



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la transitabilidad de la carretera Chimbote -
Pallasca mediante estabilidad de taludes, ubicado en el km 31+0.00
al km 32+0.00, Ancash, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Huapaya Arias, Manuel Jesus (ORCID: 0000- 0002- 0399- 3103)

Sanchez Zaga, Miguel Angel (ORCID: 0000- 0002- 1866- 7722)

ASESOR:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID: 0000- 0001- 8529- 878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Este trabajo de investigación lo dedicamos a nuestros padres, nuestros asesores, docentes y a dios quienes nos han apoyado para poder llegar hasta esta instancia de estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarnos intelectual, moral y psicológicamente.

Agradecimiento

Agradecer primeramente a nuestros padres que han dado todo el esfuerzo para que ahora estemos culminando este proyecto de investigación y darles las gracias por apoyarnos en todos los momentos difíciles de nuestra vida, ya que ellos siempre han estado con nosotros y agradecerles lo que ahora estamos logrando y que con esfuerzo lograremos ser grandes profesionales siendo un gran orgullo para la familia y para todos los que confiaron en nosotros.

A la universidad César Vallejo, a la Dra. María Isabel García y a los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil que día a día han compartido sus conocimientos y experiencia laboral.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	7
III.METODOLOGÍA.....	54
3.1 Tipo y Diseño de la investigación.....	55
3.2 Variables y Operacionalización.....	56
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	56
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
3.5 Procedimientos.....	58
3.6 Método de análisis de datos	58
3.7 Aspectos Éticos	58
IV.RESULTADOS.....	64
V.DISCUSIÓN.....	93
VI.CONCLUSIONES.....	95
VII.RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	106

Índice de tablas

Tabla 1	Tipos de taludes.....	14
Tabla 2	Clasificación de taludes.....	14
Tabla 3	Partes de un talud.....	15
Tabla 4	Clasificación de los Deslizamientos.....	16
Tabla 5	Partes de un Deslizamiento.....	17
Tabla 6	Medidas del Gavión – Tipo Cajón.....	21
Tabla 7	Medidas del Gavión-Tipo Colchón.....	22
Tabla 8	Cuadro de recubrimiento de Alambre.....	23
Tabla 9	Numeración de tamices y espaciamentos respectivos.....	33
Tabla 10	Coeficientes sísmicos y sus indicaciones.....	39
Tabla 11	Factores de seguridad mínimos.....	47
Tabla 12	Factores mínimos en condición estática.....	47
Tabla 13	Factores de seguridad mínimos en situaciones Pseudo-estáticas.....	47
Tabla 14	Operacionalización de la variable independiente.....	57
Tabla 15	Operacionalización de la variable dependiente.....	57
Tabla 16	Puntos y Coordenadas.....	60
Tabla 17	Resultados de las propiedades de nuestro suelo estudiado.....	61
Tabla 18	Factores mínimos para cada condición de estudio.....	63
Tabla 19	Parámetros Geotécnicos usados en la estabilidad de taludes.....	65
Tabla 20	Coordenadas del Talud a estudiar.....	66
Tabla 21	Comparación de Métodos de Equilibrio Límites.....	72
Tabla 22	Comparación de los Métodos de Equilibrio Límite – Geo5.....	91
Tabla 23	Presupuesto referencial para Muro de Gaviones.....	92

Índice de figuras

Figura 1: Distancia de Carretera Chimbote - Pallasca.....	4
Figura 2: Partes de un deslizamiento de talud.....	17
Figura 3: Muro de Gaviones.....	20
Figura 4: Principales aplicaciones que tiene el uso de gaviones.....	22
Figura 5: Sentidos de tirantes.....	30
Figura 6: Tipos de tirantes.....	30
Figura 7: Diagrama de Curva Granulométrica.....	32
Figura 8: Tamices.....	32
Figura 9: Caja de Corte.....	34
Figura 10: Determinación de la presión horizontal.....	35
Figura 11: Diagrama de Mohr Coulomb.....	37
Figura 12: Fuerzas actuantes sobre la cuña de suelo cohesivo.....	38
Figura 13: Fuerzas debidas al sismo.....	39
Figura 14: Mapa del Perú dividido en 4 zonas.....	40
Figura 15: Presión generada por la Superficie de Falla.....	41
Figura 16: Área deslizante dividida en cuñas.....	42
Figura 17: Método de Fellenius.....	43
Figura 18: Sistema Bishop Simplificado.....	44
Figura 19: Diagrama para hallar el área de curva de falla.....	46
Figura 20: Empuje del suelo sobre un elemento móvil.....	48
Figura 21: Análisis del Empuje Pasivo.	49
Figura 22: Medidas para base del muro de gaviones.	49
Figura 23: Medida de empotramiento del muro de gaviones.	50
Figura 24: Mapa de la Ruta de Chimbote a Pallasca con las coordenadas UTM.....	59
Figura 25: Mapa vial de la provincia de Santa-Áncash.....	60
Figura 26: Zonificación sísmica del Perú.....	62
Figura 27: Mapa de Isoaceleraciones máxima del terreno (PGA), $T=0.00\text{Seg}$, de un periodo de retorno de 50 años.....	63
Figura 28: Modelamiento del talud por el método Morgenstern-Price en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.495.....	67

Figura 29: Modelamiento del talud por el método Morgenstern-Price en condición Pseudo-estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.488.	67
Figura 30: Modelamiento del talud por el método Fellenius en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.363.	68
Figura 31: Modelamiento del talud por el método Fellenius en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.349.	68
Figura 32: Modelamiento del talud por el método Spencer en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.506.	69
Figura 33: Modelamiento del talud por el método Spencer en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.500.	69
Figura 34: Modelamiento del talud por el método Bishop en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.458.	70
Figura 35: Modelamiento del talud por el método Bishop en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.446.	70
Figura 36: Modelamiento del talud por el método Janbu Generalizado en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.453.....	71
Figura 37: Modelamiento del talud por el método Janbu Generalizado en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.344.....	71
Figura 38: Los parámetros de la piedra de relleno para el llenado del gavión.....	79
Figura 39: Cuadro donde introduciremos las dimensiones de cada gavión y el tipo de material de relleno.	80
Figura 40: Dimensionamiento tomando en cuenta los parámetros que nos ofrece Maccaferri.	80
Figura 41: Especificaciones del material extraído de la zona de estudio.	81
Figura 42: Especificaciones del material de relleno a utilizar en el talud.	81
Figura 43: Fuerzas aplicadas con el método Spencer, ya que es el único método que cumple con los parámetros del software Geo5.	82
Figura 44: Datos del método Spencer introducidos al geo 05.	82
Figura 45: Tablero que nos da los resultados de los momentos y sus puntos de aplicación.	83
Figura 46: Los resultados de los F.S. al realizar el análisis del diseño del gavión cumplen claramente con la norma del RNE. CE-020.	83

Figura 47: Modelamiento de la verificación de equilibrio de la estabilidad del sistema muro de gavión.	84
Figura 48: Capacidad portante del terreno para la verificación de cap.	84
Figura 49: Resultados obtenidos de la carga de diseño y servicio actuante, el factor de seguridad de la cap. Portante cumple con los parámetros de diseño.	85
Figura 50: Imagen extraída del software Geostudio 2019 con el porcentaje de cada tipo de verificación estudiada en el diseño.....	85
Figura 51: Detalles de la verificación de junta constructiva del bloque n°01 de los gaviones.....	86
Figura 52: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Bishop en condición Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 2.13.	86
Figura 53: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Fellenius en condición Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.74.....	87
Figura 54: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Spencer en condición Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 2.11.....	87
Figura 55: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Janbu en condición Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 2.13.....	88
Figura 56: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Morgenstern-Price en condición Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 2.13.....	88
Figura 57: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Bishop en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.55.....	89
Figura 58: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Janbu en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.58.....	89
Figura 59: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Morgenstern-Price en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.58.....	90
Figura 60: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Spencer en condición Pseudo estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.64.....	90

Figura 61: Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Fellenius en condición Pseudo estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.59.....	91
Figura 62: Modelamiento 3d de una sección del sistema de muro de gaviones, que resulto de nuestros estudios previos.....	92

Resumen

La presente investigación que lleva por título “Mejoramiento de la Transitabilidad de la Carretera Chimbote - Pallasca mediante Estabilidad de Taludes, ubicado en el km 31+0.00 al km 32+0.00, Ancash, 2019”, ha sido realizado con el fin de estudiar la influencia del sistema de muro de gaviones en la estabilidad del talud para el mejoramiento de la transitabilidad en la carretera a Pallasca, para ellos se ha tomado en cuenta el estudio de Corte Directo, topografía de la zona a estudiar ,el software Geostudio 2019 y el Geo05 con el que hemos utilizado el método de Equilibrio Limite que contiene , en el cual nos estará dando como resultado el factor de seguridad, para determinar su estabilidad o posible inestabilidad, para cumplir con el objetivo principal que nos hemos planteado como es el de mejorar la transitabilidad de la carretera a Pallasca mediante la estabilización de un talud con muro de gaviones.

Palabras clave: Estabilidad de talud, gaviones, método de Equilibrio Limite, Transitabilidad.

Abstract

This research entitled "Improvement of the Passability of the Chimbote - Pallasca Highway through Slope Stability, located at km 31 + 0.00 to km 32 + 0.00, Ancash, 2019", has been carried out in order to study the influence of the gabion wall system on the stability of the slope to improve the walkability of the road to Pallasca, for them the study of Direct Cut, topography of the area to be studied, the Geostudio 2019 software and the Geo05 with which we have used the Limit Equilibrium method that it contains, in which the safety factor will be giving us as a result, to determine its stability or possible instability, to meet the main objective that we have set ourselves, which is to improve the passability of the road to Pallasca by stabilizing a slope with a gabion wall.

Keywords: Slope stability, gabions, Limit Equilibrium method, Walkability.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad podemos observar en el mundo como el desarrollo de las grandes ciudades presentan defectos observables, como el tema de tránsito y redes viales donde no hay una buena gestión en estos temas porque no solo se trata de crear accesos a todas las regiones de un país, sino de ver los problemas que generaran estos caminos o carreteras una vez ejecutados estos representan factores negativos en el sistema de tránsito dejando por consecuencia la creación de taludes.

Azabudai (1984) Describe que: “El tránsito ha sido perturbado constantemente por daños que fueron resultados de terremotos y lluvias fuertes. La estabilidad de un talud se conserva primordialmente por el balance entre la resistencia cortante del área de estudio y la fuerza deslizando de gravedad del talud. No obstante, la estabilidad de un talud está influenciada grandemente por:

01- Disminuye la resistencia de la superficie por infiltración de agua en el terreno o lluvia fuerte.

02- Se generan cambios en la comparación de gravedad debido a cortes artificiales y rellenos.

03- La presión de poros se incrementa debido a lluvia fuerte o movimiento del agua freática.

04- Incremento en la aceleración de la gravedad debido a sismos.”

El tema de vías de comunicación debe tomar una importancia de primer orden ya que abarca muchos temas de interés como caminos, canales, represas y construcción de taludes; en este último punto podemos decir que los taludes hoy en día presentan una mayor exigencia y cuidado de parte de los proyectistas, ya que esto con lleva a una optimización en cuanto a las propuestas y alternativas para dar soluciones, los taludes abarcan muchos campos en la Ingeniería ya que cualquier tipo de construcción tiene como proceso constructivo el de hacer grandes movimientos de masas, estos generan modificaciones en el terreno.

Torres et al. (2013) Afirma que: “En los procesos geomorfológicos comúnmente se ven movimientos de masas que afectan de manera constante a los diferentes tipos de obra en ingeniería como; carreteras, viviendas, autopistas, entre otras.” (p. 154).

En el Perú, las carreteras están ejecutadas en terrenos accidentados y donde el clima es un enemigo constante, las carreteras se ven afectadas por deslizamientos que son ocasionados por la erosión del material con lo que están conformado los taludes naturales que acompañan estos terrenos, como es el caso ocurrido en el distrito de Barranco – Lima, donde se presentó inestabilidad en el talud en la zona de la costa verde, donde ocurren regularmente desprendimientos o derrumbes en las vías con piedras de hasta 5", la solución para poder evitar estos desprendimientos en esta zona fue el uso de Geo mallas, así se evitó que esta zona sea intransitable.

En el caso de la Carretera que une a las provincias de Chimbote y Pallasca, esta consta de una vía de dos carriles que permite el libre tránsito de vehículos en ambos sentidos de sur a norte, los últimos años se realizaron obras de pavimento con carpeta asfáltica, lo cual ha dejado problemas de desprendimientos o deslizamientos que generan pérdidas no solo económicas sino de transitabilidad que afectan a los usuarios de esta carretera.

Este problema de aislamiento ha hecho que tengas un retraso socio cultural en donde muchas veces se han quedado en la intransitabilidad total, este hecho ha perjudicado al sector minero, ya que se exportan carbón de las minas existentes dentro de este territorio, también la exportación de frutas como la chirimoya y palta, así mismo las emergencias de salud que por la falta de un acceso vial no pudieron ser atendidas a tiempo ya que la Provincia de Pallasca está conformada por once distritos los cuales no cuentan con un Centro de Salud con los equipos necesarios para atender emergencias.

En la actualidad se pueden realizar análisis de diferentes maneras y de manera más rápida dependiendo del tipo de estructura que uno requiera construir, estos programas o softwares se han vuelto un gran apoyo para la ingeniería, por lo que ahora se pueden realizar cálculos con mayor precisión, como los especializados para el tema de Estabilidad de Taludes donde podemos encontrar; PLAXIS, GEOSLOPE, SLIDE, UNWEDGE, SWEDGE, GEO-05 entre otras. Estos instrumentos tecnológicos cuentan con los métodos más sencillos (Equilibrio Limite y Elementos Finitos) y que no se alejan mucho de los valores reales, estos softwares más los conocimientos adquiridos de las experiencias laborales a través

de los años podemos formar un criterio más amplio sobre lo que ocurre, para poder determinar una solución inmediata.

Para solucionar esta problemática del deslizamiento del talud, en esta investigación se propone diseñar un muro de gaviones en la progresiva del km 31+300 al km 31+550, que está dentro de nuestro estudio de un kilómetro de carretera con el fin de dar una alternativa para la mejora de la transitabilidad que requiere este tramo de la carretera.

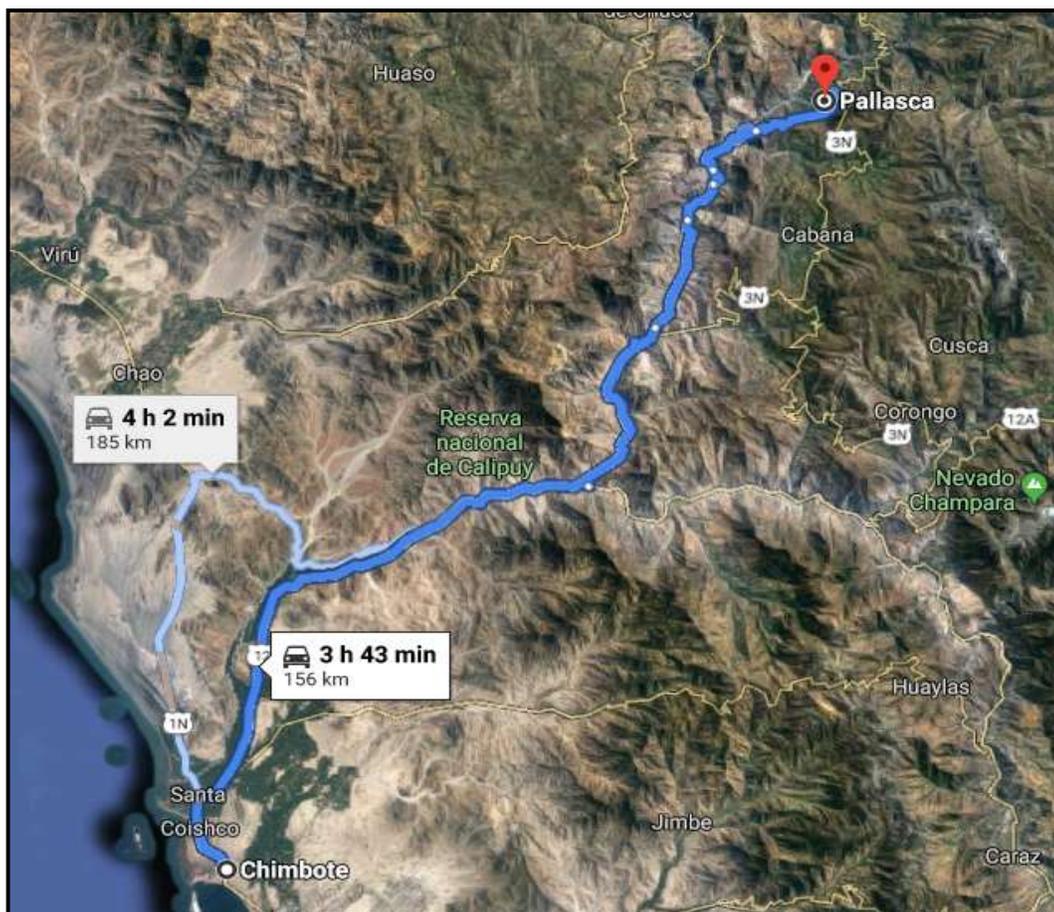


Figura 1. Distancia de Carretera Chimbote - Pallasca. Recuperado de Google Earth Pro.

Con respecto a la problemática planteada se presentará el siguiente problema general el cual es ¿De qué manera influye la estabilidad de taludes en la carretera Chimbote a Pallasca, Ancash, 2019?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE 1: ¿Cuál es el factor de seguridad actual y el grado de vulnerabilidad de los taludes en la carretera Chimbote a Pallasca?

PE 2: ¿Cuáles son los efectos que produce el sistema de muro de gaviones en el análisis de los Métodos de Equilibrio Limite?

PE 3: ¿Cuáles son los resultados del sistema empleado en la estabilidad del talud y el diseño apropiado para mejorar la Estabilidad de los Taludes?

Esta investigación se presenta con el fin de mejorar la transitabilidad de la carretera Chimbote – Pallasca realizando un diseño óptimo, seguro y resistente del talud más crítico, usando un programa computacional que es el Geostudio 2019 (GEOSLOPE), este programa cumple la función de dar a conocer el factor de seguridad, la estabilidad interna, externa y global, de un talud. De tal manera, que las obras civiles obtengan una alta calidad técnica, con los siguientes beneficios; ayudando a obtener un equilibrio económico y disminuir el impacto ambiental con los productos y sistemas que promuevan la protección del medio ambiente, y asimismo ayudar a la mejora de tránsito vehicular en la carretera a Pallasca en el km 31+0.00 hasta 32+0.00.

Según Bernal, C. (2010). “Solo existe la justificación teórica dentro de una investigación si el propósito del estudio crear el debate académico y reflexión del conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del mismo” (p.106).

La justificación teórica en este proyecto de investigación presenta una recolección de datos confiables, en el cual hemos tomado en cuenta investigaciones a nivel nacional como internacionales, para poder determinar bien la relación de nuestras variables.

Según Bernal, C. (2010). “Una justificación metodológica se genera cuando se propone una nueva estrategia o nuevo método, con el que se pueda crear conocimiento valido y confiable para el proyecto” (p.107).

Para la justificación metodológica, se deben utilizar técnicas de investigación y guías metodológicas para lograr los objetivos planteados, los cuales nos brindaran

herramientas e instrucciones para procesar adecuadamente los datos con el fin de obtener la información necesaria y requerida que ayudara a confirmar las hipótesis planteadas en el estudio, que a su vez nos ayudará a tomar decisiones.

La justificación económica se basa en la utilización de este sistema de muro de gaviones para lograr estabilizar el talud representa una reducción en gastos a comparación de un muro convencional de concreto y también de un mantenimiento que solo se da cada vez que hay un deslizamiento en la zona a estudiar.

Para presentar la hipótesis general, en esta investigación será El uso del sistema de gaviones si mejorara la transitabilidad de la Carretera Chimbote a Pallasca-Ancash 2019. Las hipótesis específicas planteadas son las siguientes:

HE1: Los resultados determinaran cuanto mejoramos la estabilidad de talud de la carretera mediante muros de gaviones.

HE2: El sistema de muro de gaviones logra genera resultados favorables en el Análisis de Método de Equilibrio Limite

HE3: Los resultados determinaran cuanto mejoramos la transitabilidad de la carretera al estabilizar el talud.

En la parte de objetivos se propone como objetivo principal el Evaluar que existe influencia en el mejoramiento de la Carretera de Chimbote a Pallasca mediante el uso de gaviones con el análisis de la estabilidad de taludes en las progresivas, km 31+300 al km 32+550.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Evaluar si hay riesgo por deslizamiento de taludes, y como perjudicaría en relación a la transitabilidad de los vehículos.

OE2: Determinar qué efectos son producidos al usar los muros de gaviones en el Análisis de los Métodos de Equilibrio Limite.

OE3: Determinar los resultados del sistema empleado en la estabilidad de talud y hacer un diseño que mejore la estabilidad del talud en la carretera de Chimbote a Pallasca.

II. MARCO TEÓRICO

Tenemos como referencias internacionales para la siguiente investigación, (Aguilar y Zuñiga, 2015), “Análisis comparativo de Estabilidad de taludes mediante los Métodos de Equilibrio Límite aplicado a taludes o laderas aledañas al Cerro de la Popa, casco urbano de Cartagena” (Tesis Título, Universidad de Cartagena); El objetivo principal es enfrentar los riesgos ocultos identificados en diferentes sectores de la montaña LA POPA (Loma del Diamante, Salto Del Cabron, y Lo Amador) y sectores del barrio San Francisco, la Universidad de Cartagena se trazó como tarea la de poder mitigar fenómenos de movimientos en masa, a través de la investigación y el trabajo en este sector urbano, nuestro trabajo de grado abarca parte de esta investigación a través de un análisis comparativo de los factores y parámetros de seguridad que afectan a su cálculo (geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de los sismos, flujo de agua, propiedades de resistencia y peso unitario de los suelos, etc.). Para llevar a cabo el proyecto se tomaron perfiles típicos (04) de cada área de investigación, donde se definió la estratigrafía y todos los datos geotécnicos para calcular el factor de seguridad utilizando el software Slide. En las distintas zonas de estudio, los métodos que producen el factor de seguridad más alto son Spencer, los métodos simplificados de Bishop y Morgenstern Price, y los métodos Janbu y Ordinary o Fellenius, que producen el factor de seguridad más bajo.

(Loor, 2018), “Diseño de un muro de contención en un tramo del Malecón Eloy Alfaro del Cantón Vinces” (Tesis Título, Universidad de Guayaquil); Este trabajo se realizó para presentar una propuesta estructural de manera segura, económica y sostenible. El análisis estructural cumple con las disposiciones vigentes de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y la Norma del Instituto Americano del Concreto ACI-318S-14, además, toma referencias de textos técnicos para el adecuado desarrollo del proyecto. En su desarrollo se utilizaron diversas herramientas informáticas, tales como: software AutoCAD y paquetes Office para cálculos similares. Finalmente, se presenta el plan final de construcción, que resultó en la construcción final de un muro de contención de 7,60 metros de altura. Este proyecto es para el beneficio de los residentes del Cantón Vinces.

Posteriormente, (Sánchez, 2009) “Modelo de aplicación tecnológicas para la aplicación de Taludes desestabilizados por exceso de humedad en el distrito

metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentabilidad y congestión vehicular” (Tesis Maestría, Universidad Técnica de Ambato); el trabajo tiene como objetivo principal proponer un modelo de aplicación tecnológica para la protección de taludes, a partir del análisis de casos presentados en el área metropolitana de Quito el invierno pasado, para implementar medidas oportunas para prevenir y mitigar la inestabilidad de taludes. en las próximas temporadas de invierno.

El levantamiento se realizó a lo largo de la Vía de Los Conquistadores, sector Guápulo, y un tramo de aproximadamente 6,0 km a lo largo del corredor periférico oriente (Av. Simón Bolívar) del área metropolitana de Quito, desarrollado de junio a noviembre de 2008.

Asimismo, (Garzón, Valencia y Muñoz, 2012), “Evaluación de la vulnerabilidad y consecuencias por deslizamiento en la conexión vial Aburra – Rio Cauca entre las abscisas KM 04+000 y KM 39+000” (Tesis Título, Universidad de Medellín); su objetivo principal es que los proyectos viales que se realizan hoy en día no tengan en cuenta en su diseño la vulnerabilidad que aparece durante el período de uso.

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo realizar un análisis de vulnerabilidad del enlace vial Medellín-Santa Fe de Antioquia frente a deslizamientos en taludes y cuantificar los costos y beneficios de reparación, rehabilitación y mantenimiento resultantes a más largo plazo. cierre completo de la carretera El propósito de esta propuesta es incluir un análisis de vulnerabilidad vial en los proyectos viales, que permita comparar los costos iniciales con los costos de reparación, rehabilitación y mantenimiento, y así tener los medios para evaluar qué medidas se necesitan para garantizar la vulnerabilidad de las carreteras correcta operación y determinar la ubicación de cambios o no ejecución del proyecto y proporcionando la cuantificación de la vulnerabilidad del proyecto vial.

A nivel nacional, Rodrigo (2017) “Análisis de estabilidad de taludes en la carretera Lajas – Ajipampa” (Tesis Título, Universidad Nacional de Cajamarca); donde se realizó un estudio para analizar la estabilidad de los taludes, caracterizar sus factores, determinar el factor de seguridad, estabilizar la zonificación y proponer medidas de estabilización; Se verificó que su estabilidad depende de las características de sus factores, obteniendo así que los taludes tienen una geometría

variable: altura 5m a 40m, base de talud 5m a 40m, pendientes de 40° a 85°, considerando las formaciones de Pariatambo - Cajamarca, depósitos cuaternarios coluviales, aluviales y fluviales; que son materiales frágiles por su geomecánica y el suelo inundable es tratado plásticamente con el software RocData; el factor de seguridad se calcula con el software RocPlane y Slide en modo de sismicidad y saturación donde los taludes en el macizo rocoso son estables, todos los taludes en el macizo rocoso-suelo son inestables, solo el muro de gaviones es inestable a lo largo de los muros; en su estado natural, las zonas de estabilidad presentan taludes relativamente estables y estables a largo plazo, mientras que en estado de saturación y sísmico, existen cuatro niveles: inestable, relativamente estable, estable a corto plazo y estable a largo plazo; para lo cual se propone estabilizar los taludes mediante la aplicación de canales de corona, muros de gaviones y optimización de la geometría de taludes.

Mendoza, (2016) "Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay" (Tesis Título, Universidad Católica del Perú); El proyecto de fin de carrera se desarrolla bajo la asesoría del Profesor Ingeniero de la PUCP, Jorge Zegarra Pelane. Los taludes estudiados provienen de la mina Antapaccay, ubicada a más de 4,100 metros sobre el nivel del mar en la región Cusco de la provincia de Espinar. Este proyecto es una unidad de producción de concentrado de cobre. La mina Antapaccay opera a cielo abierto, por lo que se requieren análisis de estabilidad de taludes en todas las fases de la explotación. Esta tesis se limitó al análisis de taludes de suelo en la superficie del pozo y a una profundidad mayor a 100 metros. El objetivo es determinar los parámetros de diseño de taludes a construir en suelo. Estos taludes se consideran altos porque la profundidad real de la excavación o desnivel supera los 100 metros. Para ello, se realizaron análisis de estabilidad en condiciones estáticas y pseudoestáticas, teniendo en cuenta los valores de poro presión (R_u) del suelo, ya que se desconoce la ubicación exacta de la línea piezométrica. Los análisis se realizaron para la tercera fase del plan minero. Esto se hizo adquiriendo secciones usando el software Minesight, exportándolas a AutoCAD y luego importándolas al software Slide v6.0. En este último, todos los análisis de estabilidad se realizaron utilizando el método de equilibrio límite. Los parámetros geotécnicos de las capas de suelo presentes en las secciones se obtuvieron a partir de los resultados de los ensayos de densidad

y corte directo. Con base en los resultados del análisis, se determinaron los parámetros óptimos de diseño de los taludes para reducir el riesgo de deslizamientos.

De la misma manera, Carrión (2019) “Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha - Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017” (Tesis Título, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo); Este estudio investiga el análisis y diseño de estabilidad de taludes de Sausacocha - Pallar Km. 8000-9000 en la provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad debido a la erosión, movimientos sísmicos y deslizamientos en curso provocados por las fuertes lluvias que aparecen en la zona. Se analizan diferentes factores que afectan la estabilidad de taludes, apoyados en teorías de mecánica de suelos que utilizan métodos imprecisos para estudiar el talud. Con este fin, se buscan alternativas de solución para mitigar un posible derrumbe en el futuro. Tiene por objeto dotar de una infraestructura segura, adecuada y eficiente para mantener la estabilidad del talud, generando un tránsito fluido y evitando pérdidas materiales y humanas a los habitantes de Sausacocha y Pallar, en la provincia de Sánchez Carrión, en la zona de La Libertad.

Espinoza, (2018) “Sistemas de estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo Huancavelica, 2018” (Tesis Título, Universidad Cesar Vallejo); El desarrollo del proyecto de investigación tiene como finalidad realizar un estudio de estabilidad de taludes y proponer un sistema ideal de estabilización en la carretera Huancayo, Huancavelica entre los kilómetros 90,000 y 100,000. Con el fin de obtener una evaluación adecuada de la problemática del área de estudio, se elaboran datos de suelos que permitan diseñar un sistema de estabilización adecuado. Se utilizaron hojas de cálculo para lograr el objetivo. Una vez finalizado el análisis de la problemática de la zona, se procede al análisis de una posible alternativa de solución, en este caso a través de un muro de gaviones y muro ciclópeo de hormigón, debido a que el río se encuentra próximo a la zona del Río Palca, que nos ofrece el suministro de piedras de canto, haciendo esta solución la más viable.

Novoa, (2018) “Construcción de Muro Gaviones, para la protección y estabilización de Talud en la IE. Virgen de Guadalupe Lucma- Ancash - Perú, en el año 2016”

(Tesis Titulo, Universidad Telesup); Teniendo en cuenta los diversos eventos que pueden causar deslizamientos de tierra, los muros de contención se utilizan con la ayuda de gaviones. El propósito del proyecto es conocer la construcción de un muro en la región de Áncash en Perú. Dando instrucciones para el buen uso del recurso y así brindar a los vecinos opciones útiles para la estabilización de suelos de manera muy sencilla y mencionando los diversos momentos y puntos que se deben tener en cuenta en la construcción de muros con gaviones. Porque son baratos y muy útiles para la gente de la zona y el gobierno o alcaldes. La estrategia general es utilizar la colocación correcta de muros con los métodos descritos en el desarrollo del tema, en los últimos años ha habido un fuerte desarrollo técnico en cuanto a la actualización de muros, principalmente por la aparición de nuevos variantes de solución para complementar el uso más tradicional. Se ha avanzado en el desarrollo de estas estructuras mediante la incorporación de nuevos materiales en su diseño, la definición de nuevos métodos de construcción y la creación de nuevas partes estructurales a partir de materiales utilizados tradicionalmente.

Zúñiga, (2018) “Análisis de estabilidad del talud Carretera Central Km 117 + 800 - 118 + 000 y propuesta de solución con el uso de gaviones – 2018” (Tesis Titulo, Universidad Cesar Vallejo); la investigación tuvo como objetivo conocer el efecto del uso de gaviones en el análisis de estabilidad de 117.900 kilómetros de la Carretera Central. Con base en este análisis, se planea modelar en la diapositiva. El programa Slide V05 determina su estabilidad o inestabilidad y por tanto predimensiona el muro de gaviones y propone su alternativa de solución. Con el fin de realizar un análisis suficiente, se evaluó la problemática del área de estudio, así como un análisis granulométrico, una prueba de corte y finalmente un mapeo topográfico del talud estudiado, el cual tiene como objetivo posibilitar la modelación en el programa Slide V05.

Chilón, (2015) “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular en el caserío Chuquilín distrito de los baños del inca Cajamarca – Cajamarca” (Tesis Titulo, Universidad Nacional de Cajamarca); Este proyecto se desarrolla en la Finca Chuquilín, Distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca y tiene una longitud de 4+420 km. El proyecto Profesional nació de la

necesidad de mejorar las vías para promover el desarrollo de nuestra región. Este proyecto profesional comienza con la recopilación de la información existente e identificación del área, para luego realizar el mapeo topográfico y la investigación geológica y geotécnica. En la investigación geológica, se analizaron tipos de formaciones, litología, estratigrafía, geomorfología, también se realizaron 9 calicatas para realizar su investigación y tomar en cuenta el tipo de suelo por donde pasa la vía. El estudio de tráfico realizó una evaluación integral de las rutas estudiadas, en la que se identificaron las fallas más importantes con el mismo estado de protección, se determinó el índice medio diario (IMD), que generalmente se determina por cálculo de vehículos que cruzan la vía. Esto nos permitió diseñar el carro Trocha y definir su geometría. Considerando el buen drenaje en la durabilidad de la carretera, se continuó con el estudio hidrológico en el diseño hidráulico de canales, acequias y drenes. El proyecto incluye la señalización vial adecuada, análisis de costo y presupuesto, programación de obra, datos técnicos, planos y fotografías.

García, (2017) “La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la Sierra, Provincia de Chota – Cajamarca 2017” (Tesis Título, Universidad Cesar Vallejo); indico como objetivo: La Carretera Longitudinal de la Sierra, Tramo II, conecta las provincias de Cochabamba y Cutervo, una carretera de dos carriles que permite la libre circulación de vehículos en ambos sentidos de sur a norte, con la construcción de aceras en los últimos años con una capa de asfalto que dejaba el tramo con tramos de taludes inestables que día tras día sus deslizamientos o derrumbes impedían el tránsito de los usuarios por dicha vía.

En este proyecto de investigación estudiaré la topografía vial y los diferentes tipos de taludes que se encuentran a lo largo de la Carretera Longitudinal De La Sierra - Provincia de Chota - para estudiar la zona para resolver los taludes más críticos y analizar. el costo de cada solución, dar la propuesta más efectiva para cada caso y así asegurar una buena calidad para el tránsito.

Talud, también denominado como ladera, es la superficie con pendiente pronunciada con respecto a la horizontal que adoptan las masas del terreno como suelo o roca.

El término "ladera" también se utiliza técnicamente cuando su formación actual resulta de un proceso natural, y la definición de "talud" cuando es artificial, resultado de la intervención humana, como un movimiento de tierras para un proyecto.

Tabla 1. Tipos de taludes

TIPOS DE TALUDES	
Naturales	Por desgaste Por acumulación o depósito
Artificiales	Por terraplenado Por excavación

Fuente: Elaboración propia

Para clasificar de mejor manera los taludes, tomaremos en cuenta varios factores que en conjunto definen su estabilidad. La inestabilidad del talud no se puede determinar si los factores están por separado, ya que un factor puede influir de manera favorable o desfavorable de acuerdo a la condición de algún otro factor. A continuación, se muestra una tabla con la clasificación de taludes:

Tabla 2. Clasificación de taludes

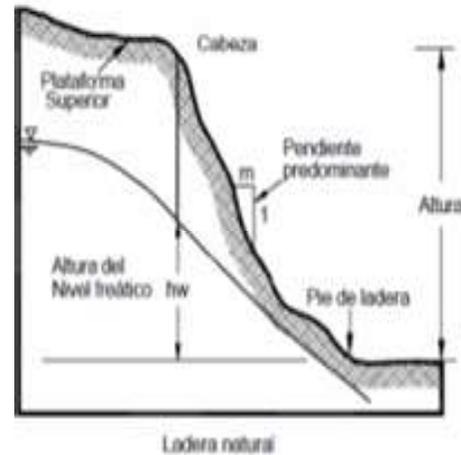
DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
Por su altura	Bajos (0-5m)
	Medianos (5-20m)
	Altos (>20m)
Por su pendiente	Suave(<5°)
	Regular (5°-20°)
Por su forma de falla	Pronunciada(>20°)
	De base o profunda
	De pie de talud En la cara del talud Rapida
Mecanismo de falla	Desprendimiento
	Volcamiento
	Influencia de infiltraciones de flujo
	Deslizamiento

Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico-Jaime Suarez (2009)

Desde la década de 1920, la resistencia sísmica de las estructuras del suelo se analiza utilizando la forma pseudo-estática, donde los efectos sísmicos se representan mediante aceleraciones horizontales y/o verticales constantes.

Tabla 3. Partes de un talud

PARTES DE UN TALUD	
Pie, pata o base	Sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior del talud.
Cabeza, cresta, cima o escarpe	Sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud.
Altura	Distancia vertical entre el pie y la cabeza del talud.
Altura de nivel freático	Distancia vertical entre el pie del talud hasta el nivel del agua.
Pendiente	Medida de la inclinación de la superficie del talud. Puede medirse en grados o en la relación H:1, donde "H" es la distancia horizontal a la cual le corresponde una distancia vertical.



Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico-Jaime Suarez (2009)

Falla de base o profunda de un talud:

Esta falla ocurre cuando la parte superior de la pendiente se desprende, cae verticalmente y las capas ejercen presión sobre la superficie cerca de la base de la pendiente, formando un levantamiento de material deslizado.

Falla al pie de talud:

Esta falla ocurre en pendientes pronunciadas y terrenos con un ángulo de fricción interna importante. La falla ocurre cuando el material se desprende de la parte superior del talud, formando un perfil escalonado en la superficie del talud y cubriendo la parte superior del talud.

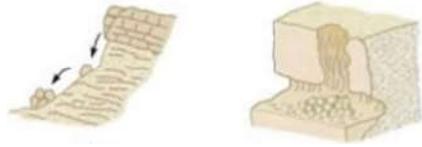
Falla en la cara del talud

Este tipo de falla es causada por una capa intermedia sólida en la masa del talud, que limita la extensión de la superficie de falla y solo una parte de la masa superior

se desliza sobre ella. Este es un caso especial de falla, donde las rigideces de las capas que lo componen son diferentes.

Este fenómeno resulta de la rotura de un talud inestable, que al romperse provoca un movimiento del suelo bajo dicho talud. Este movimiento hace que masas de tierra, roca u otro material del subsuelo se desplacen pendiente abajo.

Tabla 4 Clasificación de los Deslizamientos

TIPOS DE DESLIZAMIENTOS		
Caídos o desprendimiento	Desprendimiento y caídas de materiales de un determinado talud. Ocurre generalmente en taludes de muy altas pendientes y material rocoso.	
Volcamiento	Rotación hacia delante y hacia el exterior de una masa de suelo o roca que se presenta alrededor de un eje situado por debajo de su centro de gravedad	
Flujo	En un flujo ocurren movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños, dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y pueden ser de roca, de residuos.	
Deslizamiento rotacional	Es un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, generándose comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento.	
Deslizamiento traslacional	Es un deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie algo plana o ligeramente ondulada.	

Nota: En la tabla se puede observar los seis principales tipos de deslizamientos, esto dependerá del tipo de material que sea el talud, también de las fuerzas internas y externas presentes.

Deslizamientos Análisis Geotécnico-Jaime Suarez (2009)

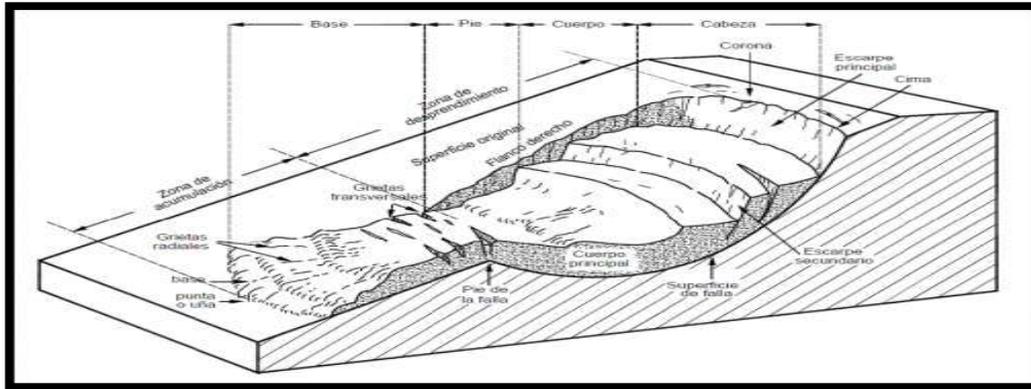


Figura 2. Partes de un deslizamiento de talud. Recuperado de Google Imágenes.

Tabla 5 Partes de un Deslizamiento

PARTES DE UN DESLIZAMIENTO	
Cabeza	Es la parte superior de la masa de material que se mueve.
Cima	Es el punto más alto de la cabeza del deslizamiento, el cual está en contacto entre el material deslizado y el eskarpe principal
Corona	Material que se encuentra en el sitio, prácticamente inalterado y adyacente a la parte más alta del eskarpe principal.
Eskarpe principal	Corresponde a aquella superficie que se encuentra muy inclinada a lo largo del perímetro superior del área en movimiento.
Eskarpe secundario	Es aquella superficie que se encuentra muy inclinada producida por desplazamientos diferenciales dentro de la masa que se mueve.
Superficie de falla	Corresponde al área debajo del movimiento que delimita el volumen de material desplazado
Pie de la superficie de falla	Es la línea de intercepción entre la parte inferior de la superficie de rotura y la superficie original del terreno
Base	Es el área cubierta por el material perturbado debajo del pie de la superficie de falla.
Punta o cuña	Es aquel punto de la base que se encuentra a mayor distancia de la cima del movimiento
Cuerpo principal del deslizamiento	Es aquel material desplazado que se encuentra por encima de la superficie de falla.
Superficie original del terreno	Es la superficie que existía antes de que se presentará el movimiento
Costado o flanco	Es el perfil lateral del movimiento y se diferencia de flanco derecho e izquierdo

Fuente: Deslizamientos Análisis Geotécnico-Jaime Suarez (2009)

Factores influyentes en los Deslizamientos

Para la estabilidad de taludes se tiene que tener diversos factores los cuales son. La geometría del talud, el tipo de suelo que conforma el talud, el nivel de agua que puede estar en un suelo y también los estudios geotécnicos que se encargan de las propiedades mecánicas del suelo.

La mezcla de los componentes dichos en el párrafo anterior, va a establecer la situación de rotura en la extensión de una o varias áreas, el cual va a generar el desprendimiento de una cantidad de volumen de suelo o también de rocas. Para un suceso de falla de un talud, los factores mecánicos de un talud y los tipos de inestabilidad de un talud pueden ser examinados primordialmente por los componentes geométricos y geológicos.

Para la estabilidad de un talud se pueden tomar en cuenta los siguientes componentes:

- **Geológico:** Es el espécimen de un suelo y sus componentes físicos, que en unos casos se toma en cuenta sus componentes químicos, esto sucede en el tema de algunas piedras calizas y evaporitas. La seguridad de estabilización de un talud se basa en la conexión de la compactación de los suelos blandos, cabe indicar que cuando un suelo no está bien compactado, generada la reducción de los valores en la cohesión y de la resistencia al corte. Para taludes de suelos rocosos su seguridad de estabilización depende de la conexión directa con su dureza los cuales son, resistencia a compresión simple, la cohesión que tiene el suelo, el ángulo de fricción interior, peso específico, etc. Y también en correlación opuesta al nivel de rotura que es generado por los componentes de alteración, discontinuidades, meteorización, etc.
- **Geomorfológico:** Es el tipo de perfil de los taludes principalmente por sus inclinaciones (pendientes), el cual nos dice que, a más altura y mayor inclinación, mayor riesgo habrá para la desestabilización de un talud, también pueden ser determinantes distintos factores más.
- **Hidrológicas:** Es la capacidad de agua que puede estar en un talud generadas por las avenidas de las aguas de los ríos de los lugares (fluviales), las aguas fluviales intervienen como componentes erosivos, también como lubricantes

(esto sucede principalmente en las caras de las uniones de rocas), además a mayor humedecimiento, va a incrementar más el peso de la masa, el cual generara la disminución de cohesión y el ángulo de fricción interna por tal motivo va a bajar la fuerza de resistencia al corte, por tal motivo incrementara las fuerzas de inestabilidad de los taludes.

- **Hidrogeológicos:** Se basa sobre la presencia de agua en el suelo de talud debido a la aparición de nivel freático.
- **Antrópicas:** Se determina la desestabilización del talud por medio de las acciones de trabajo que ejecuta el hombre en forma empírica (cortes de talud, deforestación, riego de superficies de cultivo).

Las características hidrológicas, geotécnicas, geológicas son características pasivas y las cuales son propias de los materiales naturales. Junto a las características pasivos, también hay las características llamados activos, los cuales provocan el desprendimiento de una parte del talud generado por una serie de condiciones. Estos dos son características externas que se ejecutan en los suelos o macizos rocosos, transformando sus componentes y propiedades, las cuales son las características de equilibrio.

Definición de tramo crítico en una carretera

Se puntualiza como tramo critico de una carretera a una zona de la carretera el cual se encuentra en complicaciones de falla de inestabilidad del suelo de la carretera o desprendimiento de taludes ya sea por desastres naturales o la mala ejecución de las obras viales, etc. Por tal motivo, de la falla de inestabilidad la zona en la que ocurre el problema no contara con una adecuada transitabilidad.

PRINCIPIO DE MUROS DE GAVIONES.

Muros de Contención.

Es una estructura que asegura la estabilidad de un suelo y que va a tener una altura diferente a la superficie de apoyo del mismo. Los muros de contención son estructuras construidas verticalmente y diseñadas principalmente para la seguridad en lo que es resistencia, durabilidad y estabilidad; teniendo en cuenta los factores económicos y estéticos.

Se puede decir que, un muro de contención se diferencia por medio del material con que se construye, los cuales son; mampostería, concreto, metal o gaviones. También se clasifica mediante su función estructural, estos son; muros voladizos, anclados, con contrafuerte o de gravedad.

Para que un muro de gravedad tenga estabilidad va a depender primordialmente de su propio peso. Estos muros están constituidos por grandes masas de piedras y que, por su peso y la resistencia al vuelco, contrarrestan el empuje producido por el terreno. Los muros de gravedad tienen más volumen en relación con su altura. Un modelo igual a los muros de gravedad son los muros de gaviones.

Muros de Gaviones.

Estos muros poseen sistemas dúctiles, construidos en forma de cajón elaborado de malla de elevada resistencia, con separaciones que vienen dividido cada 0.50 m en los que se rellena a base de bloques de piedra (canto rodado). Mediante esta agrupación ayuda a la realización de un método modular, esto también favorece a la estructura que forma una geometría estable.

En el mismo lugar de la elaboración de los muros de gaviones estos se juntan a través de un cosido manualmente con el mismo alambre de la malla. Las piedras que serán utilizados para el llenado de gaviones no tienen que ser afectados por meteorización o disgregación, y tiene que poseer una medida de uno a dos veces la menor distancia de la malla, esto es debido para que no genere disminución de los materiales en los gaviones y obtener una alta consistencia posible.



Figura 3. Muro de Gaviones, Recuperado de Bianchini Ingeniero.

GAVIONES TIPO CAJA Y TIPO COCHON.

Las construcciones de gaviones tipo caja y tipo colchón brindan una ayuda técnica y económica eficaz, del mismo modo da una ayuda técnica y estética para el empleo en proyectos de Ingeniería Civil. Teniendo en cuenta que esta estructura se puede construir en diferentes climas, ambiente y su construcción se puede hacer en lugares de difícil acceso. Los gaviones son cajas de forma rectangular de varias medidas, compuesta por una red el cual es de metal, enlazados a doble torsión el cual forma la base, costados verticales y tapa, el cual provisionalmente puede ser construido por separado. Luego las cajas de mallas son llenadas in situ en la obra con piezas de piedra canto rodado con un tamaño apropiado, para lograr este objetivo, las masas de las piezas tienen que ser de un peso mayor o igual a 2 ton/m³. Para la unión de la malla hay dos tipos de tejidos.

Agujero hexagonal. (Tejidos)

Agujero soldado ortogonal. (Electro soldados)

Se les llama muros de gaviones de tipo cajón cuando su altura es de 0.50 m – 1 m, y se les llama muros de gaviones de tipo colchón cuando su altura es de 0.17 m – 0.30 m. En la parte interior de un muro de gaviones está dividido mediante diafragmas el cual forma celdas y su distancia no puede ser más de una vez y media del ancho de la malla. Regularmente la distancia es de 1 m, el borde de las secciones de las mallas se refuerza con cable de mayor grosor.

Tabla 6. Medidas del Gavión – Tipo Cajón.

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	N° Diafragmas	Volumen (m ³)
4	2	0.17	3	1.36
4	2	0.23	3	1.84
4	2	0.3	3	2.4
5	2	0.17	4	1.7
5	2	0.23	4	2.3
5	2	0.3	4	3
6	2	0.17	5	2.04
6	2	0.23	5	2.76
6	2	0.3	5	3.6

Nota: En el siguiente cuadro podemos ver las dimensiones de los gaviones tipo cajón, en los cuales nos estamos basando.

Tabla 7. Medidas del Gavión-Tipo Colchón.

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	N° Diafragmas	Volumen (m3)
1.5	1	1		1.5
2	1	0.5	1	1
2	1	1		2
2	1	1	1	2
3	1	0.5	2	1.5
3	1	1	2	3
4	1	0.5	3	2
4	1	1	3	4
4	1.5	1	3	6
5	1	0.5	4	2.5
5	1	1	4	5
5	1.5	1	4	7.5
6	2	0.5	5	6

Nota: En el siguiente cuadro se muestran las dimensiones que se deben considerar para la utilización de los gaviones tipo colchón.

Aplicaciones

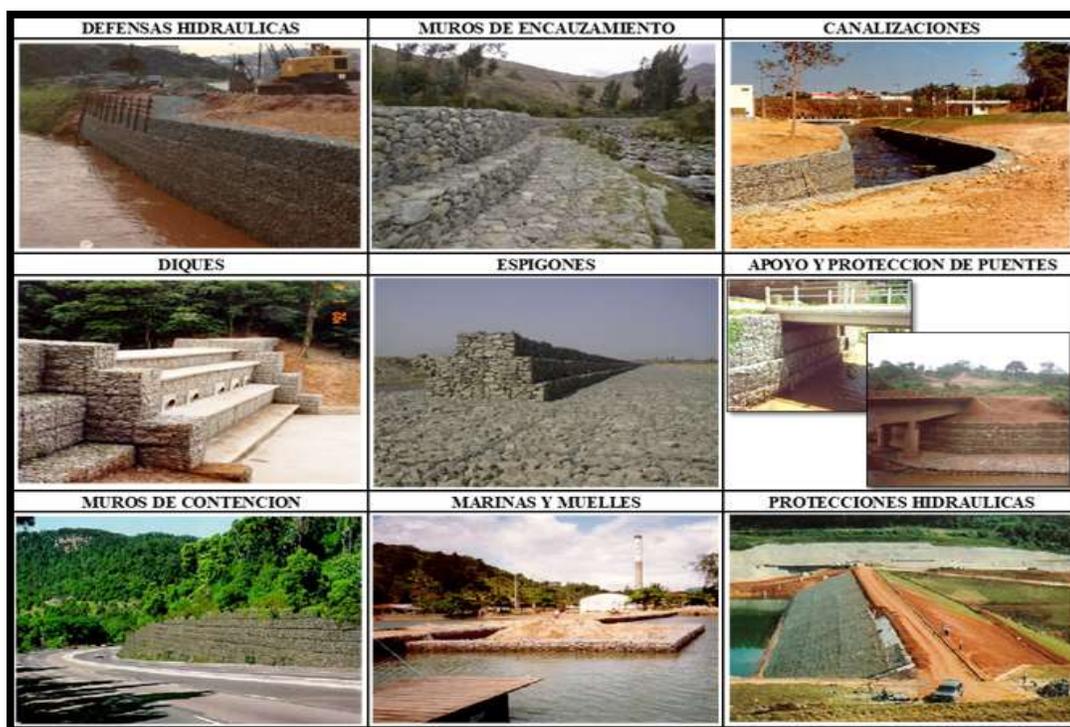


Figura 4. Principales aplicaciones que tiene el uso de gaviones. Fuente Maccaferri (2005)

Características de los Alambres.

Los alambres usados para la construcción de los gaviones serán de acero dulce recosidos, estas especificaciones son por las normas (ABNT) 8964, que es la norma de la Associação Brasileira de Normas Técnicas y la (ASTM) 641, que es la American Society for Testing Materials. El cual nos indica que el alambre tendrá que resistir una fuerza de rotura de 38 a 48 kg/mm², teniendo el siguiente porcentaje.

0.60 a 0.10 % de carbono.

0.04 % de fósforo.

0.05 % de azufre.

También los alambres tendrán un recubrimiento con una mezcla de zinc con un 5% de aluminio, teniendo en cuenta las especificaciones de la ASTM 856, el cual es.

Tabla 8 Cuadro de recubrimiento de Alambre

DIAMETRO NOMINAL DE ALAMBRE (MM)	PESO MINIMO DE REVESTIMIENTO (G/M²)
2.20	240.0
2.4; 2.7	260.0
3.00	275.0

Nota: Las pruebas de estiramiento del alambre deberán ser antes de la fabricación de la malla, para un alambre de 30 cm de distancia, su fuerza de estiramiento o puede sobrepasar un 12%, según Maccaferri (2005).

Malla.

Las mallas deberán ser fabricadas siguiendo las normas NBR 10514 y ASTM 975, el cual menciona que debe ser producida mediante un sistema de red, tejidos de manera hexagonal haciendo entrelazar dos tiras de alambre por tres medios giros de doble torsión.

De acuerdo a que las armaduras están siempre sometidas a fuerzas de tensión provocadas por las variaciones de hundimiento del terreno, fuerzas laterales, etc.

No es recomendable usar muros de gaviones con agujeros mayores de 8 x 10 cm (a x b), ya que un agujero en la malla de mayor medida disminuiría el área de los gaviones y causaría, por consiguiente, una falla en la estructura.

Prácticas en campo demuestran la importancia de agujeros de las mallas, que para un gavión tipo cajón deberá tener una mediada de 8 x 10 cm para que tenga un trabajo eficiente, y para muro de gavión tipo colchón los agujeros deberán ser de medidas de 6x8 cm, esta medida menor del tipo colchón es debido a que están mayormente en contacto con el agua y materiales que están en los ríos, estos tienen que soportar las fuerzas mecánicas y a la vez fuerzas físicas, tales como, la abrasión, el golpe y el estiramiento.

Alambres de bordes.

Todos los alambres de los ángulos del muro de gavión, tienen que ser de un grosor mucho mayor que el de las mallas, debido a que tienen que proporcionar una resistencia mucho mayor y solidez a toda la estructura. El conjunto de la malla de gavión y el cosido del alambre de todas las aristas deben de resistir 11.7 kg/m⁵.

Ventajas de los Muros de Gaviones.

Flexibilidad.

Debido a su flexibilidad, las estructuras de gaviones permiten hundimientos y deformaciones sin perder su eficiencia y función estructural. Esta característica es fundamental cuando la obra tiene que soportar grandes fuerzas del suelo y al mismo tiempo se asienta sobre suelos inestables o expuestos a una alta erosión. A diferencia de las estructuras rígidas, el colapso no ocurre repentinamente, lo que permite medidas de recuperación efectivas.

Una ventaja del muro de gavión con el muro de concreto armado, es que, no colapsa de manera repentina, sino que posibilita su trabajo de restauración.

Permeabilidad.

Los gaviones que consisten en mallas y bloques de piedra sólida son estructuras sumamente permeables que evitan la presión hidrostática. Del mismo modo, se

constituyen como drenes que permiten evacuar el agua filtrada y así optimizar las proporciones de dichas estructuras.

Los muros de gaviones, contruidos con malla y piedras de canto rodado, forman una estructura de alta permeabilidad, el cual evita que en el muro de gavión halla presión hidrostática. También tienen el beneficio de filtrar el fluido de percolación, garantizando así que la estructura tenga una buena funcionalidad.

Durabilidad.

Con el uso de la red de acero, la carga propia y su forma homogénea, la armadura en gaviones tendrá una resistencia óptima de los esfuerzos de arrastre (tracción), la presión originada por el mismo terreno y el peso de cargas exteriores. El revestido de los alambres de la malla de los gaviones asegura un gran tiempo de vida de los muros. El triple recubrimiento de Zinc, da una mejor protección para combatir los problemas de desgaste y también de la corrosión. El recubrimiento agregado adicionalmente para el alambre con PVC protege el cuerpo de la estructura frente a situaciones de deterioro por corrosión y temas contaminantes.

Estética e integración al ambiente.

Estas estructuras se componen de manera natural al ambiente, no generan la obstrucción de salida de agua, y son formados por componentes inertes que benefician el desarrollo de plantas cuidando el ambiente.

Economía.

En comparación con otras técnicas de construcción, los costos de los muros de gaviones son más bajos. La facilidad de montaje de los gaviones hace que no requieran mano de obra especial. Las herramientas necesarias son sencillas (alicates, cizallas, etc.) para garantizar un alto rendimiento durante la instalación. Se retiran en muchas ocasiones piezas de relleno de la zona de estudio, lo que repercute en la reducción del coste final de la obra.

Según información de la empresa Maccaferri, los costos de construir un muro de hormigón armado son 1,5-2 veces más altos que cuando se construye un muro de gaviones de la misma altura.

Cuando son comparados con otras técnicas constructivas, los muros de gaviones presentan costos más bajos. La facilidad de armado de los gaviones hace que estos no requieran mano de obra especializada. Las herramientas necesarias son simples (cizallas, alicates, etc.), logrando altos rendimientos en la instalación. Los bloques de relleno, muchas veces, son extraídos del mismo lugar donde se efectúa la instalación, influyendo a favor de la reducción del costo final de la obra.

Las piezas de piedras canto rodado para el relleno dentro de las mallas son muchas veces extraídas del mismo lugar donde se está ejecutando la construcción de gaviones, de esta manera el costo de la obra sería mucho menor. También en las construcciones de muros de gaviones no se tendría que ejecutar profundas fundaciones.

Resistencia.

Para el buen funcionamiento de las estructuras de gaviones, estas deben de cumplir los requisitos internacionales exigidos, en las normas ASTM Y NBR. Y así asegurar que los gaviones sean 100% estables. También deben tener una rigurosa examinación los alambres y los agujeros de la malla.

Versatilidad.

Las construcciones de los gaviones son muy fáciles debido a las propiedades de sus componentes y hace que su ejecución sea de forma manual o mecánica en diferentes estaciones climáticas, y no hay problema en qué condiciones sea la construcción debido a que la construcción de muros de gaviones es fácil.

Proceso Para La Construcción de un Muro de Gavión.

Etapa de llenado de los gaviones.

El muro de gavión se tiene que llenar con piedras de canto rodado con una medida mínima de 10 cm de diámetro, y en casos especiales se puede usar piedras de canto rodado de 8 cm de diámetro. Los gaviones están divididos por espacios que dan rigidez y ayuda a mantener su figura en el proceso de colocación de las piedras de canto. El muro de gavión se transforma en un sólido de gran tamaño, siendo permeable y también obteniendo flexibilidad.

Bianchini para sus manuales, aconseja usar las piedras de canto rodado más chicas en el cual se adquiere más flexibilidad. De tal manera que, se empleara mallas de agujero de menor medida.

Recomendación para la colocación de gaviones.

Para realizar la colocación de los muros de gaviones se debe seguir los siguientes pasos.

Se debe seguir el diseño e instalación de los muros de gaviones teniendo en cuenta los modelos y pautas de los fabricantes y también sus especificaciones del modo de construcción.

Cada gavión tiene que ser elaborado, de tal forma que sus lados, diafragmas y tapas sean ensamblados perfectamente en el sitio de elaboración del muro de gavión, en mallas de forma rectangular de acuerdo a las medidas e instrucciones descritas en el plano.

Los muros de gaviones deben ser tejidos formando cajas separadas.

Para longitudes de lo gaviones que sobrepasen el 1.5 número de veces, se tiene que determinar que el ancho del gavión horizontal debe separarse en espacios usando la misma característica de la malla y también usando el mismo diámetro de malla usado en el gavión, en espacios en el cual la distancia no debe superar medida del ancho horizontal del gavión.

Para armas las cajas de gaviones, en primer lugar, se tienen que unir las esquinas, amarrando adecuadamente y por último colocar los diafragmas.

Las esquinas de todos los gaviones deben de estar ensamblados por alambres, de tal manera que con el alambre sea cosido todos los bordes del gavión dando una costura sencilla y doble en el gavión.

Las mallas de gavión deben empotrarse dentro de la corriente esto es para contrarrestar el problema de socavación en la cimentación de la estructura de gavión. Es recomendable una profundidad minina de 1 m abajo del fondo de corriente.

Adecuar el fondo de cimentación del gavión hasta obtener una base compactada sólida y pareja.

Ubicar el material drenante, ya sea geo textiles o grava en la zona de la base del gavión y costados.

Para la puesta del gavión se tiene que excavar con un desnivel hacia el lado de atrás del gavión, obteniendo un ángulo en el lado interno del talud. No es recomendable colocar los muros de gaviones en forma vertical.

Antes de ejecutar el trabajo de llenado del gavión, primero se tiene que verificar y estirar de tal forma que observemos que todas las aristas estén cosidas y también las caras del gavión.

Llenar la primera capa de piedra hasta una altura de 30 cm, luego colocar los alambres que sirven como conexión internos el cual une las paredes opuestas del gavión, recomiendan usar conexiones de una mediada de 30 cm de largo. Instalar los alambres que servirán de tirantes conectando las paredes de los gaviones, y las conexiones en forma diagonal, reforzando las esquinas.

Cada 30 cm se hace el mismo procedimiento en el muro de gavión.

Se debe utilizar piedras de canto rodado que sean macizos siguiendo las normas de diseño, la medida para el recubrimiento del gavión es de un diámetro de 70 a 130 mm y para muros es de 100 a 300 mm.

Una vez llenado la caja de gavión con las piedras de canto rodado, se ejecuta el cierre de la tapa del gavión, cosiendo todos los lados comprendiendo también los lados de los diafragmas, bordando los alambres por todas las aristas obteniendo un cosido sencillo y doble.

Unir cosiendo todos los lados de los gaviones en forma vertical, ubicar las nuevas cajas vacías al costado del gavión lleno para luego coser todos los lados de las cajas de gavión.

Porosidad y Peso del Gavión.

Para poder determinar cuánto pesa un bloque de gavión, podemos usar una porosidad del 40% de piedras de canto rodado. Algunos autores en investigaciones

señalaban que para un peso de un bloque de gavión de 1.7 ton/m³ su porosidad sería de un 35%.

Podemos decir también, que hay manuales de otros países que toman la porosidad con un 30% en los cuales nos estamos guiando para esta investigación.

Tirantes y Cosidos.

La piedra de canto rodado se tiene que colocar capas a cada 30 cm, luego se colocara los tirantes de alambre horizontalmente con un espesor igual al de la malla, estos hacen que las paredes opuestas sean más sólidas, con la finalidad de contrarrestar la deformidad generada por las presiones de la piedra de canto rodado que está dentro del gavión de forma longitudinal. De la misma forma, se coloca tirantes de forma vertical, es recomendable que estos alambres sean amarrados a las mallas mediante ligaduras para colocar varios alambres.

También se utilizan algunos tirantes diagonales los cuales se ubican en las aristas de cada hilada.

Para amarrar los muros de gaviones se usan alambres de características BWG de 12 a 15. Bianchini en su manual determina que para el amarre de gavión se emplea el 5% del peso del alambre respectivamente con el peso de alambre del gavión.

Por otro lado, Bianchini también explica que la mano de obra perjudica el costo del gavión, señala que para la construcción de 13 m³ de muro de gavión se necesita 6 obreros por 8 horas de jornada laboral, teniendo en cuenta que la piedra de Canto rodado esta puesta al pie de obra. Se debe tener en cuenta la producción de la mano de obra que variara en diferentes zonas del país, esto es por los factores sociológicos, culturales, climáticos y el ambiente de trabajo.

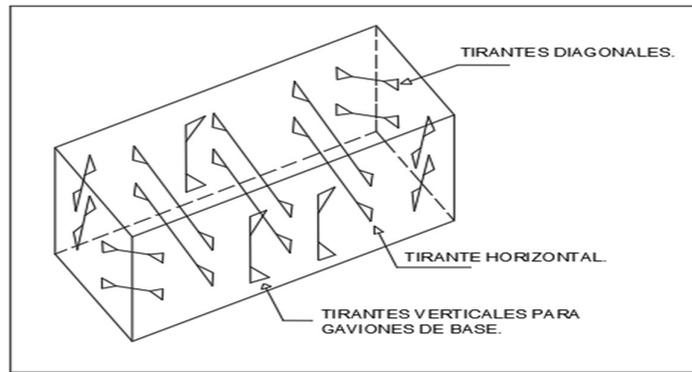


Figura 5. Sentidos de tirantes. Elaboración propia.

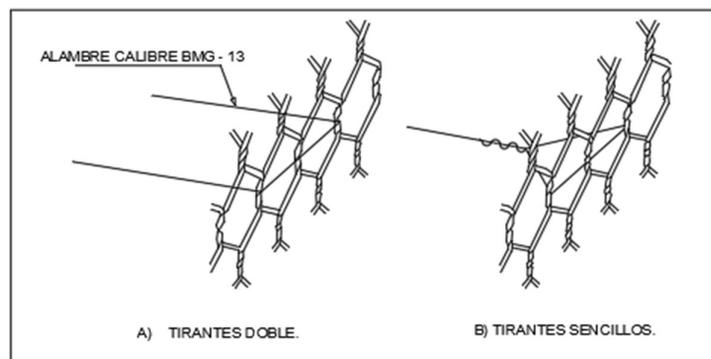


Figura 6. Tipos de tirantes. Elaboración propia.

Flexibilidad.

Los muros de gaviones son flexibles de acuerdo a.

Al modelo de malla.

Espesor y características.

Diámetro de las piedras de canto rodado.

Característica de la piedra de canto rodado.

Cantidades de tirantes y separaciones.

Dimensión del gabión (altura).

La malla eslabonada es la más flexible, la sigue la hexagonal o también llamado de torsión y por último la que tiene mayor rigidez es la electro soldada, cuando la

rigidez es mayor su diámetro del alambre aumenta, los gaviones de una altura de 10 a 50 cm, tienen mayor flexibilidad que los de 1 m.

El proyectista debe precisar detalladamente todos los elementos establecidos párrafos anteriores para obtener el elemento que se desea.

Debemos tener en cuenta que para un muro de contención de concreto armado se recomienda una rigidez alta, entretanto que hay construcciones para el control de erosión atadas a socavaciones fuertes se usa muros de gaviones los cuales son flexibles.

Unión entre las Unidades de Gavión.

Para la unión de gaviones se usa alambres de una característica BWG de 12 a 15, comúnmente la característica del alambre de unión no se especifique antes de la elaboración de los gaviones, generando la no importancia de su uso, debido a la mala información sobre la fundamental importancia del amarre de las juntas de gaviones, el cual da un comportamiento adecuado en toda la estructura del gavión.

Estos deben tener una resistencia mínima baja que las mallas de los gaviones con la finalidad de asegurar la resistencia de la estructura, de igual manera, contrarrestar la rotura de la malla, generando que la unión sea el punto más crítico. Como norma exigente los refuerzos de unión deben poseer el 75% de la malla.

Hay 2 tipos de uniones.

1.-La unión aislada independiente, se trabaja su colocación alternando.

2.-La unión tejida, amarrando todos los lados, turnando amarres sencillas y dobles.

Ensayo de Mecánica de Suelo.

Ensayo Granulométrico.

Es la separación de tamaños de medidas de cada partícula que conforman el suelo, de una determinada cantidad de material del suelo a estudiar. Para hallar el tipo de granulometría del suelo a estudiar, empleamos el uso de un diagrama de curva granulométrica el cual nos indica que, la línea horizontal (abscisas) es el ϕ de

partículas D , y la línea vertical (coordenadas) es la mayor cantidad de masa del suelo que tiene un diámetro mayor al de la línea horizontal.

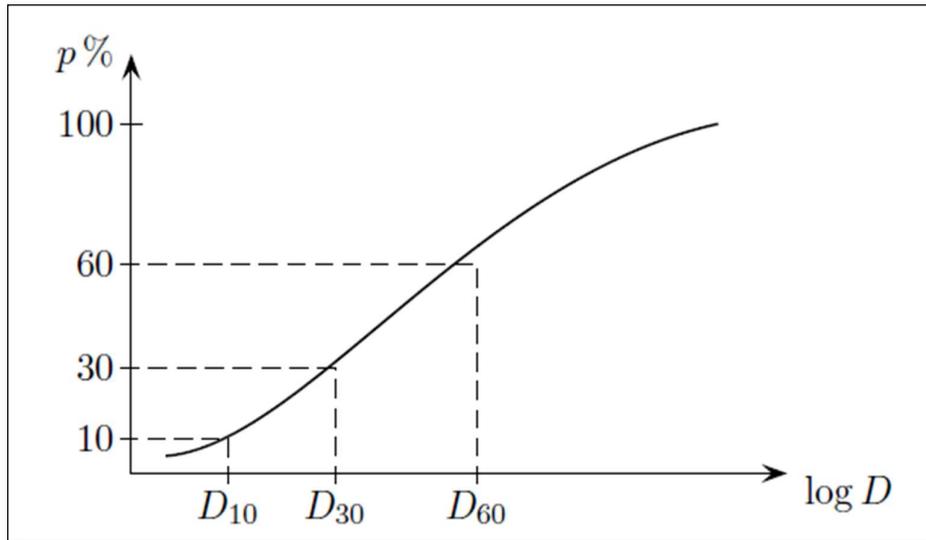


Figura 7. Diagrama de Curva Granulométrica. Elaboración propia.

En laboratorio, para hacer una prueba granulométrica de un material de suelo se emplea una serie de tamices de diferentes tamaños, su trabajo consiste en separar las partículas de los suelos en tamaños iguales.



Figura 8. Tamices. Recuperado de Google Imágenes.

A continuación, se describirá las medidas de los tamices.

Tabla 9 Numeración de tamices y espaciamentos respectivos.

Tamiz	Espacios (mm)
3"	75
1 1/2"	38.1
3/4"	19
3/8"	9.5
Nº 04	4.76
Nº 08	2.36
Nº 16	1.1
Nº 30	0.59
Nº 50	0.297
Nº 100	0.149
Nº 200	0.075

Fuente: Elaboración propia

Prueba de Corte Directo.

Es un ensayo de laboratorio, el cual determinara el nivel de resistencia de un tipo de suelo a estudiar como su ángulo de fricción y cohesión.

El equipo de que se utiliza para el ensayo de Corte Directo es la Caja de Corte o también llamado con el nombre de la Caja de Casagrande, el cual está constituido por dos tapas metálicas en forma de U, la parte inferior es fija y la parte superior es móvil el cual hace presión hacia abajo transfiriendo una fuerza de corte.

A continuación, se describe su ejecución de la Caja de Corte:

Primero se pone la masa de suelo en la caja de corte, seguido se le asigna una fuerza de presión verticalmente.

Segundo se le asigna una fuerza horizontal o también llamado esfuerzo tangencial, hasta que el material sufra una rotura o corte.

A continuación, observaremos lo descrito párrafos anteriores mediante un dibujo de las fuerzas que actúan en una caja de corte.

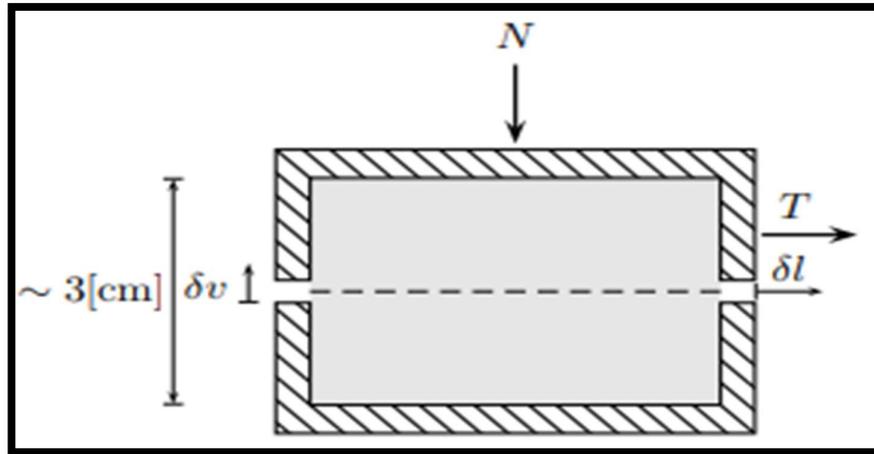


Figura 9. Caja de Corte. Elaboración propia.

Donde:

N es la fuerza normal sobre el material.

T es la fuerza tangencial.

δl es el espacio del desplazamiento horizontal del material en centímetros.

δv es el espacio de desplazamiento vertical de zona móvil de la caja de corte.

Resistencia al corte.

En el estudio de mecánica de suelo, se dice que la fuerza al corte del suelo se basa al criterio de la falla de Mohr-Coulomb, que nos dice que la fuerza en distintos planos de la falla potencial en el interior del suelo en función del esfuerzo normal efectivo el cual actúa sobre él. Y se expresa de la siguiente formula.

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

En el cual.

τ = es la resistencia cortante total al plano de falla.

C = es la cohesión global del terreno.

σ = es la fuerza normal global en el plano de falla.

ϕ = es el ángulo friccionante del suelo.

Teoría de Rankine.

Cuando estudiamos las condiciones de una tensión de una parte del suelo, sabiendo que está a una profundidad de Z al igual que un componente vertical, (figura 12) podemos hallar el esfuerzo total vertical, que se define por.

$$\sigma_v = \gamma Z$$

Si los componentes están en reposo, la fuerza horizontal actuante para él es indefinido. Sin embargo, cuando en el suelo se produce una deformación de estado activo, este esfuerzo se puede determinar por el envolvente de fuerza del material, y su fórmula esta dada por:

$$\sigma_h = Ka \gamma Z - 2c\sqrt{Ka}$$

En el cual:

$$Ka = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

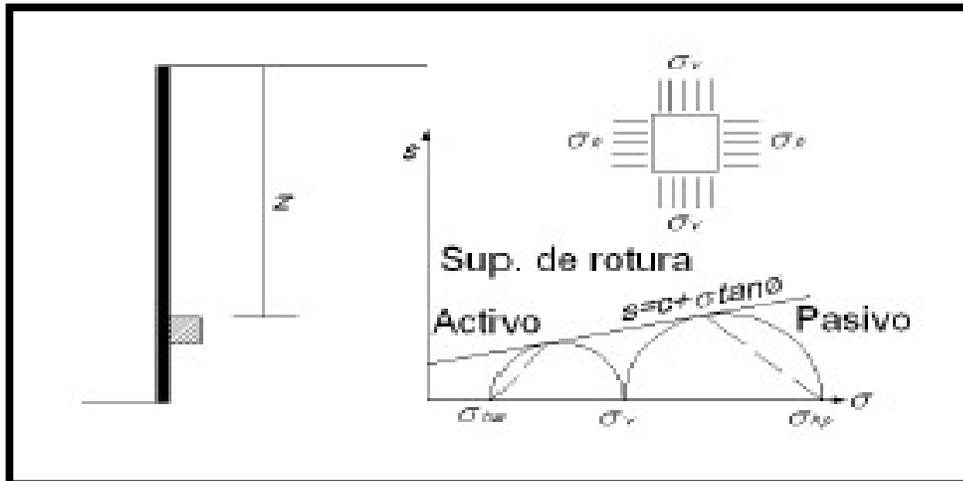


Figura 10. Determinación de la presión horizontal. Elaboración propia.

Mediante este valor, se podrá establecer la importancia del empuje activo resultante sobre el componente:

$$Pa = \frac{1}{2} Ka \gamma H^2 - 2cH\sqrt{Ka}$$

En el cual, H va a ser la altura total del desnivel del terreno, para el caso de deslizamiento contra el terreno hasta llegar a su estado pasivo, se desarrolla la formula siguiente:

$$\sigma h = Kp \gamma Z + 2c \sqrt{Kp}$$

En el cual:

$$Kp = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

Por lo tanto, la fórmula del empuje pasivo será:

$$Pp = \frac{1}{2} Kp \gamma H^2 + 2cH \sqrt{Kp}$$

Hay que tener en cuenta que las ecuaciones anteriores se pueden usar en condiciones cuando el suelo soportado sea constituido por un solo material de suelo (suelo igual). Por lo general, si el terreno se va a constituir por diferentes capas de suelo, se deberá hallar un empuje para cada capa y para hallar el empuje total que tendrá la estructura de suelo se determinará por una suma vectorial de todos los empujes.

Esta teoría de Rankine, no estudia el esfuerzo de fricción en entre las capas de la estructura de gavión y del relleno. Es por ello que, para el cálculo de las fuerzas pasivas o activas poseen una pendiente en relación a las paredes de la estructura que será igual a la pendiente del talud. Por consiguiente, si el talud es horizontal las fuerzas también serán horizontales.

Teoría de Mohr - Coulomb.

Llamado también círculo de Coulomb, que es usado para representar a la fuerza de resistencia al corte puede soportar un suelo ubicado en taludes o laderas. Mohr Coulomb mediante su teoría determina que en los suelos de los taludes se producen falla de rotura o desprendimiento por la mezcla de la fuerza de corte con la fuerza normal.

Por este motivo, Mohr Coulomb llega a sugerir el criterio de ruptura en distintas partes del material del talud, en lugares en los cuales se muestran la presión normal y la presión efectiva del suelo.

Describimos la fórmula del siguiente modo:

$$S = C' + \sigma' \tan (\varphi')$$

En el cual:

S = es la resistencia al cortante.

C' = es la intercepción de eje de resistencia (cohesión).

σ' = es la fuerza normal efectiva.

Φ = es el ángulo de fricción de la pendiente envolvente.

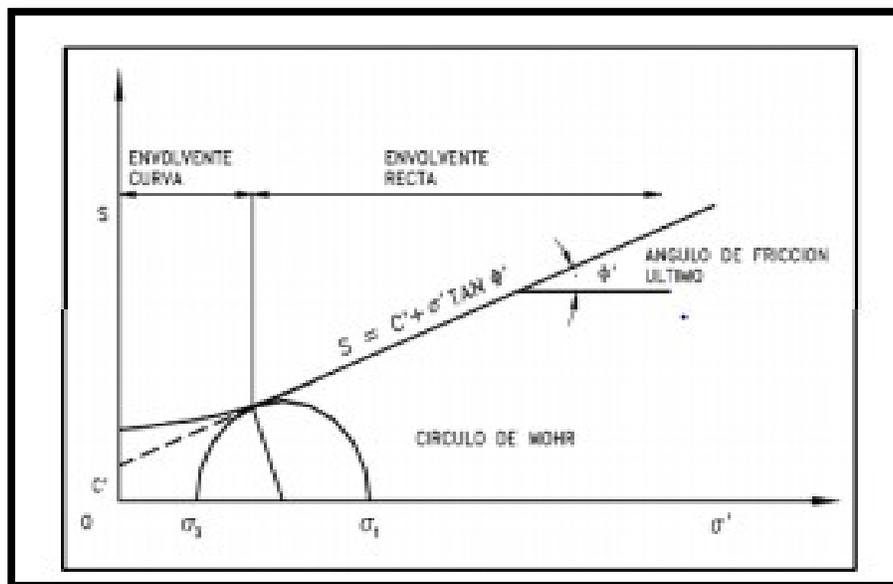


Figura 11. Diagrama de Mohr Coulomb. Elaboración propia

Consecuencia del suelo cohesivo.

Si el suelo de la estructura es cohesivo, aparece sumado un esfuerzo de resistencia C el cual aparece en la superficie de rotura. Esta resistencia se halla multiplicando la cohesión del terreno por la distancia del área de rotura.

Asimismo, en el estado activo aparecen presiones en el área superior del talud, estas presiones ocasionan el hallazgo de fisuras de tracción el cual reduce la superficie útil resistente del área de rotura, generando un aumento de empuje contra los muros de gavión.

Para hallar la distancia de profundidad de las grietas se hace el siguiente cálculo:

$$Z_0 = \frac{2c}{\gamma} \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

Es así que, el lugar más grave para aparición de grietas de tracción es en el fondo de la superficie de rotura. En la etapa de construcción la aparición de las grietas de tracción sucede por la falta del suelo que no soportan fuerzas de presión, por tal motivo se saca la cantidad del suelo afectado por las grietas de tracción. Entonces, el valor de la ecuación 11 no se tomará como la distancia de hundimiento real de la fisura de tracción, por lo contrario, como una consideración de análisis, para no tener en cuenta la fuerza de presión del terreno.

Las presiones que están sobre una porción de terreno cohesivo, conformada por la superficie de rotura y las fisuras de tracción, se visualizan en la siguiente imagen:

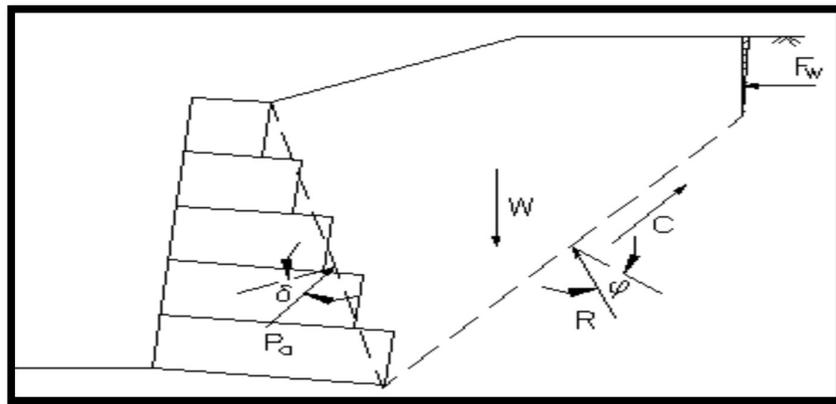


Figura 12. Fuerzas actuantes sobre la cuña de suelo cohesivo. Elaboración propia.

Consecuencias por Sismo.

Cuando ocurre un movimiento sísmico, el empuje activo padece un aumento que es ocasionado por el incremento de fuerzas verticales y horizontales del terreno. Estos aceleramientos causan la presencia de fuerzas de inercia en el sentido vertical y horizontal el cual tienen que considerarse en un equilibrio de fuerzas.

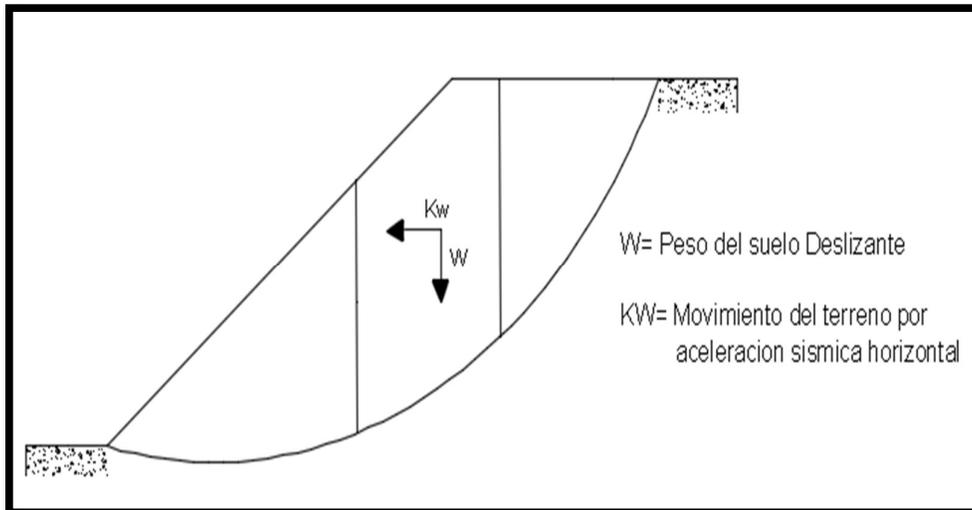


Figura 13. Fuerzas debidas al sismo. Elaboracion propia.

El análisis sísmico o Pseudo-estático es generado debido al aumento de la fuerza vertical y horizontal en la dovela causa por el sismo, las fuerzas son iguales a la carga de la dovela condicional de deslizamiento. En el cual, el K_h y K_v son la relación vertical y horizontal de la aceleración sísmica y que están sometidos a aceleración de la gravedad. Normalmente el K_v es considerado con un valor igual a 0.

Tabla 10 Coeficientes sísmicos y sus indicaciones

Coeficiente de Sismo K	Indicaciones.
0.1	$f_s > 1.0$ para sismo importante
0.15	$f_s > 1.0$ para sismo gran importancia
0.15 al 0.25	$f_s > 1.0$
0.05 al 0.15	Estado de california.
0.10 U = 6.5	(Seed 1979) con $f_s > 1.15$
0.15 U = 8.5	
1/3 al 1/2 para aceleraciones alto superficial.	(Marcuson y Franklin, 1983) $f_s > 1.0$
1/2 para aceleración alto superficial.	(Hynes, Griffin y Franklin, 1984) $FS > 1.0$ Y UN 20% de reducción de resistencia

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E 030 del diseño sismo resistente indica que Perú está dividido en 4 sectores sísmicos:

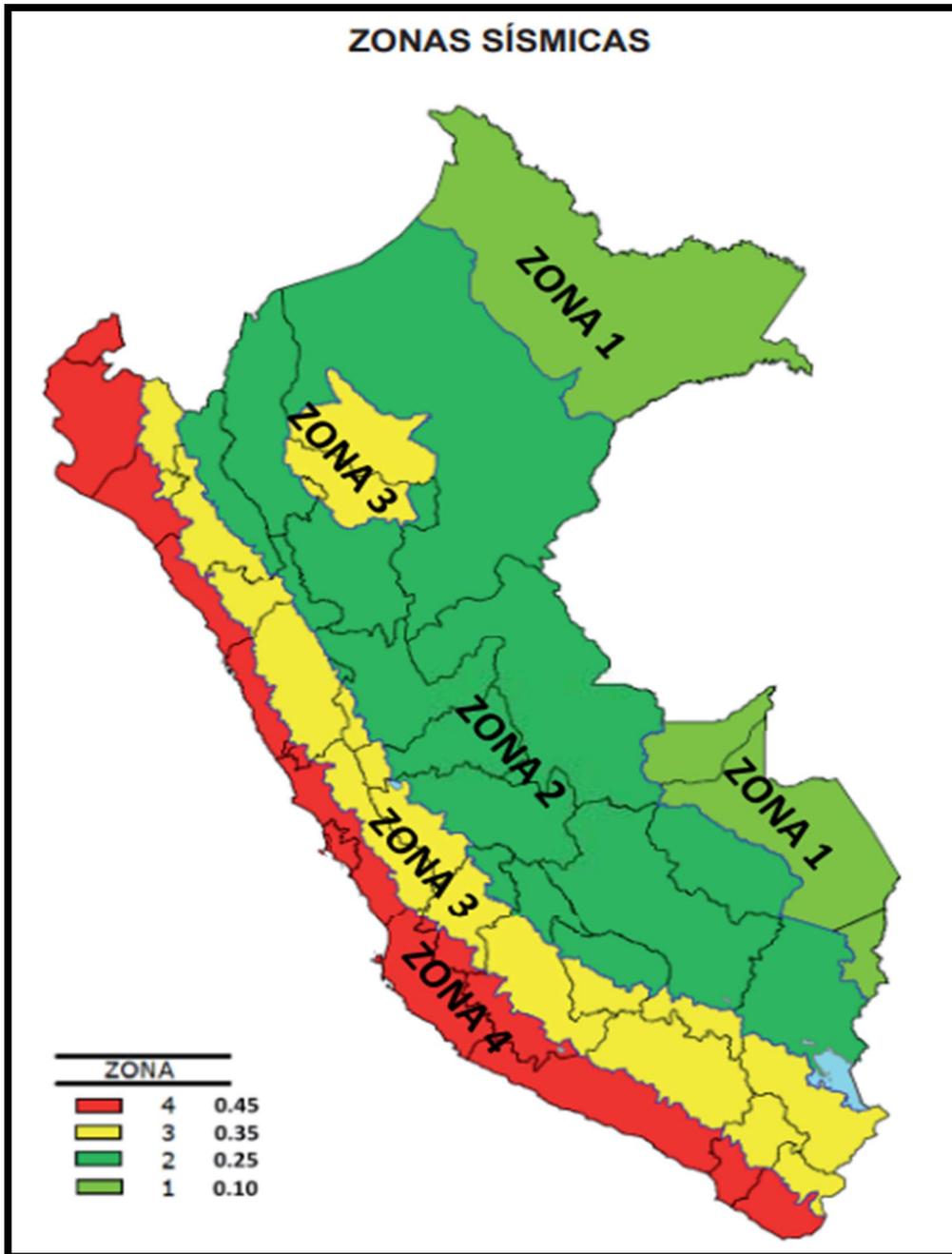


Figura 14. Mapa del Perú dividido en 4 zonas. Norma E 030. Fuente R.N.E.

Consecuencias de Superficies Freáticas.

Si se presenta localiza una superficie freática dentro de la estructura, generara un aumento en el empuje activo. Debido a la presencia de una fuerza U producida por el empuje del agua que se presenta en el área de falla.

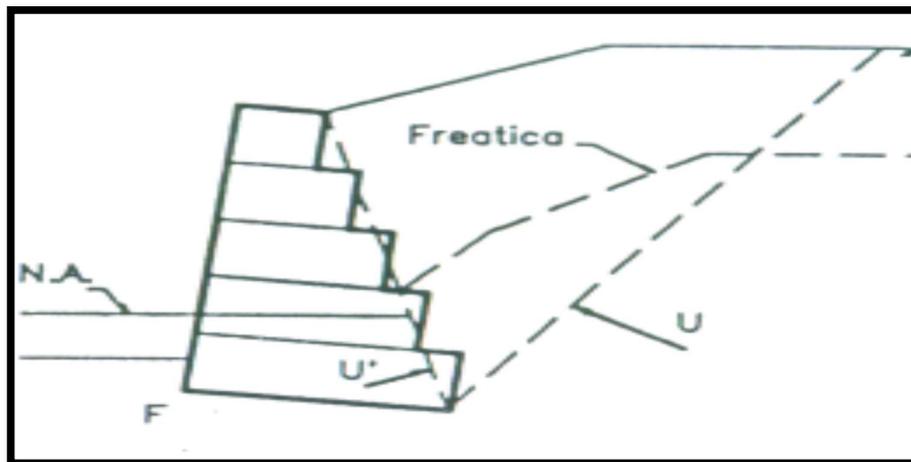


Figura 15. Presión generada por la Superficie de Falla. Elaboración propia.

Métodos de Equilibrio Límite.

Estos métodos son utilizados en la actualidad para el análisis y diseño de estabilidad de taludes porque son softwares fáciles de usar, y además los valores se asemejan al factor de seguridad real para estabilizar un talud. Por lo cual, este análisis y cálculo de los métodos de equilibrio límite se basa en calcular si el suelo logra resistir los esfuerzos a corte o por lo general los esfuerzos de corte ocasionan falla o deslizamiento.

En casi todos los MEL, el área del talud lo dividen en números finitos de cuñas (dovelas), y que las fórmulas de equilibrio de fuerza y momento es asignada a cada cuña. Mayormente se usan cuñas verticales separando el área de la falla.

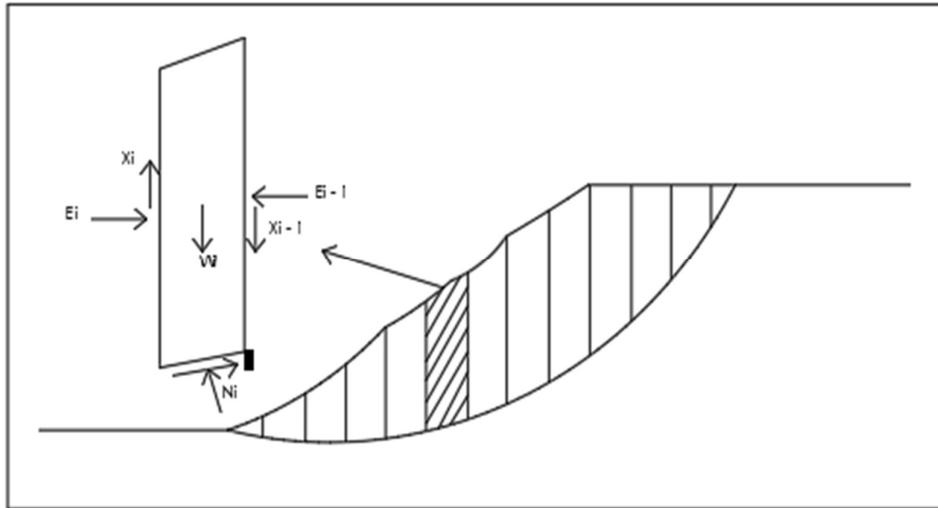


Figura 16. Área deslizante dividida en cuñas. Elaboración propia.

Método de Fellenius.

Se basa en las áreas de las fallas circulares, distribuye la superficie de falla en varias partes verticales (dovelas), alcanzando momento actuante y momentos resultantes para cada una de las partes de las cuñas, el método de Fellenius cumple el equilibrio de momento, y mediante la suma de las fuerzas obtendremos el FS. Hay 3 fuerzas que intervienen en cada una de las partes de la cuña.

Fuerza gravitacional o su peso, y se divide en esfuerzo tangencial y esfuerzo normal del área de falla.

Fuerzas de resistencia de fricción y fuerzas resistente de cohesión, las cuales trabajan tangencialmente en el área de falla.

Las presiones ejercidas en el suelo y la de corte de los paramentos entre todas las partes de la cuña. Estas no son tomadas en cuenta por Fellenius.

A continuación, nombraremos las fuerzas que aparecen en el método de Fellenius:

($E_1 - E_2$), son presiones de empujes que es ejercida en cada pared vertical de las dovelas.

($T_1 - T_2$), es la fuerza de corte.

(W), la carga de cada una de las partes de las dovelas, que separando se obtiene:

(fr), es la fuerza resistente o esfuerzo tangente, una fuerza normal a al área de falla.

(e), ángulo de la dovela, es el resultado del esfuerzo normal con la presión de la carga de la dovela (W).

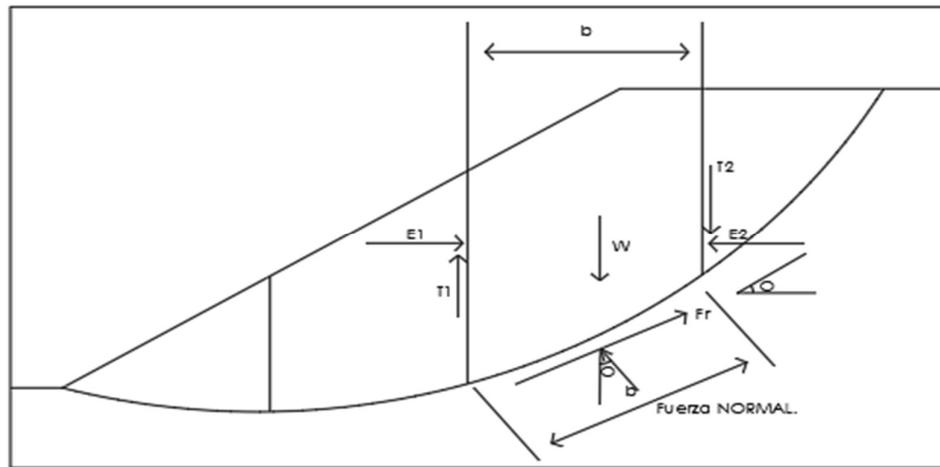


Figura 17. Método de Fellenius. Elaboración propia.

Para hallar el factor de seguridad mediante el Método de Fellenius está dado por:

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

W = es la carga de cada dovela.

u = es la presión de poros obtenido de $= \gamma \cdot \omega \cdot h \cdot \omega$

b = distancia de la tajada (ancho).

C'', ϕ = son los parámetros del suelo resistente.

Método de Bishop Simplificado.

En el año de 1995 Bishop presenta un método con la utilización de dovelas, en el cual hace aclarar que debemos tener en cuenta los efectos de las fuerzas en las dovelas. Este método de solución de Bishop era demasiado complejo, así que se tuvo que optar por una fórmula de Bishop simplificada.

El sistema de Bishop simplificado es usado solo para áreas de rotura circular, este se considera el método de fuerzas en el sentido vertical, estas no influyen en nada ya que se encuentran en equilibrio, por lo que sus fuerzas verticales en las cuñas van a ser cero. Este sistema cumple el momento de equilibrio, pero no de las fuerzas ni el factor de seguridad. El sistema de Bishop simplificado es más complejo que el sistema de Fellenius.

$$FS = \frac{\sum [c'b + (w - ub)\tan\phi'1 ma]}{\sum w \text{ sen}\alpha}$$

En el cual.

w = carga de cada cuña.

b = espacio de cada cuña.

C', ϕ = factor del suelo.

u = presiones de los poros en cada cuña.

α = ángulo y vertical de cada cuña.

$$ma = \text{Cosa} \left(1 + \frac{\text{Tana Tan}\phi}{F.S.}\right)$$

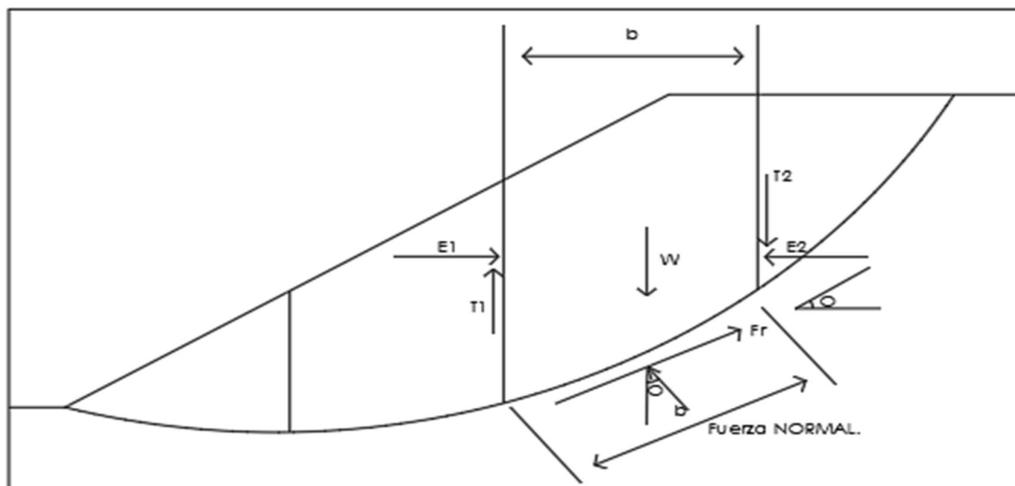


Figura 18. Sistema Bishop Simplificado. Elaboración propia.

A continuación, nombraremos las fuerzas que aparecen en el Método de Bishop Simplificado:

(E1 – E2), son presiones de empujes que es ejercida en cada pared vertical de las dovelas.

(T1 – T2), es la fuerza de corte, y que mediante el equilibrio son eliminadas al final.

(W), la carga de cada una de las partes de las dovelas, que separando se obtiene:

(fr), es la fuerza resistente o esfuerzo tangente, una fuerza normal a al área de falla.

(e), ángulo de la dovela, es el resultado del esfuerzo normal con la presión de la carga de la dovela (W).

Método de Janbu Simplificado.

Este Método estudia que las presiones que aparecen en cada dovela solo son horizontales, el cual no toma en cuenta los esfuerzos cortantes. Este método de Janbu Simplificado a diferencia de los otros métodos evalúa un área circular, esto se visualiza mediante el empleo del f_0 , el cual depende primordialmente del tipo de curva que se tiene en el área de rotura del talud.

En los años de 1973. Janbu publica un diseño de dovelas, él cual es usada para áreas de fallas curvas, pero no circulares. Y su ecuación es la siguiente.

$$FS = \frac{f_0 \Sigma \left\{ [C + (w - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha \, ma} \right\}}{\Sigma (W \tan \alpha)}$$

f_0 = va a depender del tipo de curva del área de falla.

$$ma = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{FS} \right)$$

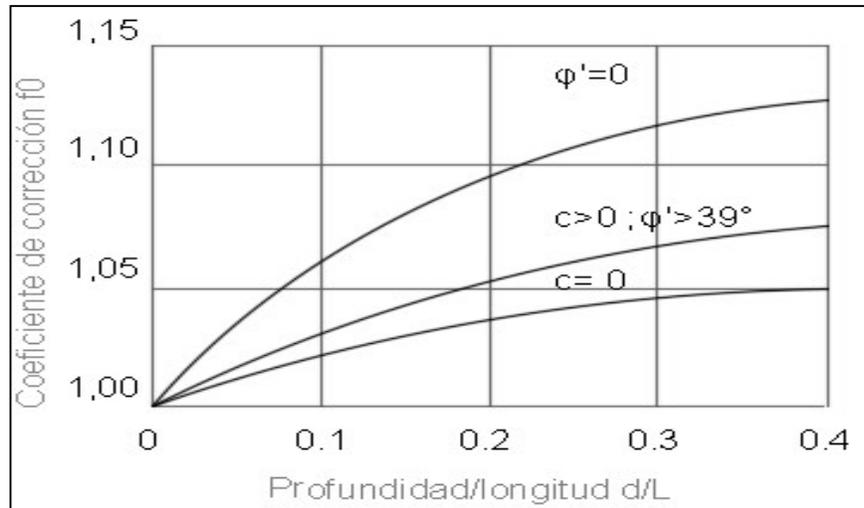


Figura 19. Diagrama para hallar el área de curva de falla. Elaboración propia.

$\phi' = 0$ son suelos cohesivos.

$C = \phi$ son suelos mixtos.

$C = 0$ son suelos granulares.

Factor de Seguridad.

Este dado por un conjunto numérico, de la resistencia al corte disponible del material compacto en la parte de la superficie de ruptura y los esfuerzos de corte que desarrollan el movimiento de la masa. Mediante el factor de seguridad obtendremos que las estructuras de retención de los suelos sean más funcionales.

El factor de seguridad está dado por:

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

FS : es el factor de seguridad con relación a la resistencia.

τ_f : es la resistencia media del suelo al corte.

τ_d : Esfuerzo cortante promedio generado en toda la superficie de falla.

En la siguiente tabla 1 se muestra los tipos de factores usados para represas de roca y tierras, y en las tablas 2 – 3 se determinan los F.S. en temas de análisis con sismo y sin sismo.

Tabla 11 Factores de seguridad mínimos

Condicion analizada	Mínimo FS requerido aguas arriba	Mínimo FS requerido aguas abajo
Al final de la construcción para presas de más de 15 m	1,30	1,30
Infiltración constante	-----	1,50
Desembalse rápido	1,50	-----
Pseudo-estático	1,00	1,00
Post-Sismo	1,10 - 1,20	1,10 – 1,20

Fuente: US Army Corps of Engineering, SLOPE STABILITY (2003)

Tabla 12 Factores mínimos en condición estática

Condición analizada	FS mínimo requerido	Talud
Final de la construcción antes de rellenar el reservorio	1,30	Aguas arriba y aguas abajo
Largo plazo	1,50	Aguas abajo
Total o parcial desembalse rápido	1,20 – 1,30	Aguas arriba

Nota. El FS es el factor de seguridad mínima para la superficie de falla determinada por los métodos de equilibrio límite. Fuente: Canadian Dam Association Dam Safety Guidelines. (2007)

Tabla 13 Factores de seguridad mínimos en situaciones Pseudo-estáticas.

FS mínimo requerido	Condición Analizada
1,00	Pseudo-estático
1,20 - 1,30	Post-sismo

Fuente: Canadian Dam Association Dam Safety Guidelines (2007)

Determinación del empuje.

Son reacciones por las fuerzas laterales producidas por el terreno a una estructura de contención o fundación. Estas fuerzas se generan por la carga propia del suelo y el sobrepeso puesto sobre el suelo.

La capacidad de fuerza de empuje a una estructura se basa primordialmente, mediante la deformación que se genera por la acción del empuje. Es así que se usa una pieza vertical móvil que aguante una variación del suelo, así será probable comprobar las presiones actuadas por el suelo.

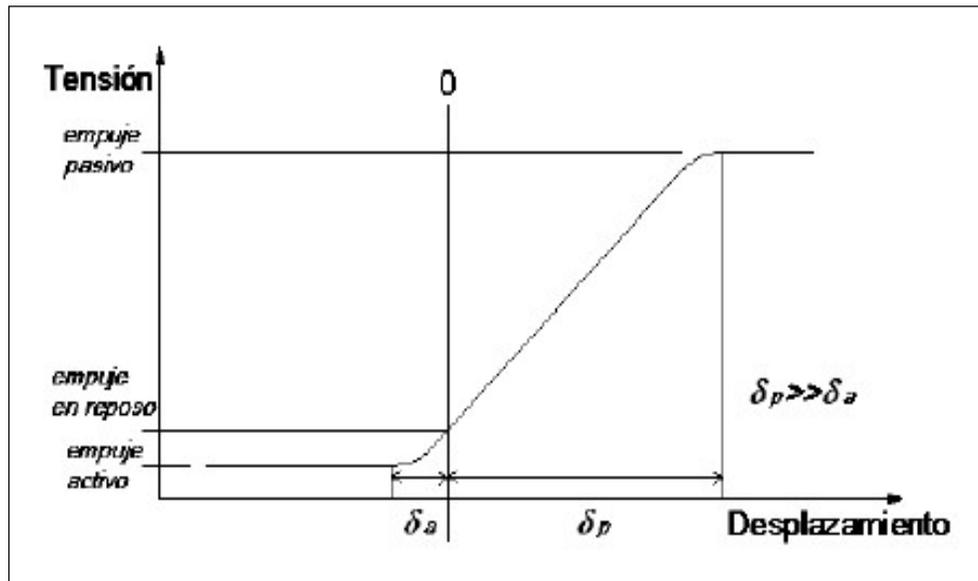


Figura 20. Empuje del suelo sobre un elemento móvil. Elaboración propia.

Análisis del Empuje Pasivo.

Al desplazarse, a causa del suelo sostenido, el muro de gavión se puede topar con fuerza del suelo que se encuentra en frente de él. En dicho lugar se forma una fuerza pasiva el cual contrarresta un posible desprendimiento del muro de gavión. Para estas fuerzas resistentes se podrá calcular con las ecuaciones descritas anteriormente.

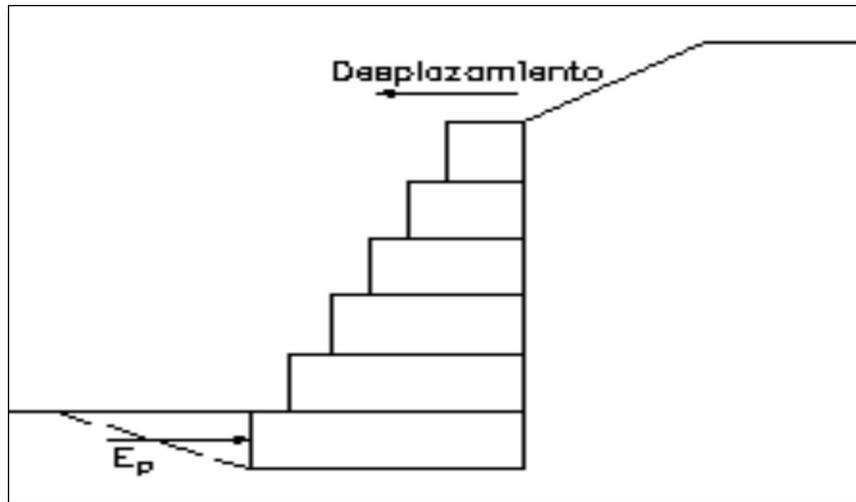


Figura 21. Análisis del Empuje Pasivo. Elaboración propia.

Pautas para la construcción de un muro de gavión.

Para la construcción de muros de gaviones se debe de seguir las siguientes condiciones de pre dimensionamiento:

La base del muro de gavión debe de ser $B \geq 0.5 H$.

El lado superior del muro de gavión tiene que tener un ancho mínimo de 1m.

Los muros de gaviones deben tener un empotrado de una medida mínima de 0.30m y también se puede hallar el resultado de empotramiento mediante $H/10$.

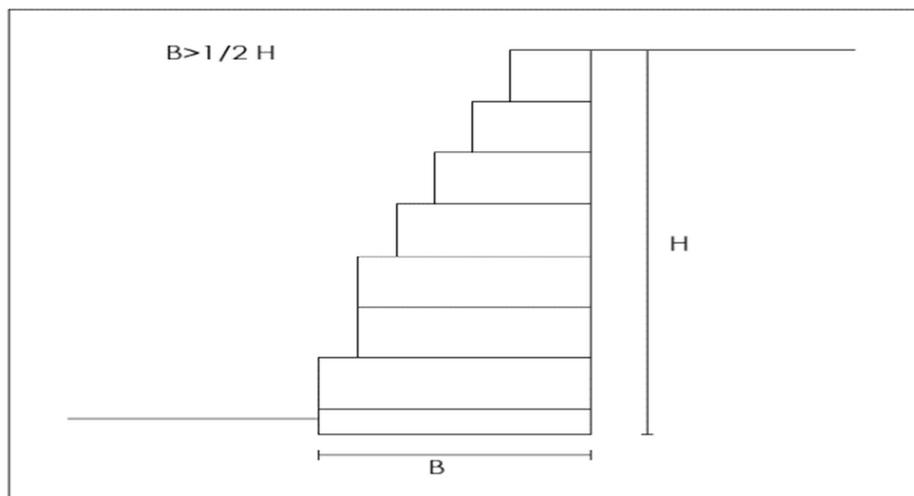


Figura 22. Medidas para base del muro de gaviones. Elaboración propia.

Así mismo, debemos tener en cuenta la profundidad de empotramiento de la estructura de muros de gavión que debe de ser de un mínimo de 0.30m y también con la formula $H/10$, esto se hace con el objetivo de dar un aumento en la resistencia contra el deslizamiento y, por consiguiente, retirar los materiales que hay en la superficie de la base, los cuales son rellenos que no son aceptables para un cimiento de suelo de fundación.

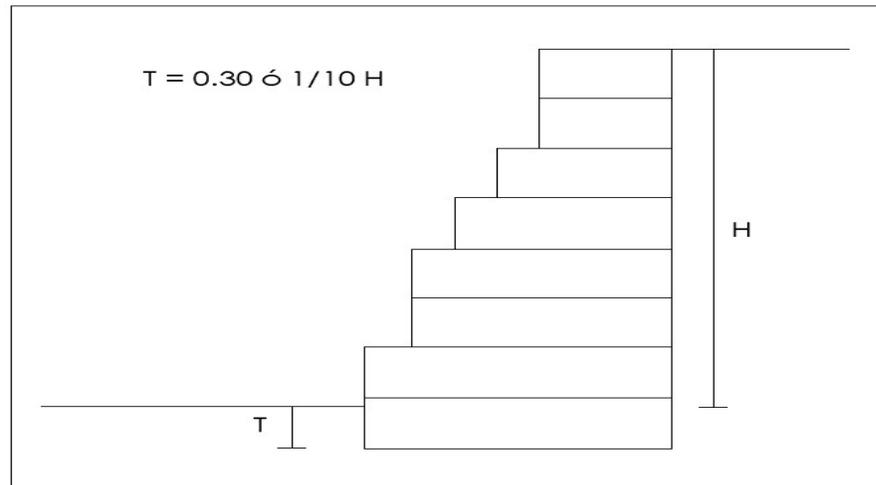


Figura 23. Medida de empotramiento del muro de gaviones. Elaboración propia.

Transitabilidad

Atarama (2015) menciona en la tesis “Evaluación de la Transitabilidad para Caminos de bajo Transito Estabilizados con Aditivos Proes” dijo: El significado de “Transitabilidad” en el Perú define la situación de “disponibilidad de uso” (MTC M. d., 2008). Establece que una carretera en particular es accesible, lo que significa que no está cerrada al tráfico público debido a "emergencias viales" que la cortarían en uno o más puntos a lo largo de la ruta debido al deterioro significativo causado por fuerzas naturales, como deslizamientos de materiales saturados de agua ("huaicos"), caída de rocas, pérdida de superficie de caminos, erosión de ríos, colapso de puentes, etc. Este tipo de problemas afectan más la vida de los residentes del país y ocurren mayormente durante la temporada de lluvias.

Seguridad.

En nuestro país no hay un análisis que nos informen individualmente el número de accidentes que ocurren en las carreteras de mayor demanda y menor demanda, es

por ello que se establece categoría de más de 10 personas fallecidas por un total de 100 millones de vehículos – kilómetros/año.

También se tiene la información internacional, el cual nos dice que la gran cantidad de accidentes es ocurrida en vías de menor demanda de tráfico, esto se debe a que el chofer tiene menor atención en cuanto a la aparición de otros automóviles.

Definición de Suelo.

En ingeniería civil, el suelo es la superficie en donde se ejecutarán obras civiles (viviendas, puentes, carreteras, etc.). Estos poseen grandes beneficios en propiedades físicas – químicos, fundamentalmente los componentes mecánicos.

Mecánica de Suelos.

Se le llama mecánica de suelo a la ejecución de las reglas de la mecánica y también de la hidráulica, para las dificultades en el tema de ingeniería que se relaciona a la sedimentación y también pueden ser por aglomeramiento por parte de la descomposición mecánica y químicas de los pétreos.

Granulometría de los Suelos.

Es la selección de las distintas medidas de las partículas del suelo, se refiere al peso en correlación a todo el peso de la muestra seca. El ensayo granulométrico sirve para la elección de los agregados pétreos para la construcción de carreteras, presas, puentes, etc.; que fundamentalmente solicitan agregados con una granulométrica especificada.

Índice de plasticidad

Es la tolerancia de deformación sin que se pueda agrietar frente a una presión mecánica, manteniendo imperfección después de haber retirado la sobrecarga. Por lo general, el material arcilloso necesita principalmente del contenido de agua, si se encuentra seca la arcilla no tendrá plasticidad por lo que se desintegrara, y si tiene una exageración de agua se desunirán las láminas.

Cohesión del Suelo.

Un suelo cohesivo es cuando las propiedades de las moléculas del suelo se conservan unidas dentro de las fuerzas internas, estos van a depender de la

cantidad de sitios de contacto que tendrán de partícula a partícula. En conclusión, un suelo es cohesivo por el aumento de las moléculas finas del terreno.

Angulo de Fricción.

El ángulo de fricción viene a ser fuerza al deslizamiento provocado por el rozamiento de las paredes de las partículas y su densidad. Los materiales gravosos son angulares.

Peso Específico del Suelo.

Es el vínculo entre el peso y el volumen del suelo, donde se halla un valor para cada uno de estos: la humedad, los agujeros de aire y de la carga de los materiales compactos. Para llegar a un buen peso específico de los materiales se tiene que hacer el ensayo de laboratorio en el cual hallaremos el peso seco del material y la humedad.

Pavimentos.

El pavimento es un sistema estructural formado por capas de material seleccionado que recibe directamente las cargas del tráfico y las distribuye a la capa inferior. La calidad de su superficie de rodadura es aceptable, una adecuada fricción superficial es suficiente, la geometría es buena en términos de seguridad y cierto aspecto estético. A nivel estructural, debe soportar los esfuerzos que ejerce todo el paquete estructural (base, sub-base y sub-rasante), teniendo en cuenta las cargas debidas al tránsito ya las condiciones ambientales.

Componentes Estructurales del pavimento

Los pavimentos son estructuras que están conformados por diferentes capas los cuales resisten la decreciente con la profundidad, y estos se componen de la siguiente forma: carpeta de rodadura, siguiendo la base y la subbase que son puestos sobre la subrasante. Su ocupación de cada capa es doble.

- Repartir las presiones originados del lado superior disminuyendo las fuerzas tolerables para las demás capas de abajo.
- Tienen que ser ampliamente fuertes cada una para soportar, sin tener ninguna imperfección continua de las fuerzas que están actuando sobre el pavimento.

En las carreteras tradicionales, la calzada consta de tres partes denominadas base, sub-base y sub-rasante; pero en vías con poco tráfico, donde la construcción de pavimento convencional no es económicamente factible, el pavimento consta de una o más capas, denominada capa granular.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Método

Según (Narváez, 2009, p. 33) El método científico consiste en la investigación basada en ciertas reglas que permiten continuar el proceso de conocer y están guiadas por ciertos períodos de tiempo, de lo conocido a lo desconocido. La investigación del objeto de investigación científica se lleva a cabo de acuerdo con el procedimiento y las reglas prescritos.

El proyecto se plantea como una investigación tipo descriptivo aplicativo, ya que comprende una parte de investigación y recolección de información y otra parte experimental en la que por medio del software Geostudio 05 se podrá modelar el Talud con el sistema de muro de gaviones donde se pueden obtener los resultados para su construcción.

3.1.2 Tipo

Para Ibáñez (2017) “La investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos y no pretende desarrollar teorías o principios” (p. 42).

Por lo anteriormente investigado este trabajo es una investigación aplicada, ya que para determinar la estabilidad en el talud donde aplicaremos distintos estudios y ensayos en laboratorio.

3.1.3 Nivel: Descriptiva – Correlacional

Según (Hernández, 2014, pp. 92-95) Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información independiente o colectiva sobre los conceptos o fenómenos a los que se refieren. Un estudio correlacional brinda la oportunidad de saber cuánto puede haber una relación o asociación entre dos o más términos en un contexto o muestra, y también se podría decir que el propósito de un estudio correlacional es dar respuestas a las preguntas de investigación.

3.1.4 Diseño: Experimental

Para Hernández (2014) “En cuanto al diseño experimental, la manipulación intencional de la actividad es necesaria para analizar los posibles resultados, por lo que uno de los principales requisitos del diseño experimental se refiere a la manipulación intencional de la variable independiente.” (p. 129).

3.2 Variables y Operacionalización.

Variable independiente: Estabilidad de Taludes – Gavión.

Variable dependiente: Transitabilidad en la Carretera Chimbote-Pallasca

3.3 Población, Muestra, Muestreo, Unidad de análisis.

3.3.1 Población

Para Valderrama (2013) "Es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen características comunes, susceptibles de ser observados."(p. 182).

Según lo investigado en esta investigación, la población será el tramo de la Carretera a Pallasca km 31+0.00 al km 32+0.00.

3.3.2 Muestra

Para Balestrini (2006) "Una muestra es esencialmente un subconjunto de la población. Supongamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a un conjunto definido por sus características, al que llamamos población."(p. 141).

En este trabajo la muestra será el tramo representativo que será la progresiva, km 31+300 al km 31+550, donde analizaremos y utilizaremos el sistema de muro de gaviones con el fin de solucionar mi problemática.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnicas.

Arias (2012) "Una técnica de investigación se refiere a un método o forma especial de obtener información." (p. 67).

Para el desarrollo de la presente investigación, tomaremos como técnica de recolección de datos la observación, ya que para la información y datos que se generaran será mediante los ensayos elaborados en laboratorio los cuales serán analizados según nuestra matriz.

3.4.2 Instrumentos.

Palella y Martins (2012) "Un instrumento de recopilación de datos es básicamente cualquier medio que un investigador puede utilizar para abordar fenómenos y extraer información de ellos." (p.125).

Para el logro de cada uno de los objetivos específicos se considerarán los siguientes instrumentos:

Mediante la recopilación de información de las normas; ASTM D422 (granulometría por tamizado), ASTM D-4318 (límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad), ASTM D-3080 (ensayo de corte), ASTM D- 1556 (Densidad de campo natural).

Tabla 14 Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Estabilidad de taludes (Gavión)	La estabilidad de un talud depende del factor de seguridad contra el deslizamiento, estos problemas de falla de un talud se analizan mediante un estudio de estabilidad. La inestabilidad de un talud se origina por agentes naturales o provocados por el hombre	Se determina a través de un coeficiente de seguridad FS>1 (Sáez 2010)	-Características del Suelo	-Clasificación del suelo -Peso Especifico -Cohesión -Ángulo de Fricción .Factor de Volcamiento
			.Muro de Gaviones	.Factor de Deslizamiento .Análisis Pseudoestático (sismo)
			-Método de Equilibrio Límite	-Método de Fellenius -Método de Bishop -Método de Morgenstern-Price

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Transitabilidad en la carretera Chimbote - Pallasca.	Se define a la transitabilidad como la disponibilidad de uso de las vías, al acceso de los vehículos, es decir, que las vías no han sido cerrados al tránsito por motivos de desastres naturales. Como pueden ser deslizamientos de masa de tierra debido a lluvias, otro factor puede ser los eventos sísmicos, etc.	El transporte desempeña una función principal en el crecimiento económico a nivel subnacional, nacional, regional y mundial, siendo necesario facilitar estrategias más efectivas que son necesarias para aprovechar las contribuciones de este sector.	-Clasificación de la Carretera	-Clasificación por Demanda -Clasificación por Orografía .Mantenimiento
			-Niveles de Servicio	.Vulnerabilidad .Reparación o Rehabilitación
			-Tránsito Vehicular	-IMD (Índice medio de demanda) -Problemas de tránsito -Estado actual de la Vía

Fuente: Elaboración propia.

Revisión de textos literarios concernientes al tema de Estabilidad de Taludes y Transitabilidad.

Se realizó un estudio para determinar el sistema de muro de gaviones con el programa Geostudio 2019 y GEO 05.

3.5 Procedimientos

En el procedimiento de esta investigación nos basamos en la recolección de datos de los deslizamientos ocurridos en la zona de estudio que hubo continuamente.

En la zona de estudio se realizó una calicata para saber el tipo de terreno que existe en el lugar, luego pasamos a realizar un estudio de corte directo en laboratorio, de los datos obtenidos del ensayo de corte directo, utilizaremos a usar los softwares Geo05 y Geostudio para saber la gravedad del deslizamiento y proporcionar la solución con un diseño de gaviones tomando en consideración todos los requerimientos para su realización y ejecución.

3.6 Métodos de análisis de datos

En esta investigación se utilizará el software Geostudio 2019, con el cual modelaremos mediante un corte o perfil longitudinal de la zona crítica e identificaremos los factores de seguridad de los distintos métodos de Equilibrio Limite de forma estática y Pseudo-estático.

Para luego hacer el diseño de Gaviones en el Software GEO 05, en el cual ingresaremos la información recolectada de los ensayos de laboratorio, donde como resultado obtendremos el factor de seguridad y el modelamiento del talud utilizando el sistema de gaviones.

3.7 Aspectos éticos

En el desarrollo de esta investigación se tomaron en cuenta los parámetros y normas que propone la Universidad Cesar Vallejo, así como las consideraciones que se tomaron en la recolección de datos realizados en el trabajo de campo y los documentos citados se realizaron con responsabilidad, respeto y honestidad para lograr los objetivos propuestos en esta investigación.

Ubicación y descripción del proyecto

El área a estudiar en este proyecto es desde la provincia de Chimbote hasta la provincia de Pallasca, tal carretera cuenta con una longitud de 154 + 000 km totales del cual tomaremos como muestra el tramo que está dentro del km 31+000 al km 32+000.

Las coordenadas UTM del inicio del proyecto son: 765029.72 m E, 8997268.26 m S, con elevación de 15.00 msnm; y el punto

final del proyecto están en las coordenadas 169569.28 m E, 9086472.83 m S, con una elevación de 3133.00 msnm.

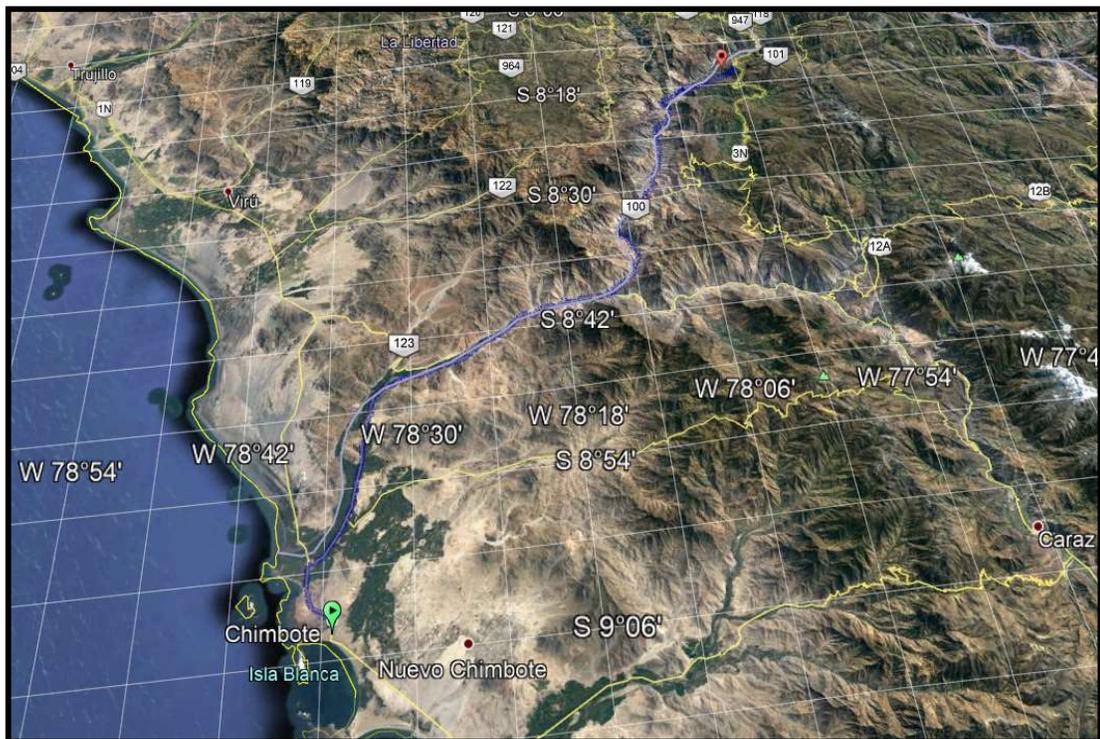


Figura 24. Mapa de la Ruta de Chimbote a Pallasca con las coordenadas UTM.
Recuperado de Google Earth.

Esta ruta comunica la provincia de Chimbote con la de Pallasca la cual cuenta con 11 distritos y una población de 23,491 habitantes, podemos observar en el siguiente cuadro el tramo afectado el cual será el estudiado para esta investigación.

Tabla 16 Puntos y Coordenadas

PUNTO	PROGRESIVA HITO (km)	COORDENADAS	
		ESTE	SUR
Inicio	31+000	773729.40	9031193.52
Fin	32+000	774782.63	9031390.57

Fuente: Elaboración propia

Accesibilidad y Topografía

La zona de trabajo se puede llegar por vía terrestre, saliendo desde Lima pasando por la panamericana norte por una vía totalmente asfaltada hasta Chimbote, se inicia el recorrido desde la plaza de armas de Chimbote por una carretera que pasa por las localidades de Vinzos y Chuquicara para luego llegar a la provincia de Pallasca como destino final.

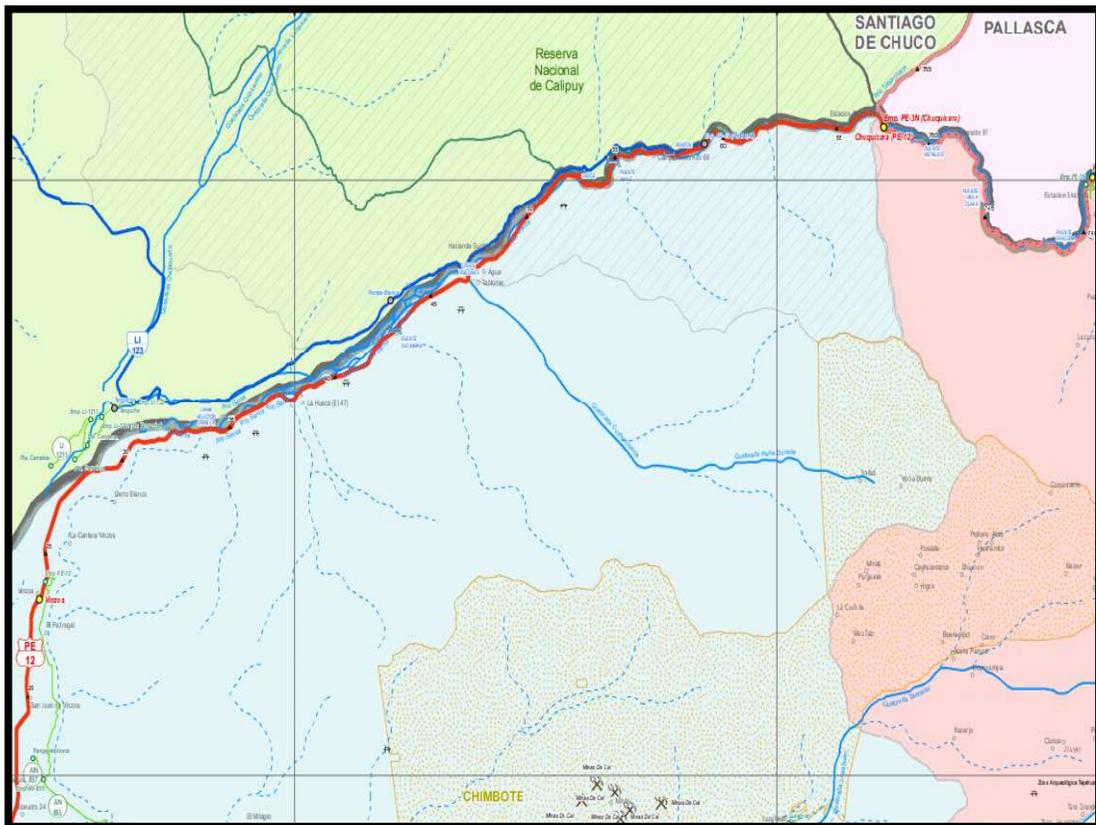


Figura 25. Mapa vial de la provincia de Santa-Áncash. Fuente MTC.

Los datos o información recopilados a partir de los trabajos en campo consistieron en identificar las zonas damnificadas en todo el tramo de la carretera.

A partir de los tramos existentes en la carretera se determinaron las progresivas para la localización de las áreas en campo, estos datos fueron ingresados de manera digital lo cual nos permitirá obtener las coordenadas UTM. La información gráfica nos representa un modelo del relieve del terreno y curvas de nivel que pueden identificarse de mejor manera por su nombre, color y tipo de línea; estos detalles serán representados en un plano que será anexado en este proyecto.

Tabla 17 Resultados de las propiedades de nuestro suelo estudiado

CALICATA	MUESTRA	PROGRES.	PROF.(m)	CLAS. SUCS	PESO ESPECIF. (Kn/M3)	ANGULO DE FRICCION	COHESION (KN/m2)
C-1	M-01	31+0.00-32+0.00	0.00-3.00	GP	15.78	32.25	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Factor Hidrológico

Los efectos del agua en las temporadas de lluvias, aceleran el proceso de deslizamiento en ciertos sectores de la vía de estudio, estos mismo están controlados por el terreno ya que el tramo presenta una naturaleza rocosa.

En este caso podemos decir que la zona que será estudiada no presenta temporadas de alta pluviosidad por ser de clima seco.

Sismología Regional

De acuerdo con el Mapa de Zonas Sísmicas del Perú y la Norma Sísmica para Estructuras de Resistencia (NTE E-030-2003) y el mapa de distribución de las magnitudes máximas observadas en el Perú, se determinó que el área a cubrir se encuentra en una zona de alta sismicidad (zona 3).



Figura 26. Zonificación sísmica del Perú. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Para desarrollar el análisis pseudo estático en esta investigación nos basaremos en la tesis de, De la cruz (2011) "A través del análisis en el software CRISIS2007 se obtuvieron los resultados que, las aceleraciones horizontales son las esperadas para los periodos calculados de $T= 0.00; 0.20; 1.00$ seg., correspondientes al periodo de retorno de 50, 72, 475, 950 años; en toda la región Ancash, para la aceleración máxima (PGA), $T=0.00$ seg."

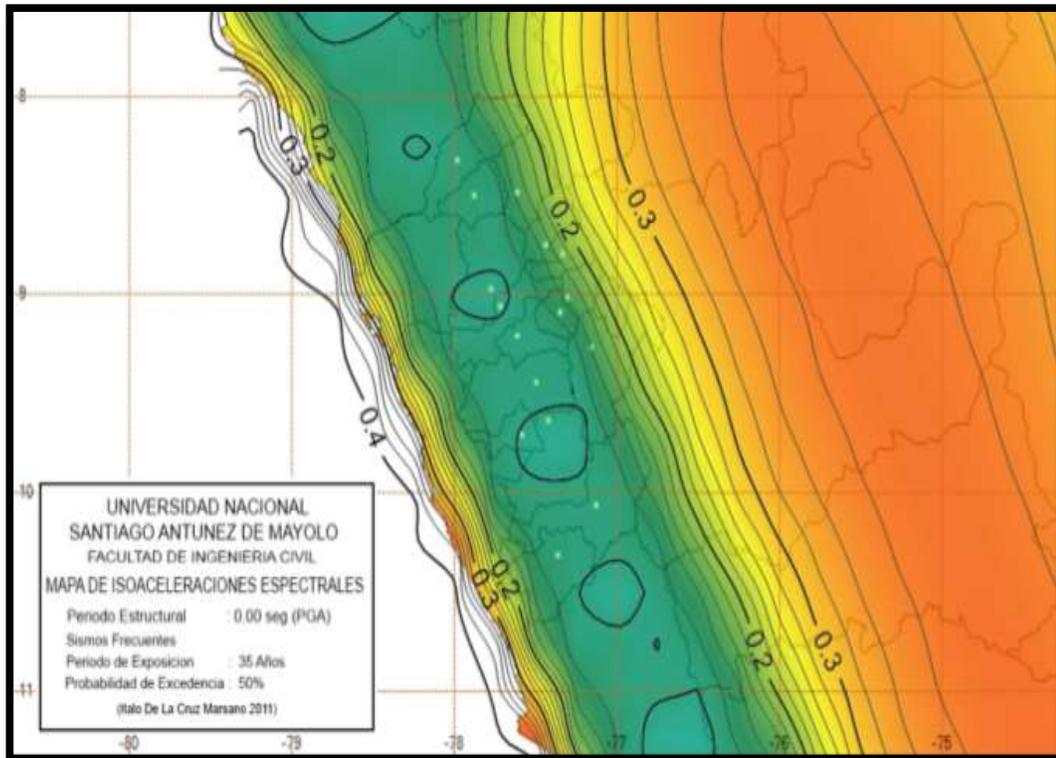


Figura 27. Mapa de Isoaceleraciones máxima del terreno (PGA), $T=0.00\text{Seg}$, de un periodo de retorno de 50 años. De la cruz, 2011.

Por lo cual para este estudio de estabilidad Pseudo-estático podemos concluir que, para un periodo de 50 años, usaremos una aceleración de diseño de 0.20 g .

Tabla 18 Factores mínimos para cada condición de estudio

FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	EN CONDICIÓN
1.50	Estática
1.20	Sísmica

Nota. En la siguiente tabla observamos las condiciones que serán estudiadas en esta investigación y los factores de seguridad mínimos que debemos cumplir para que el sistema de muro de gaviones trabaje de manera óptima.

IV.RESULTADOS

Resultados Logrados

En esta sección realizaremos el análisis en el talud ubicado en la carretera Chimbote – Pallasca km 31+000 al km 32+000, de manera estática y pseudo-estático mediante los métodos de Equilibrio Limite utilizados como lo son; el Método Morgenstern-Price, Fellenius, Spencer, Bishop, y Janbu Generalizado.

Dichos métodos serán para calcular la estabilidad del talud en su estado actual e incorporando la solución de muro de gaviones mediante el software Geo 05 con el cual obtendremos el factor de seguridad a partir del método de análisis de Bishop y Fellenius.

Por otro lado, los datos se definieron a partir de los parámetros geotécnicos, que se realizaron una parte en campo y la otra en laboratorio como se observa en el cuadro a continuación.

Tabla 19 *Parámetros Geotécnicos usados en la estabilidad de taludes*

Material	Propiedad
Grava	-Peso Unitario γ_0 (Kn/m ³) 15.78
Arenosa con pocos finos (GC)	-Ángulo de fricción ϕ (°) 32.25° -Cohesión C' (Kg/cm ²) 0.000

Nota. En la tabla se puede apreciar las propiedades del suelo que obtuvimos del ensayo de corte directo de nuestro material extraído de la zona de análisis.

En los cuadros mostrados podremos observar los factores de seguridad (F.S.) generados por el Geostudio 2019, utilizando los Métodos de Equilibrio Limite de manera estática y Pseudo-estática.

El programa GeoSlope que está dentro del software Geostudio 2019 es una herramienta útil en la estabilidad de taludes por medio de los siguientes métodos los cuales son; Janbu generalizado, Bishop, Fellenius, Morgenstern-Price, Spencer.

Para el análisis de materiales de rocas se rige las determinaciones de acuerdo al principio Brown y Hoek, por otro lado, en el tema de los suelos es considerado el principio de Mohr-Coulomb, el cuál es la falla por cortes lineales.

Los eventos sísmicos se determinan mediante un estudio Pseudo-estático, esto se desarrolla mediante la introducción de aceleramientos mayores de los sismos, metiendo un valor horizontal y vertical en el análisis.

Tabla 20 *Coordenadas del Talud a estudiar*

PTOS	X	Y
01	0.00	12.44
02	5.49	12.99
03	6.67	12.72
04	12.00	12.96
05	13.57	12.33
06	14.42	10.22
07	14.42	9.66
08	15.84	6.62
09	17.73	4.74
10	18.93	4.40
11	19.90	4.00
12	30.79	4.00
13	32.02	4.13
14	33.24	4.27
15	34.00	4.50
16	35.80	4.67
17	38.00	4.44
18	39.56	4.25
19	40.14	4.00
20	42.00	3.83

Nota. En la siguiente tabla podemos observar los puntos topográficos que obtuvimos en la zona de estudio y los cuales nos ayudó para el modelamiento en los softwares con los que usaremos el sistema de muro de gaviones.

Resultados de los Factores de Seguridad (F.S.) utilizando el Software Geostudio 2019.

Análisis realizando el Método Morgenstern-Price.

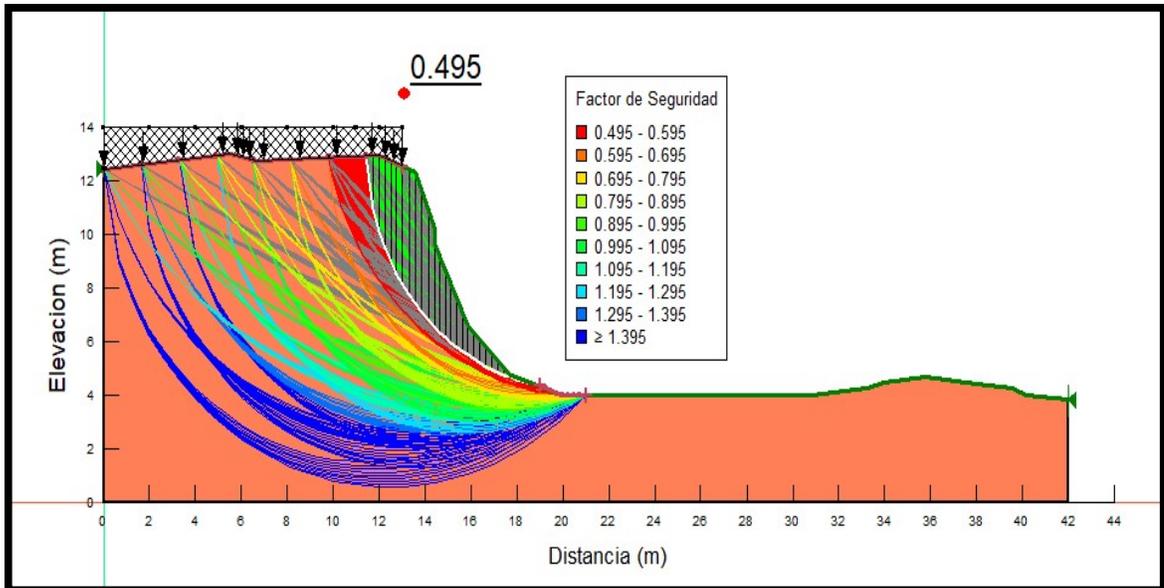


Figura 28. Modelamiento del talud por el método Morgenstern-Price en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.495.

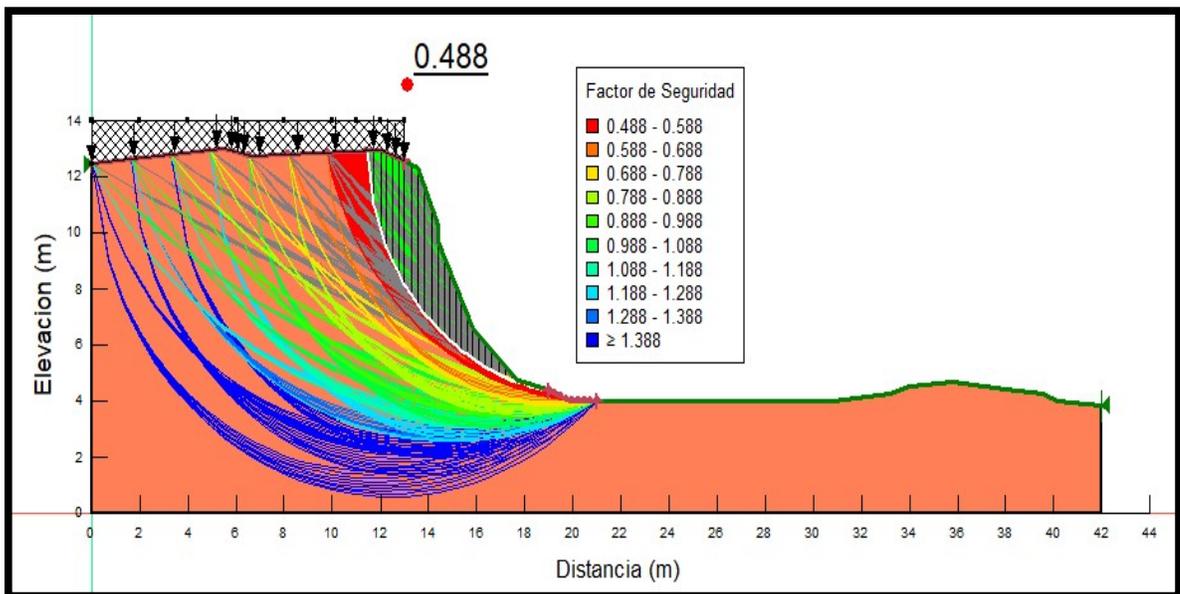


Figura 29. Modelamiento del talud por el método Morgenstern-Price en condición Pseudo-estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.488.

Análisis realizando el Método Fellenius.

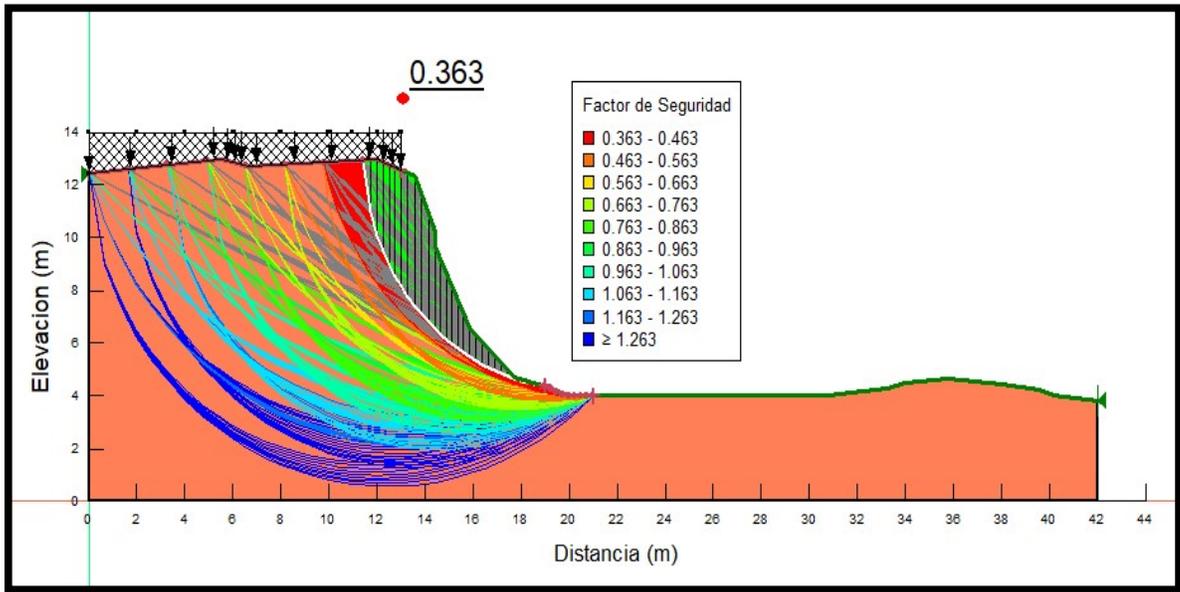


Figura 30. Modelamiento del talud por el método Fellenius en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.363.

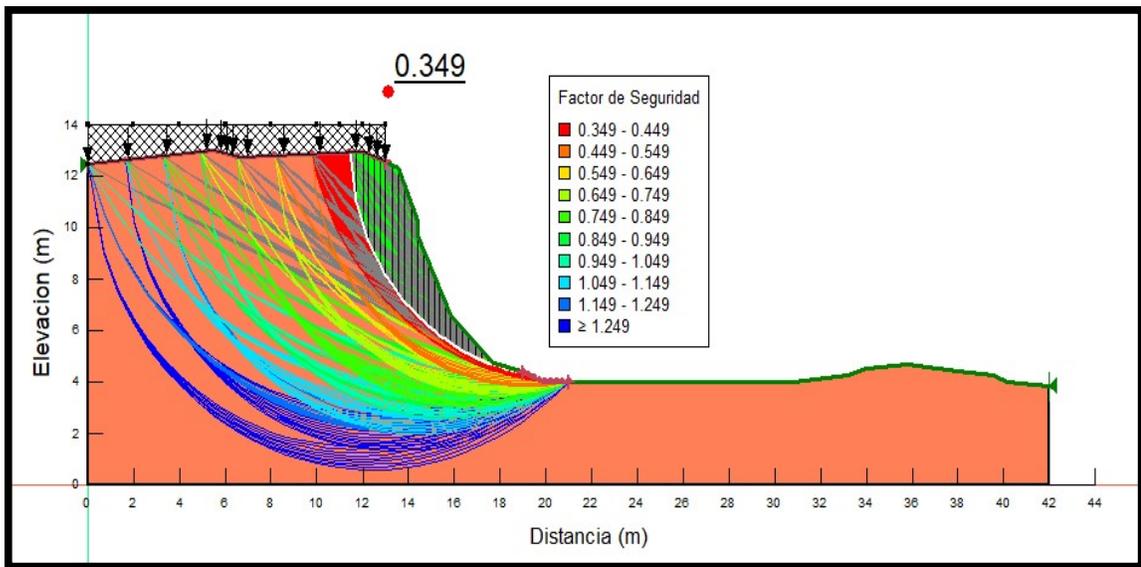


Figura 31. Modelamiento del talud por el método Fellenius en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.349.

Análisis realizando el Método Spencer.

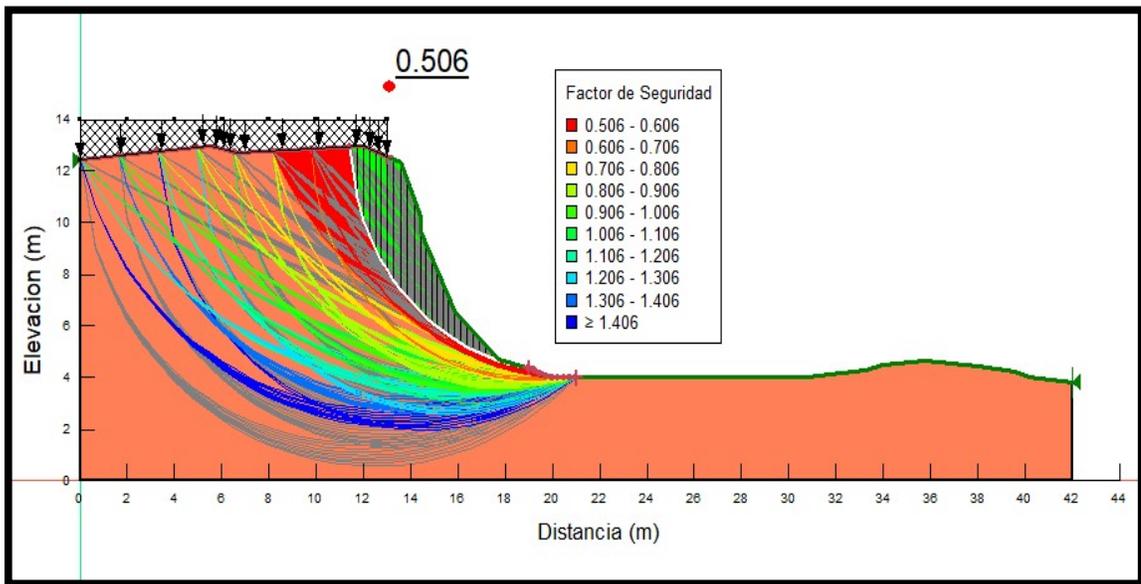


Figura 32. Modelamiento del talud por el método Spencer en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.506.

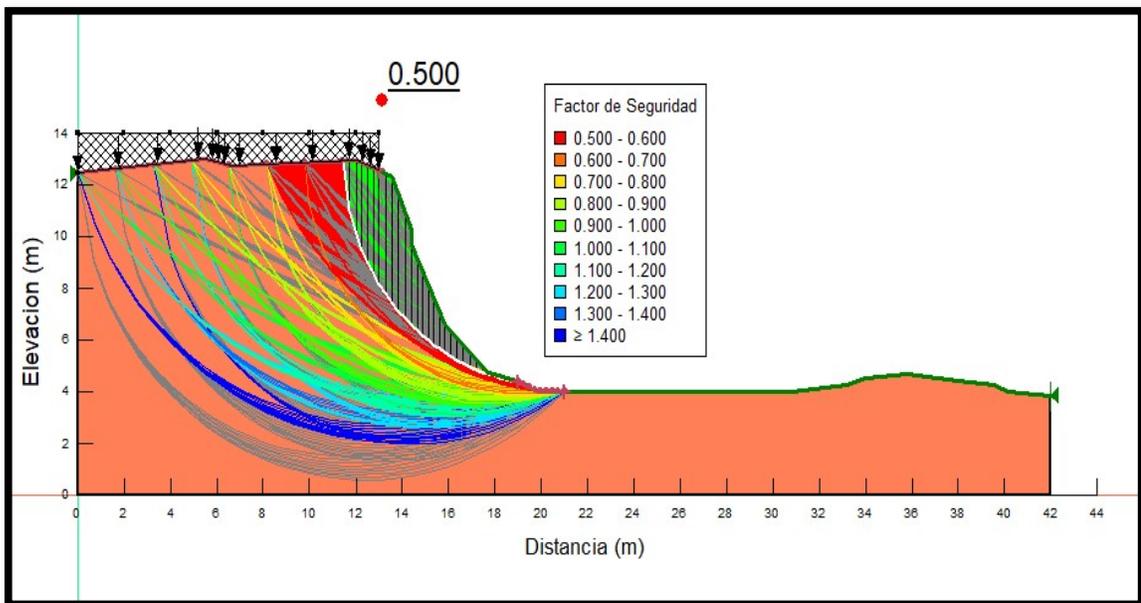


Figura 33. Modelamiento del talud por el método Spencer en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.500.

Análisis realizando el Método Bishop.

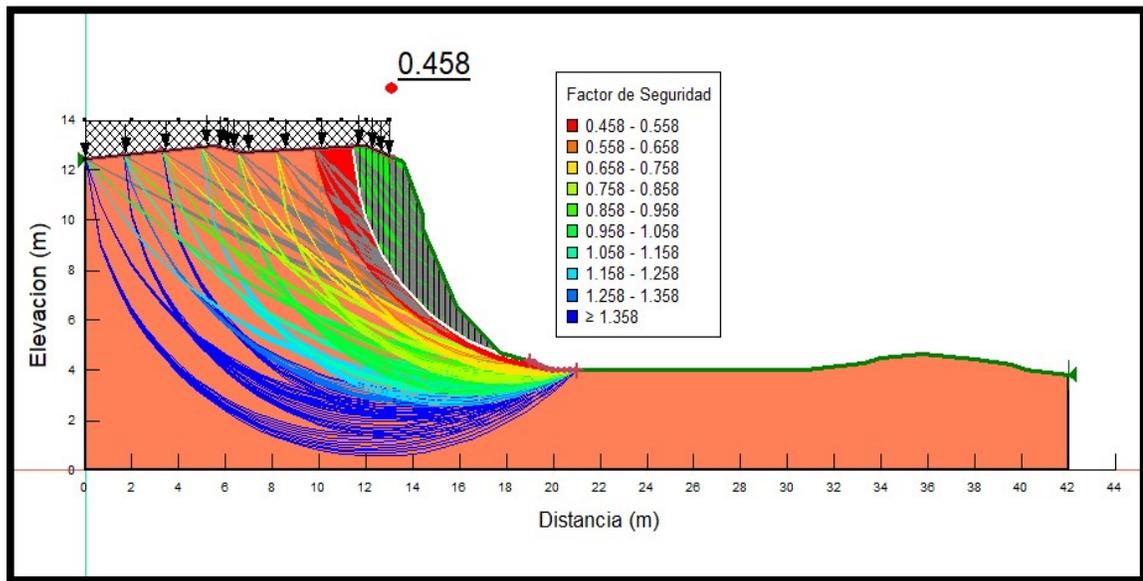


Figura 34. Modelamiento del talud por el método Bishop en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.458.

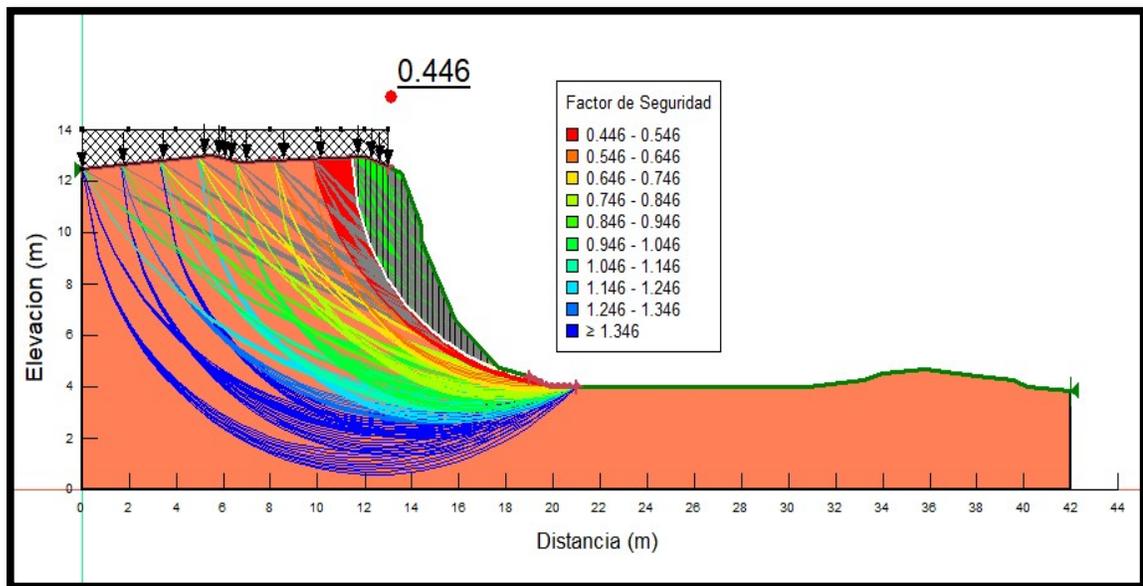


Figura 35. Modelamiento del talud por el método Bishop en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.446.

Análisis realizando el Método Janbu generalizado.

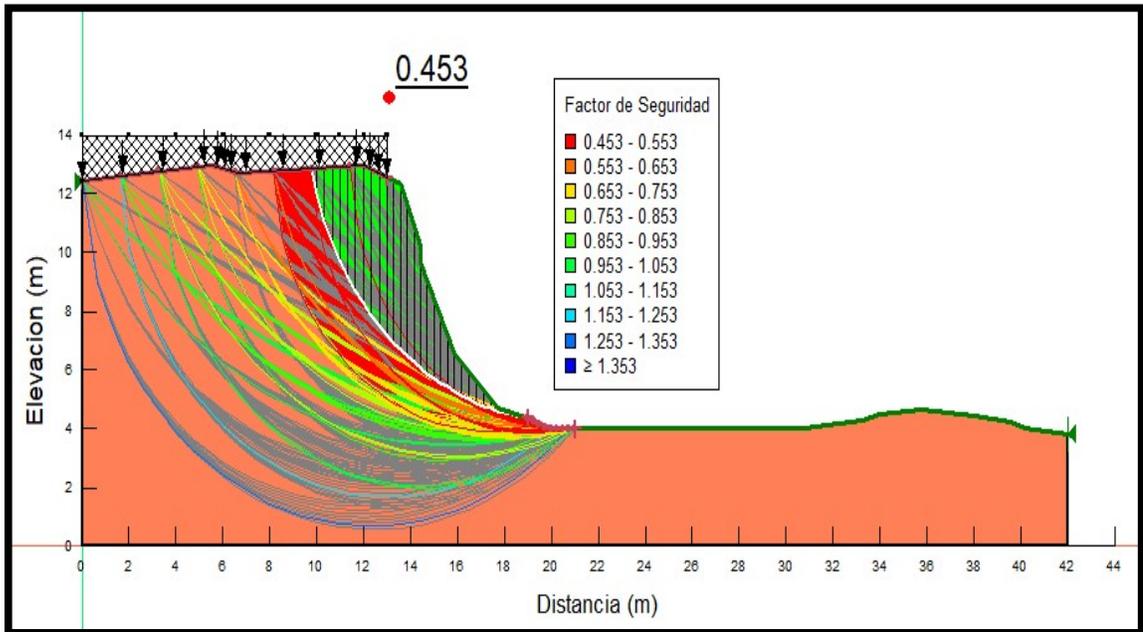


Figura 36. Modelamiento del talud por el método Janbu Generalizado en condición estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.453.

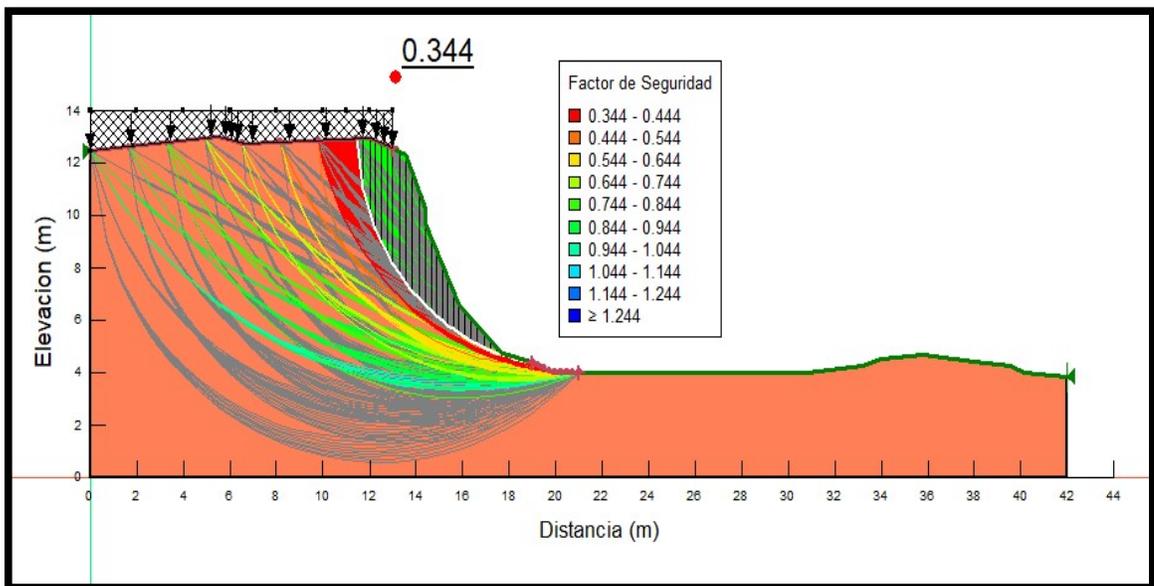
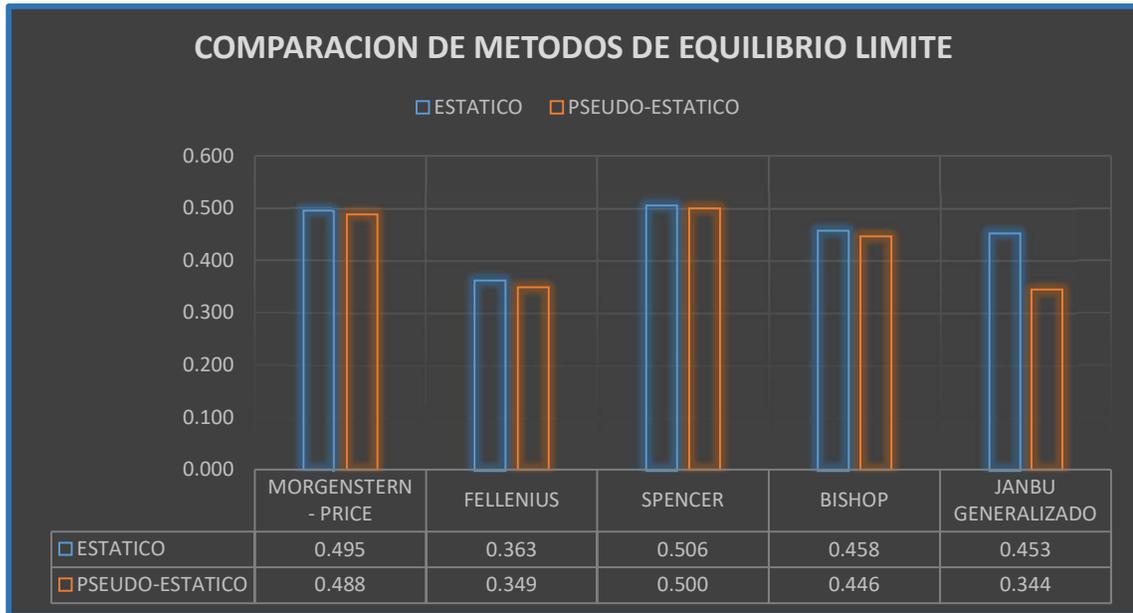


Figura 37. Modelamiento del talud por el método Janbu Generalizado en condición Pseudo Estática, donde el factor de seguridad termina siendo 0.344.

Como podemos apreciar en la tabla N°21, comparamos cada uno de los métodos utilizados de forma estática y Pseudo-estática de manera que podamos ver el efecto que tiene la carga sísmica en nuestro talud, por lo que usaremos los datos del método Bishop para nuestro análisis de fuerzas aplicadas por ser el que se ajusta más a los parámetros establecidos.

Tabla 21 Comparación de Métodos de Equilibrio Límites.



Fuente. Elaboración propia.

Para el diseño de cada gavión se tomarán las dimensiones, en cada nivel y en su área total de la sección.

Cálculo de un muro de gavión manualmente.

Para el diseño de un muro de gavión debemos tomar en cuenta las medidas de cada uno de los gaviones, en todos los niveles y el muro en total.

Medidas de un cajón de gavión.

- Altura del cajón del gavión: 1 m
- Base del cajón del gavión: 1 m
- Ancho del cajón del gavión: 1 m

Estructura total del muro de gavión.

- Altura del muro de gavión: 6 m
- Base del muro de gavión: 4 m
- Numero de cajones de gaviones: 12

H1, h2, h3, h4, h5: punto de referencia al punto más alto de la base del gavión a analizar (m).

Números de bordes libres: 50 cm.

Para el cálculo del muro de gavión también se necesitó el ensayo granulométrico, ensayo de corte directo, para el llenado del gavión se usará las piedras de canto rodado del Rio Tablachaca.

Peso específico del suelo (γ piedra): 2800 kg/cm³

Peso específico del suelo (γ suelo): 1609.11 kg/cm³

Cohesión del suelo (σ suelo): 0.00 kg/cm²

Angulo de fricción (ϕ): 32.25°

Desarrollamos el cálculo de empuje activo.

El Ea (empuje activo) se determina mediante el resultado de los empujes unitarios. Y es determinado por la constante de fricción (Ka);

Fórmula de la Ka:

$$Ka = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{32.25}{2} \right) = 0.3041$$

$$Ea = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * H^2 * Ka$$

$$Ea = \frac{1}{2} * 1609.11 * 6^2 * 0.3041 = 8807.95 \text{ kg}$$

Desarrollamos el cálculo del momento por volcamiento.

Es la fuerza que aplicará el gavión, de manera que aguante la falla por volcamiento.

$$Mo = (H/3) * Ea$$

$$Mo = (6/3) * 8807.95 = 26423.85 \text{ kg-m}$$

Desarrollamos el peso de cada uno de los bloques.

Es la fuerza mediante el suelo que conduce a un cuerpo, es el resultado de multiplicar el peso específico y el volumen; en el cual será un 80%, debido a que el resto es la suma de vacíos que hay en cada caja de gavión.

$$\mathbf{Volumen = b \times a \times h}$$

$$\text{Volumen1} = 1 * 1 * 1 = 1 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen2} = 1.5 * 1 * 1 = 1.5 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{W = \gamma \text{ roca} \times v \times 0.8}$$

$$W = 2800 * 1.25 * 0.8 = 2800 \text{ kg}$$

$$W_{total} = 2800 * 13 = 36400 \text{ kg}$$

Desarrollamos el cálculo de la cuña del suelo sobre cada bloque.

Para esta ocasión tendremos en cuenta la parte de la punta más alta del talud, el cual es la parte más crítica del talud a derrumbarse, y se calcula mediante una fuerza aplicada en una parte del talud.

$$\mathbf{Ws1 = (B1 * a * h1) * (\gamma_{suelo})}$$

$$Ws1 = (1.5 * 0.5 * 1) * (1609.11) = 1206.83 \text{ kg}$$

$$Ws2 = (2 * 0.5 * 1) * (1609.11) = 1609.11 \text{ kg}$$

$$Ws3 = (2.5 * 0.5 * 1) * (1609.11) = 2011.39 \text{ kg}$$

$$Ws4 = (3 * 0.5 * 1) * (1609.11) = 2413.67 \text{ kg}$$

$$Ws5 = (3.5 * 0.5 * 1) * (1609.11) = 2815.94 \text{ kg}$$

Desarrollamos el cálculo del momento estabilizante.

Es el momento que se genera en uno de los costados del talud, el cual se aplica en un punto ubicado por encima de la base.

$$Me = WT * bwt + Ws1 * bw1 + Ws2 * bw2 + ws3 * bw3 + ws4 * bw4 + ws5 * bw5$$

$$Me = 102467.98 \text{ kg}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - volcamiento.

Para determinar el factor de seguridad de un talud contra el vuelco, recomiendan que el resultado del análisis debe ser mayor que 2,00.

$$Fsv = Me / Mo$$

$$Fsv = \frac{102467.98}{26423.85} = 3.87$$

$$Fsv = 3.87 > 2 \dots \text{aceptada}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - deslizamiento.

Mediante este factor de seguridad al deslizamiento se hallará si el talud sufrirá una falla por deslizamiento, el resultado del análisis debe ser mayor que 1.5.

$$Fsd = \frac{\Sigma V \times \tan(k1 \times \phi)}{Eah}$$

$$Fsd = (WT + Ws1 \dots + Ws5) \times \tan(\phi) / Eah$$

$$Fsd = 3.33 > 1.5 \text{ aceptable}$$

Desarrollamos el punto de aplicación de la normal.

Es el lugar donde se genera una fuerza que actúa en el suelo sobre un cuerpo apoyado sobre el suelo.

$$X = (Me - Mo) / (WT + Ws1 \dots + Ws5)$$

$$X = (102467.98 - 26423.85) / (46456.94) = 1.64 \text{ m}$$

Desarrollamos el cálculo de la excentricidad.

La excentricidad no tiene que coincidir el eje de rotación y el eje de simetría.

$$e = \frac{B}{2} - X < \frac{B}{6}$$

$$e = \frac{4}{2} - X < \frac{4}{6} = 0.36 < 0.67 \text{ no hay tracción}$$

Desarrollamos el cálculo de asentamiento.

Es el cálculo para saber cuánto pesa la estructura del muro de gavión, y si el terreno va a soportar las cargas del muro de gavión, de no ser así el terreno será mejorado para así llegar a una mejor capacidad portante.

$$\text{Esfuerzo } (\sigma_1) = \frac{(WT + Ws1 \dots + Ws5)}{A} \left(1 + \frac{(6e)}{B}\right)$$

$$\text{Esfuerzo } (\sigma_1) = 6271.68 \text{kg/m}^2$$

Esfuerzo = 0.0627 kg/cm² < σ suelo aceptable.

Desarrollamos la verificación a través de bloque y bloque.

De esta manera, se verifico el muro de gavión, en esta parte se verificará fila 1, fila3, de nuestro muro de gavión.

Bloque 1.

$$K_a = \text{Tan}^2 (45 - \phi/2)$$

$$K_a = 0.3041$$

$$E_a = \frac{1}{2} \times \gamma \text{ suelo} \times H^2 \times K_a$$

$$E_a = 244.67 \text{kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el momento por volcamiento en el 1er bloque del gavión.

$$M_o = (H/2) \times E_a$$

$$M_o = 122.34 \text{kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el peso en el primer bloque.

$$\text{Volumen} = b \times a \times h$$

$$\text{Volumen} = 1.5 \text{ m}^3$$

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

$$W = 3360 \text{ kg}$$

Desarrollamos el momento estabilizante.

$$M_e = W * B_{wt}$$

$$M_e = 3360 * 0.75 = 2520 \text{ kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - volcamiento.

$$F_{s v} = M_e / M_o$$

$$F_{s v} = 20.60 > 2 \dots \text{aceptado}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - deslizamiento.

$$F_{s d} = (\Sigma V * \text{Tan}(K_1 * \phi)) / E_{ah}$$

$$F_{s d} = 8.664$$

$$F_{s d} = 8.66 > 1.5 \text{ aceptable.}$$

Bloque 3.

$$K_a = \text{Tan}^2 (45 - \phi/2)$$

$$K_a = 0.3041$$

$$E_a = 1/2 \times \gamma_{\text{suelo}} \times H^2 \times K_a$$

$$E_a = 2201.99 \text{ kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el momento por volcamiento en el 1er bloque del gavi3n.

$$M_o = (H/2) \times E_a$$

$$M_o = 3302.98 \text{ kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el peso para el tercer bloque.

$$\text{Volumen} = b \times a \times h$$

$$\text{Volumen} = 7.5 \text{ m}^3$$

$$W = \gamma_{\text{roca}} \times V \times 0.8$$

$$W = 16800 \text{ kg}$$

Desarrollamos el momento estabilizante.

$$M_e = W \times B_{wt}$$

$$M_e = 16800 \times 1.25 + 3360 \times 1.75 + 8960 \times 2.25 = 47040 \text{ kg} - \text{m}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - volcamiento.

$$F_s v = M_e / M_o$$

$$F_s v = 14.24 > 2 \dots \text{aceptada}$$

Desarrollamos el factor de seguridad - deslizamiento.

$$F_s d = (\Sigma V \times \tan(K1 \times \phi)) / Eah$$

Fs d = 8.34 > 1.5aceptada.

Luego de obtener estos resultados de los factores de seguridad, pasaremos a diseñar nuestra propuesta de muro de gaviones, este diseño será analizado en el software Geo 05 ya que este programa ve más a profundidad este tipo de sistemas.

Como ya se había especificado, según las recomendaciones para el pre dimensionamiento la altura de nuestro talud es de 6 m por lo que nuestra base no puede ser menor que 3.50 m, de esta manera tendremos una base de 4 metros.

En lo que corresponde al empotramiento la estructura debe tener un mínimo de 0.30 m o H/10, tomando nuestra altura de 6m, bajo este criterio tomaremos como dato para el empotramiento 0.70m.

Diseño del Muro de Gavión en el Geo 05.

El siguiente análisis se estará realizando en un estado desfavorable, de esta manera realizaremos el análisis Estática y Pseudo estáticamente.

En la primera parte el geo 05 nos pide las características del material de llenado y malla del gavión el cual está especificado en la siguiente tabla.

Parámetros	Resultado
<i>γ</i> 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)

Figura 38. Parámetros de la piedra de relleno para los gaviones, por Maccaferri 2005.

Teniendo en cuenta nuestro pre dimensionamiento previo, la malla y relleno del gavión pasaremos al modelamiento según las medidas que tiene el gavión tipo caja,

no tomaremos en cuenta la pendiente ya que nuestro diseño estará empotrado al terreno.

Nro.	Ancho b [m]	Altura h [m]	Corrimiento a [m]	Malla sobres.	Longitud l [m]	Cap.port. R_f [kN/m]	Material
6	1.50	1.00	0.00				Material Canto Rodado
5	2.00	1.00	0.00				Material Canto Rodado
4	2.50	1.00	0.00				Material Canto Rodado
3	3.00	1.00	0.00				Material Canto Rodado
2	3.50	1.00	0.00				Material Canto Rodado
1	4.00	1.00					Material Canto Rodado

Figura 39. Cuadro donde introduciremos las dimensiones de cada gavión y el tipo de material de relleno.

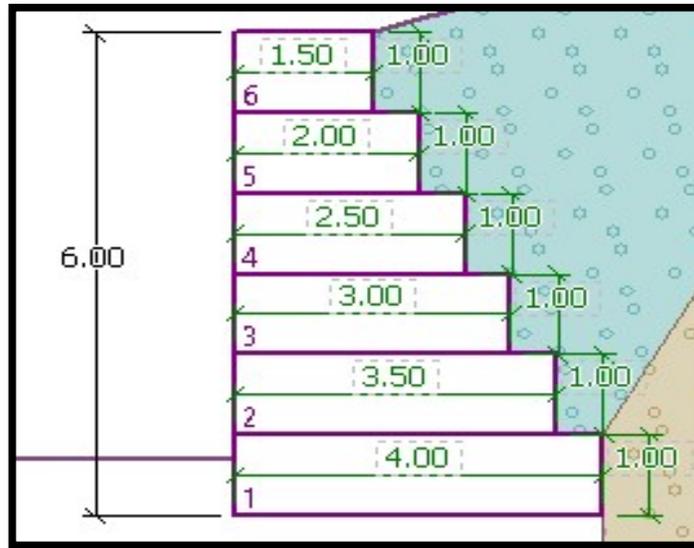


Figura 40. Dimensionamiento tomando en cuenta los parámetros que nos ofrece Maccaferri.

Ingresaremos los datos que obtuvimos del ensayo de corte directo, donde determinaremos el tipo de suelo de nuestra zona de estudio, así mismo el material de relleno para el talud que en este caso es el mismo terreno, pero será especificado en el programa.

Editar parámetros de suelo

— Identificación —

Nombre :
 Grava de trazos de finos (G-F), densidad media

— Datos Básicos — ?

Peso unitario : $\gamma =$ [kN/m³] 19.0

Estado de tensión :

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} =$ [°] 30 - 35

Cohesión de suelo : $c_{ef} =$ [kPa] 0

Ángulo de fricción estructura-suelo : $\delta =$ [°]

— Presión en reposo — ?

Suelo :

— Subpresión — ?

Modo de cálculo de subpresión :

Peso unitario sólido : $\gamma_s =$ [kN/m³]

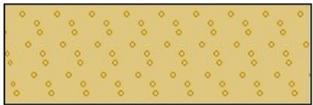
Porosidad <0.0 - 1.0> : $n =$ [-]

— Dibujar —

Categoría de patrón :

Buscar :

Subcategoría :

Patrón : 
 12 Gravel

Color :

Fondo :

Saturación <10 - 90> : [%]

Figura 41. Especificaciones del material extraído del punto de estudio.

Editar parámetros de suelo

— Identificación —

Nombre :
 Grava de trazos de finos (G-F), densidad media

— Datos Básicos — ?

Peso unitario : $\gamma =$ [kN/m³] 19.0

Estado de tensión :

Ángulo de fricción interna : $\phi_{ef} =$ [°] 30 - 35

Cohesión de suelo : $c_{ef} =$ [kPa] 0

Ángulo de fricción estructura-suelo : $\delta =$ [°]

— Presión en reposo — ?

Suelo :

— Subpresión — ?

Modo de cálculo de subpresión :

Peso unitario sólido : $\gamma_s =$ [kN/m³]

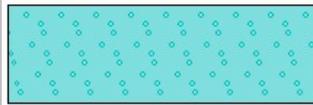
Porosidad <0.0 - 1.0> : $n =$ [-]

— Dibujar —

Categoría de patrón :

Buscar :

Subcategoría :

Patrón : 
 12 Gravel

Color :

Fondo :

Saturación <10 - 90> : [%]

Figura 42. Especificaciones del material que se utilizará en el talud.

Fuerzas aplicadas en el estudio del sistema de gaviones



Figura 43. Fuerzas aplicadas con el método Spencer, siendo este el único método que cumple con los parámetros del software Geo5.

Usaremos los datos obtenidos del método Spencer, porque es el que mejor satisface con los parámetros para analizar las fuerzas aplicadas para los momentos actuantes y resistentes, así como los esfuerzos horizontales que se ejercen en los gaviones.



Figura 44. Datos del método Spencer introducidos al geo 05.

Verificación de equilibrio

Momento por volcamiento y deslizamiento.

Nro.	Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación	
				x [m]	z [m]
1	Peso - Muro	0.00	280.50	1.51	-2.47
2	Resistencia del frente	1.80	0.00	0.00	-0.23
3	Peso - cuña de tierra	0.00	47.27	2.59	-3.95
4	Presión activa	-120.93	125.65	3.41	-2.16
5	1	-40.09	46.49	3.08	-3.18
6	1	0.00	9.46	1.80	-6.10

Figura 45. Tablero que nos da los resultados de los momentos y sus puntos de aplicación.

Podemos observar en la figura que para la verificación de equilibrio se obtuvieron resultados óptimos y sus factores de seguridad respectivamente.

<p>Verificación del muro completo</p> <p>Verificación de la estabilidad de vuelco Momento estabilizador $M_{res} = 1134.10$ kNm/m Momento de vuelco $M_{Ovr} = 388.47$ kNm/m</p> <p>Factor de seguridad = $2.92 > 1.50$ Muro para vuelco ES SATISFACTORIA</p> <p>Verificación del deslizamiento Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 321.39$ kN/m Fuerza horizontal activa $H_{act} = 159.22$ kN/m</p> <p>Factor de seguridad = $2.02 > 1.50$ Muro para deslizamiento ES SATISFACTORIA</p> <p>Verificación completa - MURO ES SATISFACTORIA</p>
--

Figura 46. Los resultados de los F.S. obtenidos al realizarse el análisis del sistema por gaviones cumplen claramente con la norma del RNE. CE-020.

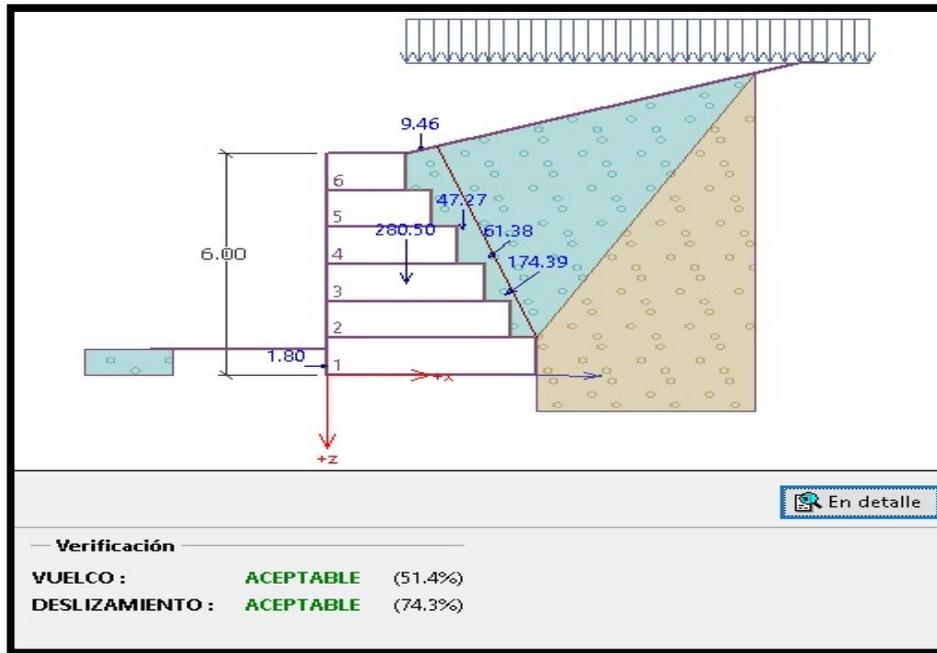


Figura 47. Verificación del equilibrio de estabilidad a través del modelamiento del muro de gaviones. Elaboración propia.

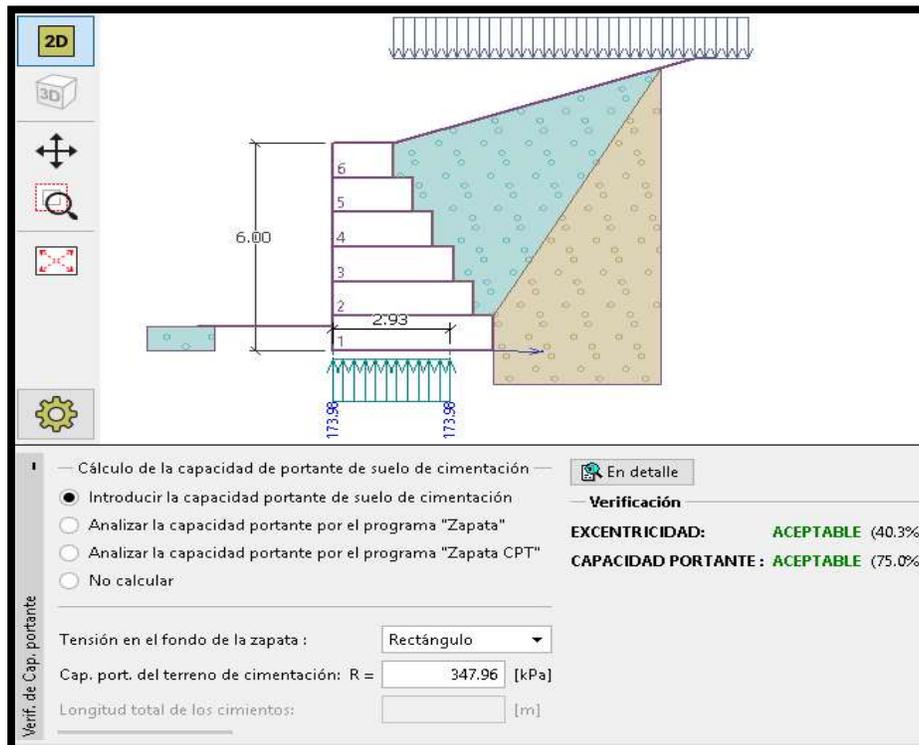


Figura 48. Capacidad portante del terreno para la verificación de cap. Portante y excentricidad, elaboración propia.

Carga de diseño actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]	Excentricidad [-]	Tensión [kPa]
1	273.10	509.36	159.22	0.134	173.98

Carga de servicio actuando en el centro del fondo de la zapata

Nro.	Momento [kNm/m]	Fuerza Normal [kN/m]	Resistencia al corte [kN/m]
1	273.10	509.36	159.22

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación
Tensión en el fondo de la zapata : Rectángulo

Verificación de excentricidad
Máx. excentricidad de fuerza normal $e = 0.134$
Máxima excentricidad permitida $e_{alw} = 0.333$
Excentricidad de la fuerza normal **ES SATISFACTORIA**

Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata
Max. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 173.98$ kPa
Capacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 347.96$ kPa
Factor de seguridad = $2.00 > 1.50$
Capacidad portante del terreno de cimentación **ES SATISFACTORIA**

Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación **ES SATISFACTORIA**

Figura 49. Resultados obtenidos de la carga de diseño y servicio actuante, el factor de seguridad de la cap. Portante cumple con los parámetros de diseño. Elaboración propia.

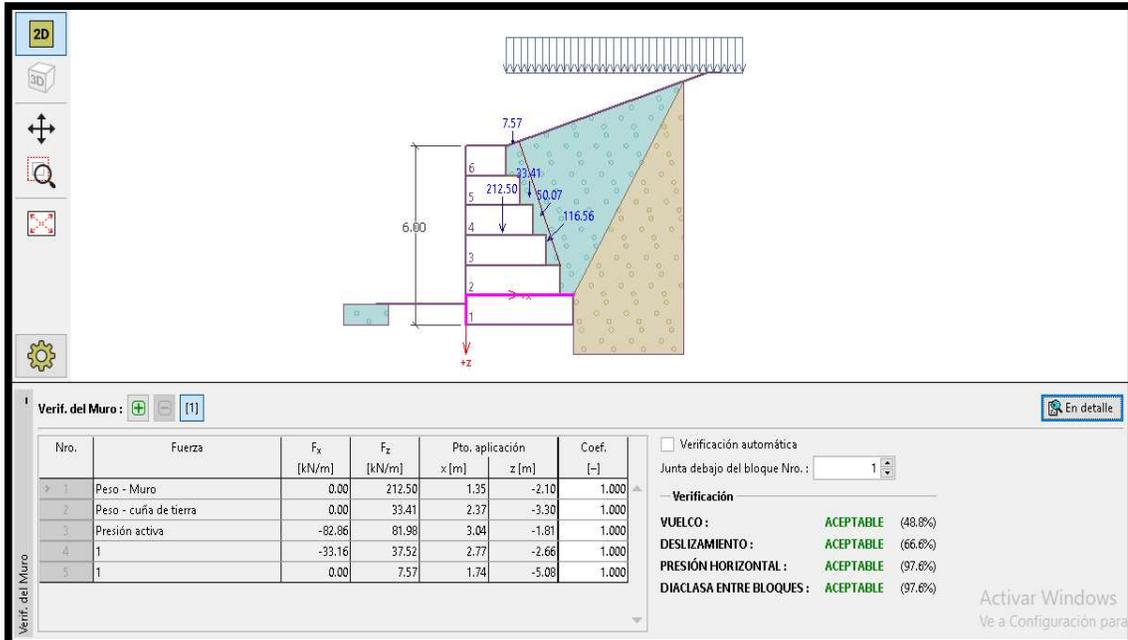


Figura 50. Imagen extraída del software Geostudio 2019 con el porcentaje de cada tipo de verificación estudiada en el diseño. Elaboración propia.

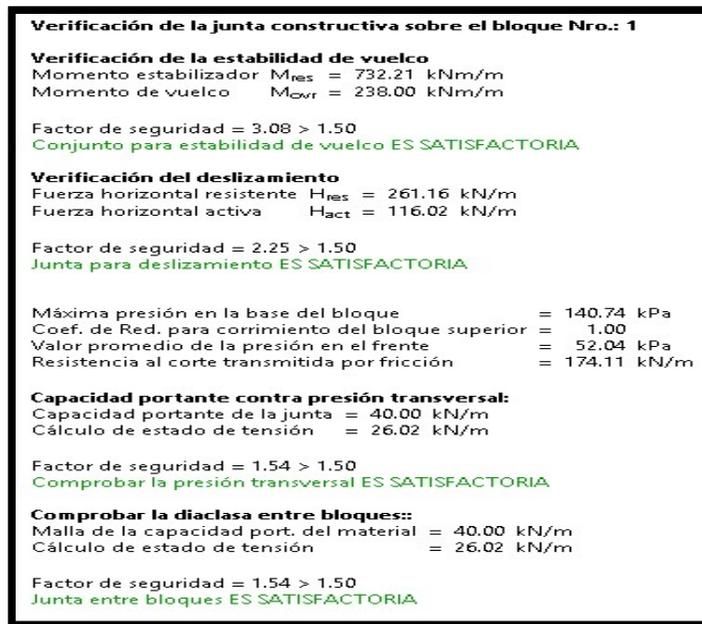


Figura 51. Detalles de la verificación de junta constructiva del bloque n°01 de los gaviones.

Luego de todos los resultados obtenidos los cuales cumplen con los requisitos de diseño pasaremos a estabilizar el talud mediante los métodos de equilibrio límite esperando que cumplamos todos satisfactoriamente.

Análisis estático

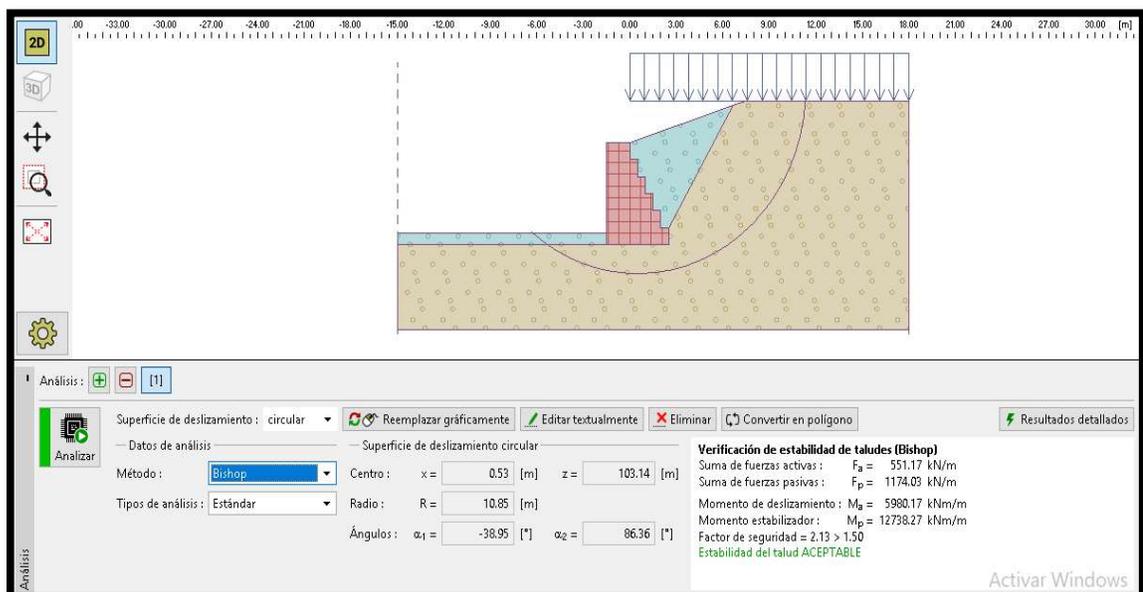


Figura 52. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Bishop en condición Estática, donde obtuvimos 2.13 como factor de seguridad.

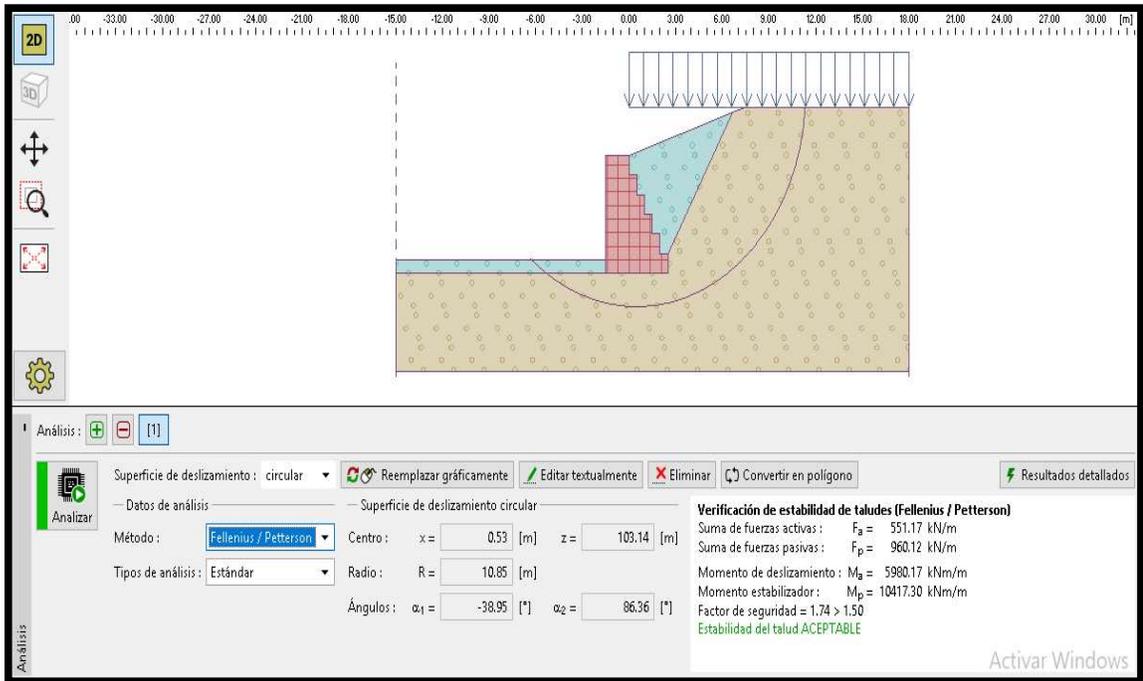


Figura 53. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Fellenius en condición Estática, donde obtuvimos 1.74 como factor de seguridad. Elaboración propia.

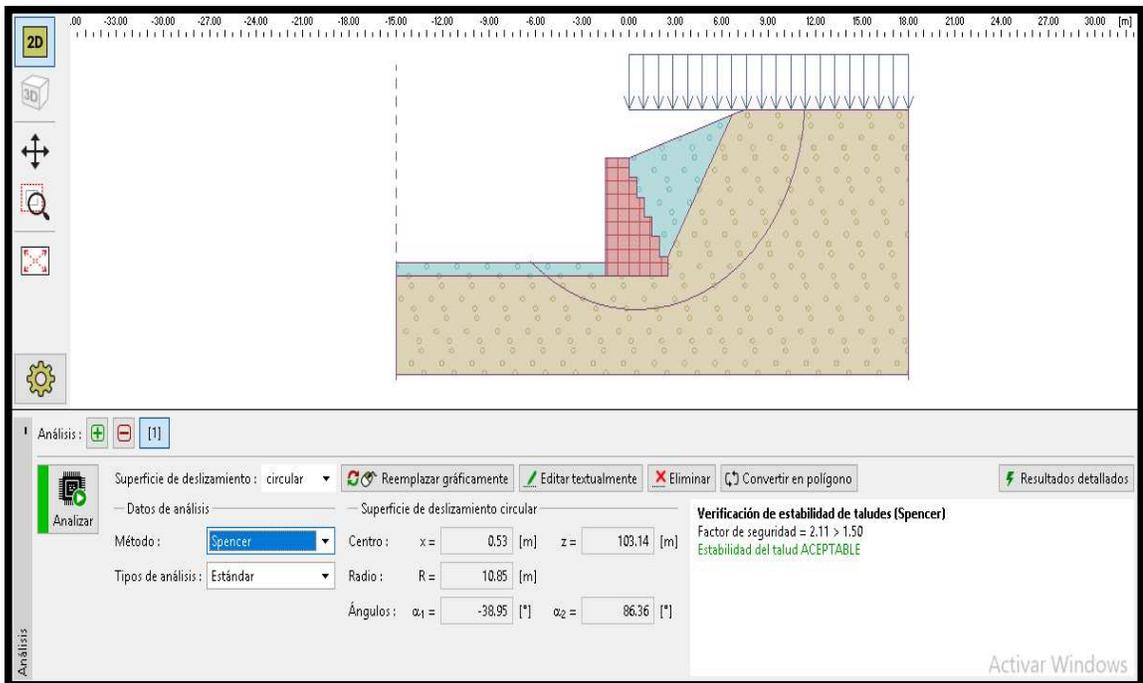


Figura 54. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Spencer en condición Estática, donde obtuvimos 2.11 como factor de seguridad. Elaboración propia.

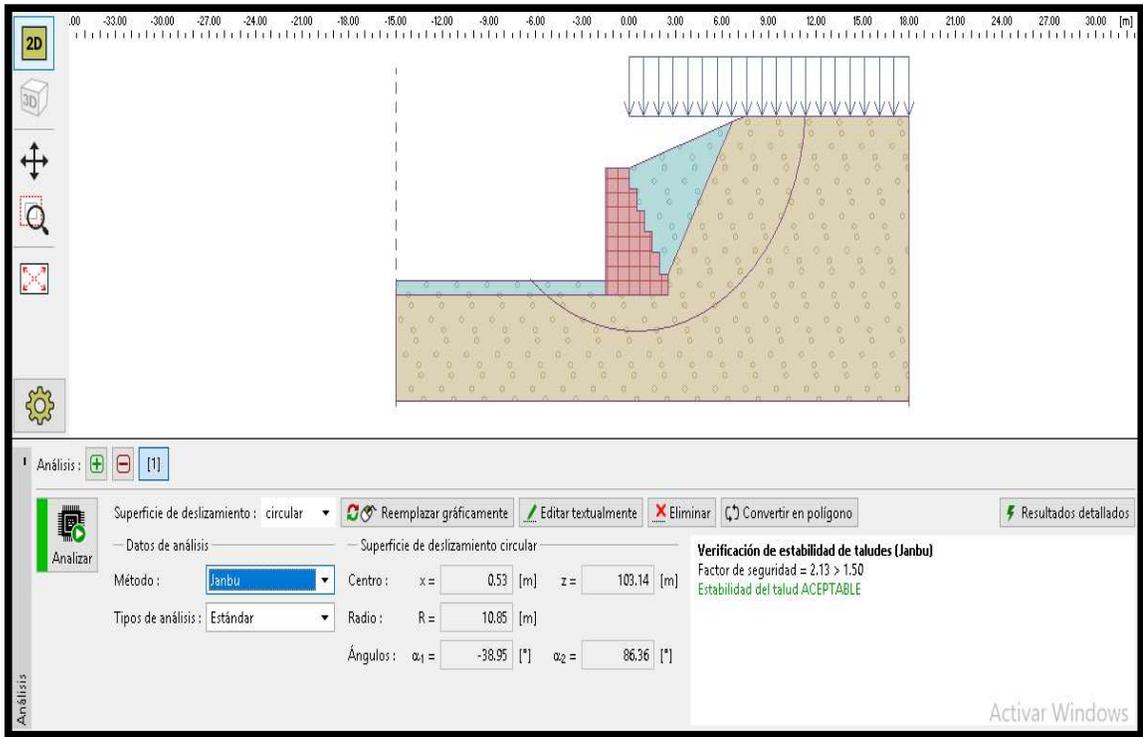


Figura 55. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Janbu en condición Estática, donde obtuvimos 2.13 como factor de seguridad.

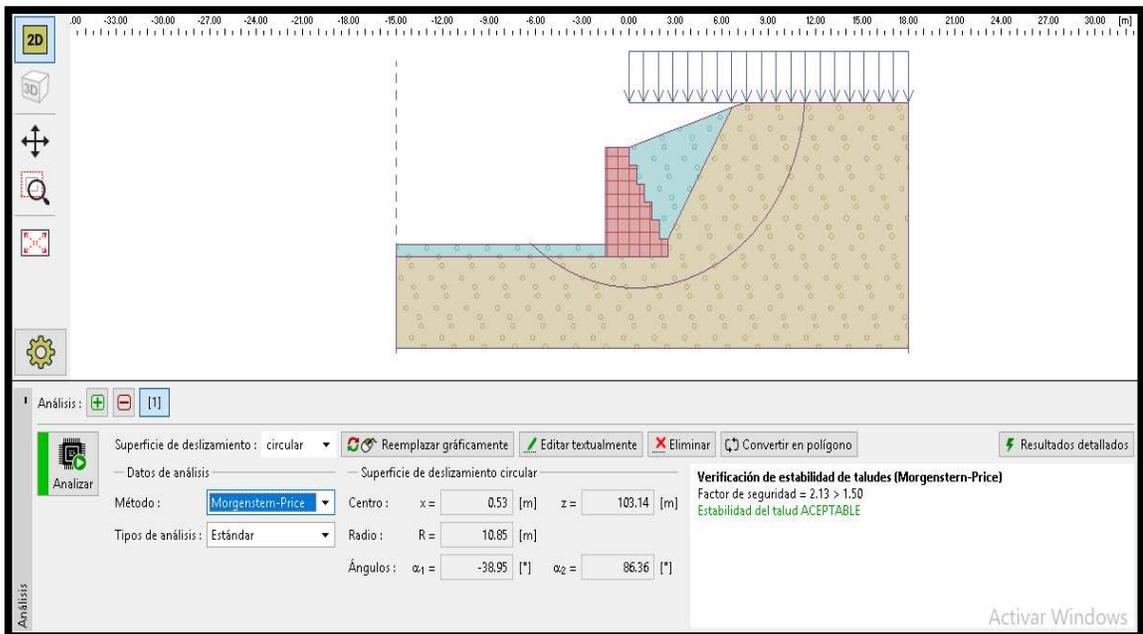


Figura 56. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Morgenstern-Price en condición Estática, donde obtuvimos 2.13 como factor de seguridad.

Análisis Pseudo estático

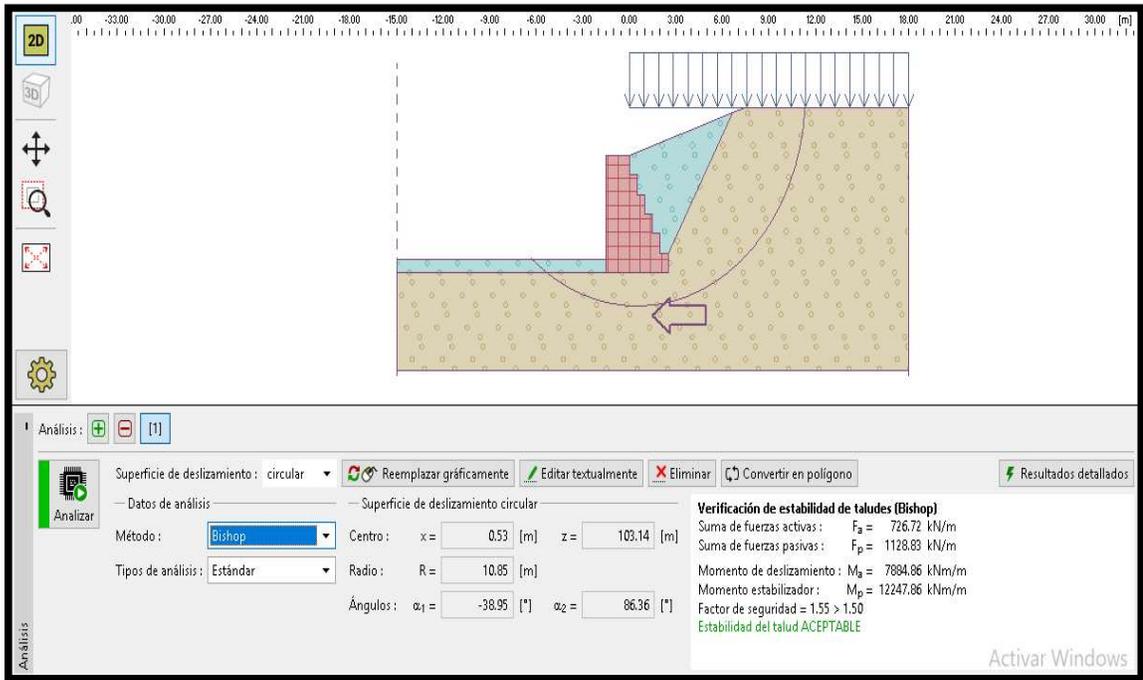


Figura 57. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Bishop en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.55.

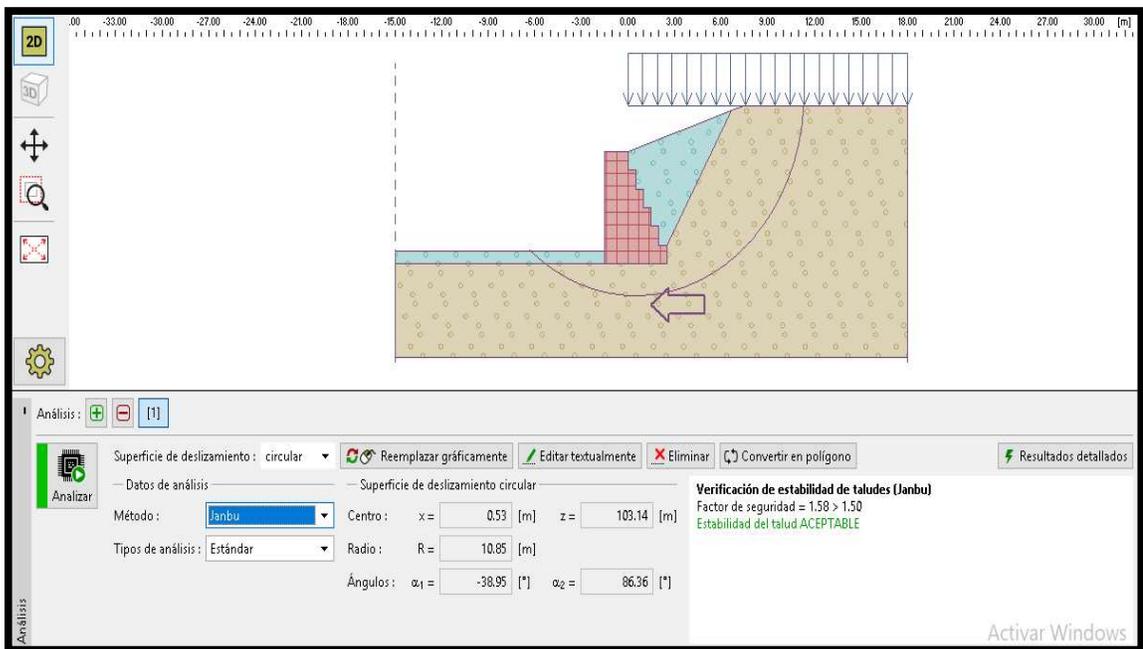


Figura 58. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Janbu en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos un factor de seguridad de 1.58.

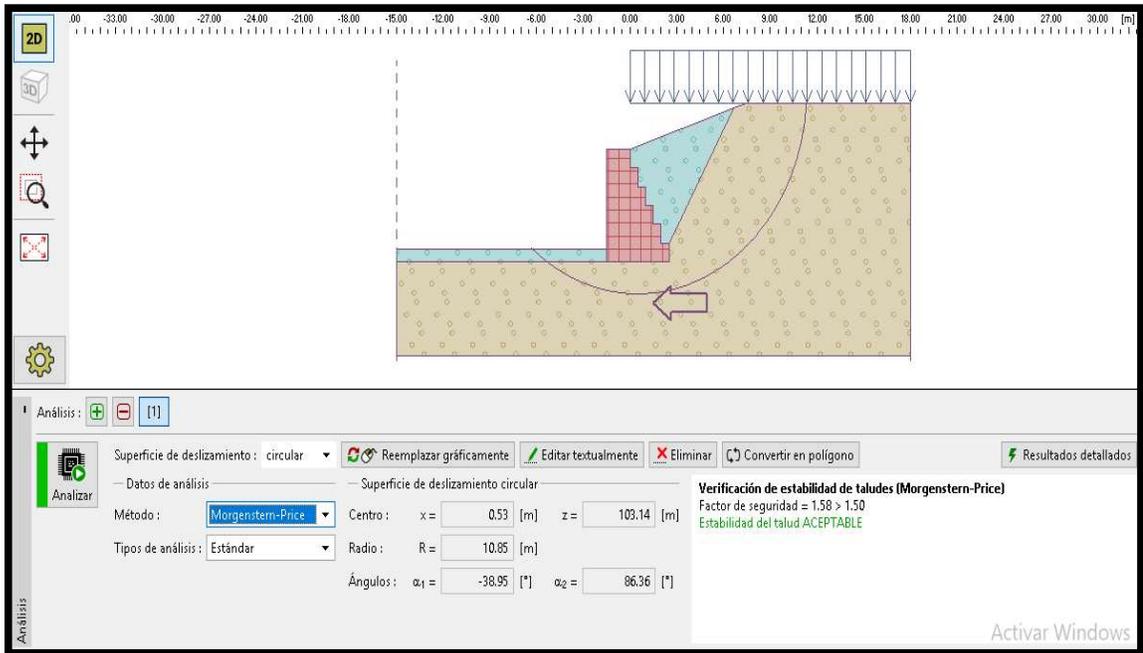


Figura 59. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Morgenstern-Price en condición Pseudo Estática, donde obtuvimos 1.58 de factor de seguridad.

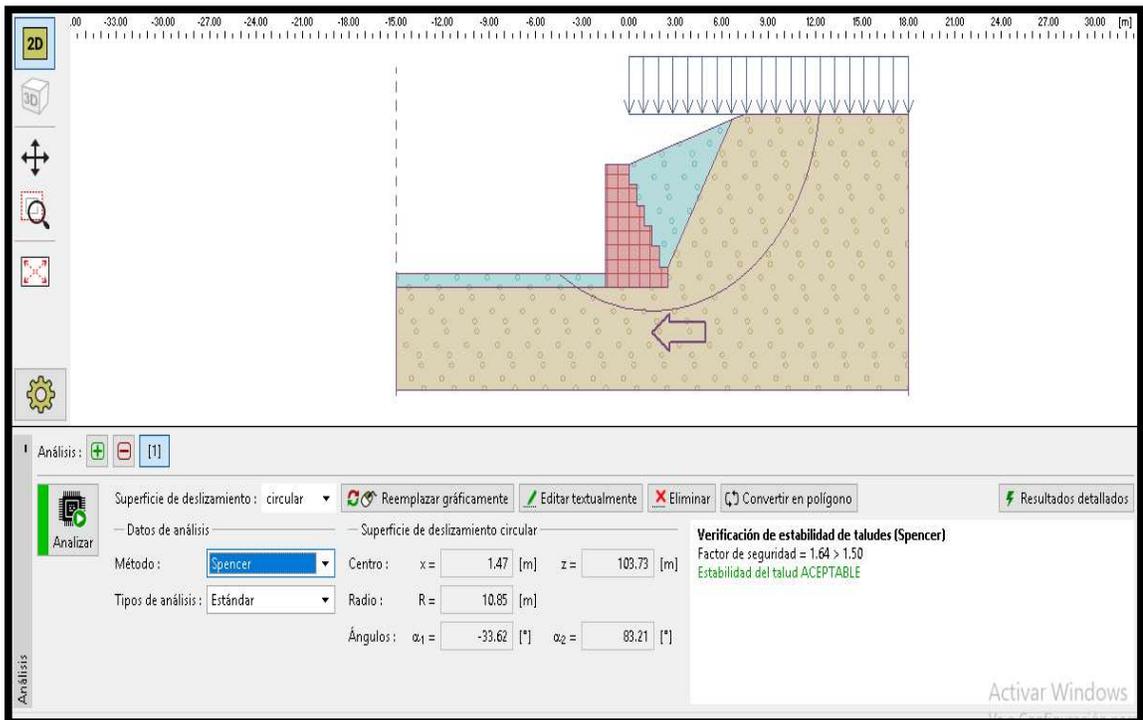


Figura 60. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Spencer en condición Pseudo estática, donde obtuvimos 1.64 de factor de seguridad.

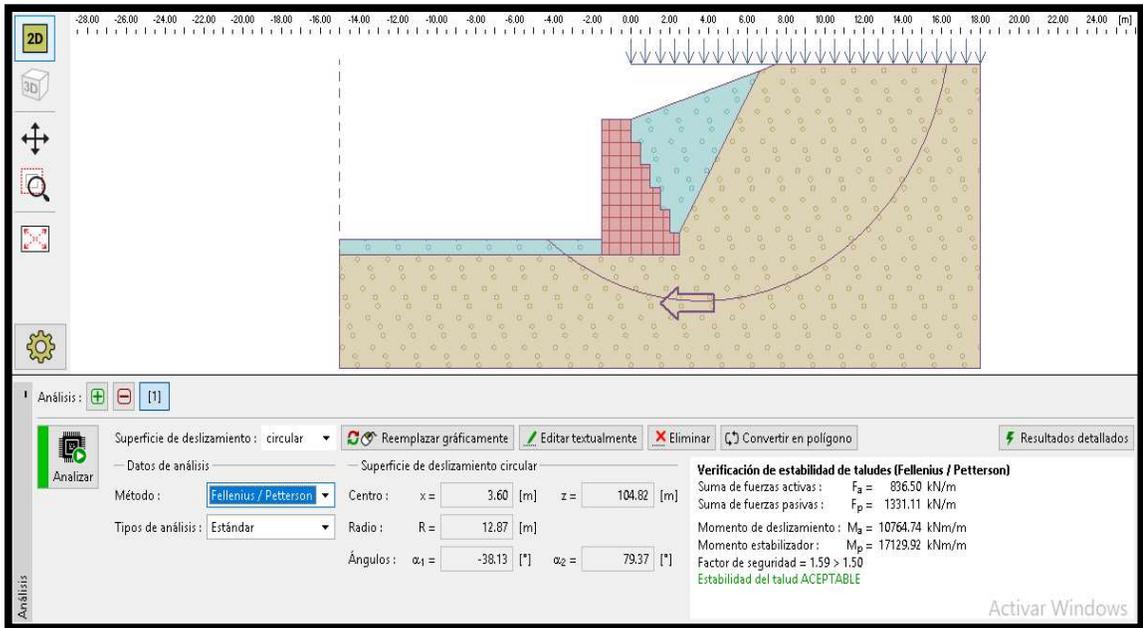
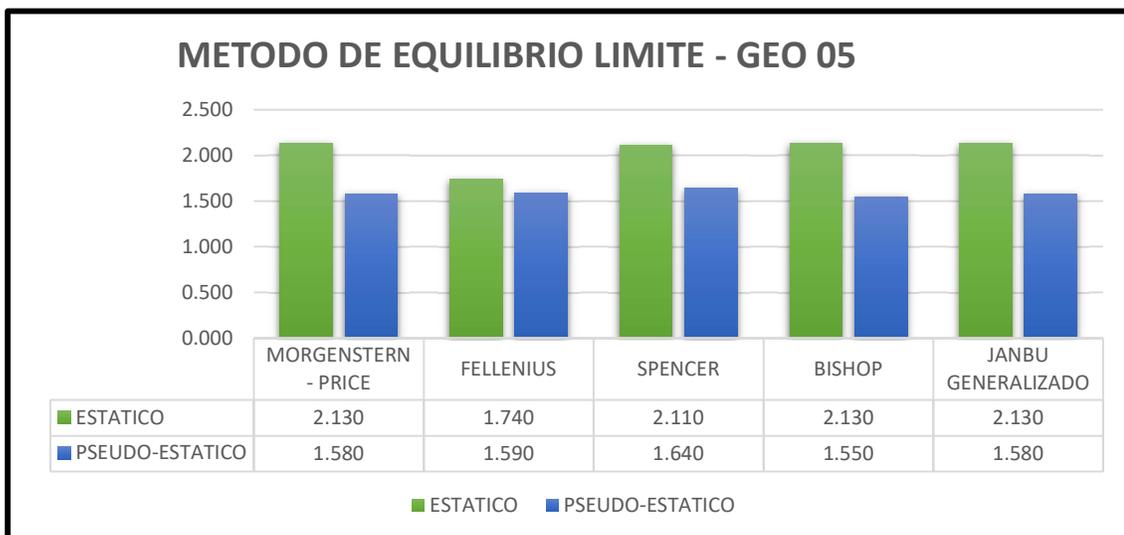


Figura 61. Diseño de los muros de gaviones en el talud por el método Fellenius en condición Pseudo estática, donde obtuvimos 1.59 de factor de seguridad.

Luego de corroborar para método de Equilibrio Límite en su forma Estática y Pseudo estática, cumplimos con los parámetros establecidos, en el siguiente cuadro de barras se muestra el contraste de los distintos métodos de equilibrio utilizados.

Tabla 22 Comparación de los Métodos de Equilibrio Límite – Geo5.



Fuente. Elaboración propia.

Todos los resultados del factor de seguridad terminaron siendo mayor a 1.50 obtenidos en el software Geo 05, por lo que el muro termina siendo óptimo y factible para la estabilidad del talud en estudio.

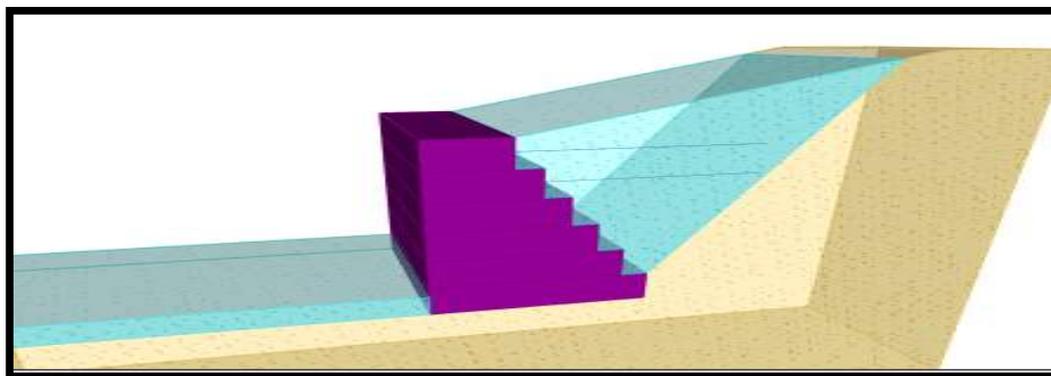


Figura 62. Modelamiento 3d de una sección del sistema de muro de gaviones, que resultado de nuestros estudios previos.

Tabla 23 Presupuesto referencial para Muro de Gaviones

Item	DESCRIPCION	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
ESTRUCTURAS					
01	OBRAS PRELIMINARES				
01.01	MOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	42,000.00	42,000.00
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD DE VIAS	mes	3.00	10,500.00	31,500.00
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	km	1.00	2,800.00	2,800.00
02.02	EXCAVACION DE ESTRUCTURA TERRENO SUAVE	m3	1,107.15	23.62	26,150.88
02.03	RELLENOS PARA TALUD CON MATERIAL PROPIO	m3	2,924.33	21.26	62,171.15
02.04	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION MANUAL	m2	2,205.00	2.28	5,027.40
02.05	TRANSPORTE Y NIVELACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,328.58	16.87	22,413.14
02.06	PERFILADO DEL TALUD	m3	2,103.59	27.00	56,796.80
03	OBRAS DE ARTE - GAVIONES				
03.01	ACARREO Y TRANSPORTE DE RELAVES ESP. 20% A Dp=300m.	m3	4,129.53	10.11	41,749.50
03.02	MALLA GAVION 1x1x5	Und.	650.00	325.00	211,250.00
03.03	TRANSPORTE DE MALLAS DE GAVION A OBRA	Und.	650.00	4.80	3,120.00
03.04	MURO DE GAVION.	m3	4,129.53	5.10	21,060.60
04	MONITOREO				
04.01	PUNTOS DE CONTROL TOPOGRAFICO	Und.	3.00	220.00	660.00
COSTO DIRECTO					536,699.47
UTILIDADES 10%					53,669.95
SUB TOTAL					590,369.42
I.G.V. 18%					106,266.50
TOTAL DEL PRESUPUESTO					696,635.91
SON: SETECIENTOS VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES CON 72/100 SOLES.					

Nota: En el siguiente cuadro se muestra un presupuesto referencial de lo estaría estimado el proyecto de investigación. Elaboración propia.

V.DISCUSIÓN

Con los resultados e incidencias que encontramos en nuestra investigación se puede determinar que la inestabilidad de los taludes en el territorio peruano se desarrolla por trabajos previos desarrollados en zonas que no tomaron en cuenta este problema dentro del proyecto, como en el caso de la construcción de una carretera.

A partir de los datos que obtuvimos de nuestro estudio podemos decir que estos concuerdan con lo planteo por (García 2017) que, por el deslizamiento de grandes masas en el talud, la solución más rentable y que representa un riesgo menor, aprovecharemos el Río Tablachaca que nos proporcionara el agregado de piedras de canto rodado para rellenar el armado de las mallas de los gaviones así disminuir costo aportando en la economía de nuestro proyecto.

En la tesis de Zúñiga (2018) se realizó un análisis mediante dos softwares el Slide y el Geo05. En esta tesis se desarrolló con el Software Geostudio para modelar nuestros puntos topográficos y el Geo05 para realizar nuestra propuesta de gaviones y se concluyó que estos softwares son muy completos al momento de realizar los análisis dándonos resultados muy factibles, desviando así la posibilidad de usar otros softwares. Además de esto el software Geostudio en su actualización 2019 tiene opciones de ingresar datos más relevantes en el análisis de taludes, y de manera muy entendible para el usuario; de igual manera el Geo05 soluciona la mayoría de tareas geotécnicas debido a que los distintos softwares tienen la misma interfaz y pueden comunicarse entre sí, permitiendo resolver problemas simples y muy complejos.

VI.CONCLUSIONES

-Podemos concluir que la propuesta de construcción del muro de contención con el sistema de gaviones se desarrolló para estabilizar un talud que era propenso a dejar intransitable a las personas de la localidad y contribuimos en el mejoramiento de la carretera ya que el costo de mantenimiento de la misma, es mínimo comparado con otros sistemas de estabilización.

-De acuerdo a los estudios realizados se pudo observar que el estado actual del talud era muy propenso a deslizamiento, porque no cumplía con los parámetros de factor de seguridad.

-Hay un límite con respecto a la altura en el sistema de muro de gaviones, esto pudo representar un problema en el diseño del sistema, pero si llegaron a cumplir con la máxima altura requerida por Maccaferri.

-Los gaviones tienen un proceso constructivo muy simple de ejecutar, también ocurre que una vez instalado los gaviones comienzan a trabajar inmediatamente no tienen la dificultad que representa el concreto, a que alcance su resistencia máxima.

-Debido a la elaboración de esta investigación hemos podido aprender todos los problemas que se tiene que resolver si se presenta una inestabilidad en el talud, esta experiencia ganada nos ayudara en nuestra vida como profesionales.

-El costo que representa este sistema de gaviones es mucho menor al sistema convencional o al mismo mantenimiento que representa este tramo en la carretera.

-El uso de muro de gaviones fue la mejor solución al momento de analizar la estabilidad del talud, este análisis nos dio resultados como el factor de seguridad al volcamiento y deslizamiento que trabajan a gravedad, también tomamos en cuenta los esfuerzos verticales, horizontales, momentos resistentes y actuantes del método Spencer para realizar el análisis en el programa Geo5.

VII. RECOMENDACIONES

-Se recomienda que, para construcciones futuras de obras viales, se tomen en cuenta el tema de los taludes que estos pueden producir un deslizamiento, los cuales generaran un problema en el acceso de la transitabilidad.

-Para obtener mejores resultados y tomar en consideración el nivel freático del sitio de estudio se recomienda realizar un Ensayo de Penetración de Estándar o SPT.

-Para una mayor repercusión e importancia al estudio del talud se recomienda realizar un informe detallado sobre el estado actual de cómo se encuentra el lugar de estudio al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

-Si se necesita ser más acertado en cuando a la economía que representan los gaviones se deberán tomar de un proyecto más detallado en el tema de metrados y costos unitarios del mismo.

-Al no contar con presencia de nivel freático en el talud analizado, no quiere decir que esto modifique el procedimiento que el software nos ofrece ya que solo este nivel deberá ser añadido si este fuera el caso.

-Como ultima recomendación, se debería contar con asesoría técnica en el proceso constructivo de este tipo de sistema de muro de gavión, la Empresa MACCAFERRI PERU es especialista en este tipo de estructuras de contención.

REFERENCIAS

Rodrigo Campos, L. R. (2017). Análisis de estabilidad de taludes en la carretera Lajas – Ajipampa. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Geólogo). Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Tarrillo Membrillo, R. A. (2018). Grado de estabilidad de los taludes críticos de la carretera Baños del Inca - Llacanora. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Geólogo). Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Mendoza Loayza, J. A. (2016). Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Geólogo). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Carrión Aguilar, C. H. (2019). Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha - Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.

Espinoza Sánchez, R. (2018). Sistemas de estabilización de talud y análisis de costos del km 90+000 al 100+000 de la carretera Huancayo Huancavelica, 2018. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Novoa Huamán, F. M. (2018). Construcción de Muro Gaviones, para la protección y estabilización de Talud en la IE. Virgen de Guadalupe Lucma- Ancash - Perú, en el año 2016. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Privada Telesup, Lima.

Hurtado Zamora, O. (2017). Análisis técnico económico para estabilización de taludes en vías empleando sistema de muro no convencional, tramo de carretera Kishuara - puente Sahuinto - Abancay. (Trabajo de grado para optar el título de Magister). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Zúñiga Palomino, R. (2018). Análisis de estabilidad del talud Carretera Central Km117 + 800 - 118 + 000 y propuesta de solución con el uso de gaviones – 2018. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Colchado León, C. W. E., & Díaz Pita, A. J. (2018). Investigación de las condiciones de transitabilidad del camino vecinal Simbron - Farrat - Colpa- Sacha Grande, provincia de Gran Chimú - La Libertad. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.

Chilón Calua, J. L. (2015). Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular en el caserío Chuquilin distrito de los baños del inca Cajamarca – Cajamarca. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Loor (2018). Diseño de un muro de contención en un tramo del Malecón Eloy Alfaro del Cantón Vinces. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Pachas Vivanco, F. (2017). Diseño e instalación de Gaviones para protección de la margen izquierda de la Quebrada Chancay ante probable inundación. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

Sánchez Villafuerte, M. (2009). Modelo de aplicaciones tecnológicas para la protección de Taludes desestabilizados por exceso de humedad en el Distrito Metropolitano de Quito a fin de disminuir la accidentabilidad y congestión vehicular. (Trabajo de grado para optar el título de Magister). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Guillén Martínez, C. (2004). Estabilidad de Taludes en los Departamentos de Guatemala y Alta Verapaz, casos reales. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Torres Chung, C. (2007). Valoración del Riesgo en Deslizamiento. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Ricardo Palma, Lima.

García Tapia, J. (2017). La Estabilidad de Taludes y la Transitabilidad en la Carretera Longitudinal de la Sierra, Provincia de Chota – Cajamarca 2017. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Morales Cabrera, D. (2000). Análisis y Diseño de Taludes mediante Métodos Computacionales. (Trabajo de grado para optar el título de Magister). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Ochoa Quispe, L. (2016). Inestabilidad de Taludes en el Sector de Santa Barbara de la ciudad de Huancavelica. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.

Chanquín Gómez, E. (2004). Diversas aplicaciones de Gaviones para la Protección y Estabilidad de Taludes. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Rivera Sisneros, Y. (2009). Estado del Arte de la Ingeniería Geotécnica en Estabilidades de Taludes. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.

Lugo Álvarez, E. (2018). Combinación de los Métodos de Jambú – Spencer en el análisis de la Estabilidad de Taludes para el empleo de sistemas flexibles de alta resistencia en la construcción de carreteras. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.

Aguilar Goenaga, O y Zúñiga Romero, C. (2015). Análisis comparativo de Estabilidad de Taludes mediante los Métodos de Equilibrio Limite aplicados a

Taludes o Laderas aledañas al Cerro de la Popa, Casco Urbano de Cartagena. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Cartagena, Cartagena.

Valeriano Nina, F. (2015). Caracterización Geotécnica y modos de falla estructural en el Talud en roca del Cerro Espinal Juliaca. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Toro Irureta, J. (2014). Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la carretera Las Pirias – Cruce Lambayeque, San Ignacio. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

Alejos Pérez, M. y Cáceres Vidal, J. (2016). Alternativas para la Transitabilidad al Anexo Huacacorral del Distrito de Guadalupito – Virú – La Libertad. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Santa, Chimbote.

Soto Contreras, J. (2017). Presupuesto para Muro en Gavión a Gravedad – para protección de la rivera del Rio Magdalena en el corregimiento de Puerto Bogotá Municipio de Guaduas Cundinamarca. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

Braja, M. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. (4a. Ed.). Santa Fe, Colombia.

Suarez Burgoa, L. (2016). Análisis de Estabilidad de Taludes. (1era. ed.). Medellín, Colombia.

Pozo García, R. (2015). Análisis de la Estabilidad de Taludes de Open Pits. Perú. (Artículo científico). Recuperado de <https://docplayer.es/28985860-Analisis-computacional-de-la-estabilidad-de-taludes-de-open-pits.html>

Piñar Venegas, Rafael. (2008). Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m3. (Grado de Licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Mendo Taquire, Daniel. (2018). Análisis de estabilidad del talud del megacentro comercial 30 de enero y propuesta de solución con el sistema Soil Nailing-Jicamarca, 2018. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Azabudai, M. (1984). Serie de trabajos de tierra en carreteras. Tokio, Japón. Lima: Asociación de carreteras del Japón.

Paucar, LL & Pari Cc. (2014). Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocapa-Anchonga-km 06+500, afectado por el río Lircay. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Huancavelica, Perú.

Farroñay Sánchez, P. (2017). Propuestas de diseño de muros mixtos de gaviones y de mampostería de piedra para la defensa ribereña del río Rímac en los kilómetros 34-35 Lurigancho-Chosica. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de San Martín de Porres, Lima.

De La Cruz Marsano, I. (2011). Peligro sísmico probabilístico y espectro uniforme en la Región Áncash. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú.

Tavera, H & Bernal, I & Salas H. (2007). El sismo de pisco el 15 de agosto, 2007 (7.9 Mw) Departamento de Ica – Perú. (Informe). Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú. (Artículo científico). Recuperado de <https://www.eeri.org/images/archived/wp-content/uploads/Pisco150807.pdf>

López Pineda, German. (2012). Introducción al uso del programa Slope/W versión 2012. (1era. Ed.). Universidad de Córdoba, España.

González Ruiz, S. (2017). Análisis de la estabilidad global de un relleno reforzado con geo sintéticos en la localidad de Llico. (Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.

ANEXOS

Ensayos elaborados en laboratorio



IGERSA

Los Civiles 396 - Piso 1
La Riviera de Monterrico - La Molina - Lima
Telf :349-6770 email: igersa.geotecnia@gmail.com
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

SOLICITANTE : SÁNCHEZ SAGA MIGUEL ANGEL / HUAPAYA ARIAS MANUEL
JESÚS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA
LONGITUDINAL DE LA SIERRA - PROVINCIA DE PALLASCA,
MEDIANTE LA ESTABILIDAD DE TALUDES UBICADO EN EL KM.
60+0.00 AL KM. 61+0.00, 2019

UBICACIÓN : CARRETERA CHIMBOTE - PALLASCA

CALICATA : C - 01

PROFUNDIDAD : 3.00 m.

FECHA : La Molina , 14 de junio de 2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Especimén	:	1	2	3
Lado (cm)	:	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	:	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm³)	:	1.610	1.610	1.610
Humedad Inicial (%)	:	7.13	7.13	7.13
Esfuerzo Normal (kg/cm²)	:	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria		Esfuerzo Cortante		
(E - %)		(kg/cm²)		
0.5		0.07	0.13	0.21
1.0		0.10	0.20	0.30
2.0		0.16	0.32	0.49
3.0		0.21	0.42	0.64
4.0		0.25	0.57	0.75
5.0		0.29	0.66	0.85
6.0		0.32	0.67	0.91
7.0		0.33	0.70	0.99
8.0		0.34	0.72	1.02
9.0		0.32	0.71	1.04
10.0		0.29	0.69	1.01
11.0		0.28	0.66	0.97
13.0		0.26	0.64	0.94
15.0		0.23	0.62	0.91

Ángulo de Fricción Interna del Suelo (°)
Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm²)

32.25
0.00


EDUARDO V. RUIZ RODRIGUEZ
ING. CIVIL
C.R. N° 1488

Eduardo Ruiz Rodriguez
ING. RESPONSABLE



IGERSA

Los Civiles 396 - Piso 1

La Riviera de Monterrico - La Molina - Lima

Tel: 349-6770 email: igersa.geotecnia@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DENSIDAD POR REEMPLAZO DE AGUA ASTM D - 5030

SOLICITANTE : SÁNCHEZ SAGA MIGUEL ANGEL / HUAPAYA ARIAS MANUEL JESÚS
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA
LONGITUDINAL DE LA SIERRA - PROVINCIA DE PALLASCA, MEDIANTE LA

PROYECTO : ESTABILIDAD DE TALUDES UBICADO EN EL KM. 60+0.00 AL KM. 61+0.00,
2019

UBICACIÓN : CARRETERA CHIMBOTE - PALLASCA

ENSAYO : Determinación de la Densidad por Reemplazo de Agua

FECHA : 14 de junio de 2019

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD POR REEMPLAZO DE AGUA ASTM D - 5030

Calicata : C - 01

Profundidad : 3.00 m.

Peso Volumétrico Húmedo = 2.08 gr/cm³

Contenido de Humedad = 7.13 %

Peso Volumétrico Húmedo = 1.94 gr/cm³

Marcos Meza Rivera
TEC. EJECUTOR

EDUARDO V. RUIZ RODRIGUEZ
ING. CIVIL
CIP. N° 3485
Eduardo Ruiz Rodriguez
ING RESPONSABLE

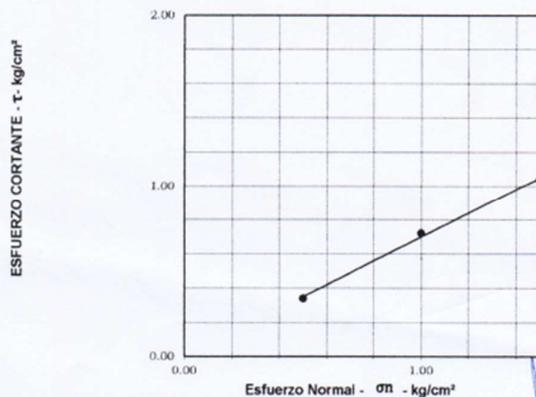
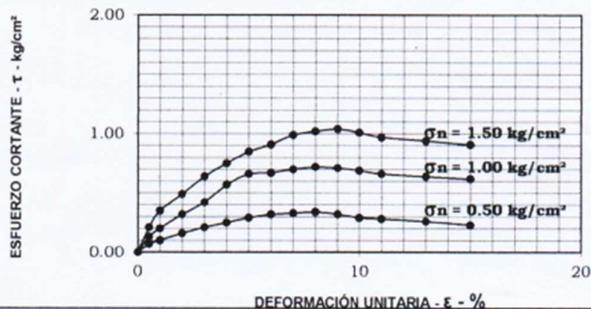


IGERSA

Los Civiles 396 - Piso 1
La Riviera de Monterrico - La Molina - Lima
Telf : 349-6770 email: igersa.geotecnia@gmail.com
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

Solicitante : SÁNCHEZ SAGA MIGUEL ANGEL / HUAPAYA ARIAS MANUEL JESÚS
Proyecto : MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA LONGITUDINAL DE LA SIERRA - PROVINCIA DE PALLASCA, MEDIANTE LA ESTABILIDAD DE TALUDES UBICADO EN EL KM. 60+0.00 AL KM. 61+0.00, 2019
Ubicación : CARRETERA CHIMBOTE - PALLASCA
Calicata : C - 01
Muestra : MAB **Profundidad** : 3.00 m. **Fecha** : 14-06-19

Ángulo de fricción interna del suelo : 32.25 °
Cohesión Aparente del suelo : 0.00 kg/cm²
Densidad Seca Promedio (γ_d-N° 4) : 1.61 gr/cm³
Humedad Natural (%) : 7.13 %



Marcos Meza Rivera
TEC. EJECUTOR

Eduardo Ruiz Rodriguez
ING RESPONSABLE



IGERSA

Los Civiles 396 - Piso 1
La Riviera de Monterrico - La Molina - Lima
Telf : 349-6770 - email: igersa.geotecnia@gmail.com

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO NORMA ASTM 422

SOLICITA : SÁNCHEZ SAGA MIGUEL ANGEL / HUAPAYA ARIAS CALICATA : C - 01
MANUEL JESÚS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA MUESTRA : MAB
LONGITUDINAL DE LA SIERRA - PROVINCIA DE PALLASCA, MEDIANTE LA ESTABILIDAD DE TALUDES UBICADO EN EL KM. 60+0.00 AL KM. 61+0.00, 2013 N.F. : -

UBICACIÓN : CARRETERA CHIMBOTE - PALLASCA PROFUND. : 3.00 m

FECHA : viernes, 28 de junio de 2019

TAMIZES ASTM	PESO RETENIDO	%			OBSERVACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA		
3"			0.00	100	Depósitos Coluvial	LIMITE LIQUIDO = NT LIMITE PLASTICO = NP INDICE DE PLASTICIDAD = - CLASIFICACION S.U.C.S. = GP CLASIFICACION AASHTO = A-1a → IG (0) Coef. de Uniformidad (C _u) = 66.63 Coef. de Curvatura (C _c) = 9.79
2"	1032.0	20.34	20	80		
1 1/2"	921.0	18.15	38	62		
1"	574.0	11.31	50	50		
3/4"	657.0	12.95	63	37		
1/2"	458.0	9.03	72	28		
3/8"	153.0	3.02	75	25		
1/4"	246.0	4.85	80	20		
Nº 4	113.0	2.23	82	18		
Nº 10	31.7	2.05	84	16		
Nº 20	41.6	2.89	87	13		
Nº 40	73.1	4.73	91	9		
Nº 60	38.1	2.47	94	6		
Nº 100	14.6	0.94	95	5		
Nº 200	25.8	1.57	96	4		
PASA Nº 200	54.6	3.53	100	4		
OBSERVACIONES						
MATERIAL TOTAL (gr)					5073.44	
FRACCION GRAVAS (gr)					4154.00 82%	
FRACCION ARENAS (gr)					819.44 14%	
FRACCION FINA (gr)					54.60 4%	
Fraccion Humeda (gr)					300.00	
Humedad Muestra (%)					7.13%	
Fraccion Seca (gr)					280.03	



Marcos Meza Rivers
 TEC. EJECUTOR

EDUARDO Y. RUIZ RODRIGUEZ
 ING. CIVIL
 CUR. Nº 1488
 Eduardo Ruiz Rodriguez
 ING RESPONSABLE

Certificados de los instrumentos como balanza y anillo, calibrados.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-197-2018

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 18220
Solicitante **ING. GEOTECN. RUIZ S.A - IGERSA**
Dirección MZA. O LOTE. 12 URB. NUEVA LURIN LIMA - LIMA - LURIN
Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMÁTICA**
Marca (o Fabricante) PATRICKS
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Procedencia CHINA
Tipo ELECTRÓNICO
Identificación 1828
Alcance de Indicación 0 kg a 30 kg
División de escala (d) o resolución 0,001 kg
Div. verific. de escala (e) 0,01 kg
Capacidad Mínima 0,02 kg
Clase de exactitud III
Ubic. Del Instrumento LABORATORIO DEL SOLICITANTE
Lugar de Calibración LABORATORIO DE MASA DE CEM INDUSTRIAL EIRL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2018-10-12

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera - Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados:

LM-C-095-2018; LM-199-2018; LM-198-2018; 0694-LM-2018; M-0294-2018; T-2789-2018.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2018-10-13

CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	22,5 °C	Final	22,5 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 15 kg			Carga L2 = 30 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
2	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
3	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
4	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
5	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
6	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
7	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
8	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
9	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064
10	15,001	0,0004	0,0056	30,002	0,0006	0,0064

Carga (kg)	E _{max} - E _{min} (kg)	e.m.p (kg)
15	0,0000	0,02
30	0,0000	0,03

2	5
1	
3	4

Posición de las Cargas

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Cargas	Temperatura	Inicial	22,6 °C	Final	22,5 °C
--------	-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				e.m.p ± kg	
	Carga min. (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E ₀ (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		E _c (kg)
1	0,01	0,010	0,0004	0,0046	10	10,001	0,0005	0,0055	0,0009	0,02
2		0,010	0,0003	0,0047		10,001	0,0004	0,0056	0,0009	0,02
3		0,010	0,0003	0,0047		10,001	0,0005	0,0055	0,0008	0,02
4		0,010	0,0004	0,0046		10,000	0,0005	0,0045	-0,0001	0,02
5		0,010	0,0003	0,0047		10,001	0,0005	0,0055	0,0008	0,02

Centro Especializado en Metrología Industrial

Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima

• Telf.: 8717946 • RPM: #958009777 • CEL: 958009778

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	22,5 °C	Final	22,6 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± kg
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
Eo	0,01	0,010	0,0003	0,0047					
	0,02	0,020	0,0004	0,0046	-0,0001	0,020	0,0004	0,0046	-0,0001
	1	1,000	0,0003	0,0047	0,0000	1,000	0,0003	0,0047	0,0000
	5	5,002	0,0004	0,0066	0,0019	5,000	0,0004	0,0046	-0,0001
	6	6,000	0,0005	0,0045	-0,0002	6,000	0,0005	0,0045	-0,0002
	8	8,000	0,0005	0,0045	-0,0002	8,000	0,0004	0,0046	-0,0001
	10	10,003	0,0004	0,0076	0,0029	10,001	0,0004	0,0056	0,0009
	15	15,001	0,0005	0,0055	0,0008	15,001	0,0005	0,0055	0,0008
	20	20,002	0,0006	0,0064	0,0017	20,001	0,0005	0,0055	0,0008
	25	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003
	30	30,002	0,0006	0,0064	0,0017	30,001	0,0006	0,0054	0,0007

Leyenda:
L: Carga aplicada a la balanza. *E:* Error encontrado
l: Indicación de la balanza. *E_c:* Error en cero.
ΔL: Carga adicional. *E_c:* Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,00000^2 + 0,000000000000846^2}$ R^2

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + (-0,0001135630)$ R

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 8

Expediente 19145
Solicitante ING. GEOTECN. RUIZ S.A - IGERSA
Dirección MZA. O LOTE. 12 URB. NUEVA LURIN LIMA - LIMA - LURIN
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado ANILLO DE CARGA

Alcance de Indicación 6 000 LBF
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie 18550
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Indicador de Lectura Dial Analógico
Marca (o Fabricante) ELE
Modelo 88-4000
Número de Serie 060930560
Identificación NO INDICA
Procedencia USA
Alcance de Indicación 0,2"
Resolución 0.0001"
Transductor de Fuerza Anillo
Alcance de Indicación 6 000 lbf
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo 6 000 lbf
Número de Serie 18550
Identificación NO INDICA
Procedencia USA
Fecha de Calibración 2019-06-05
Ubic. Del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CEM INDUSTRIAL EIRL

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2019-06-05

CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
• Tel.: 8717348 • Cel.: 998008778 / 998008777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú y con certificado N° INF-LE-N° 103-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (F)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	Unidades	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	80	253,0	256,0	255,6	254,9	2,4	1,2	1,0
20	160	515,2	519,0	518,8	517,7	0,8	0,7	0,6
30	240	790,4	794,3	794,4	793,0	-1,3	0,5	0,4
40	320	1051,4	1054,9	1054,6	1053,6	-1,0	0,3	0,3
50	400	1311,8	1314,7	1315,0	1313,8	-0,7	0,2	0,3
60	480	1571,3	1574,7	1575,4	1573,8	-0,5	0,3	0,3
70	560	1830,4	1833,8	1834,1	1832,8	-0,4	0,2	0,3
80	640	2096,4	2100,7	2100,9	2099,3	-0,6	0,2	0,3
90	720	2350,0	2354,4	2354,8	2353,1	-0,2	0,2	0,3
100	800	2608,8	2612,6	2612,8	2611,4	-0,1	0,2	0,3
Lectura máquina en cero		0	0	0	—	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 20 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf;

X = Lectura directa del Equipo, valores del dial.

Los coeficientes obtenidos son:

A = -0,000096

B = 3,3565395

C = -12,7616667

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en diferentes unidades de medición.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 3 de 8

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	45,84	53,24	60,63	68,03	75,42	82,82	90,21	97,60	105,00	112,39
20	119,78	127,17	134,56	141,95	149,34	156,73	164,12	171,51	178,90	186,29
30	193,67	201,06	208,45	215,83	223,22	230,60	237,99	245,37	252,76	260,14
40	267,52	274,91	282,29	289,67	297,05	304,43	311,82	319,20	326,58	333,96
50	341,33	348,71	356,09	363,47	370,85	378,22	385,60	392,98	400,35	407,73
60	415,09	422,48	429,85	437,22	444,60	451,97	459,34	466,71	474,08	481,45
70	488,82	496,20	503,57	510,93	518,30	525,67	533,04	540,41	547,77	555,14
80	562,50	569,87	577,24	584,60	591,97	599,33	606,70	614,06	621,42	628,79
90	636,14	643,51	650,87	658,23	665,59	672,95	680,31	687,67	695,03	702,39
100	709,73	717,10	724,46	731,82	739,17	746,53	753,88	761,24	768,59	775,95
110	783,29	790,65	798,01	805,36	812,71	820,06	827,41	834,76	842,11	849,46
120	856,80	864,16	871,51	878,86	886,21	893,55	900,90	908,25	915,59	922,94
130	930,27	937,63	944,97	952,32	959,66	967,00	974,35	981,69	989,03	996,37
140	1003,69	1011,05	1018,39	1025,73	1033,07	1040,41	1047,75	1055,09	1062,42	1069,76
150	1077,08	1084,43	1091,77	1099,10	1106,44	1113,77	1121,11	1128,44	1135,78	1143,11
160	1150,42	1157,77	1165,10	1172,44	1179,77	1187,10	1194,43	1201,76	1209,09	1216,41
170	1223,72	1231,07	1238,40	1245,72	1253,05	1260,38	1267,70	1275,03	1282,35	1289,68
180	1296,98	1304,32	1311,65	1318,97	1326,29	1333,61	1340,94	1348,26	1355,58	1362,90
190	1370,19	1377,54	1384,86	1392,17	1399,49	1406,81	1414,13	1421,44	1428,76	1436,08
200	1443,37	1450,71	1458,02	1465,34	1472,65	1479,96	1487,28	1494,59	1501,90	1509,21
210	1516,50	1523,83	1531,14	1538,45	1545,76	1553,07	1560,38	1567,69	1575,00	1582,31
220	1589,58	1596,92	1604,23	1611,53	1618,84	1626,14	1633,45	1640,75	1648,05	1655,36
230	1662,63	1669,96	1677,26	1684,57	1691,87	1699,17	1706,47	1713,77	1721,07	1728,37
240	1735,63	1742,96	1750,26	1757,56	1764,86	1772,15	1779,45	1786,74	1794,04	1801,33
250	1808,59	1815,92	1823,21	1830,51	1837,80	1845,09	1852,38	1859,68	1866,97	1874,26
260	1881,51	1888,84	1896,13	1903,42	1910,70	1917,99	1925,28	1932,57	1939,85	1947,14
270	1954,39	1961,71	1969,00	1976,28	1983,56	1990,85	1998,13	2005,42	2012,70	2019,98
280	2027,22	2034,54	2041,82	2049,10	2056,38	2063,66	2070,94	2078,22	2085,50	2092,78
290	2100,02	2107,33	2114,61	2121,88	2129,16	2136,44	2143,71	2150,98	2158,26	2165,53
300	2172,77	2180,08	2187,35	2194,62	2201,89	2209,16	2216,44	2223,71	2230,98	2238,24
310	2245,47	2252,78	2260,05	2267,32	2274,59	2281,85	2289,12	2296,38	2303,65	2310,92
320	2318,14	2325,44	2332,71	2339,97	2347,23	2354,50	2361,76	2369,02	2376,28	2383,54
330	2390,76	2398,06	2405,32	2412,58	2419,84	2427,10	2434,36	2441,62	2448,87	2456,13
340	2463,34	2470,64	2477,90	2485,15	2492,41	2499,66	2506,91	2514,17	2521,42	2528,67
350	2535,88	2543,18	2550,43	2557,68	2564,93	2572,18	2579,43	2586,68	2593,93	2601,17
360	2608,37	2615,67	2622,92	2630,16	2637,41	2644,65	2651,90	2659,14	2666,39	2673,63
370	2680,83	2688,12	2695,36	2702,60	2709,85	2717,09	2724,33	2731,57	2738,81	2746,05
380	2753,24	2760,53	2767,77	2775,00	2782,24	2789,48	2796,72	2803,95	2811,19	2818,42
390	2825,61	2832,89	2840,13	2847,36	2854,59	2861,83	2869,06	2876,29	2883,52	2890,76
400	2897,93	2905,22	2912,45	2919,68	2926,91	2934,13	2941,36	2948,59	2955,82	2963,04
410	2970,22	2977,50	2984,72	2991,95	2999,17	3006,40	3013,62	3020,85	3028,07	3035,29
420	3042,46	3049,74	3056,96	3064,18	3071,40	3078,62	3085,84	3093,06	3100,28	3107,50
430	3114,66	3121,93	3129,15	3136,37	3143,58	3150,80	3158,02	3165,23	3172,45	3179,66
440	3186,82	3194,09	3201,30	3208,51	3215,72	3222,94	3230,15	3237,36	3244,57	3251,78
450	3258,93	3266,20	3273,41	3280,62	3287,82	3295,03	3302,24	3309,45	3316,65	3323,86
460	3331,00	3338,27	3345,47	3352,68	3359,88	3367,08	3374,29	3381,49	3388,69	3395,89
470	3403,03	3410,30	3417,50	3424,70	3431,90	3439,09	3446,29	3453,49	3460,69	3467,89
480	3475,02	3482,28	3489,48	3496,67	3503,87	3511,06	3518,26	3525,45	3532,64	3539,84
490	3546,97	3554,22	3561,41	3568,61	3575,80	3582,99	3590,18	3597,37	3604,56	3611,75
500	3618,87	3626,12	3633,31	3640,50	3647,68	3654,87	3662,06	3669,24	3676,43	3683,61

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
 +161-571/345 + Cel: 958009776 / 858009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 4 de 8

Unidades	CARGA EN lbs.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	3690,73	3697,91	3705,10	3712,28	3719,46	3726,64	3733,83	3741,01	3748,19	3755,37
520	3762,55	3769,73	3776,91	3784,08	3791,26	3798,44	3805,62	3812,80	3819,97	3827,15
530	3834,32	3841,50	3848,67	3855,85	3863,02	3870,20	3877,37	3884,54	3891,71	3898,89
540	3906,06	3913,23	3920,40	3927,57	3934,74	3941,91	3949,08	3956,25	3963,41	3970,58
550	3977,75	3984,92	3992,08	3999,25	4006,41	4013,58	4020,74	4027,91	4035,07	4042,23
560	4049,40	4056,56	4063,72	4070,88	4078,05	4085,21	4092,37	4099,53	4106,69	4113,85
570	4121,00	4128,16	4135,32	4142,48	4149,64	4156,79	4163,95	4171,10	4178,26	4185,41
580	4192,57	4199,72	4206,88	4214,03	4221,18	4228,34	4235,49	4242,64	4249,79	4256,94
590	4264,09	4271,24	4278,39	4285,54	4292,69	4299,84	4306,98	4314,13	4321,28	4328,42
600	4335,57	4342,72	4349,86	4357,01	4364,15	4371,29	4378,44	4385,58	4392,72	4399,87
610	4407,01	4414,15	4421,29	4428,43	4435,57	4442,71	4449,85	4456,99	4464,13	4471,27
620	4478,40	4485,54	4492,68	4499,81	4506,95	4514,08	4521,22	4528,35	4535,49	4542,62
630	4549,76	4556,89	4564,02	4571,15	4578,29	4585,42	4592,55	4599,68	4606,81	4613,94
640	4621,07	4628,20	4635,32	4642,45	4649,58	4656,71	4663,83	4670,96	4678,08	4685,21
650	4692,33	4699,46	4706,58	4713,71	4720,83	4727,95	4735,08	4742,20	4749,32	4756,44
660	4763,56	4770,68	4777,80	4784,92	4792,04	4799,16	4806,28	4813,39	4820,51	4827,63
670	4834,74	4841,86	4848,98	4856,09	4863,21	4870,32	4877,43	4884,55	4891,66	4898,77
680	4905,88	4913,00	4920,11	4927,22	4934,33	4941,44	4948,55	4955,66	4962,77	4969,88
690	4976,98	4984,09	4991,20	4998,30	5005,41	5012,52	5019,62	5026,73	5033,83	5040,94
700	5048,04	5055,14	5062,25	5069,35	5076,45	5083,55	5090,65	5097,75	5104,85	5111,95
710	5119,05	5126,15	5133,25	5140,35	5147,45	5154,55	5161,64	5168,74	5175,83	5182,93
720	5190,03	5197,12	5204,22	5211,31	5218,40	5225,50	5232,59	5239,68	5246,77	5253,86
730	5260,96	5268,05	5275,14	5282,23	5289,32	5296,40	5303,49	5310,58	5317,67	5324,76
740	5331,84	5338,93	5346,01	5353,10	5360,19	5367,27	5374,35	5381,44	5388,52	5395,60
750	5402,69	5409,77	5416,85	5423,93	5431,01	5438,09	5445,17	5452,25	5459,33	5466,41
760	5473,49	5480,57	5487,65	5494,72	5501,80	5508,88	5515,95	5523,03	5530,10	5537,18
770	5544,25	5551,32	5558,40	5565,47	5572,54	5579,61	5586,69	5593,76	5600,83	5607,90
780	5614,97	5622,04	5629,11	5636,17	5643,24	5650,31	5657,38	5664,45	5671,51	5678,58
790	5685,64	5692,71	5699,77	5706,84	5713,90	5720,97	5728,03	5735,09	5742,15	5749,22
800	5756,28	5763,34	5770,40	5777,46	5784,52	5791,58	5798,64	5805,69	5812,75	5819,81
810	5826,87	5833,92	5840,98	5848,04	5855,09	5862,15	5869,20	5876,26	5883,31	5890,36
820	5897,42	5904,47	5911,52	5918,57	5925,62	5932,67	5939,72	5946,77	5953,82	5960,87
830	5967,92	5974,97	5982,02	5989,07	5996,11	6003,16	6010,21	6017,25	6024,30	6031,34
840	6038,39	6045,43	6052,47	6059,52	6066,56	6073,60	6080,64	6087,69	6094,73	6101,77
850	6108,81	6115,85	6122,89	6129,93	6136,96	6144,00	6151,04	6158,08	6165,11	6172,15
860	6179,19	6186,22	6193,26	6200,29	6207,33	6214,36	6221,39	6228,43	6235,46	6242,49
870	6249,52	6256,55	6263,59	6270,62	6277,65	6284,68	6291,71	6298,73	6305,76	6312,79
880	6319,82	6326,85	6333,87	6340,90	6347,92	6354,95	6361,97	6369,00	6376,02	6383,05
890	6390,07	6397,09	6404,12	6411,14	6418,16	6425,18	6432,20	6439,22	6446,24	6453,26
900	6460,28	6467,30	6474,32	6481,33	6488,35	6495,37	6502,39	6509,40	6516,42	6523,43
910	6530,45	6537,46	6544,48	6551,49	6558,50	6565,52	6572,53	6579,54	6586,55	6593,56
920	6600,57	6607,58	6614,59	6621,60	6628,61	6635,62	6642,63	6649,64	6656,65	6663,65
930	6670,66	6677,66	6684,67	6691,67	6698,68	6705,68	6712,69	6719,69	6726,69	6733,69
940	6740,70	6747,70	6754,70	6761,70	6768,70	6775,70	6782,70	6789,70	6796,70	6803,70
950	6810,69	6817,69	6824,69	6831,69	6838,68	6845,68	6852,67	6859,67	6866,66	6873,66
960	6880,65	6887,64	6894,64	6901,63	6908,62	6915,61	6922,60	6929,59	6936,58	6943,57
970	6950,56	6957,55	6964,54	6971,53	6978,52	6985,51	6992,49	6999,48	7006,46	7013,45
980	7020,44	7027,42	7034,40	7041,39	7048,37	7055,36	7062,34	7069,32	7076,30	7083,28
990	7090,26	7097,24	7104,23	7111,20	7118,18	7125,16	7132,14	7139,12	7146,10	7153,07
1000	7160,05	7167,03	7174,00	7180,98	7187,95	7194,93	7201,90	7208,88	7215,85	7222,82

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. Ceasa - Valde Mt. V.L. Of. B.M.P. - Lima - Lima
 • Tel.: 8717345 • CEL: 980009776 / 980006777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 5 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	20,79	24,15	27,50	30,86	34,21	37,57	40,92	44,27	47,63	50,98
20	54,33	57,68	61,04	64,39	67,74	71,09	74,44	77,80	81,15	84,50
30	87,85	91,20	94,55	97,90	101,25	104,60	107,95	111,30	114,65	118,00
40	121,35	124,70	128,05	131,39	134,74	138,09	141,44	144,79	148,13	151,48
50	154,83	158,18	161,52	164,87	168,21	171,56	174,91	178,25	181,60	184,94
60	188,29	191,63	194,98	198,32	201,67	205,01	208,36	211,70	215,04	218,39
70	221,73	225,07	228,42	231,76	235,10	238,44	241,79	245,13	248,47	251,81
80	255,15	258,49	261,83	265,17	268,52	271,86	275,20	278,54	281,88	285,22
90	288,55	291,89	295,23	298,57	301,91	305,25	308,59	311,93	315,26	318,60
100	321,93	325,28	328,61	331,95	335,29	338,62	341,96	345,30	348,63	351,97
110	355,30	358,64	361,97	365,31	368,64	371,98	375,31	378,65	381,98	385,31
120	388,64	391,98	395,31	398,65	401,98	405,31	408,65	411,98	415,31	418,64
130	421,97	425,31	428,64	431,97	435,30	438,63	441,96	445,29	448,62	451,95
140	455,27	458,61	461,94	465,27	468,60	471,93	475,26	478,58	481,91	485,24
150	488,56	491,90	495,22	498,55	501,88	505,20	508,53	511,86	515,18	518,51
160	521,83	525,16	528,49	531,81	535,14	538,46	541,79	545,11	548,44	551,76
170	555,08	558,41	561,73	565,06	568,38	571,70	575,03	578,35	581,67	584,99
180	588,31	591,64	594,96	598,28	601,60	604,92	608,24	611,57	614,89	618,21
190	621,52	624,85	628,17	631,49	634,81	638,12	641,44	644,76	648,08	651,40
200	654,71	658,04	661,35	664,67	667,99	671,31	674,62	677,94	681,26	684,57
210	687,88	691,21	694,52	697,84	701,15	704,47	707,78	711,10	714,41	717,73
220	721,03	724,36	727,67	730,99	734,30	737,61	740,93	744,24	747,55	750,87
230	754,16	757,49	760,80	764,11	767,43	770,74	774,05	777,36	780,67	783,98
240	787,28	790,60	793,91	797,22	800,53	803,84	807,15	810,46	813,77	817,08
250	820,37	823,70	827,00	830,31	833,62	836,93	840,24	843,54	846,85	850,16
260	853,45	856,77	860,08	863,38	866,69	870,00	873,30	876,61	879,91	883,22
270	886,51	889,83	893,13	896,44	899,74	903,04	906,35	909,65	912,95	916,26
280	919,54	922,86	926,16	929,47	932,77	936,07	939,37	942,67	945,98	949,28
290	952,56	955,88	959,18	962,48	965,78	969,08	972,38	975,68	978,98	982,28
300	985,56	988,88	992,18	995,47	998,77	1002,07	1005,37	1008,67	1011,96	1015,26
310	1018,54	1021,86	1025,15	1028,45	1031,75	1035,04	1038,34	1041,63	1044,93	1048,22
320	1051,50	1054,81	1058,11	1061,40	1064,70	1067,99	1071,29	1074,58	1077,87	1081,17
330	1084,44	1087,75	1091,05	1094,34	1097,63	1100,93	1104,22	1107,51	1110,80	1114,09
340	1117,36	1120,68	1123,97	1127,26	1130,55	1133,84	1137,13	1140,42	1143,71	1147,00
350	1150,27	1153,58	1156,87	1160,16	1163,44	1166,73	1170,02	1173,31	1176,60	1179,88
360	1183,15	1186,46	1189,75	1193,03	1196,32	1199,61	1202,89	1206,18	1209,47	1212,75
370	1216,02	1219,32	1222,61	1225,89	1229,18	1232,46	1235,75	1239,03	1242,32	1245,60
380	1248,86	1252,17	1255,45	1258,73	1262,02	1265,30	1268,58	1271,86	1275,15	1278,43
390	1281,69	1284,99	1288,27	1291,55	1294,84	1298,12	1301,40	1304,68	1307,96	1311,24
400	1314,49	1317,80	1321,08	1324,36	1327,64	1330,91	1334,19	1337,47	1340,75	1344,03
410	1347,28	1350,58	1353,86	1357,14	1360,42	1363,69	1366,97	1370,25	1373,52	1376,80
420	1380,05	1383,35	1386,63	1389,90	1393,18	1396,45	1399,73	1403,00	1406,28	1409,55
430	1412,80	1416,10	1419,37	1422,65	1425,92	1429,19	1432,47	1435,74	1439,01	1442,28
440	1445,53	1448,83	1452,10	1455,37	1458,64	1461,91	1465,19	1468,46	1471,73	1475,00
450	1478,24	1481,54	1484,81	1488,08	1491,35	1494,62	1497,89	1501,15	1504,42	1507,69
460	1510,93	1514,23	1517,50	1520,76	1524,03	1527,30	1530,57	1533,83	1537,10	1540,37
470	1543,61	1546,90	1550,17	1553,43	1556,70	1559,96	1563,23	1566,49	1569,76	1573,02
480	1576,26	1579,55	1582,82	1586,08	1589,34	1592,61	1595,87	1599,13	1602,40	1605,66
490	1608,89	1612,18	1615,45	1618,71	1621,97	1625,23	1628,49	1631,76	1635,02	1638,28
500	1641,51	1644,80	1648,06	1651,32	1654,58	1657,84	1661,10	1664,36	1667,62	1670,88

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. César Valdez M. V.L. Df. S.M.R. - Lima - Perú
 • Telf: 011/444 • D.L. 55603/76 / 55603/77

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 6 de 8

Unidades	CARGA EN kgf.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	1674,10	1677,36	1680,62	1683,88	1687,14	1690,39	1693,65	1696,91	1700,17	1703,42
520	1706,68	1709,94	1713,19	1716,45	1719,71	1722,96	1726,22	1729,47	1732,73	1735,98
530	1739,24	1742,49	1745,75	1749,00	1752,26	1755,51	1758,76	1762,02	1765,27	1768,52
540	1771,78	1775,03	1778,28	1781,53	1784,79	1788,04	1791,29	1794,54	1797,79	1801,04
550	1804,30	1807,55	1810,80	1814,05	1817,30	1820,55	1823,80	1827,05	1830,30	1833,55
560	1836,79	1840,04	1843,29	1846,54	1849,79	1853,04	1856,29	1859,53	1862,78	1866,03
570	1869,28	1872,52	1875,77	1879,02	1882,26	1885,51	1888,75	1892,00	1895,25	1898,49
580	1901,74	1904,98	1908,23	1911,47	1914,72	1917,96	1921,20	1924,45	1927,69	1930,94
590	1934,18	1937,42	1940,67	1943,91	1947,15	1950,39	1953,64	1956,88	1960,12	1963,36
600	1966,60	1969,84	1973,08	1976,33	1979,57	1982,81	1986,05	1989,29	1992,53	1995,77
610	1999,01	2002,25	2005,48	2008,72	2011,96	2015,20	2018,44	2021,68	2024,92	2028,15
620	2031,39	2034,63	2037,87	2041,10	2044,34	2047,58	2050,81	2054,05	2057,28	2060,52
630	2063,76	2066,99	2070,23	2073,46	2076,70	2079,93	2083,17	2086,40	2089,63	2092,87
640	2096,10	2099,34	2102,57	2105,80	2109,04	2112,27	2115,50	2118,73	2121,97	2125,20
650	2128,43	2131,66	2134,89	2138,12	2141,35	2144,59	2147,82	2151,05	2154,28	2157,51
660	2160,74	2163,97	2167,20	2170,43	2173,65	2176,88	2180,11	2183,34	2186,57	2189,80
670	2193,03	2196,25	2199,48	2202,71	2205,94	2209,16	2212,39	2215,62	2218,84	2222,07
680	2225,29	2228,52	2231,75	2234,97	2238,20	2241,42	2244,65	2247,87	2251,10	2254,32
690	2257,54	2260,77	2263,99	2267,22	2270,44	2273,66	2276,89	2280,11	2283,33	2286,55
700	2289,78	2293,00	2296,22	2299,44	2302,66	2305,88	2309,11	2312,33	2315,55	2318,77
710	2321,99	2325,21	2328,43	2331,65	2334,87	2338,09	2341,31	2344,52	2347,74	2350,96
720	2354,18	2357,40	2360,62	2363,83	2367,05	2370,27	2373,49	2376,70	2379,92	2383,14
730	2386,35	2389,57	2392,79	2396,00	2399,22	2402,43	2405,65	2408,86	2412,08	2415,29
740	2418,51	2421,72	2424,94	2428,15	2431,36	2434,58	2437,79	2441,00	2444,22	2447,43
750	2450,64	2453,86	2457,07	2460,28	2463,49	2466,70	2469,91	2473,13	2476,34	2479,55
760	2482,76	2485,97	2489,18	2492,39	2495,60	2498,81	2502,02	2505,23	2508,44	2511,65
770	2514,86	2518,06	2521,27	2524,48	2527,69	2530,90	2534,10	2537,31	2540,52	2543,73
780	2546,93	2550,14	2553,35	2556,55	2559,76	2562,96	2566,17	2569,38	2572,58	2575,79
790	2578,99	2582,20	2585,40	2588,60	2591,81	2595,01	2598,22	2601,42	2604,62	2607,83
800	2611,03	2614,23	2617,44	2620,64	2623,84	2627,04	2630,24	2633,45	2636,65	2639,85
810	2643,05	2646,25	2649,45	2652,65	2655,85	2659,05	2662,25	2665,45	2668,65	2671,85
820	2675,05	2678,25	2681,45	2684,65	2687,85	2691,04	2694,24	2697,44	2700,64	2703,83
830	2707,03	2710,23	2713,43	2716,62	2719,82	2723,02	2726,21	2729,41	2732,60	2735,80
840	2738,99	2742,19	2745,38	2748,58	2751,77	2754,97	2758,16	2761,36	2764,55	2767,74
850	2770,94	2774,13	2777,32	2780,52	2783,71	2786,90	2790,09	2793,29	2796,48	2799,67
860	2802,86	2806,05	2809,24	2812,43	2815,62	2818,82	2822,01	2825,20	2828,39	2831,58
870	2834,77	2837,95	2841,14	2844,33	2847,52	2850,71	2853,90	2857,09	2860,28	2863,46
880	2866,63	2869,84	2873,03	2876,21	2879,40	2882,59	2885,77	2888,96	2892,15	2895,33
890	2898,52	2901,70	2904,89	2908,07	2911,26	2914,44	2917,63	2920,81	2924,00	2927,18
900	2930,36	2933,55	2936,73	2939,91	2943,10	2946,28	2949,46	2952,65	2955,83	2959,01
910	2962,19	2965,37	2968,55	2971,74	2974,92	2978,10	2981,28	2984,46	2987,64	2990,82
920	2994,00	2997,18	3000,36	3003,54	3006,72	3009,90	3013,08	3016,25	3019,43	3022,61
930	3025,79	3028,97	3032,15	3035,32	3038,50	3041,68	3044,85	3048,03	3051,21	3054,38
940	3057,56	3060,74	3063,91	3067,09	3070,26	3073,44	3076,61	3079,79	3082,96	3086,14
950	3089,31	3092,48	3095,66	3098,83	3102,01	3105,18	3108,35	3111,53	3114,70	3117,87
960	3121,04	3124,21	3127,39	3130,56	3133,73	3136,90	3140,07	3143,24	3146,41	3149,58
970	3152,76	3155,93	3159,10	3162,27	3165,43	3168,60	3171,77	3174,94	3178,11	3181,28
980	3184,45	3187,62	3190,78	3193,95	3197,12	3200,29	3203,46	3206,62	3209,79	3212,96
990	3216,12	3219,29	3222,46	3225,62	3228,79	3231,95	3235,12	3238,28	3241,45	3244,61
1000	3247,78	3250,94	3254,11	3257,27	3260,43	3263,60	3266,76	3269,92	3273,09	3276,25

Centro Especializado en Metrología Industrial
 Coop. Ceasr Vallejo Mo. V.L. D1. S.M.P. - Lima - Lima
 * Telf: 6717448 • Cel: 98000776 / 98000777

• ventas@cemind.com • www.cemind.com • www.cemind.com



Unidades	CARGA EN kN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,20	0,24	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50
20	0,53	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70	0,73	0,76	0,80	0,83
30	0,86	0,89	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16
40	1,19	1,22	1,26	1,29	1,32	1,35	1,39	1,42	1,45	1,49
50	1,52	1,55	1,58	1,62	1,65	1,68	1,72	1,75	1,78	1,81
60	1,85	1,88	1,91	1,94	1,98	2,01	2,04	2,08	2,11	2,14
70	2,17	2,21	2,24	2,27	2,31	2,34	2,37	2,40	2,44	2,47
80	2,50	2,53	2,57	2,60	2,63	2,67	2,70	2,73	2,76	2,80
90	2,82	2,86	2,90	2,93	2,96	2,99	3,03	3,06	3,09	3,12
100	3,16	3,19	3,22	3,26	3,29	3,32	3,35	3,39	3,42	3,45
110	3,48	3,52	3,55	3,58	3,62	3,65	3,68	3,71	3,75	3,78
120	3,81	3,84	3,88	3,91	3,94	3,97	4,01	4,04	4,07	4,11
130	4,14	4,17	4,20	4,24	4,27	4,30	4,33	4,37	4,40	4,43
140	4,46	4,50	4,53	4,56	4,60	4,63	4,66	4,69	4,73	4,76
150	4,79	4,82	4,86	4,89	4,92	4,95	4,99	5,02	5,05	5,08
160	5,12	5,15	5,18	5,22	5,25	5,28	5,31	5,35	5,38	5,41
170	5,44	5,48	5,51	5,54	5,57	5,61	5,64	5,67	5,70	5,74
180	5,77	5,80	5,83	5,87	5,90	5,93	5,96	6,00	6,03	6,06
190	6,09	6,13	6,16	6,19	6,23	6,26	6,29	6,32	6,36	6,39
200	6,42	6,45	6,49	6,52	6,55	6,58	6,62	6,65	6,68	6,71
210	6,75	6,78	6,81	6,84	6,88	6,91	6,94	6,97	7,01	7,04
220	7,07	7,10	7,14	7,17	7,20	7,23	7,27	7,30	7,33	7,36
230	7,40	7,43	7,46	7,49	7,53	7,56	7,59	7,62	7,66	7,69
240	7,72	7,75	7,79	7,82	7,85	7,88	7,92	7,95	7,98	8,01
250	8,05	8,08	8,11	8,14	8,17	8,21	8,24	8,27	8,30	8,34
260	8,37	8,40	8,43	8,47	8,50	8,53	8,56	8,60	8,63	8,66
270	8,69	8,73	8,76	8,79	8,82	8,86	8,89	8,92	8,95	8,99
280	9,02	9,05	9,08	9,11	9,15	9,18	9,21	9,24	9,28	9,31
290	9,34	9,37	9,41	9,44	9,47	9,50	9,54	9,57	9,60	9,63
300	9,67	9,70	9,73	9,76	9,79	9,83	9,86	9,89	9,92	9,96
310	9,99	10,02	10,05	10,09	10,12	10,15	10,18	10,21	10,25	10,28
320	10,31	10,34	10,38	10,41	10,44	10,47	10,51	10,54	10,57	10,60
330	10,63	10,67	10,70	10,73	10,76	10,80	10,83	10,86	10,89	10,93
340	10,96	10,99	11,02	11,05	11,09	11,12	11,15	11,18	11,22	11,25
350	11,28	11,31	11,34	11,38	11,41	11,44	11,47	11,51	11,54	11,57
360	11,60	11,64	11,67	11,70	11,73	11,76	11,80	11,83	11,86	11,89
370	11,92	11,96	11,99	12,02	12,05	12,09	12,12	12,15	12,18	12,22
380	12,25	12,28	12,31	12,34	12,38	12,41	12,44	12,47	12,50	12,54
390	12,57	12,60	12,63	12,67	12,70	12,73	12,76	12,79	12,83	12,86
400	12,89	12,92	12,96	12,99	13,02	13,05	13,08	13,12	13,15	13,18
410	13,21	13,24	13,28	13,31	13,34	13,37	13,41	13,44	13,47	13,50
420	13,53	13,57	13,60	13,63	13,66	13,69	13,73	13,76	13,79	13,82
430	13,85	13,89	13,92	13,95	13,98	14,02	14,05	14,08	14,11	14,14
440	14,18	14,21	14,24	14,27	14,30	14,34	14,37	14,40	14,43	14,46
450	14,50	14,53	14,56	14,59	14,63	14,66	14,69	14,72	14,75	14,79
460	14,82	14,85	14,88	14,91	14,95	14,98	15,01	15,04	15,07	15,11
470	15,14	15,17	15,20	15,23	15,27	15,30	15,33	15,36	15,39	15,43
480	15,46	15,49	15,52	15,55	15,59	15,62	15,65	15,68	15,71	15,75
490	15,78	15,81	15,84	15,87	15,91	15,94	15,97	16,00	16,03	16,07
500	16,10	16,13	16,16	16,19	16,23	16,26	16,29	16,32	16,35	16,39



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-091-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 8 de 8

Unidades	CARGA EN kN.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
510	16,42	16,45	16,48	16,51	16,55	16,58	16,61	16,64	16,67	16,70
520	16,74	16,77	16,80	16,83	16,86	16,90	16,93	16,96	16,99	17,02
530	17,06	17,09	17,12	17,15	17,18	17,22	17,25	17,28	17,31	17,34
540	17,38	17,41	17,44	17,47	17,50	17,53	17,57	17,60	17,63	17,66
550	17,69	17,73	17,76	17,79	17,82	17,85	17,89	17,92	17,95	17,98
560	18,01	18,04	18,08	18,11	18,14	18,17	18,20	18,24	18,27	18,30
570	18,33	18,36	18,39	18,43	18,46	18,49	18,52	18,55	18,59	18,62
580	18,65	18,68	18,71	18,75	18,78	18,81	18,84	18,87	18,90	18,94
590	18,97	19,00	19,03	19,06	19,09	19,13	19,16	19,19	19,22	19,25
600	19,29	19,32	19,35	19,38	19,41	19,44	19,48	19,51	19,54	19,57
610	19,60	19,64	19,67	19,70	19,73	19,76	19,79	19,83	19,86	19,89
620	19,92	19,95	19,98	20,02	20,05	20,08	20,11	20,14	20,17	20,21
630	20,24	20,27	20,30	20,33	20,37	20,40	20,43	20,46	20,49	20,52
640	20,56	20,59	20,62	20,65	20,68	20,71	20,75	20,78	20,81	20,84
650	20,87	20,90	20,94	20,97	21,00	21,03	21,06	21,09	21,13	21,16
660	21,19	21,22	21,25	21,28	21,32	21,35	21,38	21,41	21,44	21,47
670	21,51	21,54	21,57	21,60	21,63	21,66	21,70	21,73	21,76	21,79
680	21,82	21,85	21,89	21,92	21,95	21,98	22,01	22,04	22,08	22,11
690	22,14	22,17	22,20	22,23	22,27	22,30	22,33	22,36	22,39	22,42
700	22,45	22,49	22,52	22,55	22,58	22,61	22,64	22,68	22,71	22,74
710	22,77	22,80	22,83	22,87	22,90	22,93	22,96	22,99	23,02	23,05
720	23,09	23,12	23,15	23,18	23,21	23,24	23,28	23,31	23,34	23,37
730	23,40	23,43	23,47	23,50	23,53	23,56	23,59	23,62	23,65	23,69
740	23,72	23,75	23,78	23,81	23,84	23,87	23,91	23,94	23,97	24,00
750	24,03	24,06	24,10	24,13	24,16	24,19	24,22	24,25	24,28	24,32
760	24,35	24,38	24,41	24,44	24,47	24,50	24,54	24,57	24,60	24,63
770	24,66	24,69	24,73	24,76	24,79	24,82	24,85	24,88	24,91	24,95
780	24,98	25,01	25,04	25,07	25,10	25,13	25,17	25,20	25,23	25,26
790	25,29	25,32	25,35	25,39	25,42	25,45	25,48	25,51	25,54	25,57
800	25,61	25,64	25,67	25,70	25,73	25,76	25,79	25,83	25,86	25,89
810	25,92	25,95	25,98	26,01	26,04	26,08	26,11	26,14	26,17	26,20
820	26,23	26,26	26,30	26,33	26,36	26,39	26,42	26,45	26,48	26,52
830	26,55	26,58	26,61	26,64	26,67	26,70	26,73	26,77	26,80	26,83
840	26,86	26,89	26,92	26,95	26,99	27,02	27,05	27,08	27,11	27,14
850	27,17	27,20	27,24	27,27	27,30	27,33	27,36	27,39	27,42	27,46
860	27,49	27,52	27,55	27,58	27,61	27,64	27,67	27,71	27,74	27,77
870	27,80	27,83	27,86	27,89	27,92	27,96	27,99	28,02	28,05	28,08
880	28,11	28,14	28,17	28,21	28,24	28,27	28,30	28,33	28,36	28,39
890	28,42	28,46	28,49	28,52	28,55	28,58	28,61	28,64	28,67	28,71
900	28,74	28,77	28,80	28,83	28,86	28,89	28,92	28,96	28,99	29,02
910	29,05	29,08	29,11	29,14	29,17	29,21	29,24	29,27	29,30	29,33
920	29,36	29,39	29,42	29,45	29,49	29,52	29,55	29,58	29,61	29,64
930	29,67	29,70	29,74	29,77	29,80	29,83	29,86	29,89	29,92	29,95
940	29,98	30,02	30,05	30,08	30,11	30,14	30,17	30,20	30,23	30,26
950	30,30	30,33	30,36	30,39	30,42	30,45	30,48	30,51	30,54	30,58
960	30,61	30,64	30,67	30,70	30,73	30,76	30,79	30,82	30,86	30,89
970	30,92	30,95	30,98	31,01	31,04	31,07	31,10	31,14	31,17	31,20
980	31,23	31,26	31,29	31,32	31,35	31,38	31,42	31,45	31,48	31,51
990	31,54	31,57	31,60	31,63	31,66	31,69	31,73	31,76	31,79	31,82
1000	31,85	31,88	31,91	31,94	31,97	32,00	32,04	32,07	32,10	32,13

Fin del documento

Centro Especializado en Metrología Industrial
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
• Tel.: 8717348 • CEL: 998008776 / 998008777

• ventas@cemind.com • jaskaj.santos@cemind.com • www.cemind.com



Panel fotográfico realizado en la zona de estudio.



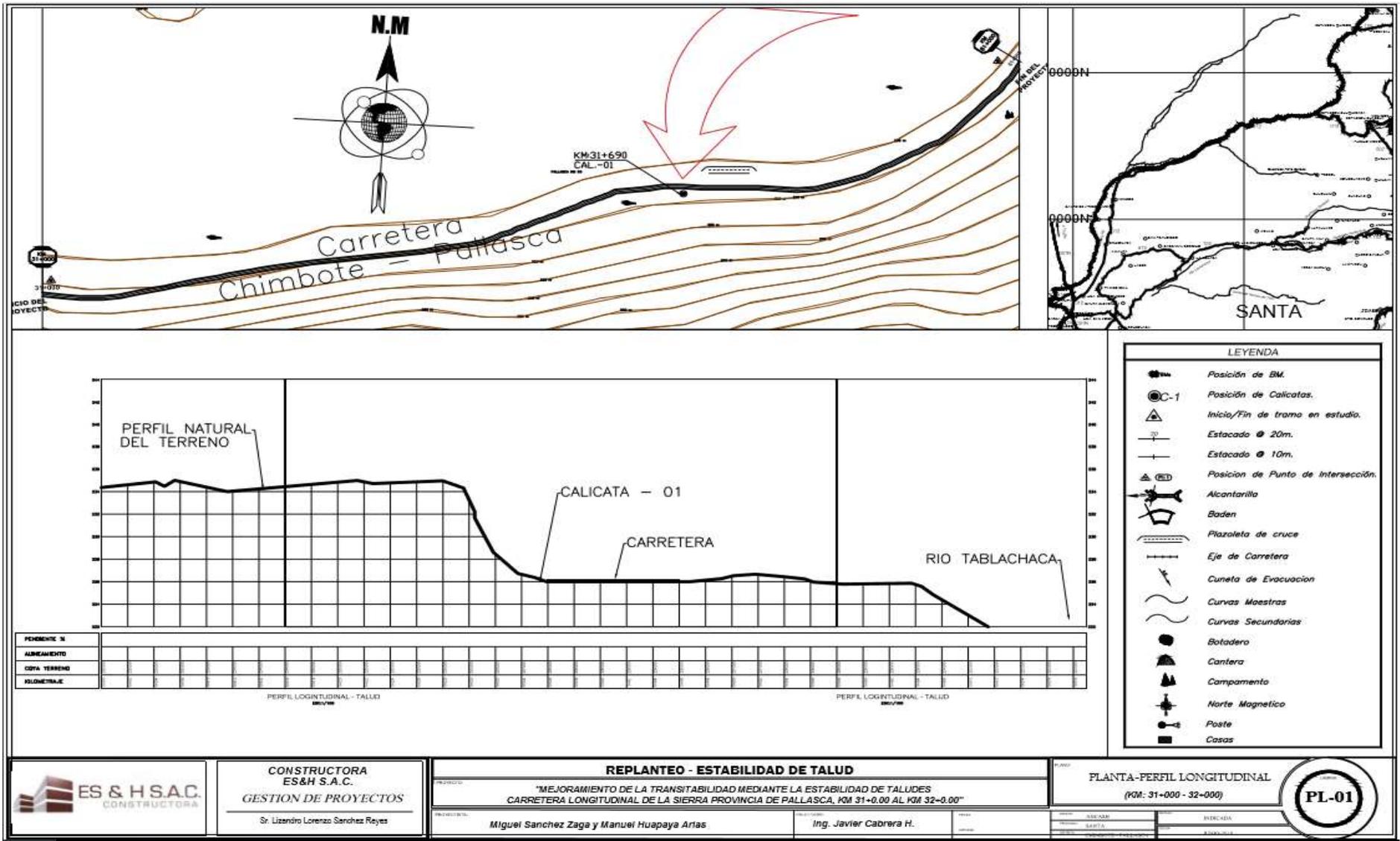


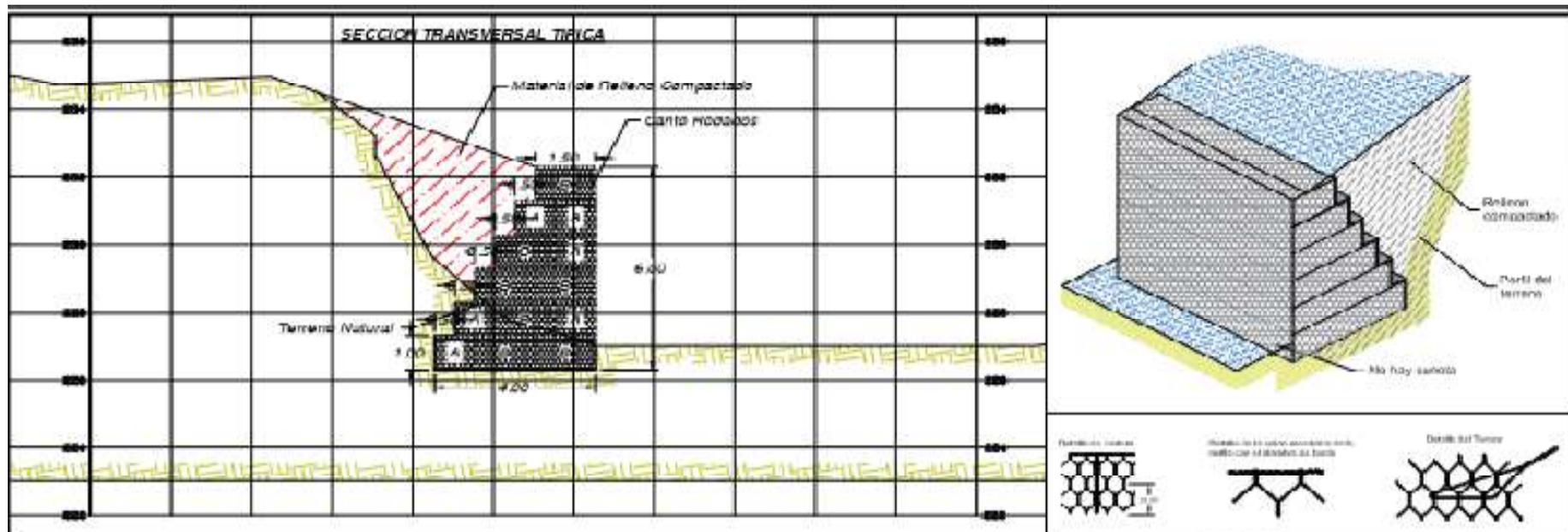
Registro de fotos tomadas en laboratorio realizando ensayo.





Planos correspondientes a la propuesta de diseño de muro de gaviones y ubicación.





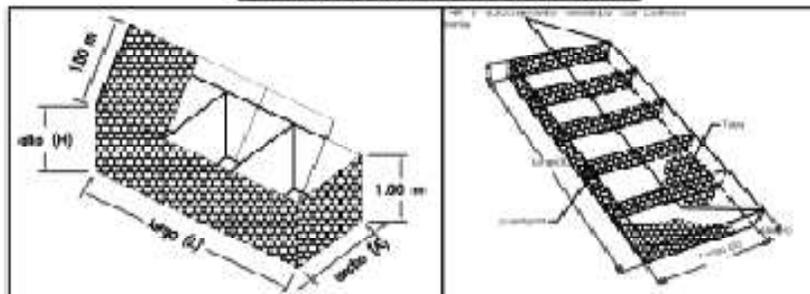
Los Gaviones Tipo Caja de acuerdo a Macosleri son elementos prismáticos rectangulares, confeccionados con malla hexagonal de doble torsión, producida con alambres de acero de bajo contenido de carbono, con aleación GalMac-4R y adicionalmente revestidos con polímero especialmente desarrollado para las obras de ingeniería.

TABLA DE MEDIDAS STANDARD GAVIÓN CAJA Y COLCHÓN RENO					
TIPO	L(m)	A(m)	H(m)	VOL.(m ³)	TIPO DE MALLA
Gavión Tipo A	5,0	1,0	1,0	5,00	100x12
Gavión Tipo B	5,0	1,5	1,0	7,50	
Colchón tipo D	5,0	2,0	0,5	5,00	

DIÁMETRO DE LA PIEDRA: 5"Ø55"

GalMac 4R(Zn+Al)
10%-MM) PVO

DETALLE: GAVIÓN CAJA Y COLCHÓN RENO



DETALLE DE MURO DE GAVIONES

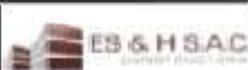
"INGENIERIA Y CONSTRUCCION DE LA TRANSFORMACION REGIONAL EN LA CIUDAD DE CALLEJO, CARRETERA CONDORUBAL DE LA SIERRA OCCIDENTAL DE PALLASCA, KM 11+50 AL KM 22+00"

Miguel Sanchez Zaga y Marcel Raspa Arias

Ing. Javier Cabrera R.

DETALLE Y COTE DE MURO DE GAVIONES
(RUE 21 400 - 22+000)

P1-02



**CONSTRUCTORA
ES&H S.A.C.**
GESTION DE PROYECTOS
S. LUMINOLING 38200 RYB

Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	Operacionalizacion de Variables		
			Variable: Independiente		
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPOTESIS PRINCIPAL		DIMENSIONES	INDICADORES
¿De que manera influye la Estabilidad de Taludes en la Carretera de Chimbote a Pallasca, 2019?	Evaluar que existe influencia en el mejoramiento de la Carretera de Chimbote a Pallasca mediante el uso de gaviones con el analisis de la estabilidad de taludes en las progresivas km 31+300 al km 32+550.	El uso del sistema de gaviones si mejorara la transitabilidad de la Carretera de Chimbote a Pallasca - Ancash 2019.	ESTABILIDAD DEL TALUD	Propiedades del suelo	* Clasificación de suelos * Cohesion * Peso Especifico * Capacidad Portante
				Muro de Gaviones	* Fuerza de seguridad al volcamiento * Fuerza de seguridad al deslizamiento * Analisis por sismo
				Metodo de Equilibrio Limite	* Metodo fellenius * Metodo Bishop * Metodo Janbu Simplificado
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	variable: dependiente		
¿Cuáles es el factor de seguridad actual y el grado de vulnerabilidad de los taludes en la carretera Chimbote a Pallasca?	Evaluar si hay riesgo por deslizamiento de taludes, y como perjudicaria en relacion a la transitabilidad de los vehiculos.	Los resultados d eterminaran cuanto mejoramos la estabilidad de talud de la carretera mediante muros de gaviones.	TRANSITABILIDAD	Clasificacion de las carreteras	* Clasificacion por demanda * Clasificacion por orografia
¿Cuáles son los efectos que produce el sistema de muro de gaviones en el analisis de los Metodos de Equilibrio Limite?	Determinar que efectos son producidos al usar los muros de gaviones en el Analisis de los Metodos de Equilibrio Limite	El sistema de muro de gaviones logra genera resultados favorables en el Analisis de Metodo de Equilibrio Limite		Niveles de Servicio	* Mantenimiento * Vulnerabilidad * Reparacion o rehabilitacion
¿Cuáles son los resultados del sistema empleado en la estabilidad del talud y el diseño apropiado para mejorar la Estabilidad de los Taludes?	Determinar los resultados del sistema empleado en la estabilidad de talud y hacer un diseño que mejore la estabilidad del talud en la carretera de Chimbote a Pallasca..	Los resultados d eterminaran cuanto mejoramos la transitabilidad de la carretera al estabilizar el talud.		Transito Vehicular	* IMD (Indice Medio de Demanda) * Problemas de transito * Estado actual de la via

Yo, Mg. Luis Alberto Segura Terrones, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor del informe de suficiencia profesional titulada:

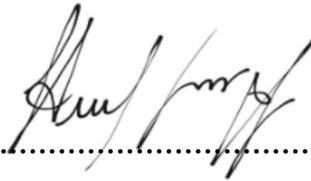
“Mejoramiento de la transitabilidad de la carretera Chimbote – Pallasca mediante Estabilidad de taludes, ubicado en el km 31+0.00 al km 32+0.00, Ancash, 2019.”, de los estudiantes:

- **HUAPAYA ARIAS, MANUEL JESUS.**
- **SANCHEZ ZAGA, MIGUEL ANGEL.**

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.

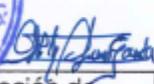
Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 16-12-2019



Firma

Mg. Luis Alberto Segura Terrones.

DNI: 45003769

 Elaboró	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 VICERRECTORADO DE Investigación
--	---	--------	--	--