2015.....	33
Figura 20. Certificado de calibración CAC-092-2015.	34
Figura 21. Modelamiento de la Carretera Central KM. 117 + 900.	37
Figura 22. Resultado del Factor de Seguridad con el método de las dovelas.....	38
Figura 23. Resultado del Factor de Seguridad con el método de las Fellenius.	38
Figura 24. Resultado de factor de seguridad con el método de Bishop.....	39
Figura 25. Resultado de factor de seguridad con el método de Janbú.....	39
Figura 26. Resultado de factor de seguridad con el método de Spencer.	40
Figura 27. Resultado de factor de seguridad con el método de Morgenstern y Price. ...	40
Figura 28. Predimensionamiento del muro de gavión.	44
Figura 29. Modelamiento de la estructura del muro de gavión.	45
Figura 30. Datos del Spencer en el programa GEO5.	46
Figura 31. Punto donde se inicia el análisis.....	47
Figura 32. Modelamiento de la verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.	48

Figura 33. Verificación de la capacidad portante del suelo.....	49
Figura 34. Verificación del vuelco, presión horizontal y deslizamiento del gavión.	49
Figura 35. Modelamiento de los resultados del muro de gavión.....	50
Figura 36. Modelamiento del talud y el muro de gavión para el análisis de estabilidad.	50
Figura 37. Datos del método de Spencer.....	51
Figura 38. Modelamiento de la estructura del muro de gavión.	52
Figura 39. Datos del método de Spencer en el programa GEO5.....	53
Figura 40. Punto donde se inicia el análisis.....	53
Figura 41. Modelamiento de la resistencia del muro de gavión.....	54
Figura 42. Modelamiento de la capacidad portante del suelo	55
Figura 43. Modelamiento de los resultados del muro de gavión.....	55
Figura 44. Modelamiento del talud y la superficie de falla el muro de gavión para el análisis de estabilidad.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.....	74
Anexo 2. Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422	75
Anexo 3. Ensayo de corte directo ASTM D3080	76
Anexo 4. Ensayo de corte directo ASTM D 3080	77
Anexo 5. Densidad de campo natural.....	78
Anexo 6. Perfil de la carretera central KM. 117 + 900	79
Anexo 7. Plano en planta Carretera Central KM. 117 + 800 - 118 +000.....	80
Anexo 8. Paneaux fotográfico del estudio de suelo en Laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal.....	81

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En la actualidad a nivel mundial en el campo de la ingeniería civil y en geotecnia es de interés proponer alternativas de solución para la óptima estabilización de taludes que se presentan en los suelos y rocas empleando diversos métodos, asimismo poder identificar las diferentes fallas que existe en los taludes ya que permite realizar un análisis adecuado para su estabilización.

En el Perú, el problema de la inestabilidad de taludes es generalmente ocasionado por factores externos como el desprendimiento de suelos y rocas, clima, fallas rotacionales y traslacionales, considerando las circunstancias de su formación geológica y los factores internos como los movimientos sísmicos, los cuales generan deslizamiento en los taludes ya que decrece la fuerza estabilizadora por debajo de un factor de seguridad 1 llegando a su nivel límite.

El tramo IV de la Carretera Central, actualmente se presenta constantes problemas de deslizamiento especialmente en el Km. 117 + 900, por lo que genera problemas en el transitabilidad de los vehículos, pérdidas económicas, debido a que no se han realizado los estudios previos antes de su diseño y construcción. Para erradicar la problemática del deslizamiento del talud se realizará el análisis de estabilidad y por consiguiente se propone el uso de gaviones como alternativa de solución.

Realizar un análisis para la óptima estabilización de un talud es muy importante ya que es un problema que se presenta con frecuencia en la mecánica de suelos y se utilizan diversos métodos para analizarlos tales como el ábaco y las soluciones gráficas que en la actualidad estos métodos no son de mucho apoyo ya que sólo son para estimaciones rápidas, analíticos, numéricos y probabilísticas, dentro de estas técnicas el método de equilibrio límite es el más utilizado, donde se utiliza para el caso de los taludes en suelos o rocas considerando los mecanismos de falla como plana, biplanar, circular y cuñas.

Actualmente, en el mercado existe diversidad de programas que son de gran apoyo para los ingenieros ya que permite realizar un análisis rápido y adecuado mediante el método de equilibrio límite y elementos finitos, estos métodos son lo más sencillos ya que permite obtener un factor de seguridad al mismo tiempo se obtiene los valores de resistencia al cortante en el momento de la falla.

1.2 Trabajos previos

Nacionales

Sánchez (2014) en su publicación científica detalla que, de acuerdo a los trabajos de campo como el levantamiento topográfico (perfiles en tramos cada diez metros) y los trabajos

realizados en laboratorio como el estudio de suelo de los taludes que se encuentran al este de la I.E La Libertad (peso específico, cohesión y el ángulo de inclinación) han sido las bases para realizar el modelamiento con el programa GEO – SLOPE donde se obtuvo los factores de seguridad con los métodos de equilibrio límite. Se ha llegado a la conclusión de que al analizarlo dinámicamente se ha determinado que el talud sea inestable, realizando el modelamiento con las banquetas estos hacen de que el talud sea estable porque los factores de seguridad son mayores a 1, asimismo el método más apropiado son el de Morgenstern y Price y el de Spencer donde se basa al equilibrio de momentos y fuerzas.

Pacheco (2006) en su publicación científica detalla que, el objetivo consiste en analizar el problema que presenta el talud y presentar una alternativa de solución para un tramo de 500 metros en la zona del distrito de San Isidro, al mismo tiempo se realizó un análisis dinámico para presentar las soluciones adecuadas con la finalidad de poder minimizar los costos en mantenimiento, luego de haber analizado los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos se ha basado en los parámetros que presenta la geología tales como suelos conglomerados y relleno, se ha tomado datos de otra tesis para el estudio de mecánica de suelos (peso específico, cohesión y ángulo de fricción) y para el análisis dinámico se han tomado datos del terremoto ocurrido en el Perú en el año 1966, luego de modelar en el programa SLOPE se ha obtenido los factores de seguridad y los coeficientes de aceleración para los perfiles analizados, al mismo tiempo se realizó un análisis de las ventajas y desventajas que presentan cada alternativa de solución con los muros convencionales y los gaviones. Se ha llegado a la conclusión de que la construcción de los muros es la más adecuada porque presenta menores costos y facilidad en su proceso constructivo y de impacto ambiental se recomienda la solución para el problema de estabilidad de talud de la costa verde en el distrito de San Isidro.

Morales (2017) realizó la toma de las variables geotécnicas determinando las características e interpretación, asimismo se han evaluado los métodos de diseño para la estabilización de los taludes para después realizar el monitoreo y control de los taludes, de tal manera que puedan brindar información de los desplazamientos horizontales y verticales, así como el buzamiento y velocidad de movimiento que brinde información sobre la inestabilidad para su mitigación en el impacto de los deslizamientos en zonas mineras. Se concluye que el algoritmo computacional de monitoreo de taludes permite determinar el punto de colapso del talud en zonas inestables de la mina aplicables a cualquier explotación superficial, asimismo calcula gráficamente las velocidades y en el diagrama se puede determinar el punto de colapso.

Internacionales

Zuluaga (2016) realizó una evaluación para determinar las condiciones de estabilidad de un talud, del mismo modo investigar los mecanismos de falla para proponer las alternativas de solución para su mejoramiento con la aplicación de los conocimientos de los métodos de equilibrio límite (bidimensionales, tridimensionales) y los elementos finitos. La precipitación y la infiltración son factores que ocasionan los deslizamientos afectando la estabilidad de un talud. Para los análisis respectivos se han evaluado tomando en cuenta los estados transitorios del flujo de agua dentro de los taludes tomando en cuenta los conocimientos de los suelos parcialmente saturados. Se pudo definir que en condiciones secas que presenta el suelo los factores de seguridad de taludes 2D se puede obtener factores de seguridad inferior a los taludes equivalentes 3D. Se concluyó que los taludes con geometría tridimensional muy desfavorables como es el caso de los taludes de forma convexa en condiciones secas, el factor de seguridad puede resultar igual o menor que el bidimensional, asimismo el aumento de las presiones de poro por la infiltración y precipitación resulta crítico para el análisis en tres dimensiones, por lo que el análisis bidimensional resulta ser más conservador que la tridimensional.

Betún (2016) describió el análisis alternativa para la estabilidad del talud con el programa GEO-SLOPE. El objetivo fue determinar alternativas para poder estabilizar el talud con el software indicado líneas arriba, asimismo analizar y evaluar con los métodos de equilibrio límite específicamente con el método de falla de Morgenster – Price y Spencer considerando las condiciones estáticas y dinámicas. Con los resultados obtenidos se determina que el talud se encuentra inestable en condiciones dinámicas y por ello es necesario el reforzamiento del suelo con geomallas para la seguridad en su estabilización, se concluyó que de acuerdo los datos obtenidos de campo se define que dicho talud presenta varios escarpes producto de los deslizamientos antiguos y activos lo que ha generado una modificación en la morfología y se ha optado por diseñar sistemas de drenaje tanto para las cunetas de coronación como para la estabilización del muro.

1.3 Teorías relacionadas al tema

Clasificación de suelos

La clasificación de los suelos es muy importante para determinar el tipo de suelo de acuerdo al tamaño de sus granos, asimismo determinar sus propiedades físicas tales como el índice de plasticidad, límite líquido, límite de contracción y demás características que lo conciernen; estos ensayos se realizan en el laboratorio dependiendo a la granulometría se clasifica el tipo de suelo y su comportamiento.

Hay dos sistemas de clasificación de los suelos, SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos que se realiza para los trabajos de geotecnia y el sistema de AASHTO se clasifica con la finalidad de construir carreteras.

Sistema de clasificación de suelos basados en el criterio granulométrico (Tamaño de los granos)

El tamaño de los granos, de la partículas del suelo proporciona un criterio para su clasificación descriptiva, por ello con la técnica del cribado (tamices) se determina la división para luego elaborar la curva granulométrica.

Por otro lado, el análisis granulométrico se define como la distribución en promedio de las dimensiones de las partículas del suelo, los cuales se expresan en porcentajes del peso total del material (Sáez, 2010).

Por lo que se representa a través de una curva granulométrica tal como se observa en la siguiente figura; donde las abscisas horizontales representan el diámetro de las partículas y las ordenadas representan al porcentaje en peso del material total que posee un diámetro.

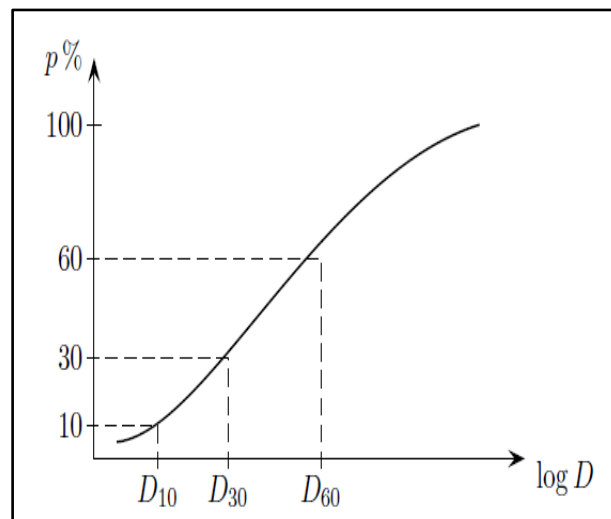


Figura 1. Curva granulométrica.

Fuente: Sáez, E. (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010).

Método para encontrar la granulometría

Parámetros obtenidos Tamizado: Consiste en separar un suelo en fracciones de distinto tamaño, donde se hace pasar el material a través de una serie de tamices, las aberturas que poseen los tamices son: 5", 4", 3", 1 1/2", 1", 1/2", 3/8", 1/4", 4, 8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 100, 200 (Calla, 2012).

Según Calla (2010) los parámetros que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- ✓ Diámetro efectivo (D10): Es la abertura del tamiz o también denominado como el tamaño de las partículas del suelo (mm), donde corresponden al 10% del pasante.
- ✓ D60: Abertura del tamiz en mm, donde corresponde al 60% del pasante.
- ✓ D30: Abertura del tamiz en mm donde corresponde al 30% del pasante.
- ✓ Coeficiente de Uniformidad (CU): Determina si el suelo es gradado o no gradado, da a conocer la variación del tamaño de los granos.
- ✓ Por otro lado, con el análisis de la curva granulométrica se obtienen los siguientes resultados: EL tipo de suelo de acuerdo al tamaño que posee tales como: suelos gruesos cuando más del 50% es retenido en el tamiz 200, suelos finos cuando más del 50% pasa el tamiz 200, asimismo se determina suelo gravoso al material que es retenido más del 50% en el tamiz N° 4 y suelo arenoso cuando pasa más del 50% el tamiz N° 4.

Tabla 1
Sistema de clasificación de suelos basados en criterios de granulometría

Nombre de la organización	Tamaño de los granos			
	grava	arena	limo	arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT)	>2 mm	2 a 0.06 mm	0.06 a 0.002 mm	< 0.002 mm
Asociación American de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2 mm	2 a 0.075 mm	0.075 a 0.002 mm	<0.002 mm
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.s. Bureau of Reclamation; American Society for Teting and Materials	76.2 a 4.75 mm	4.75 a 0.075 mm	Finos (Es decir limos y arcillas <0.075 mm)	

Nota: En el presente cuadro se observa el aporte que dan las Organizaciones para la división del análisis granulométrico así como grava, arena, limo y arcilla (mm), por lo que es indispensable realizar la granulometría para analizar la estabilidad del talud en estudio, por Juárez; Rodríguez, 2011, 99, p. 642. Limusa.

Resistencia al corte

Se denomina como la resistencia por unidad de área que este ofrece a la falla o también llamado como deslizamiento sobre un plano dentro de él (Braja, 2001).

Ensayo de corte directo

El ensayo de corte directo se realiza con la finalidad de determinar la resistencia de la muestra del suelo, parámetros del suelo como la cohesión y el ángulo de fricción.

Equipo: Para el ensayo correspondiente se usa una caja de sección cuadrada el cual está dividido horizontalmente en dos mitades.

Procedimiento del ensayo:

- ✓ Se debe colocar el espécimen de la muestra en el interior de la caja
- ✓ El siguiente paso es aplicar el esfuerzo vertical
- ✓ Por consiguiente se aplica el esfuerzo tangencial o también denominado como esfuerzo horizontal hasta que alcance la falla o rotura del material.

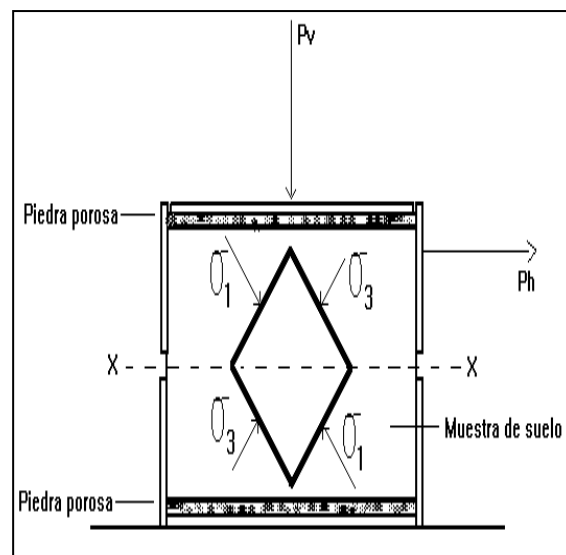


Figura 2. Esquema del aparato de corte directo.
Fuente: (Geotecnia LNV, 1993).

- ✓ En la figura 2, se puede apreciar los esfuerzos normales las que son las cargas verticales y los esfuerzos de corte representadas por el esfuerzo normal o tangencial en forma horizontal.
- ✓ Los cálculos para obtener los esfuerzos, se divide las fuerzas por el área de la muestra, por lo que debería cumplirse la ecuación lineal de Coulomb.
- ✓ La ecuación de Coulomb está en función de la cohesión y el ángulo de fricción, los cuales solo son parámetros del suelo y se utilizan para los cálculos en los análisis.
- ✓ Los esfuerzos de corte se van obteniendo al aplicar la fuerza horizontal o tangencial, una vez teniendo los datos se realiza la gráfica teniendo en el eje Y al esfuerzo de corte y en el eje X al esfuerzo normal; por otro lado para definir la resistencia al corte se toma el punto máximo, para la obtención del ángulo de fricción se toma la recta que une entre los esfuerzos normales y cortantes siendo la cohesión el intercepto.

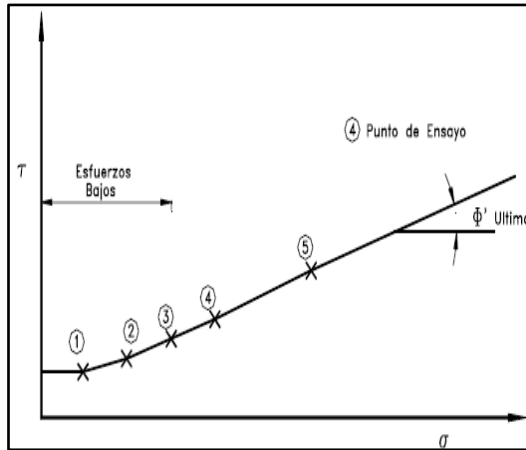


Figura 4. Esfuerzo de falla y envolvente de un ensayo de corte directo.
Fuente: (Suárez, 1998).

Criterio de rotura de Mohr Coulomb

El círculo de Mohr se utiliza para representar o describir la resistencia al cortante de los suelos.

Mohr en su teoría propone que, los materiales sufren su rotura debido a la combinación del esfuerzo cortante y el esfuerzo normal.

Tal es así que Coulomb llega a proponer un criterio de rotura para cualquier parte del suelo, en donde se presentan las relaciones de las tensiones normales y las tensiones efectivas.

Se presenta la ecuación de la siguiente manera:

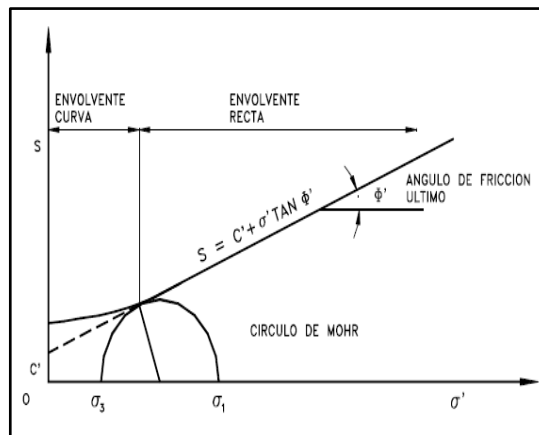


Figura 5. Envolvente de falla y círculo de Mohr.
Fuente: (Suárez, 1998).

$$s = \acute{c} + \sigma' \tan(\varphi')$$

Donde:

S: Resistencia al cortante

C' = Intercepto del eje de resistencia (Cohesión)

σ' = Esfuerzo normal efectivo

ϕ = Ángulo de fricción (pendiente de la envolvente)

Cohesión

Se le denomina como la adherencia entre las partículas del suelo, por lo que en la mecánica de suelos se utiliza para la representación del esfuerzo cortante el cual es producido por la cementación

La cohesión en los suelos granulares se le supone un valor igual a cero, por lo que no presenta adherencia entre las partículas, por otro lado también se le conoce como suelos no cohesivos.

Peso específico

Según Crespo (2004) es una propiedad índice que debe realizarse a todos los suelos en general, por lo que es muy importante contar con estos datos para cualquier análisis y se obtiene en diversos laboratorios (gr/cm³).

Ángulo de fricción

Según Crespo (2004) Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las partículas del suelo y su densidad.

Asimismo el ángulo de fricción, es la representación matemática del coeficiente de rozamiento, tal como se puede representar de la siguiente manera:

$$\text{Coeficiente de rozamiento} = \tan \phi$$

Por otro lado, el ángulo de fricción depende de muchos factores tales como: la densidad que tiene el suelo, la distribución del tamaño de los granos y por último la forma de los granos.

Según Suarez (1998) en suelos de grava, arena y limos no plásticos a la que también se les denomina como suelos granulares, poseen cohesión muy baja y pueden tomar valores de cero y su ángulo de fricción depende del tamaño de los granos y varía entre 27° a 42°.

Cargas actuantes

Cargas peatonales

Para la distribución de las cargas peatonales se va a considerar 5 KN/M (Manual de diseño de caminos y puentes, 2003).

Cargas vehiculares

El tránsito vehicular es con frecuencia en la Carretera Central, debido a que por ella transitan vehículos como: Autos, Camionetas rurales, Micros, Ómnibus 2e y 3E, Camiones ligeros y pesados, y por ende los Semirremolques y Tráileres.

Con referente al IMDA según Quiñonez (2011) el talud de la Carretera Central llega hasta una pendiente del 7% presentando curva sinuosas, por ello al realizar el análisis del IMDA define que circulan por la vía un promedio de 4000 V/D.

Bajo este criterio, la clasificación por su demanda se denomina Carretera de primera clase, por lo que el IMDA se encuentra en los 4000 y 2001 veh/día, asimismo el ancho de la calzada es de 3,60 m de ancho como mínimo y llegando hasta los 7.20 metros sólo para la circulación vehicular.

Según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG (2013) se efectúa la clasificación por el tipo de vehículo que transita por la vía, así como: Categoría L, categoría M, Categoría N, Categoría O y por último la categoría S.

En la categoría L se encuentran los vehículos (L1 de dos ruedas, L2 de tres ruedas, L3 de dos ruedas, L4 de tres ruedas, L5 de tres ruedas simétricas), en la categoría M (M1, M2 y M3) las que se especifican por la cantidad de asientos, en la categoría N se encuentran los vehículos automotores de cuatro ruedas o más las que están diseñados para el transporte de mercancías, y por último la categoría S donde los vehículos cuentan con carrocerías para el transporte de las mercancías o algunos productos.

Motivo por el cual, la categoría N y S es la más crítica y sera considerado para la distribución de las cargas así como:

VEHICULOS Y SUS COMBINACIONES		Longitud Total (mts)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO	
SIMBOLO	DIAGRAMA		Eje Delantero	Carga por Eje Posterior				
				1° Eje	2° Eje	3° Eje		4° Eje
C3-RB1		18.30	6	18	11		35	
C3-RB2		18.30	6	18	18		42	
C4-RB1		18.30	6	25	11		42	
C4-RB2		18.30	6	25	18		48	
B2		13.20	6	11			17	
B3		14.00	6	18 (*) 15			24	
B4		15.00	6 + 6	18 (*) 15			30	
BA		18.30	6	18 (*) 15	11		(*) 35	

Figura 6. Tabla de dimensiones y cargas.

Fuente: (Manual de diseño geométrico de Carreteras, 2001).

Método de análisis de estabilidad de talud

El método de equilibrio límite conocido como método de las dovelas, son métodos que ayudan en obtener el factor de seguridad de un talud, donde determina la estabilidad o inestabilidad de equilibrio mediante los principios de la estática, así como los momentos actuantes y resistente propios del material en análisis, cabe indicar que existen diferentes métodos para analizar la estabilidad de un talud así como los métodos numéricos, estáticos y dinámicos o también haciendo uso de los ábacos o programas de software que ayudan en el análisis.

Método de equilibrio límite

Para este método a analizar se establece que, en el caso de una falla las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad 1.0, donde se puede analizar determinando la masa deslizada en dovelas también denominado tajadas.

Estos métodos son los más sencillos ya que permiten en analizar los tipos de falla como rotacional y traslacional así como las fallas cuña y de inclinación.

Por lo tanto, los métodos más utilizados en el equilibrio límite son los siguientes: Método Ordinario o Fellenius (1936), Método de Bishop (1955), Método de Jambú (1968), Método de Spencer (1967) y Método de Morgenstern y Price (1965).

Sin embargo, estos métodos se basan generalmente para materiales isotrópicos y realizan el análisis estático. Para realizar el análisis se debe tener en cuenta ciertos parámetros como: topografía de los taludes, estratigrafía, ángulo de fricción, cohesión, peso unitario, niveles freáticos y cargas externas.

Según Pérez (2005) las ventajas que se tiene con este método es que se tiene una mejor distribución de esfuerzos normales sobre la superficie de deslizamiento, por ello es fundamental realizar una adecuada distribución de las rebanadas o tajadas y la desventaja del método precitado es que estáticamente es indeterminado.

Método ordinario o de Fellenius

Se le conoce como el método ordinario, dovelas y Sueco el cual admite sólo las fuerzas actuantes y resultantes de cada una, por lo que se analiza con una línea imaginaria con respecto al centro del círculo de la falla para poder determinar su factor de seguridad (Suarez, 2002).

Tal es así que Fellenius (1936) asume que, su análisis es para las fallas circulares por lo que se divide las dovelas en forma vertical que representan su propio peso y se analiza

estáticamente tomando en cuenta los momentos actuantes y las resistentes para determinar el factor de seguridad, asimismo este método no es la más adecuada para los análisis por lo que su factor de seguridad es mínima a lo que se espera.

La fórmula para el factor de seguridad es lo siguiente:

$$F. S. = \frac{\Sigma[C'b \sec \alpha + (W \cos \alpha - ub \sec \alpha) \tan \phi]}{\Sigma W \sin \alpha}$$

Donde:

α : Ángulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide para cada tajada.

W = Peso propio de la tajada.

u = Presión de poros = $\gamma_w h_w$

b = Ancho de la tajada

C', ϕ = Parámetros de resistencia del suelo.

Método de Bishop

Bishop (1955) asume que, es para las fallas circulares y las fuerzas cortantes entre las dovelas son nulas por lo que tiende a disminuir las incógnitas y para su análisis se basa solo en el equilibrio de momentos.

Por otro lado, este método es muy similar al método de Fellenius con la diferencia de que el método Bishop no considera las fuerzas horizontales sino sólo las fuerzas verticales, el factor de seguridad que se halla es más estable, y es el más utilizado para los análisis a efectuar.

La fórmula para realizar el análisis del factor de seguridad se presenta:

$$F. S. = \frac{\Sigma[C'b + (W - ub) \tan \phi' / ma]}{\Sigma W \sin \alpha}$$

$$ma = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi}{F. S} \right)$$

Donde:

$ma = \cos \alpha (1 + (\tan \alpha \tan \phi) / FS)$

b = Ancho de la Dovela

W = Peso de cada dovela

C', Φ = Parámetros de resistencia del suelo.

u = Presión de poros en la base de cada dovela = $\gamma_w h_w$

α = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

m = masa.

Método de Spencer

Este método requiere satisfacer el equilibrio de momentos actuando en bloques individuales, por lo que divide al suelo en varios bloques sobre la superficie de falla.

Por lo tanto, es el más preciso y se encuentra dentro del método de las dovelas y estos a su vez son considerados como método de equilibrio límite no exacto, deben satisfacer las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y momentos y poder determinar así el factor de seguridad y el ángulo de inclinación.

El procedimiento de Spencer (1967) asumió que las fuerzas laterales entre las dovelas son paralelas e inclinadas con respecto a la horizontal de un ángulo de inclinación \emptyset , en tal sentido que las fuerzas que se encuentran entre las dovelas son paralelas unas con otras es decir que tienen el mismo ángulo inclinación.

Alva (1998) da su aporte que, este método es la más adecuada para los métodos numéricos y los análisis con los programas software.

La fórmula para el análisis es lo siguiente:

$$\emptyset_d = \tan^{-1} \left[\frac{\tan \emptyset}{FS} \right]$$
$$N = \frac{c'}{FS YH}$$

Donde:

FS = Factor de seguridad

N = Fuerza resistente normal

Y = Peso específico: Se refiere cuando existe la relación entre el peso del suelo por el volumen unitario (Braja, 2001).

H = Altura del talud

ϕ = Ángulo de fricción

Método de Morgenstern y Price

Morgenstern y Price (1965) asumieron que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. Por otro lado tiene similitud con los principios de Spencer con la única diferencia de que la resultante de las fuerzas entre las dovelas tiene su variación.

Este método presenta un procedimiento exacto donde se puede realizar para todo tipo de geometría que presenta el talud al mismo tiempo donde el talud podría presentar una variedad de perfiles de suelo.

De allí que, se asume de que la inclinación que existe en las fuerzas laterales sigue una forma determinada con respecto a las rebanadas, donde satisface el equilibrio de fuerzas y momentos.

La fórmula para el análisis del método de Morgenstern y Price, será en función del equilibrio de fuerzas y de momentos así como se presenta:

$$FS(f) = \frac{\sum[C.\beta + (N - u l)\tan\phi \cos \alpha]}{\sum W.\text{sen } \alpha - \sum N.f \mp \sum \cos \alpha}$$

$$FS(M) = \frac{\sum[C.\beta + (N - u l)\tan\phi \cos \alpha]}{\sum W.x - \sum N.f \mp \sum D.d}$$

Donde:

C = cohesión

ϕ = ángulo de fricción

β = longitud de la superficie de falla

w = peso de la dovela

α = inclinación de la superficie de falla

N = fuerza normal entre dovelas

α = fuerza tangencial entre dovelas

Método de Jambú

Janbú (1968) asume que, no existe la fuerza cortante entre las dovelas por lo que satisface el equilibrio de fuerzas verticales para cada dovela. Este método consiste en que las fuerzas que se encuentran en las dovelas solo son horizontales y no se considera las fuerzas cortantes, el criterio es para cualquier tipo de geometría de falla que presente el talud y presenta un factor de corrección f_0 donde estos dependen de la geometría del talud y los parámetros de la resistencia del suelo.

$$F.S = \frac{f_0 \sum \left\{ [c' b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha} m \bar{a} \right.}{\sum (W \tan \alpha)}$$

$$m \bar{a} = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F.S.} \right)$$

Donde:

α = Ángulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada.

W = Peso total de cada tajada

u = Presión de poros

b = Ancho de la tajada

c', ϕ = Parámetros de resistencia del suelo

m = masa

a = aceleración

Para determinar el valor de f_0 se calcula ingresando el valor de distancia vertical (d) de la falla con respecto a la longitud de la falla que presenta el talud, una vez ingresados estos valores, se determinan si los suelos son cohesivos ($\phi=0$), suelos granulares donde su cohesión sea cero ($c=0$) o mixto (ϕ, c), donde finalmente se obtiene el valor del f_0 .

Factor de Seguridad

Es la relación que existe entre la resistencia cortante promedio del suelo (T_f) con el esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la falla (T_d).

Das (2013) presenta al factor de seguridad con esta fórmula:

$$fs_s = T_f / T_d$$

Donde:

FS_s : Factor de seguridad con respecto a la resistencia

T_f : Resistencia cortante promedio del suelo

T_d : Esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la falla

Para analizar se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros: cuando el $FS < 1$ el talud es inestable o ya colapsado, cuando el $FS > 1$ el talud es estable y por último cuando el $FS = 1$ el talud presenta el riesgo de que se genere una falla inminente.

Para los análisis estáticos, el factor de seguridad se considera $FS > 1.5$, donde sólo se considera que es estable, menores a ello se consideran inestables y pueden sufrir cualquier tipo de falla, para el estudio realizado generalmente son fallas circulares.

En ese sentido, para este análisis de estabilidad del talud se va considerar el factor de seguridad según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 2
Factores mínimos en condición estática

Condición analizada	FS mínimo requerido	Talud
Estático	1,5	Aguas arriba y aguas abajo
Sísmico	1.25	Aguas arriba y aguas abajo

Fuente: Evaluación de la condición de estabilidad de un talud, se presenta los factores de seguridad mínimos para los análisis de la estabilidad del talud de acuerdo a la Norma Peruana el cual se rige para la evaluación y su análisis, tanto para taludes que se encuentran aguas arriba y aguas abajo, por Reglamento Nacional de Edificaciones. CE. 020 Suelos y Taludes, 2016, 13, p. 30.

Por otro lado Braja (2013) indica que si el factor de seguridad es 1 presenta inestabilidad, asimismo cuando se obtienen factores de seguridad iguales o mayores a 1.5 es estable el talud en estudio.

Superficie de falla

Es la superficie donde se puede ocasionar un deslizamiento, esta superficie se da a lo largo de un talud, posee la forma de una circunferencia por lo que también se podría presentar de diversas formas como falla plana, en cuña ya que depende de los factores geológicos y de la naturaleza misma de los materiales, sin embargo estas fallas se podría evitar con las construcciones ingenieriles.

Análisis de superficie de curvas

Los deslizamientos generalmente presentan una superficie curva, por lo que se le denomina como círculos de falla o simplemente fallas rotacionales, estos se presentan como: fallas locales, fallas que se producen en la base (pie del talud).

Programa Slide

Slide V.5, es un programa que realiza el análisis de estabilización de taludes, permite el análisis mediante la teoría del equilibrio límite a partir de una variedad de métodos tales como Fellenius, Bishop, Jambú, Spencer, Morgenstern y Price, el cual está diseñado para realizar el análisis de estabilización de taludes mediante el método de equilibrio límite y calcular los

factores de seguridad, al mismo tiempo tiene esa capacidad de poder modelar una diversidad de los suelos que presenta el talud determinando su estratigrafía y su geometría.

Gavión

Según Bianchini (s.f) el gavión tiene una caja rectangular prismática el cual está enrejado de una malla metálica , estas mallas deben estar galvanizadas, asimismo los gaviones se deben llenar con piedras del mismo tamaño para que tenga resistencia en la estabilización.

Por otro lado los gaviones trabajan por gravedad, por lo que tienen esa función de poder estabilizar el terreno, otra de las composiciones del gavión son: los alambres, las uniones que existen en los gaviones y por último las mallas.

Existen diferentes tipos de gaviones para las estructuras de contención a gravedad:

- ✓ Gaviones tipo caja
- ✓ Gaviones tipo colchón
- ✓ Gaviones tipo saco

Para el presente trabajo de investigación se propone la solución con el muro de contención de gaviones tipo caja.

Gaviones tipo caja

Son estructuras metálicas que tienen la forma de un paralelepípedo, que es producido a partir de un único paño de malla hexagonal triple torción que forma la base, la tapa y las paredes frontal y trasera (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

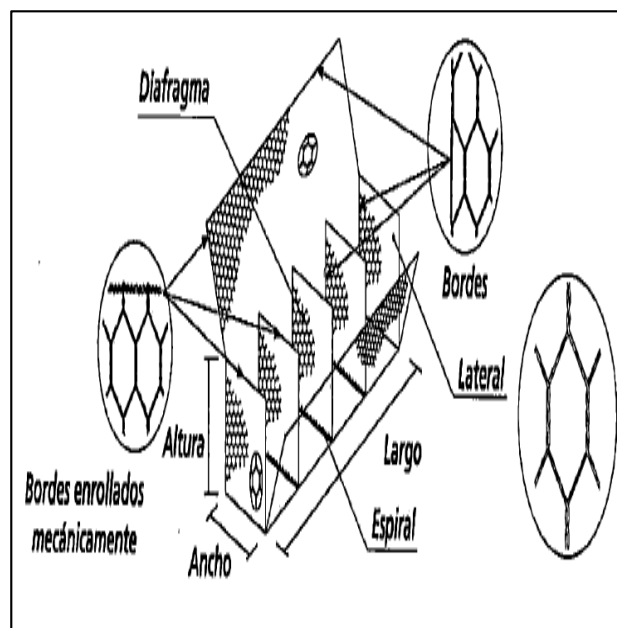


Figura 7. Elementos constituyentes de un gavión tipo caja.
Fuente: (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

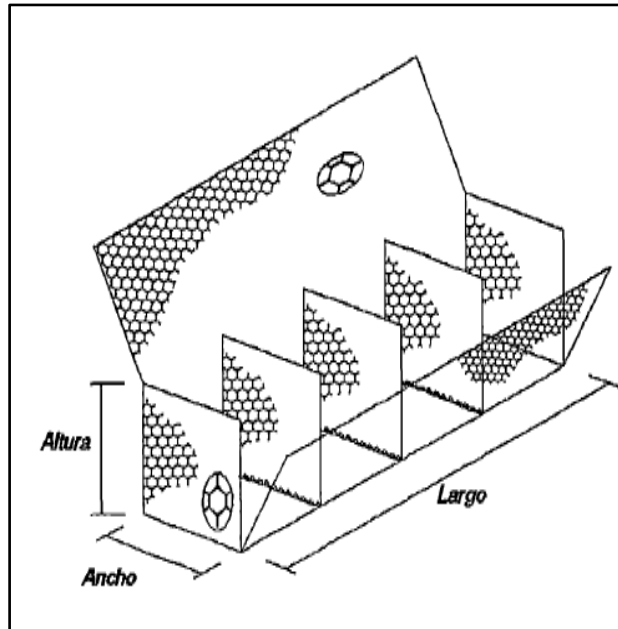


Figura 8. Dimensión de la caja de gavión
 Fuente: (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

Según MACCAFERRI (2005) los gaviones son predimensionados con los estándares que a continuación se presentan:

Tabla 3
 Dimensiones estándar para los gaviones

Descripción	Longitud mínima (m)	Longitud máxima (m)
Largo	2	5
Ancho	1	1.5
Altura	0.50	1

Fuente: Especificaciones técnicas de gavión caja, se presenta las unidades para el predimensionamiento de la caja gavión, por MACCAFERRRI, 2005, p. 14, p.16.

Características de los gaviones

Los alambres deben tener un tratamiento térmico cocido de tal forma que, le dé uniformidad al producto y por consiguiente se debe exponer a un baño de zinc, a este procedimiento se le denomina como galvanizado, poseen flexibilidad, durabilidad y son permeables, integran totalmente al ambiente, son de simple y rápida ejecución, presentan menores costos en su proceso constructivo.

Para tener la garantía de que los gaviones poseen calidad, se insta en que los alambres cumplan con la norma ASTM A-641 (MACAFERRI, 2017).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para el diseño del muro de gaviones se debe considerar la seguridad al vuelco y deslizamiento y al mismo tiempo se deberá evaluar la capacidad de carga, seguridad de cimentación del muro, y la capacidad portante del suelo.

Tabla 4
Factores de seguridad para el análisis del muro de gaviones

Condición analizada	FS mínimo requerido	Gavión
FS. vuelco	2	Estático
FS. deslizamiento	1.5	Estático

Fuente: Método del factor de seguridad global (FSG), se debe tomar los criterios del factor de seguridad mínimo para el diseño del muro de gaviones, así como el factor de seguridad al vuelco y el factor de seguridad al deslizamiento sólo para condiciones estáticas, por Reglamento Nacional de Edificaciones. CE. 020 Suelos y taludes, 2016, 23, p. 30.

Ventajas del muro de gavión

Son sencillos en su proceso constructivo por lo que el material a emplearse son las piedras de canto rodado, se le puede construir sobre las fundaciones débiles, presentan flexibilidad en su estructura.

Procedimiento para la ejecución del muro de gaviones

Ejecución: Para la ejecución con el muro de gaviones se deben tener en cuenta que los materiales que se van a utilizar deben brindar garantía contra la corrosión de los fenómenos meteorológicos, por otro lado debe dar garantía a los daños ocasionados por el comportamiento del mismo suelo, a las acciones antrópicas y los animales.

Los alambres para la construcción de los gaviones deberán ser galvanizados, por otro lado para llenar las cajas de gaviones las piedras pueden ser de canto rodado, asimismo no deberán estar compuestas de óxido de hierro más aún contengan salinidad. Para la construcción se cuenta con tres tipos de mallas diferentes, hexagonales o también denominadas como triple torsión.

Pasos para la colocación y el armado

- ✓ El primer paso es armar las paredes de los gaviones y coser las aristas con los alambres.

- ✓ Por consiguiente, se debe colocar y distribuir de acuerdo al tamaño y la ubicación y amarrar entre ellas, con la finalidad de que al momento del llenado de la piedra sea más resistente ante cualquier carga.
- ✓ Para la consideración de los tirantes se debe colocar a 30 cm para una altura de gavión de 1 metro, pero para una altura de 0.50 metros la dimensión del tirante será 0.25 metros.

Análisis de la estabilidad de la estructura de Contención

Es fundamental realizar el cálculo del factor de seguridad del muro de gaviones, asimismo determinar el tipo de falla que puede ocurrir (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005)

A continuación se presenta los tipos de falla que pueden visualizarse en los gaviones:

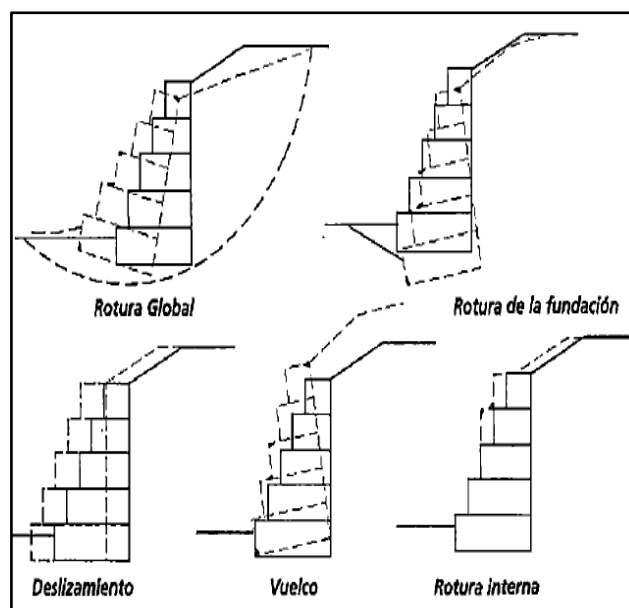


Figura 9. Tipos de rotura de muro de gaviones.
Fuente: (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005)

Fuerzas que actúan sobre la estructura

Las fuerzas que se consideran para el análisis de la estabilidad del muro de gaviones son los siguientes:

Ea: Empuje activo

Ep: Empuje pasivo

P: Peso propio de la estructura

R: Reacción en la fundación, esta fuerza puede ser descompuesta por la fuerza normal, o también por la tangencial en la base de la estructura.

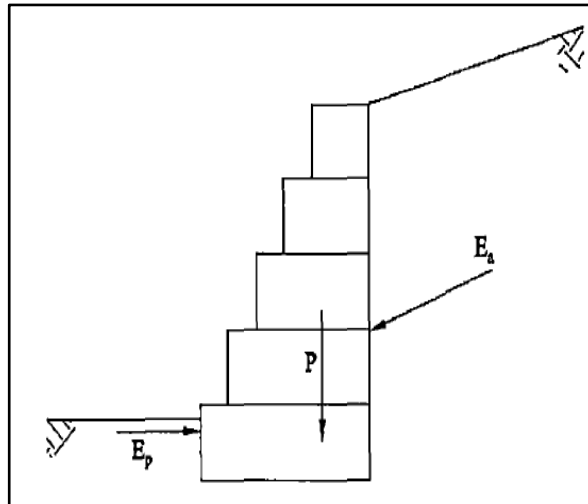


Figura 10. Fuerzas de empuje sobre la estructura.
 Figura: (MACCAFERRI, 2005).

Determinación de los empujes activos

Para el análisis del empuje activo se pueden usar las teorías del Método de equilibrio límite o también la de Coulomb.

Método de equilibrio límite: Cuando se tiene superficies externas que no es plana sino es una pendiente, se realiza el análisis con el método de equilibrio límite para luego obtener el empuje activo (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

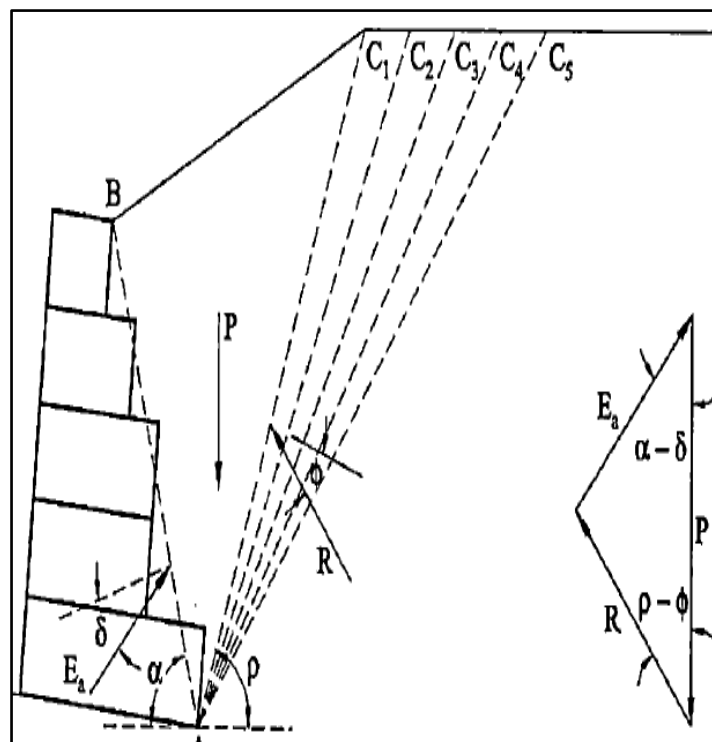


Figura 11. Superficie de macizo irregular.
 Fuente: (MACCAFERRI, 2005).

Cuando se realizan los trazos de roturas hipotéticas del punto en donde se inicia el análisis se obtiene el peso para cada uno, y se calcula con la fórmula correspondiente.

$$P = \gamma * a$$

Donde:

a= área de la cuña

Por otro lado, se debe obtener para cuña la inclinación p de la superficie de rotura, y el valor de los empujes activos es determinado para cada cuña en análisis y se calcula con fórmula correspondiente.

$$Ea = P \cdot \frac{\text{sen}(p - \varphi)}{\text{sen}(\alpha + p - \varphi - \delta)}$$

Ea = Empuje activo

P = Peso del suelo

p = ángulo de inclinación de la cuña en análisis

φ = ángulo de fricción

δ = ángulo del empuje activo

Determinación del peso del muro

✓ **Peso de cada bloque:** Para obtener el peso se multiplica el peso específico del suelo y su volumen correspondiente, el cual se debe multiplicar por el 80% de vacíos que tiene el gavión.

✓ **Volumen del gavión:**

$$V = b * a * h$$

Para el análisis del peso de cada bloque se muestra a continuación el diseño:

$$W = \gamma_{roca} * V * 0.8$$

Estabilidad contra el volteo

Se da cuando el valor del momento del empuje activo supera al valor del momento del peso propio de la estructura sumada al momento del empuje pasivo (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

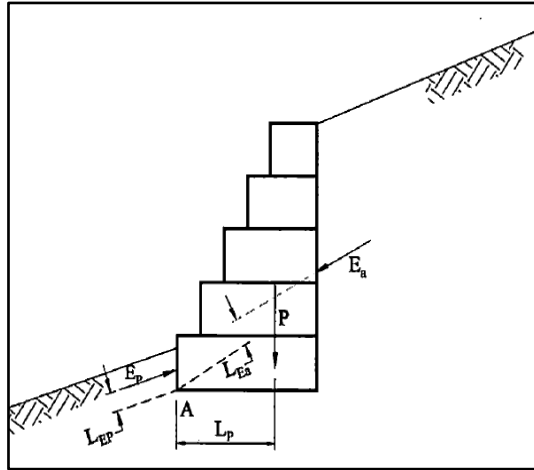


Figura 12. Verificación al deslizamiento
Fuente: (MACCAFERRI, 2005).

Este coeficiente de volcamiento debe ser mayor a 2 para que no se genere el volcamiento del diseño.

$$Fsv = \frac{Mp + Mep}{Mea}$$

$$Fsv = \frac{Me}{Mo} > 2$$

Presiones aplicadas en la fundación

No deben superar el valor de la capacidad de carga del suelo de fundación (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

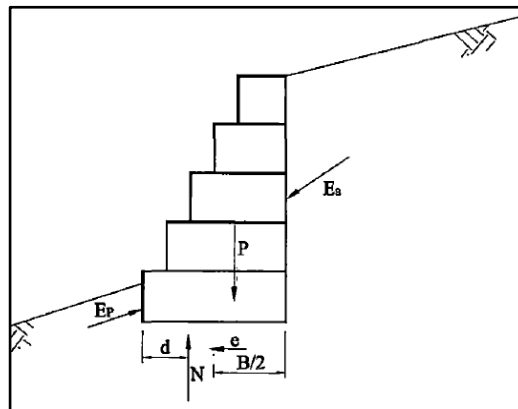


Figura 13. Presiones en la fundación.
Figura: (MACCAFERRI, 2005).

Donde se calcula la distancia d donde actúa la fuerza normal.

$$d = \frac{M_p + M_{EP} + M_{EAV}}{N} > 2$$

La distribución de las fuerzas sobre la base de la estructura se consideran lineales tomando valores mínimos y máximos tales como:

$$\alpha_{max} = \frac{N}{B} \left(1 + 6 \cdot \frac{e}{B} \right)$$

$$\alpha_{min} = \frac{N}{B} \left(1 - 6 \cdot \frac{e}{B} \right)$$

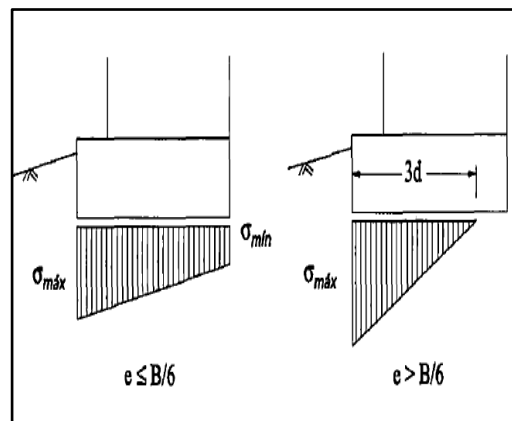


Figura 14. Distribución en las presiones.
Figura: (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

Estabilidad contra el deslizamiento

Según MACCAFERRI DO BRASIL (2005) se da cuando la resistencia a lo largo de la base del muro sumado al empuje disponible en el frente no es suficiente para dar resistencia al empuje activo.

El factor de seguridad también denominado como el coeficiente de seguridad el cual indica si el diseño falla por deslizamiento, por lo que el valor debe ser mayor a 1.5.

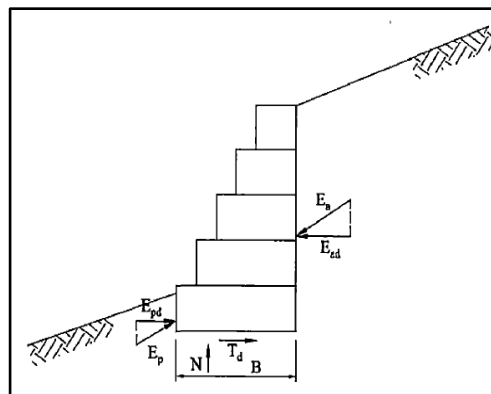


Figura 15. Verificación del deslizamiento.
Fuente: (MACCAFERRI DO BRASIL, 2005).

$$Fsd = \frac{Td + Epd}{Ead}$$

Donde:

Epd y Ead = Componentes empuje activo y pasivo en dirección al desplazamiento

Td = Resistencia disponible a lo largo de la base de la estructura

$$Td = N. \tan \delta + a. B$$

Donde:

a = Adhesión entre el suelo y la base

δ = Ángulo de fricción entre el suelo de fundación y la base de la estructura

N = Fuerza normal

Por otro lado, los valores que va tomar el ángulo de fricción entre en suelo de fundación y la adhesión entre suelo y la base son:

$$\frac{2}{3} \tan \emptyset \leq \tan \delta \leq \tan \emptyset$$

Donde la Fuerza normal se analiza con la siguiente fórmula:

$$N = P. \cos \beta + Ea. \cos(\alpha - \delta - \beta)$$

Verificación de la estabilidad global de la estructura

Este tipo de rotura ocurre cuando hay camadas en zonas menos resistentes debajo de la fundación del muro de contención (MACCAFERRI, 2005).

Por lo que, se realizará el análisis correspondiente mediante el método de Fellenius.

Predimensionamiento del muro de gavión

Según Se tiene los siguientes criterios para realizar el predimensionamiento de los muros de contención en los gaviones Avilés (2014).

- ✓ Es recomendable que la base del gavión sea $B \geq 0.5 H$
- ✓ La parte superior del gavión debe tener un mínimo de 1 m de ancho
- ✓ El empotramiento de la estructura de contención debe ser mínimo $0.30 m \text{ ó } H/10$.

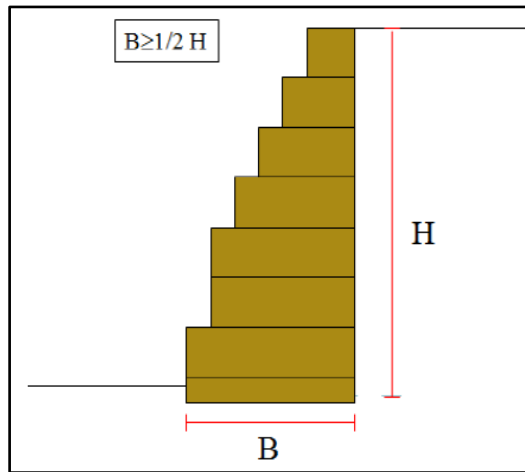


Figura 16. Consideraciones para la base del muro de gaviones.
Fuente: (Avilés, 2014).

Por otro lado se debe considerar que el empotramiento de la estructura de contención con muro de gavión sea un mínimo de 0.30 m ó $H/10$, con la finalidad de poder aumentar mayor resistencia al deslizamiento y para retirar el material que existe en la base como relleno y no es recomendable para la fundación del suelo (Avilés, 2014).

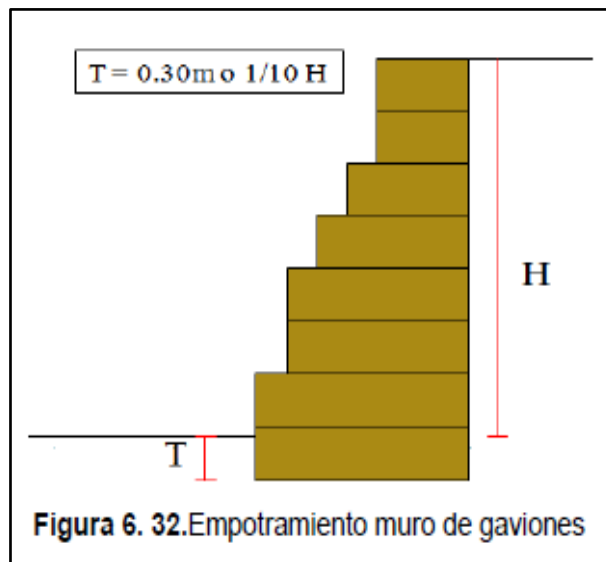


Figura 6. 32. Empotramiento muro de gaviones
Fuente: (Avilés, 2005).

1.4 Formulación del problema

En la actualidad los fenómenos naturales y los desastres se presentan de manera constante, por ello la estabilización de los taludes es un problema que se presenta debido a los movimientos de tierra y excavaciones en la parte baja de los taludes o debido al aumento de las cargas que se presentan en la parte superior de la carretera central en el Km 117 + 900, realizar un análisis de la iteración del método de equilibrio límite es muy importante ya que se basa cuando el material llega a su equilibrio a lo largo de su desplazamiento, las cuales limitan la cuña de

rotura donde se produce movimientos de las masa y ayudan a determinar los factores de seguridad que presenta la geología.

Problema general

- ✓ ¿De qué manera influye el uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud Carretera Central Km. 117 + 900?

Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ✓ ¿Cuáles son los resultados del análisis de la estabilidad del talud con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento?
- ✓ ¿Qué efectos produce el uso de gaviones en el análisis del método de equilibrio límite?
- ✓ ¿En qué medida favorece el análisis de la estabilidad del talud a la fuerza de seguridad al volcamiento?

1.5 Justificación del estudio

Esta Investigación del análisis de la estabilización de taludes mediante el método de equilibrio límite se realiza con la finalidad de identificar las zonas probables de falla, asimismo proponer alternativas de solución mediante el uso de gaviones de tal forma que sean óptimas y garanticen una transitabilidad segura tanto de vehículos como de personas.

Justificación teórica

La presente investigación se realiza con la finalidad de aplicar los métodos de equilibrio límite, el cual consiste en analizar el factor de seguridad del talud con diversos métodos para diferentes tipos de falla, motivo por el cual, esta investigación es muy importante debido a que aporta conocimientos del método empleado y el manejo del software SLIDE V.5 para determinar la estabilidad del talud y el GEO5 para el análisis de estabilidad mediante la alternativa de solución con el uso de gaviones.

Justificación metodológica

Según Bernal (2010) la justificación metodológica se da cuando el proyecto propone un nuevo método para generar un conocimiento confiable y por ende sea válido.

En ese sentido, la presente investigación se realiza respetando los lineamientos de la metodología de la investigación, asimismo rigiéndose bajo la normativa del área de investigación de la Universidad César Vallejo, por lo que el análisis correspondiente sobre la estabilidad del talud que representa la Carretera Central ubicado en Casapalca y la propuesta con el uso de gaviones en su estabilización sea de un aporte para contribuir con su desarrollo.

Justificación tecnológica

El manejo de software Slide V.5 se emplea para validar los resultados obtenidos con respecto a los cálculos numéricos utilizando los ábacos y otros programas como el Plaxis, los cuales en el resultado del Factor de Seguridad de los taludes no distan.

Justificación económica

Al realizar el análisis de la estabilización de taludes mediante los métodos de equilibrio, se va a proponer alternativas de solución que conlleven a invertir valores menores en dicha carretera central, ya que cada año genera miles de soles para su mantenimiento vial el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

- ✓ El uso de gaviones influye significativamente en el análisis de la estabilidad del talud Carretera Central Km. 117 + 900.

Hipótesis específicas

- ✓ El análisis de la estabilidad del talud genera resultados significativos con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento.
- ✓ El uso de gaviones genera resultados óptimos en el análisis del método de equilibrio límite.

Los resultados del análisis de la estabilidad del talud favorecen significativamente para verificar la fuerza de seguridad al volcamiento

1.7 Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia del uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud de la Carretera Central Km. 117 + 900.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- ✓ Determinar los resultados del análisis de la estabilidad del talud con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento.
- ✓ Determinar los efectos que produce el uso de gaviones en el análisis del método de equilibrio límite.
- ✓ Determinar los resultados del análisis de la estabilidad del talud para verificar la fuerza de seguridad al volcamiento.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

Según Hernández (2014) el diseño de esta investigación no experimental, es cuando se realiza sin la manipulación de las variables dependientes ni independientes, por lo que sólo se observan los fenómenos en su naturalidad para después realizar el análisis.

Bajo estas consideraciones demostradas, el estudio será no experimental.

El nivel de investigación es:

Explicativo: Se refiere cuando se pretende establecer las causas de los sucesos o acontecimientos que se estudian (Fernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

Aplicada: Se va proponer para la estabilización del talud con el uso de gaviones.

El tipo de investigación es:

Cuantitativo: Recoge y analiza los datos numéricos con referente a las variables y ayudan a tomar decisiones de acuerdo a los parámetros cuantificados.

2.2 Variables, operacionalización

Variables 1

✓ Variable independiente 1: Estabilidad del talud

Variable 2

✓ Variable dependiente 2: Uso de gavión

Operacionalización de las variables

En el siguiente cuadro se va presentar los conceptos definidos por autores, asimismo los conceptos operacionales, las dimensiones, indicadores, instrumentos y las escalas de medición para el análisis respectivo del talud en estudio.

Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 5

Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Estabilidad del talud	Según Benavides (2015) Se refiere a la iteracción de dos fuerzas que actúan en el talud y estas son las fuerzas estabilizantes y las desestabilizantes.	Según (Sáez, 2010) se determina a través de un coeficiente de seguridad FS>1.	Propiedades del suelo	Clasificación de suelos	Ensayo de granulometría	Tipo de suelo
				Cohesión	Ensayo de corte directo	0<C<100
				Peso específico	Ensayo de granulometría	Gr/cm3
			Cargas actuantes	Ángulo de fricción	Ensayo de corte directo	(Ø°)
				Cargas vehiculares Cargas peatonales	Manual de puentes	KN/M
Uso de gavión	Según (Manual de diseño de obras de defensa y protección en las riberas de los ríos) Estructura flexible construida por una red de malla hexagonal tejida a doble torción.	Según el Reglamento Nacional de Edificacion es CE. 020 Suelos y Taludes el FSD≥1.5 y el FSV ≥2	Método de equilibrio límite	Factor de seguridad	Slide V. 5	FS ≥ 0
			Fuerza de seguridad al volcamiento	índice de seguridad al volcamiento	$ISV = \frac{SVR}{SVP} \times 100$	FS≥2
			Fuerza de seguridad al deslizamiento	índice de seguridad al deslizamiento	$ISD = \frac{ISD}{SVP} \times 100$	FSD ≥1.5

2.3 Población y muestra

Se le denomina al total de los elementos a quienes se dirige la investigación, o también se le define como elementos en estudio que engloba a todo un conjunto o universo (Hurtado & Toro, 2005).

Bajo este criterio, la población para esta Investigación fue el tramo de la Carretera Central Km. 117 + 800 – 118 + 000.

Muestra

Según Jimenez (1983) se define como un subconjunto de una población, por lo que su característica fundamental es la representatividad.

Bajo ese criterio, la muestra para esta Investigación fue el tramo de la Carretera Central Km. 117 + 900, donde se va realizar el análisis de la estabilidad del talud.

2.4 Para la geometría del Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Geometría

talud que se encuentra entre la progresiva Km 117 + 800 - 118 + 000 se va tomar la progresiva 117 + 900, por lo que presenta constante deslizamiento de tierra el cual genera problema con el tránsito vehicular y peatonal. Para esta geometría del talud se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio, consta de un talud que al pie se encuentra la Carretera Central con sus carga distribuida de acuerdo al Reglamento y cuatro caminos de trocha en la parte de la cabeza del talud con sus cargas distribuidas de acuerdo al Manual de diseño de puentes y caminos, a continuación se presenta el talud en estudio.

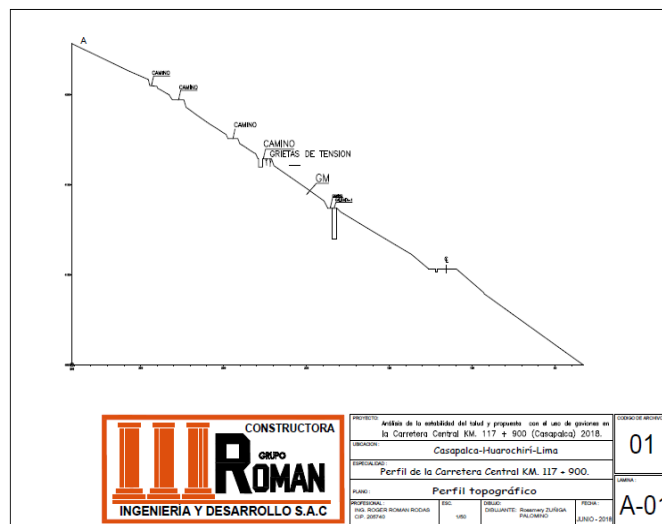


Figura 18. Perfil del Talud de la Carretera Central KM. 117 + 900.

Fuente: (Constructora grupo Román, 2018)

Ensayo Análisis granulométrico

Calicata (C-1): Las calita que se realizó para el análisis granulométrico fue en el Km. 117 + 900, donde se ha realizado una calicata de profundidad de 3 metros, el ensayo fue realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal se adjunta en el anexo.

Los resultados obtenidos en el ensayo granulométrico. Para los estudios realizados en la Carretera Central KM. 117 + 900., refieren a una perforación que se ha realizado en la parte superior del talud de aproximadamente 3 m de profundidad, en donde se realiza el ensayo de análisis granulométrico para obtener el tipo de suelo.

Se ha determinado el tipo de suelo Grava limoso (GM).

Tabla 6

Información geotécnica Carretera central km. 117+ 900

MATERIAL	Peso Unitario (kn/m3)	Cohesión (Kg/cm2)	Fricción (°)
Grava Limosa (GM)	21.16	0.21	25.6

Nota: Se realizó el ensayo del análisis granulométrico y el ensayo de corte directo para los parámetros del suelo obteniéndose el peso unitario del suelo, cohesión y el ángulo de fricción, por lo que son datos importantes para el análisis mediante el método de equilibrio límite, por Ensayo en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.

Validación de los instrumentos para el análisis granulométrico y el corte directo

CELDA EIRL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-208-2015

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : AND Clase : III

Número de serie : P1637705 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 078536 Modelo : EK-6100

Capacidad máxima : 6000 g Procedencia : Japón

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento automático granulométrico clase III y clase III - PG 001 - Indecopi - Telegrafación

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,6 °C / 85%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,6 °C / 85%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad. Las modificaciones y extracción del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL. El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello Fecha Hecho por Revisado por

2015-12-28

Figura 19. Certificado de calibración CCB-208-2015.

Fuente: (Universidad Nacional Federico Villarreal, 2015).

CELDA EIRL	
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CAC-092-2015	
Peticionario	: UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Atención	: UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
Lugar de calibración	: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206 Magdalena del Mar - Lima
Tipo de equipo	: Anillo de carga equipo de Corte Directo
Capacidad del equipo	: 1,000 lbf (4.5 kN ó 450 Kgf)
División de escala	: 0,002 mm.
Marca	: ELE - INTERNATIONAL
Código UNFV	: 045048
Modelo de dial indicador	: No presenta
N° de serie dial indicador	: No presenta
N° de serie del anillo	: No presenta, se identificará con el código UNFV 045048
Procedencia	: USA
Temp. (°C) y H.R. (%) inicial	: 23,3°C / 86%
Temp. (°C) y H.R. (%) final	: 23,4°C / 85%
Método de calibración	: ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Patrón de referencia	: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8255, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8295F1314
Número de páginas	: 2
Fecha de calibración	: 2015-12-23
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad. Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL. El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.	
Sello	Fecha Hecho por Revisado por
	2015-12-28  
<small> Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com Página 1 de 2 </small>	

Figura 20. Certificado de calibración CAC-092-2015.

Fuente: (Universidad Nacional Federico Villarreal, 2015).

2.5 Métodos de análisis de datos

Según Hernández et al (2010) el análisis cuantitativo consiste en llevar a la computadora los datos que se requieren, por lo que es extenso el desarrollo manual con los formularios y para un análisis rápido se analiza con los programas computacionales.

El software que se va utilizar para el análisis de la estabilidad del talud es el Slide V.5, de donde se obtendrá datos como el factor de seguridad y en los gráficos el modelamiento con su respectivo tipo de falla.

2.6 Aspectos éticos

Con referentes a los datos que se ha realizado sobre el ensayo de Corte directo y el análisis granulométrico los que son fundamentales para determinar la estratigrafía del suelo y los parámetros para el análisis respectivo, se han citado como referencia en los documentos adjuntos en el anexo las que presentan la validación de los estudios realizados, así mismo la presente investigación se ha desarrollado en base a los principios y normas que brinda la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1 Datos para el análisis de estabilización del talud

Slide V.5: Análisis de estabilización de talud : Fellenius, Bishop, Jambú, Spencer, Morgenstern y Price, los cuales pertenecen al método de las dovelas.

Problemática: Con frecuencia se realiza en la progresiva KM. 117 + 900 el deslizamiento de tierras debido a que no existe un mantenimiento constante en la Carretera Central, por ello se realiza el análisis de estabilidad del talud y por ende proponer alternativa de solución con el uso de gaviones.

Se presenta en el siguiente cuadro, las coordenadas del eje X y Y de los puntos externos que presenta el talud KM. 117 + 900, ya que esta información es muy importante para el modelamiento del talud.

Tabla 7

Coordenadas del eje X y Y del borde externo del talud.

Puntos	Center X	Center Y
1	285.30	107.74
2	285.30	286.07
3	331.43	266.17
4	332.16	262.84
5	336.47	262.48
6	336.81	261.90
7	337.04	261.22
8	339.28	260.15
9	343.10	258.10
10	343.82	257.83
11	345.79	254.91
12	352.83	254.91
13	354.13	250.82
14	354.39	250.55
15	354.73	250.39
16	368.54	241.30
17	378.18	235.76
18	379.41	233.33
19	385.36	233.43
20	386.54	230.56
21	389.25	228.99
22	391.06	227.87

23	396.11	225.06
24	397.44	222.27
25	397.83	217.63
26	397.83	222.27
27	400.34	222.23
28	400.34	217.63
29	405.70	222.14
30	407.07	218.34
31	437.33	198.74
32	439.68	194.72
33	445.20	194.72
34	447.41	192.60
35	489.99	169.19
36	500.53	161.04
37	504.81	159.33
38	504.81	161.04
39	505.61	161.04
40	505.61	159.33
41	517.25	161.04
42	533.68	147.86
43	533.87	147.29
44	578.78	117.62
45	583.86	117.62
46	593.74	119.12
47	593.74	107.74

Nota: Para el modelamiento en el programa Slide V. 5, se requiere las coordenadas del eje X y Y del levantamiento topográfico del talud en estudio, por elaboración propia, 2018.

3.2 Análisis con el programa Slide V.5

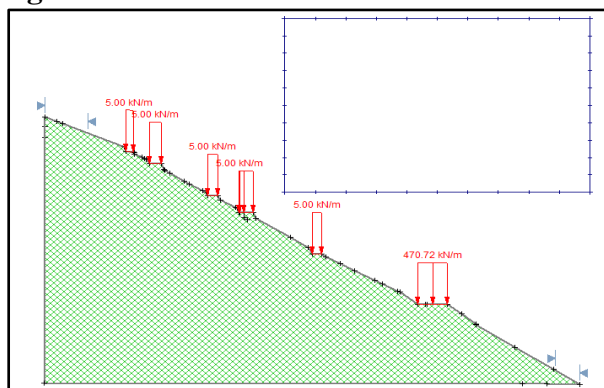


Figura 21. Modelamiento de la Carretera Central KM. 117 + 900.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Método de Dovelas : Fellenius, Bishop, Jambú, Spencer, Morgenstern y Price.

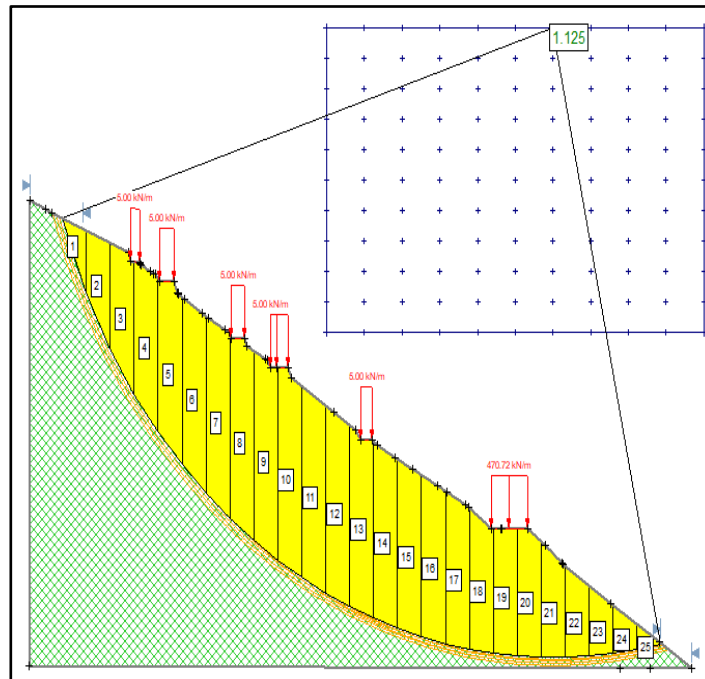


Figura 22. Resultado del Factor de Seguridad con el método de las dovelas.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Método Fellenius

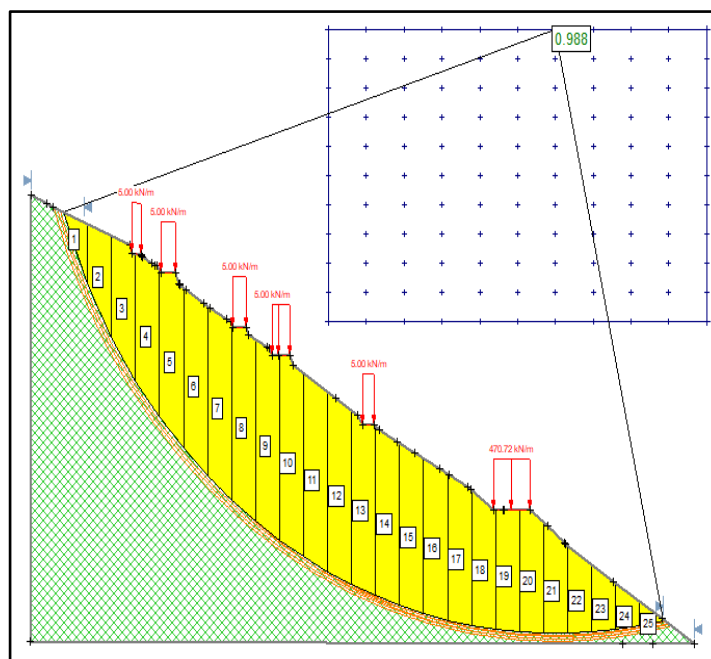


Figura 23. Resultado del Factor de Seguridad con el método de las Fellenius.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Método Bishop

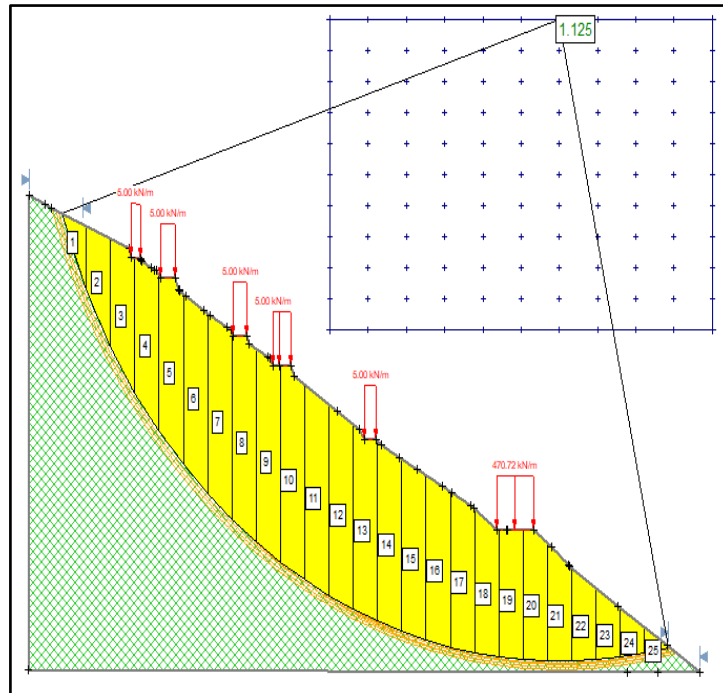


Figura 24. Resultado de factor de seguridad con el método de Bishop.
Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Método Janbú

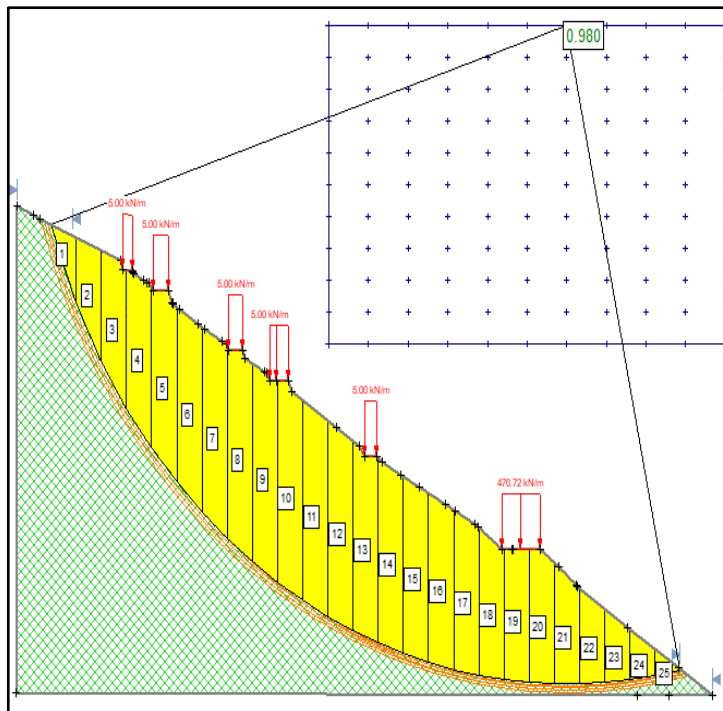


Figura 25. Resultado de factor de seguridad con el método de Janbú.
Fuente: (elaboración propia, 2018).

Método de Spencer

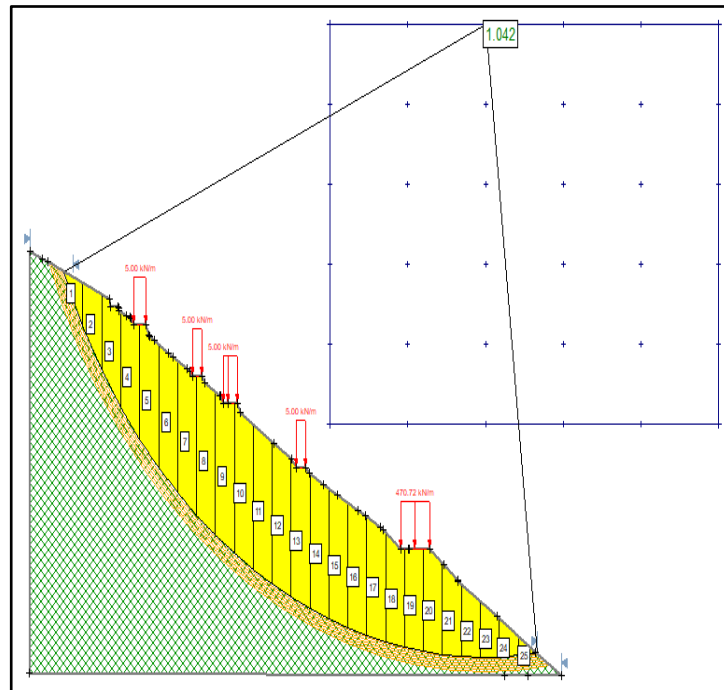


Figura 26. Resultado de factor de seguridad con el método de Spencer.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Método de Morgenstern y Price

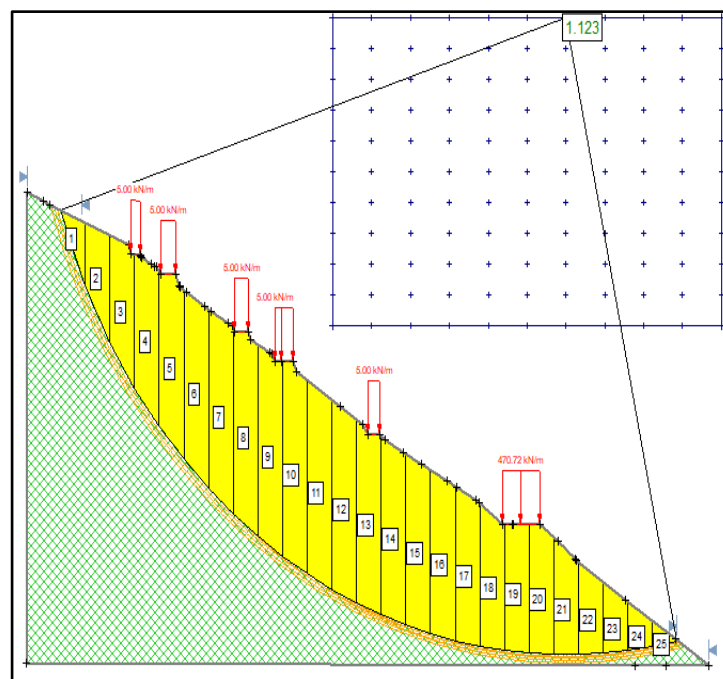


Figura 27. Resultado de factor de seguridad con el método de Morgenstern y Price.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Resultados de los factores de seguridad de la Sección 1-1 tramo km 117 + 900

Tabla 8

Resultados de los factores de seguridad de la Sección 1-1 tramo km 117 + 900

MEL	F.S
Dovelas	1.125
Fellenius	0.988
Spencer	1.042
Bishop Simplificado	1.125
Jambu Simplificado	0.980
Morgenstern y Price	1.123

Nota: Al realizar el análisis de la estabilidad del talud mediante el método de equilibrio límite se han obtenido los factores de seguridad, por lo que ninguno de ellos cumple con el Reglamento Nacional de Edificaciones, CE. 020 Suelos y Cimentaciones, por elaboración propia, 2018.

3.3 Propuesta con el uso de gavión

Análisis y diseño del muro de contención de gaviones con el programa GEO5.

Predimensionamiento

Para la base del muro de gavión se recomienda que la base sea $B \geq 0.5H$.

Teniendo una altura de 4 metros, entonces la base $B \geq 2m$, por lo que en el presente diseño la base es de 4 metros.

Cabe indicar que en la parte superior del muro de gavión tenga un mínimo de 1 metro de ancho, por lo que en el presente diseño se cumple.

Empotramiento

El empotramiento de la estructura de contención debe ser un mínimo de 0.30 m o $H/10$.

La altura del talud es de $H = 4m$, por lo que el empotramiento $Emp \geq 0.40 m$, bajo este criterio se toma para el presente muro un empotramiento de 0.50m.

Diseño del gavión con el software GEO5.

Se realiza el análisis con el software GEO5 y se diseña para una condición desfavorable, cabe indicar que el análisis sólo es estático.

Gaviones:

- ✓ Peso específico de la piedra de relleno $\gamma = 2.55 \text{ Ton/m}^3$ (min 2.50)
- ✓ Porosidad $n = 30\%$
- ✓ Malla y diámetro del alambre 10x12, $\phi = 2.7 \text{ mm CD}$

Terraplén superior

- ✓ Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 2210 \text{ kg/m}^3$ (2.21 Ton/m³)
- ✓ Ángulo de fricción interna del suelo $\phi = 25.6^\circ$
- ✓ Cohesión del suelo $C = 0.21 \text{ Kpa}$.

Suelo de relleno

- ✓ Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 2210 \text{ kg/m}^3$ (2.21 Ton/m³)
- ✓ Ángulo de fricción interna del suelo $\phi = 25.6^\circ$
- ✓ Cohesión del suelo $C = 0.21 \text{ Kpa}$.

Fundación

- ✓ Carga admisible $q = 37.41 \text{ Ton/m}^2$

Diseño del gavión

Los parámetros para el diseño con el muro de gaviones se detallan a continuación:

Peso específico de la roca: según Bianchini (s.f), los datos para el peso específico de la piedra de relleno será entre 2 a 3 Tn/m³, asimismo para el gavión de recubrimiento que tiene la forma de colchón se le considera entre 20 ó 30 cm de espesor.

Tabla 9
Parámetros para el diseño del muro de gavión

Parámetros	Resultado
γ_{suelo}	2210 kg/m ³
σ_{suelo}	5.46kg/cm ²
ϕ	25.6°

Nota: Los parámetros del suelo son necesarios para el diseño del muro de gavión, tales como el peso específico del suelo, capacidad portante y el ángulo de fricción del suelo, por Laboratorio de Universidad Federico Villarreal, 2018.

Por otro lado, para el peso específico de la piedra se va considerar 2800 Kg/m³.

Tabla 10
Material de llenado: Canto rodado

Parámetros	Resultado
$\gamma_{\text{piedra de relleno}}$	2 a 3 Tn/m ³

Peso medio por m ³ de gavión	1.8 Tn/m ³
Coefficiente de rozamiento entre el terreno y el gavión	0.7
Porosidad	0.30 a 0.40
Dimensiones	1.5 a 2 (abertura de la malla de gavión)

Nota: Los parámetros de la piedra de relleno para el llenado de la caja gavión son fundamentales para el proceso constructivo y su análisis de estabilidad, por MACCAFERRI, 2005.

Según el manual de Muro de contención en gaviones (s.a) todo alambre en la fabricación de los gaviones y en el proceso del amarre debe contar con una resistencia de 4.2 MPa a 5 MPa, asimismo deberá tener la característica de triple torción y el recubrimiento mínimo de zinc 260 gr/m².

Según MACCAFERRI (2005) las propiedades físicas de la malla son los siguientes:

Tabla 11
Propiedades físicas y mecánicas de la malla 8x10 ϕ = 2.70 mm

Parámetros	Especificación
Diámetro del alambre de borde	3.4 mm
Cantidad de revestimiento metálico	244 g/m ²
Diámetro del alambre de la malla (ZN +PVC)	3.50 mm
Resistencia a la tracción de la malla en el sentido paralelo a las torciones	$\geq 43\text{Kn/m}$
Resistencia de conexión en el borde	$\geq 34\text{Kn/m}$

Nota: Los parámetros de la malla son necesarios para determinar la resistencia, por MACCAFERRI, 2005, 10, p.1.

Bajo estos criterios se realiza el diseño de propuesta con el uso de gaviones, por lo que para el análisis se realiza el modelamiento en el programa GEO.5.

✓ **Predimensionamiento de la estructura del gavión**

Tabla 12
 Predimensionamiento del muro de gavión

Nro.	Ancho b(m)	Altura H (m)	Corrimiento a (m)	Material
1	4	1	0	Canto rodado
2	4	1	0	Canto rodado
3	2.50	1	0	Canto rodado
4	2.50	1	0	Canto rodado

Nota: El predimensionamiento del muro de gavión se realizó siguiendo los parámetros de MACCAFERRI DO BRASIL, por elaboración propia, 2018.

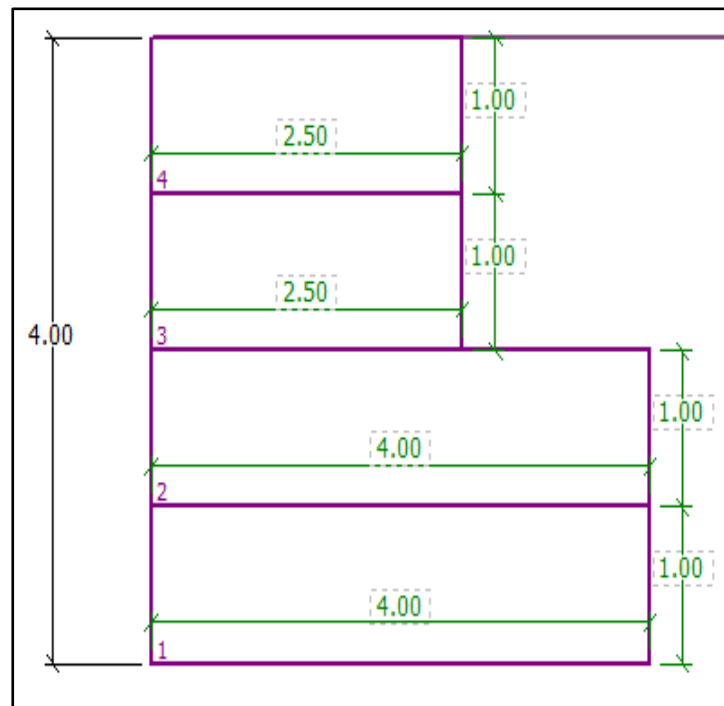


Figura 28. Predimensionamiento del muro de gavión.
 Fuente: (Elaboración propia, 2018).

✓ **Modelamiento de la estructura del muro de gavión**

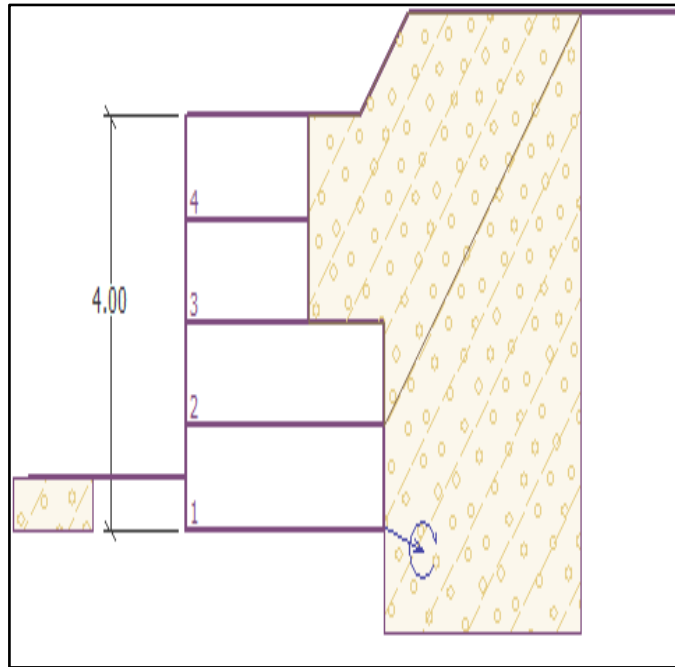


Figura 29. Modelamiento de la estructura del muro de gavión.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Como se observa en la imagen, para el predimensionamiento del muro de gavión se tomó las consideraciones de Macafferri donde la caja de gaviones son de 1 x 1.

Según Bianchini (s.a) una de las construcciones de ingeniería son los muros de gaviones y trabajan por gravedad, por lo que la base se determina de acuerdo a la altura del talud.

$$B = \frac{1}{2} (1 + H)$$

La base no podrá ser menor a lo que se obtiene, por lo que si se permite mayor o igual a la resultante.

✓ Datos del suelo

Tabla 13

Propiedades físicas del suelo Grava limoso (GM)

Descripción	Unidad
Peso unitario	21.16 (KN/m ³)
Ángulo de fricción interna	ϕ=25.60°
Cohesión del suelo	0.21

Suelo (GM)

Granular

Nota: Las propiedades que tiene el suelo es requisito fundamental para el análisis de la estabilidad del talud con el muro de gaviones con el programa GEO5, por elaboración propia, 2018.

✓ **Datos del Spencer** : Para el análisis del uso de gaviones se utiliza los datos del método de Spencer así como los momentos actuantes, resistentes, esfuerzos horizontales y resistentes debido a que este método cumple con los parámetros del análisis estático de momentos y esfuerzos.

Tabla 14

Datos obtenidos con el método del Spencer

Descripción	Unidad
Factor de seguridad	1.042
Momento resistente	3.075 Kn-m
Momento actuante	2.95 KN-m
Fuerza resistente horizontal	101196 KN
Fuerza actuante horizontal	97084 KN

Nota: Los datos obtenidos mediante el método de Spencer son propiedades del suelo, Para el análisis con el software GEO5, sobre la estabilidad del talud con el muro de gaviones se requiere los momentos actuantes, resistentes, y los esfuerzos horizontales tanto actuantes y resistentes y por ende el factor seguridad con el precitado método, ya que este método cumple todas las condiciones para con el análisis estático, por elaboración propia, 2018.

✓ **Fuerzas aplicadas del suelo para el análisis del muro de gavión**

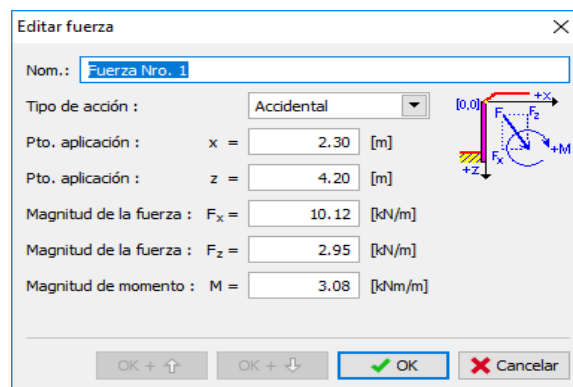


Figura 30. Datos del Spencer en el programa GEO5.
Fuente: (Elaboración propia, 2018).

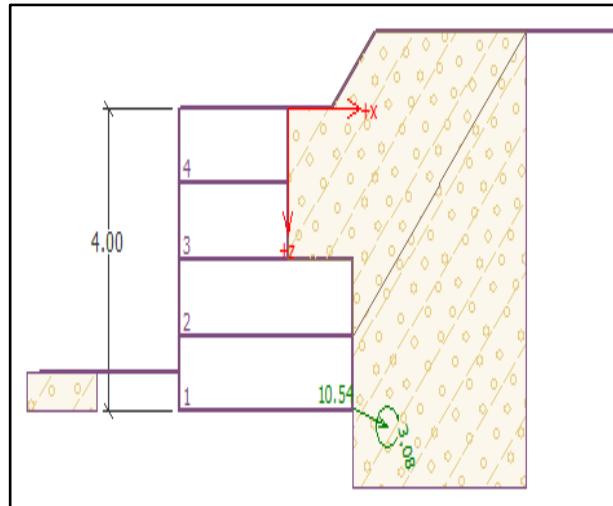


Figura 31. Punto donde se inicia el análisis.
Fuente: (Elaboración propia, 2018).

✓ **Verificación del equilibrio:** Momento de volcamiento y deslizamiento

Tabla 15
Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión

Descripción	Fza x (KN/m)	Fz (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente
			X	Z	
Peso-Muro	0.00	130	1.71	-1.77	1.000
Resistencia del frente	1.50	0.00	0.00	-0.17	1.000
Peso cuña tierra	0.00	48.73	3.09	-2.90	1.000
Presión activa	-82.03	54.41	3.86	-1.57	1.000

Nota: Para verificar la presión activa de la estabilidad del muro de gaviones se realiza con el programa GEO5 y se obtuvo resultados óptimos, por elaboración propia, 2018.

Tabla 16
Resultados del diseño de muro de gavión

Factor de seguridad	Medida	RNE-CE - 020
FSD	3.978	2

FSV	2.035	1.5
-----	-------	-----

Nota: Los resultados que se han obtenido al realizar el análisis de diseño del gavión cumplen con la normativa, por lo que el factor de seguridad se encuentra por encima de lo propuesto por el RNE. CE- 020, por elaboración propia, 2018.

Bajo este criterio se realiza la verificación del vuelco y deslizamiento del muro de gavión.

Tabla 17
Verificación del vuelco y deslizamiento del muro de gavión

Descripción	Unidad
Vuelco	ACEPTABLE (21.9%)
Deslizamiento	ACEPTABLE (66.6%)

Nota: Los resultados obtenidos para el volcamiento y deslizamiento del muro de gavión con el programa GEO5 son aceptables, por elaboración propia, 2018.

Modelamiento en el programa GEO5 sobre la verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.

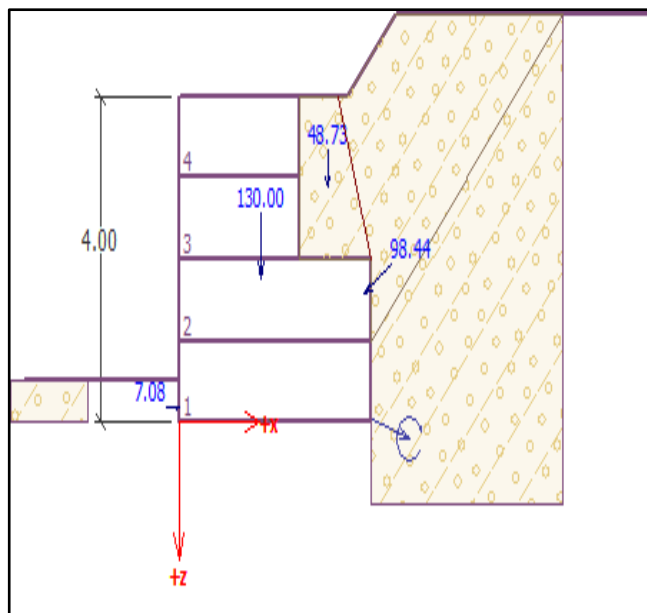


Figura 32. Modelamiento de la verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Verificación de la capacidad portante del suelo

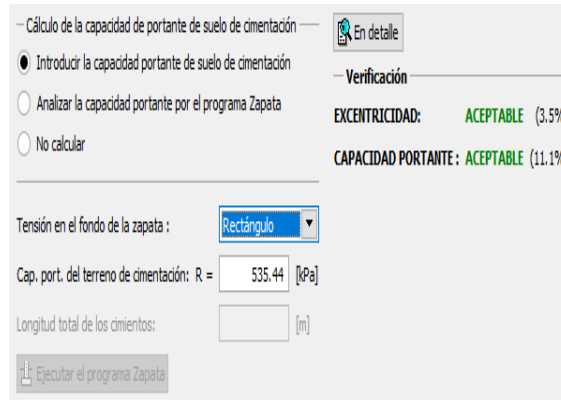


Figura 33. Verificación de la capacidad portante del suelo.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

✓ Verificación del muro

Tabla 18
Verificación del muro

Descripción	Fza x (KN/m)	Fz (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente (-)
			X	Z	
Peso-Muro	0.00	90	1.58	-1.33	1.000
Peso cuña tierra	0.00	48.73	3.09	-1.90	1.000
Presión activa	-52.39	40.21	3.81	-1.19	1.000

Figura 23. Resultados de la verificación del muro de gavión, al realizar el análisis con el programa GEO5, se han obtenido el peso del muro, peso cuña tierra y la presión activa que son datos fundamentales para el análisis del MEL, por elaboración propia, 2018.

Verificación automática del muro de gavión con el programa GEO5.

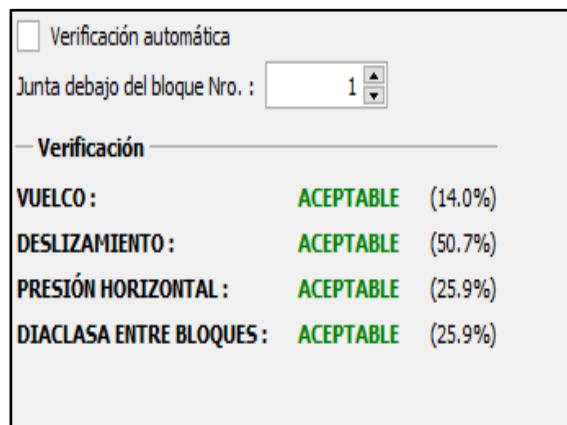


Figura 34. Verificación del vuelco, presión horizontal y deslizamiento del gavión.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Tabla 19

Factores de seguridad mínimos en las cargas para el diseño suponiendo estado límite último

Nro.Carga	Factor de seguridad mínimo recomendado
Carga muerta debido al peso del	1.0
Carga muerta debido al peso del suelo	1.0
Carga sísmica	1.0
Peso unitario	1.0
Permeabilidad del suelo	1.0
Peso Unitario del agua	1.0
Peso unitario estructura (concreto, acero, etc.)	1.0

Nota: Para determinar la estabilidad o inestabilidad del talud en estudio, se requiere los parámetros del factor mínimo de seguridad, por Suarez J. , 2002, 31, p.40.

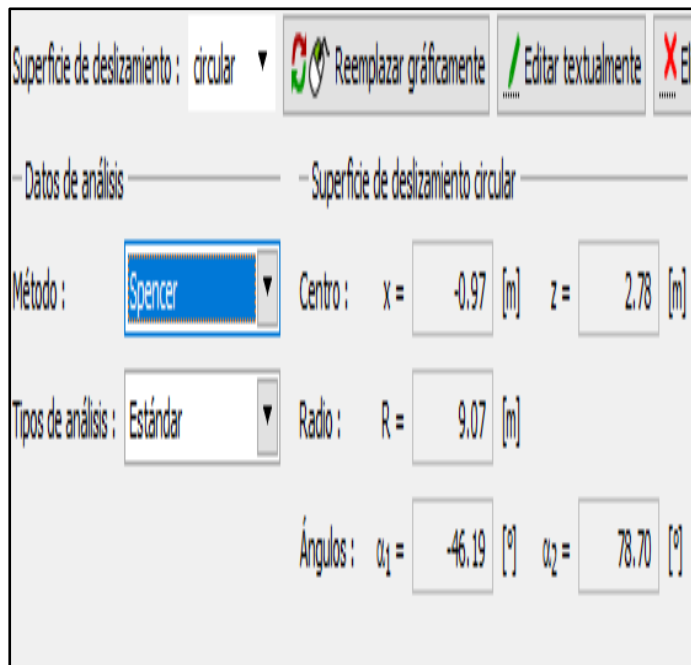


Figura 37. Datos del método de Spencer.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Tabla 20

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Descripción	Unidad
Factor de seguridad	2.00

Estabilidad del talud

ACEPTABLE

Nota: El factor de seguridad obtenido con el programa GEO5. Método de Spencer es 2, por lo que el muro en su diseño es óptimo para dar garantía de estabilidad al talud en estudio, por elaboración propia, 2018.

✓ **Análisis del muro de gavión en la parte superior de la Carretera Central Km. 117 + 900**

Tipo de suelo

Geometría: Modelamiento del gavión con el programa GEO5

Tabla 21
Predimensionamiento del muro de gavión

Nro.	Ancho b(m)	Altura H (m)	Corrimiento a (m)	Material
1	4	1		Canto rodado
2	3.50	1	0.50	Canto rodado
3	3	1	0.50	Canto rodado
4	2.50	1	0.50	Canto rodado

Nota: El predimensionamiento del muro de gavión se realizó siguiendo los parámetros de MACCAFERRI DO BRASIL, por elaboración propia, 2018.

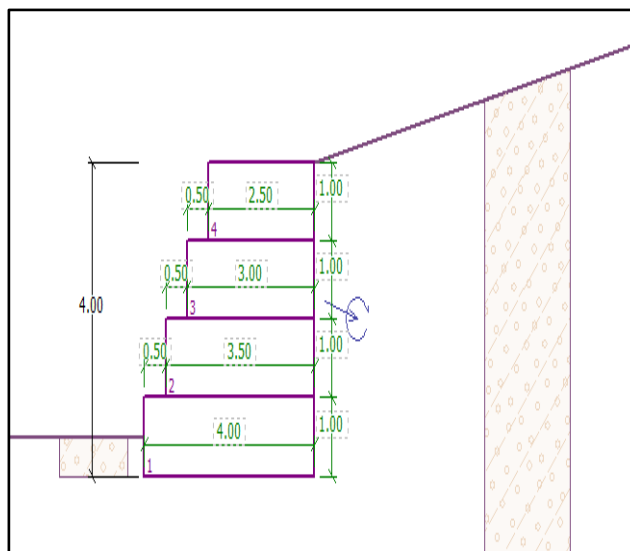


Figura 38. Modelamiento de la estructura del muro de gavión.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

✓ **Fuerzas aplicadas del suelo**

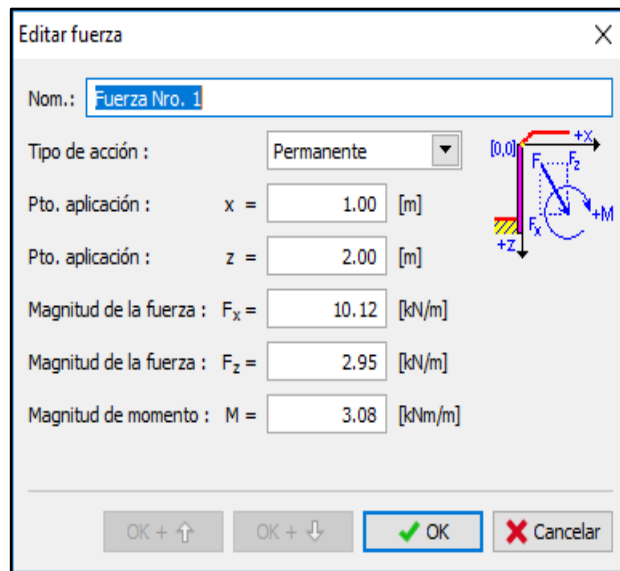


Figura 39. Datos del método de Spencer en el programa GEO5.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

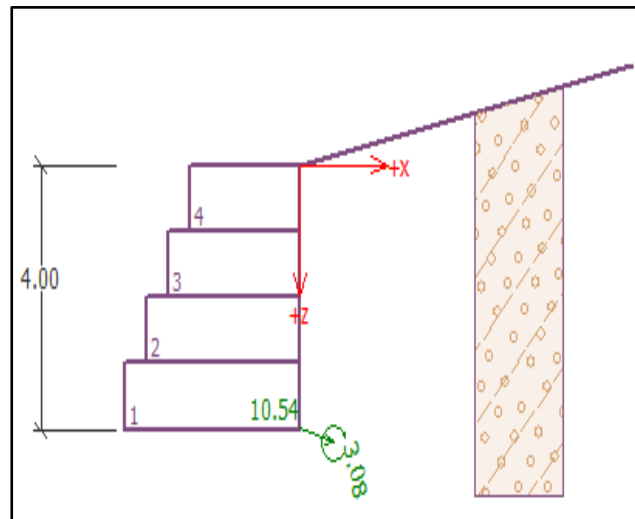


Figura 40. Punto donde se inicia el análisis.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Verificación del equilibrio del muro de gavión

Tabla 22

Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión

Descripción	Fza x (KN/m)	Fz (KN/m)	Punto de aplicación		Coeficiente
			X	Z	

Peso-Muro	0.00	130	2.33	-1.81	1.000
Presión activa	-63.27	30.29	4	-1.33	1.000
Vuelco					19.8%
<u>Deslizamiento</u>					<u>81.5%</u>

Nota: Resultado del análisis del FSD y el FSV del muro de gaviones. Para verificar la estabilidad del muro de gaviones se realiza con el programa GEO5 y se obtuvo resultados óptimos, por elaboración propia, 2018.

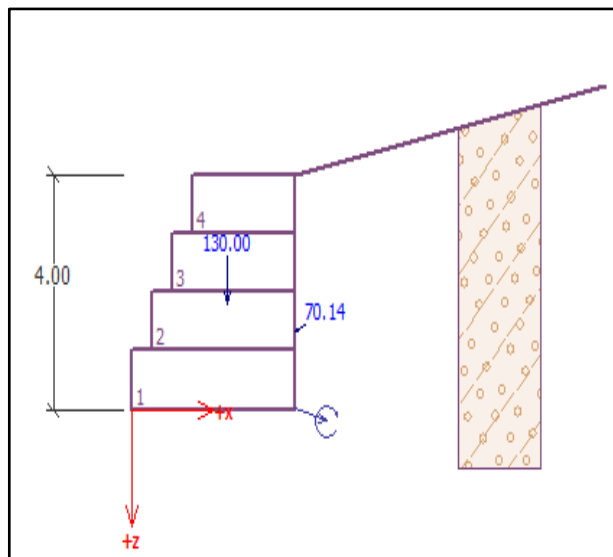


Figura 41. Modelamiento de la resistencia del muro de gavión.

Fuente: (Elaboración propia, 2018).

Tabla 23
Verificación del equilibrio de la estabilidad del muro de gavión

Descripción	Fza x (KN/m)	Fz (KN/ m)	Punto de aplicación		Coeficiente
			X	Z	
Peso-Muro	0.00	90	1.71	1.97	1.000
Resistencia del frente	-35.46	16.96	0.00	-0.99	1.000
Vuelco					14.9%

Deslizamiento	57.4%
Presión horizontal	4.7%
Diaclasa entre bloques	4.7%

Nota: Verificación del muro. Para el análisis con el software GEO5, y poder determinar la estabilidad del muro se requiere los esfuerzos del suelo, por lo que se obtiene la presión activa del suelo, asimismo el peso cuña de tierra y el peso total de los muros, por elaboración propia, 2018.

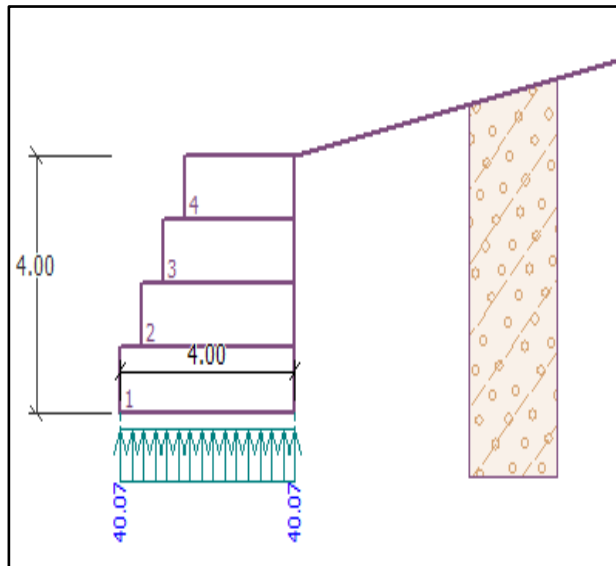


Figura 42. Modelamiento de la capacidad portante del suelo
Fuente: Elaboración propia, 2018.

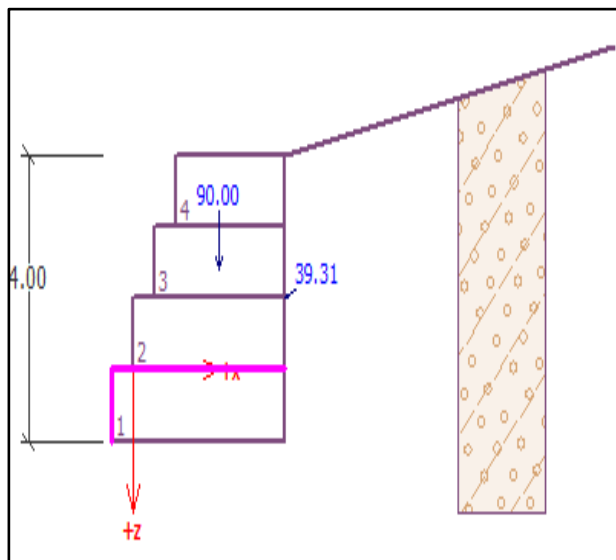


Figura 43. Modelamiento de los resultados del muro de gavión.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **Análisis del factor de seguridad con el método de Spencer**

Superficie de falla

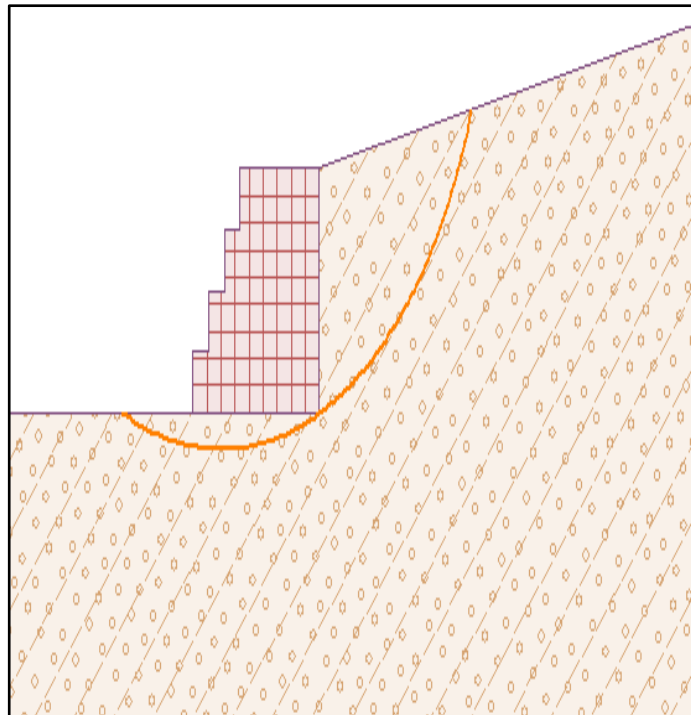


Figura 44. Modelamiento del talud y la superficie de falla el muro de gavión para el análisis de estabilidad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

✓ **Análisis del factor de seguridad con el método de Spencer GEO5**

Tabla 24

Verificación de estabilidad de taludes (Spencer)

Descripción	Unidad
Factor de seguridad	1.16
Estabilidad del talud	ACEPTABLE

Nota: El factor de seguridad obtenido con el programa GEO5. Método de Spencer es 1.16, por lo que el muro en su diseño es óptimo para dar garantía de estabilidad al talud en estudio, por elaboración propia, 2018.

Propuesta de solución del muro de gavión en la parte superior del talud –Camino de trocha 2

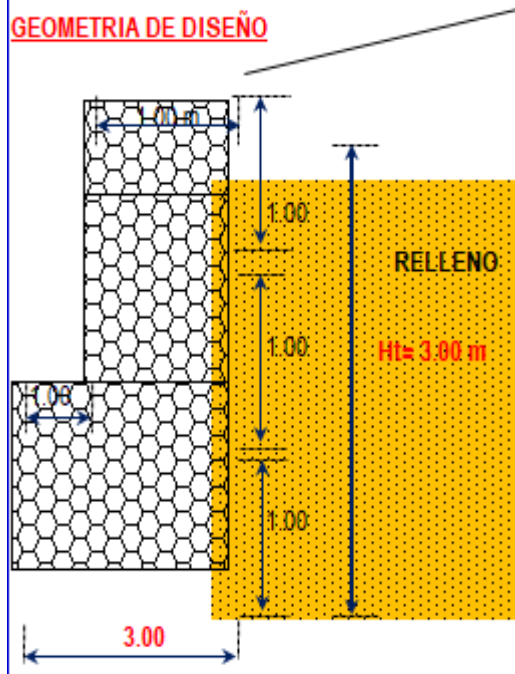
Solución numérica

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES

PROYECTO: Propuesta de solución con el uso de gavión en la parte superior del talud camino de trocha 2

UBICACIÓN: Carretera Central KM. 117 + 800 - 118 + 900 - CASAPALCA

GEOMETRIA DE DISEÑO



SUELO:

$$Cps = 5.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi_s = 26^\circ$$

$$m = 0.55$$

RELLENO:

$$\beta = 0^\circ$$

$$\phi_r = 26^\circ$$

$$gr = 2.21 \text{ T/m}^3$$

MURO:

$$gm = 2.80 \text{ T/m}^3$$

ESTABILIDAD	COND.
Volteo :	OK
Deslizamiento :	OK
Soporte del suelo :	OK

ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- Cps = Capacidad portante del suelo de cimentación
- ϕ_s = Ángulo de fricción interna del suelo de cimentación
- m = Coeficiente de fricción en la interfase base de muro y suelo
- β = Ángulo de inclinación del relleno
- ϕ_r = Ángulo de fricción interna del suelo de relleno
- gr = Peso específico del suelo de relleno
- gm = Peso específico del material del muro

1.- EMPUJE DEL SUELO (E):

Según RANKINE, la resultante del empuje activo del suelo es:

$$E = Ca \cdot W \cdot \frac{H^2}{2}$$

$$Ca = \cos \beta \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} \right)$$



$$Ca = 0.40$$

$$E = 3.94 \text{ T/m}$$

El momento de volteo que produce el suelo es:

$$M_v = \frac{H}{3} E \cdot \cos \beta$$



$$M_v = 3.94 \text{ T-m}$$

Página 1

2.- FUERZAS ESTABILIZANTES (Fe):

Es el peso del muro

$$F_e = \sum W_i$$



$$F_e = 14.00 \text{ T/m}$$

El momento estabilizante resulta (Me):

$$M_e = \sum W_i X_i$$



$$M_e = 15.40 \text{ T-m}$$

3.- FACTOR DE VOLTEO (FV):

$$F_v = \frac{M_e}{M_v}$$

$$F_v = 3.90$$

$$> 1.75$$

OK

4.- FACTOR DE DESLIZAMIENTO (FD):

El deslizamiento se puede producir en la interfase base del muro y el suelo

$$\text{Coefic. de fricción } m = 0.55$$

El deslizamiento se puede producir entre suelo-suelo por debajo de la base del muro

$$m = 0.9 \cdot \tan(\phi_s) = 0.52$$

Utilizando el menor valor de m, se tiene:

$$F_D = \frac{\mu F_e}{E \cdot \cos \beta}$$

$$F_D = 1.84$$

$$> 1.5$$

OK

5.- REACCION DEL SUELO (q):

Punto de aplicación de la resultante

$$X = \frac{(M_e - M_v)}{F_e}$$



$$X = 0.82 \text{ m}$$

Excentricidad del punto de aplicación (e)

$$e = \frac{L}{2} - X$$



$$e = 0.68 \text{ m}$$

$$e_{\max} = \frac{L}{3} - \frac{F_e}{7.5 \text{ Cps}}$$



$$e_{\max} =$$

$$0.97 \text{ m}$$

Página 3

Se puede presentar dos casos:

a) - si $e = < L/6$

$$q_{\max} = F_e \cdot \left(1 + \frac{6e}{L}\right) \cdot \frac{1}{L} \quad 1.10 \text{ kg/cm}^2$$

b) - si $L/6 < e < e_{\max}$

$$q_{\max} = \frac{4F_e}{(3L - 6e)} \quad 1.14 \text{ kg/cm}^2$$

Hallando $L/6$ se tiene: $L/6 = 0.50 \text{ m}$

Como $L/6 < e < e_{\max}$, se tiene el caso (b), luego:

$q_{\max} \leq Cps$ **Página 4**

$q_{\max} = 1.14 \text{ kg/cm}^2$

$< 5.5 \text{ kg/cm}^2$ **OK**

Con el programa GEO5, se obtuvo un factor de seguridad de 3.81.

IV. DISCUSIÓN

Con los datos obtenidos podemos indicar que existe coherencia con lo que sostiene Sánchez (2014) que, para realizar el análisis de la estabilidad de talud se debe contar con los parámetros del estudio de suelos tales como la cohesión, ángulo de fricción, peso específico, por otro lado el levantamiento topográfico es imprescindible para el modelamiento en los programas de software, otro de los aportes a la investigación es de que al proponer la estabilización del talud con las banquetas se logra mejores resultados llegando a un factor de seguridad mayor a lo indicado, por esa razón se propone para la presente investigación estabilizar con el muro de gaviones, ya que los resultados esperados al ser analizados cumplen con lo esperado, los métodos más apropiados para el análisis correspondiente guardan relación con el Spencer y el Morgenstern y Price por lo que al realizar el análisis se toma los esfuerzos y momentos obteniendo resultados confiables.

Por otro lado, se tiene el aporte de Pacheco (2006) quien propone una alternativa de solución para un tramo de 500 metros en el distrito de San Isidro, el presente trabajo no concuerda con el análisis dinámico ya que sólo se realiza el análisis estático con la finalidad de poder minimizar los costos de mantenimiento en la Carretera Central, cabe señalar que es compatible con los estudios del suelo y la topografía del terreno en estudio; sin embargo la propuesta que el autor antes mencionado realiza con los muros convencionales y gaviones es compatible ya que al estabilizarlo con este material se genera menores costos y se tiene facilidad en el proceso constructivo y es beneficioso para el medio ambiente; motivo por el cual, para la presente Investigación se propone la alternativa de solución con el muro de gaviones por las mismas ventajas antes indicadas.

Sin embargo, no se comparte lo mismo que Morales (2017) donde evalúa los métodos de diseño para después realizar el monitoreo y control donde se puede obtener los desplazamientos sean horizontales y/o verticales así como los buzamientos en zonas mineras. Motivo por el cual en la presente investigación que se desarrolla no se cuenta con los programas computacionales para su monitoreo y control pero si con programas que ayudan a realizar el análisis de su estabilidad y la forma de deslizamiento sea rotacional o traslacional, estableciendo un factor de seguridad que indica el momento de equilibrio límite.

Los aportes que da a conocer Zuluaga (2016) sobre el análisis de la estabilidad del talud en dos dimensiones y tres dimensiones sólo se comparte la información del análisis en dos dimensiones con el método de equilibrio límite; por otro lado el autor hace referencia de que la precipitación y la infiltración son los agentes que causan los deslizamientos cabe indicar que en esta Investigación no se cumplen con los agentes causantes del deslizamiento.

Del mismo modo se comparte con las ideas de Betún (2016) donde sostiene de que para la estabilización del talud se debe reforzar con las geomallas, realiza el análisis estático y dinámico por lo que en la presente investigación, sólo se realiza el análisis estático mas no el dinámico; se coincide con el sistema de muro de gaviones para su estabilización.

V. CONCLUSIONES

En la Investigación se llegó a la conclusión de que la propuesta de solución con el uso de gaviones genera mejores resultados con referente a la evaluación global de dicho talud, obteniendo factores de seguridad mayores a lo que se estima $FS > 1$, por lo que hay mayor ventaja en cuanto a su proceso constructivo y no requiere la mano de obra calificada, al mismo tiempo brindan mayor resistencia, son permeables por lo que facilitan el drenaje de las aguas. Los factores de seguridad de los taludes son menores de lo indicado por la normativa, menores a 1.5 el cual indica que el talud se encuentra inestable y que cualquier agente que provoque su deslizamiento genere grandes pérdidas económicas y humanas y para su estabilidad se requiere proponer con el uso de gaviones los cuales brindan mayor resistencia al esfuerzo cortante a los grandes deslizamientos previo análisis del SOFTWARE GEO5 y siguiendo la información para el diseño y el análisis de la empresa MACCAFERRI DO BRASIL.

Por otro lado, se realizó el predimensionamiento del muro de gaviones, efectuándose el análisis de los factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento con el software GEO5, donde se obtuvo resultados positivos que cumplen con lo estipulado del manual de MACCAFERRI DO BRASIL y el Manual de Gaviones; los factores de seguridad obtenidos con el método de equilibrio límite son menores a lo que se estipula en el Reglamento Nacional de Edificaciones $FS = 1.5$ para el análisis estático, por lo que dicho talud se encuentra en condición inestable. Asimismo se pudo comprobar que es factible la alternativa de solución para dicho talud ya que genera menores costos en su proceso constructivo por lo que el material de canto rodado para el muro de gravedad se sitúa en las orillas del río Rímac el cual se encuentra próximo al talud Carretera Central KM. 117 + 800 – 118 + 000, asimismo se obtuvo factores de seguridad al deslizamiento mayores a 2, $FSD = 3.978$.

La propuesta de solución con el uso de gaviones, produjo efectos positivos al haber realizado el análisis mediante el método de equilibrio límite software GEO5, dando un factor de seguridad mayor a $FS > 1$ al ser evaluado siguiendo los principios del método de Spencer; por lo que cumple con los esfuerzos y momentos al momento de realizar el análisis estático, ya que el talud de la Carretera Central KM. 117 + 900 es inestable al ser evaluado mediante el método de equilibrio SLIDE V.5. Para estos análisis se hizo el estudio de mecánica de suelos obteniéndose mediante el análisis granulométrico suelo Grava Limoso (GM), por consiguiente se realizó el ensayo de corte directo para determinar la cohesión y un ángulo de fricción los cuales resultan mínimos siguiendo los principios de Mohor Coulomb, sólo para fines de análisis numérico al suelo se le consideró en condición isotrópico, homogéneo o también denominado elástico, asimismo la propuesta del uso de gaviones tiene la características de permeabilidad el cual beneficia en la evacuación del nivel freático en dicho talud.

El análisis de la estabilidad del talud fue indispensable para realizar la propuesta de solución con el uso de gavión, ya que se obtuvo resultados del factor de seguridad del talud y por ende se efectuó el análisis y el predimensionamiento del gavión, donde se obtuvo factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento óptimos que trabajan a gravedad y teniendo en consideración de que los muros de gavión son los que garantizan la resistencia a los esfuerzos del talud, asimismo se han tomado los esfuerzos horizontales, verticales momentos resistentes y actuantes del método de Spencer para el análisis en el programa GEO5.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se tiene para las futuras investigaciones son las siguientes:

1. En la presente investigación se realizó el análisis del talud Carretera Central KM. 117 + 800 – 118 + 000, por lo que se recomienda para las siguientes investigaciones se realice el estudio en el tramo I, II, III y IV de la Carretera Central ya que presenta constantes fallas de deslizamiento casi en todos los tramos.
2. Por otro lado, se recomienda se realice el estudio del análisis de la estabilidad del talud en la Región de Huancayo y Junín, ya que la Carretera Central pasa por las regiones antes indicadas; en ese sentido se le insta en considerar esas geografías ya que cuentan con diferentes pisos altitudinales, topografía, geología y por último hidrología propia.
3. Para el análisis de la estabilidad del talud, se recomienda con referente al estudio de mecánica de suelos se realice un Ensayo de Penetración Estándar para poder considerar el nivel freático y se obtenga mejores resultados, asimismo se evalúe el análisis dinámico por estar situado el talud antes indicado en el cinturón del fuego del pacífico.
4. Se recomienda presentar un informe del estado actual del talud al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con la finalidad de que le dé mayor importancia al estudio de dicho talud.
5. Asimismo se recomienda contar con la asesoría de la Empresa MACCAFERRI PERÚ para los diseños y los materiales en el proceso constructivo del muro de gavión, por lo que son empresas certificadas en la construcción del diseño de muros de contención.

VII. REFERENCIAS

- Alonso. (2005). *Estabilidad de taludes*. Cataluña: University Politécnica de Catalunya.
- ALVA. (1998). *Diseño de Cimentaciones* (Vol. Capítulo 3). Perú: ICG.
- Alva, J. (2002). *Diseño de cimentaciones*. Lima: ICG.
- Avilés, L. (2014). *Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muro de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas de $h=5m$, $h=10m$, $h=15m$, para una longitud de 80*. Ecuador: Tesis profesional, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Benavides. J. (2015). *Estudio de métodos de análisis de estabilidad de taludes para la elaboración de un software con fines educativos*. (F. d. Civil, Ed.) San Juan de Pasto: Universidad de Nariño.
- Bernal, C. (2010). *Metología de la investigación* (3ª ed. ed.). Colombia: Pearson.
- Betún. CH., Q. G. (2016). *Análisis de alternativa para la estabilidad del talud con el programa GEO - SLOPE en el sector El Prado Cantón Piñas, provincia de El Oro. 2016. 130p. Tesis (Ingeniero Civil). Universidad Central del Ecuador. Ecuador – Quito. 2016. .*
- Bianchini , I. (s.f.). *Gaviones: Datos orientativos para el cálculo*.
- Bianchini. (s.a). *Gaviones: Diseo de muro de gaviones (Catálogo)*. Obtenido de [file:///C:/Users/ROSMERY/Downloads/gaviones%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/ROSMERY/Downloads/gaviones%20(7).pdf)
- Bianchini, I. (2009). *Gaviones: Gavión recubrimiento, tipos y características*. Barcelona, España: AENOR.
- Bianchini, I. (s.f). *Gaviones, gavión recubrimiento (catálogo)* . Obtenido de <https://www.abianchini.es/es/gaviones>.
- Bishop.A. (1955). *The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Geotechnique*.
- Braja. (2001). *Resistencia cortante del suelo. En B. Das, Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Mexico: Tomson Learning.
- Braja. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica. Factor de seguridad* (Cuarta edición ed.). México.
- Braja, M. (2002). *Principios de ingeniería de cimentaciones*. México: Thomson.
- BRASIL, M. D. (2005). *Manual técnico obras de contención*.
- Calla, J. (2012). *GEOTECNA I*. Puno, Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limuza.
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones: Ángulo de fricción*. México: Limuza.
- Das. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: Cengage Learning.
- E, S. (2010). *Fundamentos de geotecnia*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- excavaciones, U. N.-L. (1997). *Ensayo de penetración estándar*. (A. S. Wilson-CORPEI, Ed.) Casapalca, Lima: CISMID.
- Fellenius.W. (1936). *W. Calculation of the stability of earth dams. 2nd international congress on larg dams*. Washinston: D.C.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: MC GRAW HILL.
- Hurtado, T., & Toro, J. (2005). *Paradigmas y Método de Investigación en tiempos de cambio*. Venezuela: @ Episteme Consultores Asociados C.A.
- Janbú. (1968). *Slope stability computation. The technical university of norway. Trondheim: Soil mechanics and foundation report*.
- Jimenez, C. (1983). *Pedagogía Experimental II*. Madrid, España: UNED.
- Juarez. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Juarez, E., & Rico, A. (2005). *Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Lambe , T., & Whitman, R. (1969). *Soil Mechanis*. New York: John Wiley.
- MACAFERRI. (2017). *Gavión caja*.
- Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG*. (2013). Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Manual de diseño de obras de defensa y protección en las riberas de los ríos*. (s.f.). Recuperado el 01 de 06 de 2018, de https://www.google.com.pe/search?ei=6188W9fzKuvL5gKEqWoCg&q=manual+de+dise%C3%B1o+de+obras+de+defensa+y+protecci%C3%B3n+en+las+riberas+de+los+r%C3%ADos&oq=manual+de+dise%C3%B1o+de+obras+de+defensa+y+protecci%C3%B3n+en+las+riberas+de+los+r%C3%ADos&gs_l=psy-ab.3...1
- Manual de diseño de puentes*. (2003). Lima, Perú: MTC.

- Morales. (2017). *Evaluación Geotécnica de Inestabilidad de Taludes*. 2017. 138 p. Tesis (Ingeniero Civil). Cartagena : Universidad de Cartagena. 2017.
- Muro de contención en gaviones. (s.f.). Recuperado el 01 de 06 de 2018, de https://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=1751&Itemid=1998
- Pacheco, Z. (2006). *Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de San Isidro*. 2006. 80 p. Tesis (Ingeniero Civil). Lima- Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2006.
- Quiñonez, R. (2011). *Planteamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura (Maestro en ciencias con mención en ingeniería de transporte)*. Lima, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. CE. 020 Suelos y Taludes*. (2016). Lima: ICG.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. CE. 020 Suelos y taludes. Método del factor de seguridad global (FSG)*. (2016). Lima, Perú: ICG.
- Sáez, E. (2010). *Fundamentos de Geotecnia*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sáez, E. (2010). *Fundamentos de geotecnia* (Vol. 2). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sampieri, H., Collado, F., & Baptista Lucio. (2010). *Metodología de la investigación*. México: MC GRAW HILL.
- Sánchez, M. (2014). *Aplicación del programa GEOSLOPE para el análisis de la estabilidad de taludes en la I.E La Libertad de taludes en la I.E. La Libertad*. La Libertad, Huaráz.
- Sierra, F. (1994). *Diseño Geométrico de carreteras y calles, AASHTO*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Buenos Aires.
- Spencer, A. (1967). *A method of analysis of the stability of embankments, assuming interslice forces*. *Geotechnique*.
- Suarez. (2002). *Deslamiento. Tomo I. Análisis Geotécnico*. Bucaramanga, Colombia: S.A.S.
- Suarez, J. (1998). *Deslizamiento y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Vol. I). (I. d. Ltda., Ed.) Bucaramanga, Colombia.
- Suarez, J. (2002). *Estructuras de contención de gravedad*.

Zuluaga.D. (2016). *Daniel Análisis de estabilidad de taludes 3d considerando el efecto de la infiltración por precipitaciones., DF, 2016. 239p. Tesis (maestría en ingeniería) Facultad de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México MÉXICO, DF, 2016.*

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿De qué manera influye el uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud Carretera Central Km. 117 + 900?	Determinar la influencia del uso de gaviones en el análisis de la estabilidad del talud de la Carretera Central Km. 117 + 900.	El uso de gaviones influye significativamente en el análisis de la estabilidad del talud Carretera Central Km. 117 + 800.	Estabilidad del talud	Propiedades del suelo Cargas actuantes Método de equilibrio límite	Clasificación de suelos Cohesión Peso específico Capacidad portante Cargas vehiculares Cargas peatonales Factor de seguridad
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿Cuáles son los resultados del análisis de la estabilidad del talud con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento?	Determinar los resultados del análisis de la estabilidad del talud con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento.	El análisis de la estabilidad del talud genera resultados significativos con referente a la fuerza de seguridad al deslizamiento.	Gavión	Fuerza de seguridad al volcamiento	Índice de seguridad al volcamiento (ISV)
¿Qué efectos produce el uso de gaviones en el análisis del método de equilibrio límite?	Determinar los efectos que produce el uso de gaviones en el análisis del método de equilibrio límite.	El uso de gaviones genera resultados óptimos en el análisis del método de equilibrio límite.		Fuerza de seguridad al deslizamiento	Índice de seguridad al deslizamiento (ISD)
¿En qué medida favorece el análisis de la estabilidad del talud a la fuerza de seguridad al volcamiento?	Determinar los resultados del análisis de la estabilidad del talud para verificar la fuerza de seguridad al volcamiento.	Los resultados del análisis de la estabilidad del talud favorecen significativamente para verificar la fuerza de seguridad al volcamiento			

Anexo 2. Análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



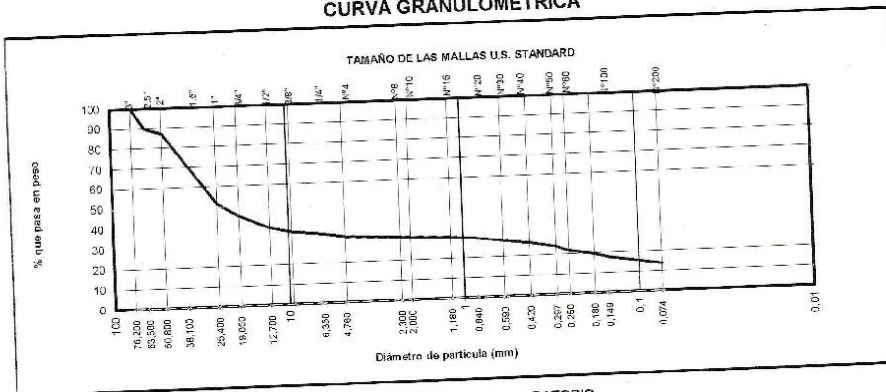
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422

INFORME: 001 - LMS 2018
 PROYECTO: ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALÚD CON EL USO DE GAVIONES EN LA CARRETERA CENTRAL KM 117 + 900 (CASAPALCA) 2018
 UBICACIÓN: DISTRITO CASAPALCA - PROVINCIA HUARACHIRI - DEPARTAMENTO LIMA
 SOLICITANTE: ROSSMERY ZUNIGA PALOMINO
 FECHA: 04 DE JUNIO DEL 2018

Calicata: C- 1		Muestra: M-3	Prof.: 3,00 m		Progresiva:	Descripción de la Muestra
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
76,2	3"					CLASIFICACION DE SUELOS: AASHTO = A-1-a (0) SUCS = GM COEFICIENTES: Cc = 0,68 Cu = 549,59 LIMITES ATTEMBERG: L.L = 0,00 L.P = 0,00 I.P = 0,00 % H.N = 4,10 Observaciones: - Grava limosa. - El material fue muestreado por el solicitante.
63,5	2 1/2"	1308,4	10,2	10,2	89,8	
50,8	2"	369,4	2,9	13,1	86,9	
38,1	1 1/2"	1872,3	14,6	27,7	72,3	
25,4	1"	2570,2	20,9	48,6	51,4	
19	3/4"	801,2	6,3	54,9	45,1	
12,7	1/2"	857,4	6,7	61,5	38,5	
9,525	3/8"	296,6	2,3	63,9	36,1	
6,35	1/4"	209,8	1,6	65,5	34,5	
4,76	Nº 4	214,7	1,7	67,2	32,8	
2,3	Nº 8					
2	Nº 10	192,0	1,5	68,7	31,3	
1,18	Nº 16					
0,84	Nº 20	219,5	1,7	70,4	29,6	
0,59	Nº 30	201,6	1,6	72,0	28,0	
0,42	Nº 40	211,9	1,7	73,6	26,4	
0,297	Nº 50					
0,25	Nº 60	597,9	4,7	78,3	21,7	
0,18	Nº 80					
0,149	Nº 100	518,1	4,0	82,3	17,7	
0,074	Nº 200	492,6	3,8	86,2	13,8	
	< Nº 200	1767,5	13,8	100,0	0,0	
	Peso Inicial	12801,1	100,0			

CURVA GRANULOMETRICA



NOTA - LAS MUESTRA FUERON TRAIIDAS POR EL SOLICITANTE A ESTE LABORATORIO

OPERADOR: TEC. FRFDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046

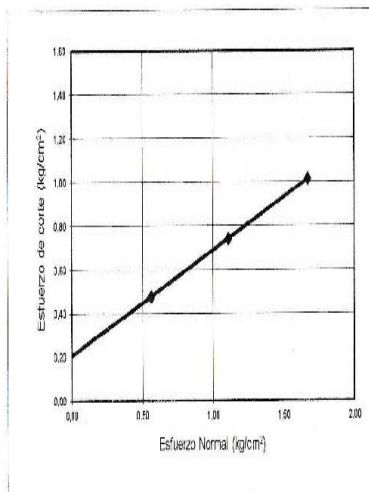
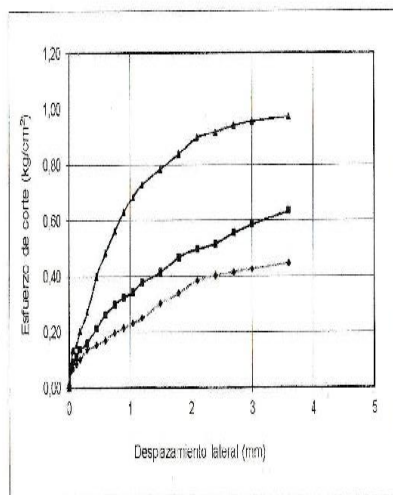
Anexo 3. Ensayo de corte directo ASTM D3080

ANEXO AL INFORME 003- LMS 2018

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO Remoldeado
CALICATA C - 1
MUESTRA M-3
Prof:(m) 3.00 m

SOLICITANTE : ROSSMERY ZUÑIGA PALOMINO
PROYECTO : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD CON EL USO DE GAVIONES EN LA CARRETERA CENTRAL KM 117 + 900 (CASAPALCA) 2018
UBICACIÓN : DISTRITO CASAPALCA - PROVINCIA HUAROCHIRI - DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 05 DE JUNIO DEL 2018



Cohesión (c): 0,21 kg/cm²
Ang. Fricción (φ): 25,8 °

OPERADOR: TEO FREDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos
COORDINADOR

Anexo 4. Ensayo de corte directo ASTM D 3080



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D3080

INFORME : 003 - LMS 2018
SOLICITANTE: ROSSMERY ZUÑIGA PALOMINO
PROYECTO : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD CON EL USO DE GAVIONES EN LA
CARRETERA CENTRAL KM 117 + 900 (CASAPALCA) 2018
UBICACION : DISTRITO CASAPALCA - PROVINCIA HUAROCHIRI - DEPARTAMENTO LIMA
FECHA : 05 DE JUNIO DEL 2018

Calicata : C - 1 Profundidad : 3.00 m
Muestra : M - 3 Estado : Remoldeado

ESPECIMEN 1

Diametro : 36,00 cm²
D. Seca: 1,35 gr/cm³
Humedad: 27,17 %

ESPECIMEN 2

Diametro : 36,00 cm²
D. Seca: 1,35 gr/cm³
Humedad: 27,17 %

ESPECIMEN 3

Diametro : 36,00 cm²
D. Seca: 1,35 gr/cm³
Humedad: 27,17 %

Esf. Normal :	0,56	kg/cm ²
Esf. Corte:	0,48	kg/cm ²

Esf. Normal :	1,11	kg/cm ²
Esf. Corte:	0,74	kg/cm ²

Esf. Normal :	1,67	kg/cm ²
Esf. Corte:	1,01	kg/cm ²

Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,03	0,06
0,06	0,07
0,12	0,09
0,18	0,10
0,30	0,14
0,45	0,16
0,60	0,17
0,75	0,20
0,90	0,22
1,05	0,23
1,20	0,25
1,50	0,30
1,80	0,34
2,10	0,39
2,40	0,40
2,70	0,42
3,00	0,43
3,60	0,45
4,20	0,46
4,80	0,48

Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,03	0,07
0,06	0,10
0,12	0,11
0,18	0,14
0,30	0,16
0,45	0,21
0,60	0,27
0,75	0,30
0,90	0,33
1,05	0,34
1,20	0,38
1,50	0,42
1,80	0,47
2,10	0,50
2,40	0,52
2,70	0,56
3,00	0,59
3,60	0,64
4,20	0,69
4,80	0,74

Def. Tangencial (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
0,00	0,00
0,03	0,09
0,06	0,14
0,12	0,15
0,18	0,20
0,30	0,27
0,45	0,40
0,60	0,49
0,75	0,56
0,90	0,63
1,05	0,69
1,20	0,73
1,50	0,79
1,80	0,84
2,10	0,90
2,40	0,92
2,70	0,94
3,00	0,96
3,60	0,97
4,20	0,99
4,80	1,01

OBSERVACIONES: En condición de muestra remoldeado

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Mecánica de Suelos

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046

Anexo 5. Densidad de campo natural



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DENSIDAD DE CAMPO NATURAL

INFORME : 004 - LMS 2018
SOLICITA : ROSSMERY ZUÑIGA PALOMINO
PROYECTO : ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD CON EL USO DE GAVIONES EN LA CARRETERA CENTRAL KM 117 + 900 (CASAPALCA) 2018
LUGAR : DISTRITO CASAPALCA - PROVINCIA HUAROCHIRI - DEPARTAMENTO LIMA
CAPA : SUB-RASANTE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2018

MUESTRA Nº	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6
Contenido de humedad (%)	2,14	*	*	*	*	*
peso del frasco con arena calibrada (gr)	35740,0	*	*	*	*	*
peso del frasco con arena que queda (gr)	16990,0	*	*	*	*	*
peso de la arena en el cono (gr)	7461,0	*	*	*	*	*
volumen del material extraído (cm ³)	8150,9	*	*	*	*	*
peso humedo de la muestra extraída (gr)	17590,0	*	*	*	*	*
peso de la muestra seca (gr)	17221,5	*	*	*	*	*
volumen material extraído (cm ³)	8150,9	*	*	*	*	*
Densidad Natural (gr/cm³)	2,113	*	*	*	*	*

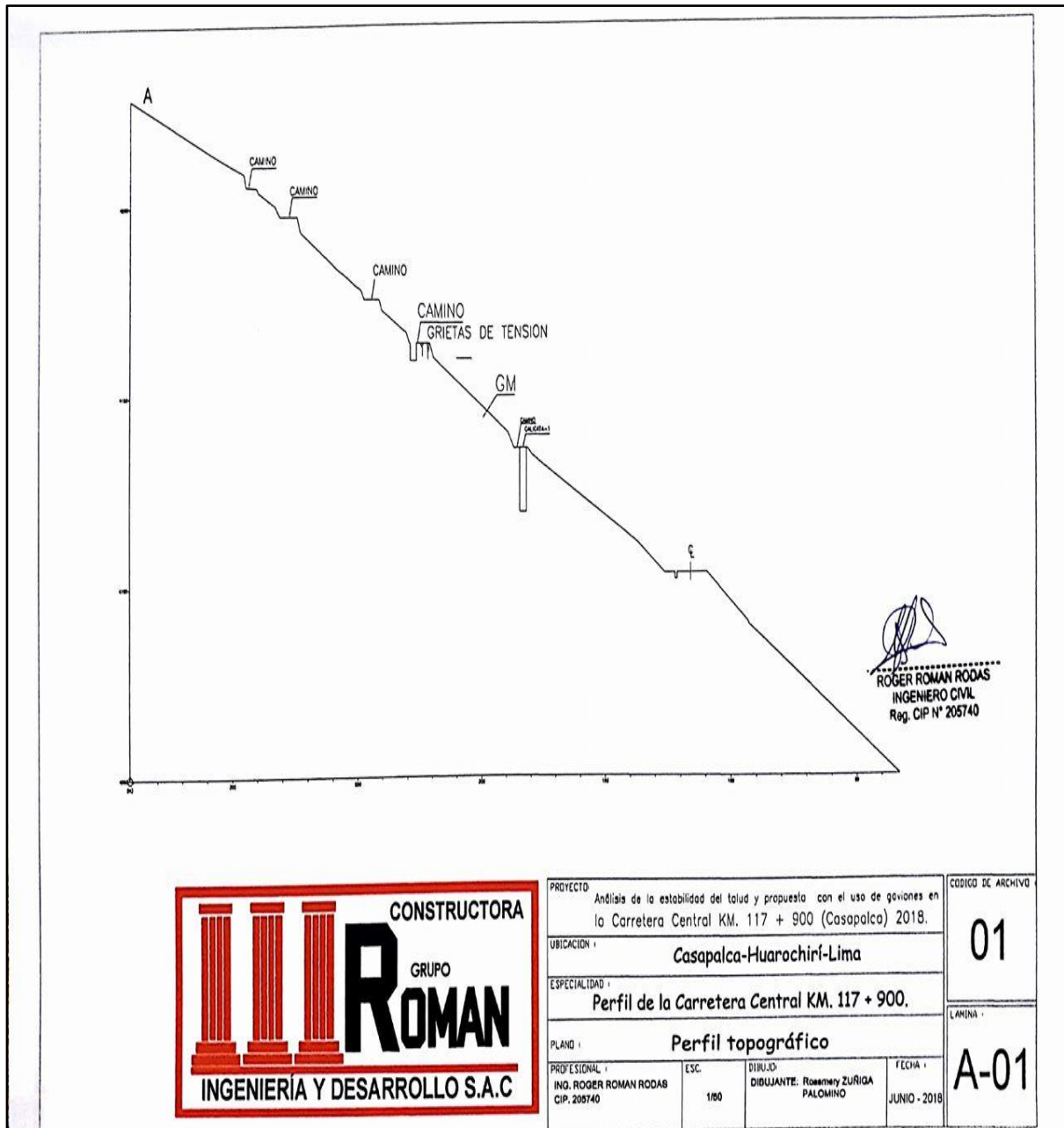
OBSERVACIONES : La densidad natural se realizó en la calicata N° 1 - profundidad: 2,00 m
ESPECIFICACIONES : Los ensayos se realizaron según norma ASTM D-4944, AASHTO T-191.

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 COORDINADOR

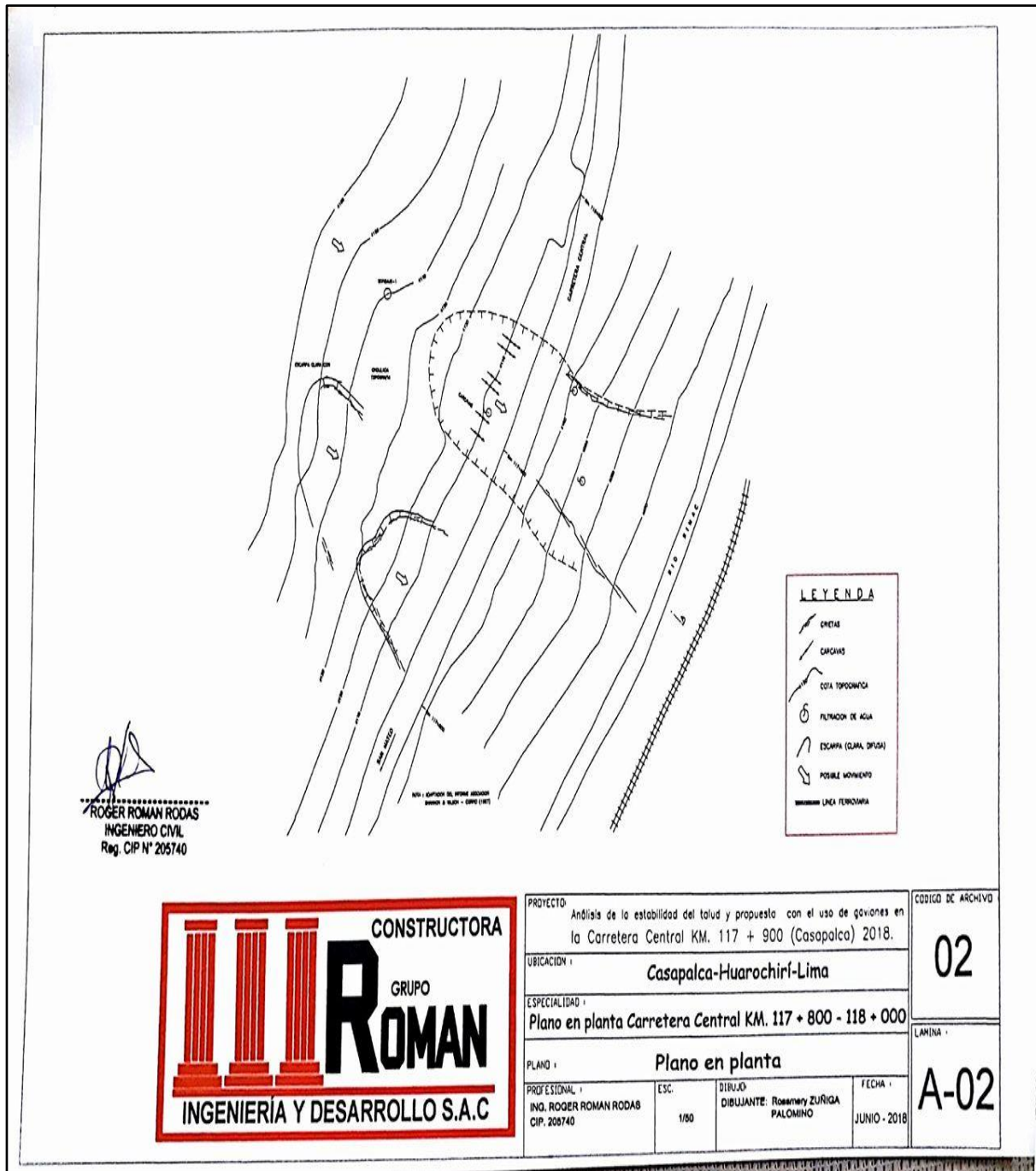
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 6. Perfil de la carretera central KM. 117 + 900



PROYECTO Análisis de la estabilidad del talud y propuesta con el uso de geotextos en la Carretera Central KM. 117 + 900 (Casapalca) 2018.		CODIGO DE ARCHIVO 01
UBICACION Casapalca-Huarochoirí-Lima		LAMINA A-01
ESPECIALIDAD Perfil de la Carretera Central KM. 117 + 900.		
PLANO Perfil topográfico		
PROFESIONAL ING. ROGER ROMAN RODAS CIP. 205740	ESC. 1/80	DIBUJANTE Rosemary ZURIGA PALOMINO FECHA JUNIO - 2018

Anexo 7. Plano en planta Carretera Central KM. 117 + 800 - 118 +000



Anexo 8. Paneaux fotográfico del estudio de suelo en Laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal



Laboratorio de la Universidad Federico Villarreal para el ensayo de corte directo y el análisis granulométrico.



Aparato para el ensayo de corte directo



Resultado de la muestra del ensayo de corte directo, una vez llegado a la resistencia máxima.



Muestra para el ensayo de la granulometría.



Instrumentos para el análisis granulométrico (tamices)



Cribado de la muestra con los tamices



Orientación con los tamices



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Dra. María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este I San Juan de Lurigancho, revisor (a) de la tesis titulada

"Análisis de estabilidad del talud Carretera Central km. 117 + 800 - 118 + 000 y propuesta de solución con el uso de gaviones", del (de la) estudiante Rossmery Zúñiga Palomino, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 13 de julio de 2018.

Firma

María Ysabel GARCIA ALVAREZ

DNI: ..21453567...

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de estabilidad del talud Carretera Central Km 117 + 800 - 118 + 000 y propuesta de solución con el uso de gavios - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Rossmery Zúñiga Palomino

ASESORES:

Dra. María Ysabel Gareta Alvarez

Mgtr. Germán Fernando, Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Edificaciones especiales

LIMA - PERÚ

2018



Resumen de coincidencias

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.unasam.ed...	3 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
3	Entregado a Universida...	1 %
4	www.scribd.com	1 %
5	dspace.ucuenca.edu.ec	1 %
6	repository.eafit.edu.co	1 %





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Rossmery Zuñiga Palomino, identificado con DNI N° 45766925, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD CARRETERA CENTRAL KM 117 + 800 – 118 + 000 Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN CON EL USO DE GAVIONES - 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


FIRMA

DNI: 45766925

FECHA: 13 de julio del 2018.

					
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, LA Dra. MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ROSSMERY ZUÑIGA PALOMINO

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD CARRETERA CENTRAL Km 117 + 800 – 118 + 000 Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN CON EL USO DE GAVIONES – 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de Julio del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce).

q.06

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
Dra. María Ysabel García Álvarez

