



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
DE MINAS**

Análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de
seguridad en taludes de la carretera Cochabamba – Cutervo –
Puerto Chiple

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

AUTORES:

Carhuatanta Alvarado, Roger Tomás (ORCID: 0000-0002-6203-9360)
Carpio Tantajulca, Marco Nórbil (ORCID: 0000-0003-2145-5947)

ASESORES:

Mg. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (ORCID: 0000-0002-1144-2037)
Mg. Salazar Ipanaque, Javier Ángel (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis de Estabilidad de Taludes

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A DIOS

POR HABERNOS DADO LA SABIDURÍA Y EL ENTENDIMIENTO NECESARIO, LE DAMOS GRACIAS POR HABERNOS DADO SALUD Y ESTAR LOGRANDO UNO DE NUESTROS GRANDES RETOS EN LA VIDA.

A NUESTROS PADRES

QUE GRACIAS A SU INMENSO AMOR Y CARIÑO NOS LLENARON DE ESPERANZA, CONFIANZA Y DESEOS DE TRIUNFAR EN LA VIDA. LES RECONOCEMOS TODO EL SACRIFICIO QUE HAN HECHO PARA EDUCARNOS, CON BUENOS PRINCIPIOS Y VALORES MORALES QUE HAN CIMENTADO TODA NUESTRA FORMACIÓN PROFESIONAL.

A NUESTROS PROFESORES

POR TODA SU VALIOSA AYUDA QUE NOS HAN BRINDADO Y SUS CONSEJOS QUE NOS HAN SIDO DE MUCHA AYUDA EN NUESTRA FORMACIÓN ACADÉMICA.

Los autores.

Agradecimiento

A LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
POR TENERNOS COMO ALUMNOS EN
TAN PRESTIGIOSA INSTITUCIÓN Y
DARNOS LA OPORTUNIDAD DE
FORMARNOS COMO PROFESIONALES.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A
NUESTRO ASESOR INGENIERO
SALAZAR IPANAQUE JAVIER ANGEL
POR TODOS SUS EXCELENTES
CONSEJOS Y APOYO BRINDADO
DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA
PRESENTE TESIS.

A LA MAGISTER SALAZAR CABREJOS
ROSA ELIANA
POR HABERNOS GUIADO
METODOLÓGICAMENTE EN LA
INVESTIGACIÓN, POR BRINDARNOS
SU TIEMPO Y PACIENCIA A LO LARGO
DE ESTE CICLO ACADÉMICO.

A NUESTRA FAMILIA
POR SER EL PILAR QUE NOS MOTIVA
A SEGUIR ADELANTE, LES
AGRADECEMOS POR SU APOYO
MORAL Y ECONÓMICO PARA SER
UNOS GRANDES PROFESIONALES

Los autores.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	27
VII. RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS.....	38

Índice de tablas

Tabla 1: Puntos de control tomados en el tramo de estudio.	13
Tabla 2: Tramos de estudio.....	18
Tabla 3: Tramos de acceso al área de estudio.....	18
Tabla 4: Geología regional y local del área de estudio.....	19
Tabla 5: Coordenadas de ubicación de las estaciones geomecánicas.	20
Tabla 6: Características de la línea de detalle.....	20
Tabla 7: Clasificación geomecánica RMR.....	21
Tabla 8. Análisis de familias de juntas.	21
Tabla 9. Parámetros de resistencia de macizo rocoso.	22
Tabla 10. Mecanismo de falla planar.....	22
Tabla 11. Análisis del factor de seguridad para fallas planares.....	23

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como objetivo realizar el análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo – Puerto Chiple en vista que, se observó un problema relacionado con la inestabilidad de taludes en roca ocasionadas por las distintas condiciones presentes en el terreno. La muestra estuvo conformada por 5 estaciones geomecánicas que se realizaron entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la mencionada carretera. Para realizar el procesamiento de información se trabajó con la técnica de análisis documental y observación. Entre los métodos empleados fueron el método analítico y de procesos, llegando a obtener como resultado que la roca predominante es de calidad buena, tipo (II) y el factor de seguridad para condiciones seudo – estáticas es 1.098 lo que permitió comprobar la hipótesis de que realizando el análisis estructural del macizo rocoso entonces se podrá determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo – Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240. Concluyendo que el talud es inestable y que para poder obtener un factor de seguridad adecuado es necesario modificar la altura o ángulo del talud.

Palabras claves: Análisis estructural, macizo rocoso, factor de seguridad, taludes en roca, clasificación geomecánica RMR.

Abstract

The present investigation report had the objective of carrying out the structural analysis of the rock mass to determine the safety factor in slopes of the Cutervo - Puerto Chiple highway in view of the fact that a problem was observed related to the instability of rock slopes caused by the different conditions present in the terrain. The sample was made up of 5 geomechanical stations that were carried out between kilometer 33+240 to kilometer 34+240 of the mentioned road. In order to process the information, we worked with the technique of documentary analysis and observation. Among the methods employed were the method analytical and of processes, arriving to obtain as a result that the predominant rock is of the of good quality, type (II) and the safety factor for pseudo-static conditions is 1,098 which allowed to check the hypothesis that doing the structural analysis of the rock mass then it will be may to determine the safety factor in the slopes of the Cutervo - Puerto Chiple highway between kilometer 33+240 to kilometer 34+240. Concluding that the slope is unstable and that in order to obtain an adequate safety factor it is necessary to modify the height or angle of the slope.

Keywords: Structural analysis, rock massif, safety factor, rock slopes, geomechanical classification RMR

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la estabilidad de taludes abarca en la actualidad gran importancia en cualquier proyecto minero y de ingeniería ya sea para la construcción de represas, carreteras, embalses o cimentaciones. Mamani (2016) indica que los estudios y análisis de la estabilidad de taludes están proyectados a conseguir un talud final seguro y económico mediante los estudios de campo, ensayos de laboratorio, evaluaciones técnicas y un riguroso programa de control en el terreno.

La rama de la ingeniería busca construir taludes seguros y permanentes en el cual los criterios de seguridad son de suma importancia, pues a partir de la identificación de los criterios de rotura en un talud se podrá realizar un análisis profundo de estabilidad. Es por ello que el éxito de contar con obras de estabilización de taludes va a depender fundamentalmente de los estudios de caracterización geológica y geotécnica del basamento rocoso.

La carretera Cochabamba – Cutervo – Puerto Chiple se localiza en la zona Nor Oeste del departamento de Cajamarca perteneciente geográficamente a las zonas de sierra y ceja de selva. La vía tiene como inicio la zona urbana del distrito de Cochabamba la cual pertenece a la provincia de Chota, seguidamente atraviesa la ciudad de Cutervo y finaliza en el tramo perteneciente a la localidad de Puerto Chiple la cual pertenece a la provincia de Jaén.

La realidad problemática que se pudo evidenciar entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple, fue la inestabilidad de los taludes en roca. Una causa que origina este problema son las condiciones que presenta el terreno en esta región del Perú, el cual es una zona montañosa con presencia de taludes con pendientes elevadas que ocasionan el colapso del suelo o roca. Este fenómeno genera el bloqueo de las carreteras afectando el tránsito vehicular y peatonal e impidiendo el libre comercio de productos agrícolas y ganaderas. Iturralde (2011) dio a conocer que los derrumbes, deslizamientos, desplomes, flujo de suelos y caída de bloques son procesos naturales que transforman el paisaje y son propios de las regiones montañosas.

Los fenómenos climáticos son una potencial causa de la inestabilidad de taludes en la zona, las lluvias intensas y prolongadas en la región provocan la infiltración de agua en los taludes ocasionando la formación de flujos de barro y el desprendimiento de rocas. Generando a su vez la pérdida de productividad agrícola, forestal e industrial por daños ocasionados a la tierra. En Ecuador, Carbajal (2020) expresa que en la antigua vía a Cocotog que une a Llano Grande y Zámbriza, un fuerte aguacero ocasionó la acumulación de agua originando un fuerte deslizamiento de tierra. Según los reportes estadísticos desde diciembre del 2019 hasta enero del 2020 se han informado 126 emergencias de los cuales 56 se debieron por deslizamiento de tierra, 56 fueron por inundaciones y 11 debido a colapsos estructurales. El director metropolitano de gestión de riesgos Francisco Ruiz, señaló que en la ciudad de Quito existe al menos 77 taludes que se encuentran en estado de vulnerabilidad.

Finalmente, la acción humana también influye en la inestabilidad de los taludes tales como la actividad minera, donde el material es arrancado del macizo rocoso de manera antitécnica, así como las excavaciones o cortes que se realizan en la base de los taludes para la construcción de carreteras. Todos ellos podrían desencadenar los derrumbes y el colapso de los taludes, poniendo en peligro constante la vida de los habitantes y de los mismos trabajadores, lo que podría causar muertes, heridos o traumas psicológicos. Generando además un costo elevado para el mantenimiento de las carreteras producto de los desastres naturales generados. Esta problemática se observó en el Cerro Espinal Juliaca en donde según Valeriano (2015) los trabajos de arranque mecánico que se emplean para el arranque del material han generado un cambio notorio en la estabilidad de los taludes ocasionando caída de rocas, así mismo, la aparición de grietas en la parte superior del talud hace referencia en que el talud puede inestabilizarse a gran escala al pasar el tiempo.

Ante esta realidad se ha planteado la siguiente formulación del problema: ¿De qué manera el análisis estructural del macizo rocoso determina el factor de seguridad en taludes en la carretera Cutervo – Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240?

La investigación presenta una justificación metodológica en la cual se ha realizado un estudio ordenado y sistemático para lograr desarrollar los objetivos propuestos mediante la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos como la guía de observación y la guía de análisis documental los cuales permitieron el posterior análisis de las variables de estudio y la relación que existe entre ambas. Presenta una justificación teórica en donde se ha realizado la síntesis y consolidación de información a partir de diferentes enfoques y teorías existentes con el objetivo de facilitar el manejo y dar soluciones respecto al análisis estructural del macizo rocoso y el factor de seguridad en taludes.

De la misma manera, presenta una justificación económica debido a que se busca que la economía de la región no se vea afectada sino por el contrario se busca asegurar el comercio y reducir los gastos de mantenimiento de las carreteras que se ven afectadas cada año por las inundaciones y huaycos en temporadas de lluvia. Finalmente, presenta una justificación social ya que mediante esta investigación se han identificado las zonas donde se presentan taludes inestables con riesgo a deslizamiento para la toma de medidas de estabilización generando una zona más segura para la población.

El objetivo general de la investigación es realizar el análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo - Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240. Los objetivos específicos son, efectuar el levantamiento topográfico para determinar la dirección del eje de la carretera del tramo de estudio; analizar la geología regional y local para el análisis de la litología y estructuras presentes; realizar el análisis estructural de los taludes en roca para determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR; así mismo, determinar el factor de seguridad de los taludes mediante el modelamiento de las estructuras.

La hipótesis planteada en la investigación es: Si se realiza el análisis estructural del macizo rocoso entonces se podrá determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo – Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes internacionales se encuentra el trabajo de Aguilar y Ramírez (2019) titulado “Estudio Geológico, Geomecánico y su Incidencia en la Evaluación de la Estabilidad del Talud del Cementerio Patrimonial General (Puerta 1), Cerro del Carmen, Guayaquil”. El cual tuvo como objetivo realizar una evaluación geotécnica de la estabilidad del talud, tomando como referencia la clasificación SMR y CSMR. Se emplearon mediciones estructurales del talud y un modelo tridimensional del talud a partir de fotografías obtenidas por un Drone. El autor concluyó que de acuerdo a las investigaciones in situ se ha determinado una mala estabilidad del talud la cual coincide con la susceptibilidad alta al desprendimiento y a un factor de seguridad bajo ($F.S = 0.982$). Esta investigación es fundamental para determinar las condiciones de estabilidad o posible inestabilidad de los taludes ya sea en roca o en suelos, resaltando la importancia que cumplen los ingenieros geotecnistas al momento de realizar el análisis de suelos y rocas para determinar sus propiedades siendo necesarias en cualquier proyecto de ingeniería.

Por su parte, Desdín (2018) en su tesis “Caracterización Geomecánica del Macizo Rocoso para la Evaluación de la Estabilidad del Túnel Levisa Mayarí Tramo V”. Tuvo como objetivo caracterizar al macizo rocoso aplicando las clasificaciones geomecánicas a partir del levantamiento geológico de los agrietamientos según las litologías presentes que luego fueron procesadas en el software DIP V.5. El autor concluyó que según las características geológicas y geomecánicas del macizo rocoso del túnel este es considerado inestable, además, este posee entre tres y cinco familias de discontinuidades orientadas en varias direcciones, de la misma manera, la calidad de la roca es de mala calidad en todo el trazado del túnel con valores de 0.122, 0.400 y 0.711 respectivamente según Q de Barton. Este proyecto indica que los taludes al ser considerados estructuras complejas deben ser analizados minuciosamente, cada estación geomecánica que se realice arrojará un resultado distinto, de estos datos que se recojan in situ dependerá la confiabilidad que arrojen los softwares, así mismo, estos estudios demandan tiempo y sobre todo dedicación.

A nivel nacional se encuentra el trabajo de Sackschewski (2017) denominado “Soluciones para la Estabilidad de Taludes de la Carretera Canta – Huayllay entre las Progresivas del km 102 al km 110”. El cual tuvo como objetivo realizar un estudio de aquellos taludes que presentan inestabilidad con riesgo moderado a riesgo elevado, para proponer soluciones geotécnicamente viables, seguras y eficaces. El autor concluyó que la inestabilidad de los taludes se debe a la ejecución de excavaciones de manera inadecuada que se empleaba para la extracción de los materiales, así como por las desfavorables condiciones de las discontinuidades y por la presencia de filtraciones de agua hacia los taludes. Las medidas de control propuestas se basan en la construcción de banquetas, sellado de grietas o la inclinación de los taludes (especialmente en el km 109+500 al km 109+500). En este trabajo se detalla que la inestabilidad de los taludes puede deberse a diferentes causas, una de ellas es debido a los trabajos de extracción de materiales para fines de construcción, que son ejecutados por los mismos pobladores que no cuentan con conocimientos adecuados para ejecutar el arranque de material de manera técnica y operativa.

Por otro lado, Mamani (2016) en su trabajo de investigación titulado “Análisis de la Estabilidad de Taludes en Macizo Rocosos de la Carretera Sina Yanahuaya tramo III – sub tramo 02, a partir de la Caracterización Geológica y Resistencia a la Compresión Simple”. El cual tuvo como objetivo ejecutar un estudio relacionado a la estabilidad de taludes, a través de un estudio geomecánico y a través de un estudio analítico y sistemático que permita la obtención del factor de seguridad. El autor concluyó que mediante la proyección estereográfica y el método de equilibrio límite se obtuvo el índice de seguridad obteniendo lo siguiente: RMR de 64 de clase II, GSI de 59, F.S de 1.79 (km 1+400 – km 1+580); RMR de 54 de clase III, GSI de 49, F.S de 1.02 (km 1+580 – km 1+700). En el trabajo se detalla que los taludes deben ser analizados de manera independiente (talud por talud) debido a que las inestabilidades suelen ir asociadas a la presencia de discontinuidades concretas con orientaciones determinadas. Así también, el agua es un parámetro determinante para determinar los criterios de rotura en los taludes ya que los coeficientes son diferentes para un talud en estado seco que para un talud en estado saturado.

Finalmente, a nivel local se presenta el trabajo de Breña (2019) denominado “Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba – Cutervo – Chiple, Cajamarca – Perú”. El cual tuvo como objetivo proponer factores de corrección para asegurar la estabilidad de los taludes los cuales producto de las altas infiltraciones de agua meteóricas colapsan y paralizan el tránsito vehicular y el tránsito de las personas originando pérdidas económicas. El autor concluyó que siendo una causa las infiltraciones de agua de lluvia respecto a las inestabilidades de los taludes es que se recomienda emplear subdrenes en toda la extensión superior del talud, de esta manera se podrá contener las masas inestables. También se recomienda la colocación de mallas de contención flexibles y gaviones de manera adicional al drenaje de obras propuestas. Este estudio sirvió de referencia para continuar una metodología de estudio, pero enfocándonos más a profundo en la geomecánica que en la geotecnia. Sin embargo, la observación general es que debido a la reptación de agua se generan condiciones de inestabilidad en taludes.

El marco conceptual ha sido elaborado tomando en cuenta las variables de estudio. Respecto a la variable independiente análisis estructural del macizo rocoso, Adeoluwa, Noa y Quevedo. (2017) indican que el estudio para determinar el análisis estructural en los macizos rocosos significa representar la orientación espacial de las estructuras geológicas para determinar los diferentes mecanismos de falla o deformación y definir la distribución de las tensiones que lo originan.

El mapeo superficial de las estructuras cumple la función de examinar de manera sistemática las características geológicas estructurales del macizo rocoso existiendo actualmente dos métodos: El mapeo lineal según Valiente, Sobrecases y Díaz (2016) consiste en proyectar una cinta métrica a lo largo de la cara del talud de tal manera que se pueda mapear aquellas que interceptan con la línea siendo las dimensiones de línea entre 50 metros y 100 metros aproximadamente. El mapeo de ventana según el mismo autor citado consiste en realizar el mapeo de un segmento representativo de las discontinuidades a lo largo de la cara del talud siendo las dimensiones de ventana de 10 metros aproximadamente.

El factor geológico que influye en la estabilidad de los taludes es la orientación de las discontinuidades, en este sentido Suarez (2014) indica que la orientación de un plano de discontinuidad en el espacio queda definida por su buzamiento y dirección de buzamiento los cuales pueden ser medidos mediante el instrumento de la brújula. El buzamiento es el ángulo que se forma entre el plano y el plano horizontal, mientras que la dirección de buzamiento indica hacia donde se inclina el plano o la proyección horizontal de la línea de máxima pendiente.

El Instituto tecnológico geominero de España (1987) indica que a partir de la observación de la orientación de las discontinuidades y de su inclinación, además de su posición relativa con respecto al plano del talud se podrá determinar el modo de falla del talud más probable.

El espaciamiento de las estructuras según Gonzales (2002) es la distancia que existe entre dos planos de discontinuidad de una misma familia y es medida empleando una cinta métrica en una superficie con una longitud de al menos 3 metros, el cual es colocado de manera perpendicular a los planos anotándose la distancia entre discontinuidades adyacentes. Los valores del espaciamiento de las estructuras son: <20mm (extremadamente duro), 20-60mm (muy junto), 60-200mm (junto), 200-600mm (moderadamente junto), 600-2000 mm (separado), 2000-6000mm (muy separado) y >6000mm (extremadamente separado).

La persistencia de las estructuras para Sanhueza y Rodríguez (2013) hace referencia al tamaño y/o extensión de las discontinuidades, siendo medido por la longitud de los afloramientos en la dirección del buzamiento y del rumbo, utilizando como instrumento de medición la cinta métrica. Los valores de la persistencia son: <1m (muy baja persistencia), 1-3m (baja persistencia), 3-10m (continuidad media), 10-20m (alta continuidad) y >20m (muy alta continuidad).

La rugosidad según Sanhueza y Villavicencio (2012) hace referencia a las rugosidades de los planos y a las ondulaciones de las superficies de discontinuidad, la cual puede ser medida en campo mediante el método cualitativo que es el más empleado a partir de los “perfiles estándar de rugosidad”.

La apertura de las estructuras para Agramonte (2019) es la distancia perpendicular que separa las paredes de la discontinuidad cuando el relleno no existe, para su medición se utiliza una regla graduada (mm). Los valores: <0.1mm (muy cerrada), 0.1-0.25mm (cerrada), 0.25-0.5mm (parcialmente abierta), 0.5-2.5 mm (abierta), 2.5 – 10mm (moderadamente ancha), >10mm (ancha), 1-10cm (muy ancha), 10-100cm (extremadamente ancha) y >1m (cavernosa).

El relleno de las discontinuidades según Paredes (2019) se refiere a las discontinuidades y los diferentes materiales que lo conforman o se encuentran dentro de las discontinuidades, estos materiales pueden ser distintos a los materiales que conforman la roca. La descripción del tipo de relleno debe abarcar la mineralogía, humedad, granulometría permeabilidad y la alteración de la roca. Por otro lado, la presencia de relleno en la discontinuidad gobierna su comportamiento, por lo cual debe hacerse una descripción minuciosa de su estado y de sus respectivas propiedades.

La filtración de las discontinuidades en los macizos rocoso, según Mamani (2019) el agua que emana de su interior procede en su mayoría del flujo que circula por las discontinuidades; la presencia de agua adquiere una gran relevancia en la estabilidad de los taludes. Dependiendo de esto, puede ser clasificado como: Seco, ligeramente húmedo, húmedo, goteando, fluyendo.

Según Ccallo (2019) la resistencia del macizo rocoso puede ser determinada mediante el ensayo de carga puntual o mediante el martillo Schmidt. Los indicadores de resistencia de la roca son los siguientes: 1-5MPa (muy blanda), 5-25MPa (blanda), 25-50MPa (moderadamente dura), 50-100MPa (dura), 100-250MPa (muy dura) y >250MPa (extremadamente dura).

La meteorización según Vilca (2019) es el proceso de descomposición y desintegración de los materiales, es decir, las alteraciones de carácter físico - químico que modifican en los macizos rocoso sus propiedades y características. El proceso de la meteorización incrementa la permeabilidad, la porosidad, deformabilidad y aumenta la resistencia del macizo rocoso.

Las clasificaciones geomecánicas son tablas o herramientas geomecánicas que permiten determinar la calidad del macizo rocoso de manera cuantitativa y cualitativa a partir de una serie de parámetros a los que se les asigna valor. Para Alvarado (2020) las clasificaciones geomecánicas constituyen un procedimiento para caracterizar los macizos rocosos partiendo de datos de afloramiento y sondeos y es aplicado generalmente en túneles.

El sistema de clasificación de Bieniaswki (1989) – RMR tiene como finalidad estimar los factores de deformabilidad y resistencia del macizo rocoso. Fue desarrollada por Bieniawski en el año de 1973 presentando actualización en 1979 y 1989 y clasifica al macizo rocoso a través de 5 parámetros: Resistencia, RQD, separación entre diaclasas, estado de las discontinuidades y percolación de agua. El procedimiento consiste en dividir en tramos con características más o menos uniformes al macizo rocoso llevando a cabo la toma de datos, de esta manera, cada parámetro tiene asignado un valor numérico permitiendo agrupar al macizo rocoso en diferentes grupos y/o familias dependiendo de la calidad de la roca. Los valores del RMR son: 0-20 (muy mala-grupo V), 21-40 (mala-grupo IV), 41-60 (media- grupo III), 61-80 (buena-grupo II) y de 81-100 (muy buena-grupo I).

En la variable dependiente factor de seguridad en taludes se abordan los estudios de rotura de masa de suelo, según Ochoa (2016) el factor responsable de la inestabilidad de taludes es una fuerza de masa, y como factor secundario se encuentra las posibles cargas externas ya sea por el peso y los efectos de filtración. Mesa, Álvarez y Chávez (2017) manifiestan que los análisis de estabilidad son aplicados al diseño de los taludes y cuando presentan problemas de inestabilidad. Estos análisis permiten definir la geometría adecuada de los taludes de tal manera que se logre el factor de seguridad requerido y proponer adecuadas medidas de estabilización ante posibles eventualidades.

La posibilidad de que exista movimientos, deslizamientos o derrumbes en los taludes ya sea en roca o suelo va a depender principalmente de los siguientes factores: La estructura geológica, la litología, las condiciones hidrogeológicas, la morfología, el factor humano.

Suyón (2015) define al factor de seguridad como un “índice que expresa la relación entre: La resistencia a la corte media del material del macizo a lo largo de una potencial superficie de ruptura vs. la resistencia de corte estrictamente necesaria para mantener el terreno en equilibrio” (p.2). A continuación, se muestran los indicadores de factores de seguridad: F.S = 1: Equilibrio, tiende a la falla. F.S > 1: Relativamente estable. F.S <1: Inestable. F.S =1.5: Satisfactorio.

Mediante los criterios de rotura de Mohr – Coulomb y de Hoek y Brown se puede evaluar la resistencia de la matriz rocosa; la única diferencia entre ambos es que el criterio de rotura de Mohr – Coulomb es un criterio lineal mientras que el criterio de Hoek y Brown es un criterio de rotura no lineal.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{n_i \sigma_{pi} \sigma_3 + \sigma_{pi}^2}$$

(Criterio de Mohr – Coulomb)

Dónde:

- σ_1 y σ_3 : Representan los esfuerzos principales mayores y menores.
- σ_{pi} : Representa la resistencia a la compresión simple de la roca.
- n_i : Representa la constante de la roca intacta.

$$\rho = s + \theta_n \tan \beta$$

(Criterio de Hoek y Brown)

Dónde:

- ρ y θ_n : Representan las tensiones tangenciales y normales sobre el plano de rotura.
- s y β : Representan la cohesión y ángulo de fricción interna del macizo rocoso.

El tipo de rotura en rocas está relacionado con el grado de fracturamiento del macizo rocoso y de su orientación y distribución de las discontinuidades. Goicochea (2018) indica que en la rotura planar el mecanismo de falla se produce a favor de una superficie preexistente ya sea por una estratificación, una falla o una junta; para que exista este tipo de rotura debe existir la presencia de discontinuidades buzando a favor del talud.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es básica, según Concytec (2018) en la investigación básica se somete a prueba las teorías y se encarga de estudiar la relación que existe entre las variables, pero sin considerar su aplicación en la solución de problemas prácticos.

El diseño de la investigación es no experimental de tipo transversal descriptivo según Hernández, Fernández y Baptista (2014) estos estudios se caracterizan porque comprenden la descripción, análisis, registro e interpretación de las variables, así como los procesos que lo conforman señalando sus características y propiedades.

3.2. Variables y operacionalización

Variables:

- **Variable independiente:** Análisis estructural del macizo rocoso.
- **Variable dependiente:** Factor de seguridad en taludes.

Operacionalización:

En el “Anexo 02” se muestra la matriz de operacionalización de las variables, cuyos elementos son definidos por Vallejos *et al.* (2012) como:

- **Definición conceptual:**

Análisis estructural del macizo rocoso: Según Ramírez y Alejano (2004) la estructura del macizo rocoso comprende al conjunto de pliegues, fallas y diaclasas que son características de una determinada región. De esta forma, este estudio significa representar la orientación espacial de las estructuras geológicas, determinar los mecanismos de falla y las tensiones que lo originan.

Factor de seguridad en taludes: Según Infaimon (2018) el factor de seguridad es un criterio empleado por los ingenieros para identificar cual es el factor de amenaza por el cual el talud puede fallar en las peores condiciones de comportamiento para el cual es diseñado.

- **Definición operacional:**

Análisis estructural del macizo rocoso: Los cuales se evaluarán a través de los siguientes aspectos: levantamiento topográfico, geología regional, geología local, clasificación geomecánica de Bieniawski RMR.

Factor de seguridad en taludes: Los cuales se evaluarán a través de los siguientes aspectos: las discontinuidades, estructura (controla el desplazamiento), infraestructura (controla el mecanismo de falla).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Taludes comprendidos entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple. La población fue considerada tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, los cuales se basaron en los siguientes criterios:

Criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:** Taludes en roca presentes entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple.
- **Criterios de exclusión:** Taludes en suelo presentes entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple.

Muestra: Constituido por los puntos de control que se realizaron entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple.

Tabla 1: Puntos de control tomados en el tramo de estudio.

PUNTOS DE CONTROL	COORDENADAS DE UBICACIÓN	
	ESTE	NORTE
P1	742297	9295922
P2	742180	9296046
P3	742078	9296143
P4	741957	9296208
P5	741752	9296278

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Muestreo: No probabilístico, según Ildefonso (2005) en este tipo de muestreo la muestra es elegida de manera intencional y por conveniencia, es decir se eligen los elementos de estudio que más interesa para la investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

- **Técnica de la observación:** Fernández (2004) señala que esta técnica permite obtener información mediante el registro de las características o comportamientos del objeto de estudio. Esta técnica consistió en recoger datos in situ de la topografía, análisis estructural y orientación de las discontinuidades.
- **Técnica de análisis documental:** Bardin (2002) indica que esta técnica permite realizar el tratamiento de la información que se encuentra contenida en documentos para representarlo de un modo distinto al original, a fin de facilitar su consulta. Esta técnica permitió describir y analizar la geología del área de estudio a partir de los registros elaborados por Geocatmin.

Instrumentos de recolección de datos:

- **Guía de observación de campo:**

Fidias (2012) indica que la guía de observación es un instrumento de registro cuyo fin es evaluar características y propiedades a través de categorías planteadas a través de columnas que favorecen la adecuada organización de los datos obtenidos del objeto de estudio. En el informe de investigación se realizaron 3 guías de observación de campo que responden a los objetivos propuestos en la investigación y se detallan a continuación.

Para el levantamiento topográfico del tramo de la carretera Cutervo – Puerto Chiple, se empleó la guía de observación de campo N°1, el cual consistió en obtener las coordenadas UTM del eje de la carretera y los puntos de control del terreno mediante el empleo de un GPS marca Garmin.

Para realizar el análisis estructural de los taludes en roca se empleó la guía de observación de campo N°2, el cual consistió en analizar la calidad del macizo rocoso de manera cualitativa y cuantitativa aplicando la clasificación geomecánica RMR, en el cual se evaluó 5 parámetros de la roca, como la resistencia a la compresión uniaxial, índice de calidad de la roca, separación entre diaclasas, estado de las discontinuidades y la presencia de agua de acuerdo a una serie de valores y reglas de puntuación, así mismo para el recojo de información de datos se emplearon instrumentos como la wincha, brújula, picota y GPS marca Garmin.

Se empleó la guía de observación de campo N°3, para el análisis de las estructuras principales de las discontinuidades como fallas, diques, pliegues, planos de estratificación, planos de exfoliación y diaclasas que conforman al macizo rocoso del área de estudio, en las cuales se tomaron datos del buzamiento y dirección del buzamiento con una brújula con la finalidad de ser ingresados a los softwares de la gama Rocscience y determinar los mecanismos de falla de los taludes en roca.

- **Guía de análisis documental**

Fidias (2012) indica que la guía de análisis documental es un instrumento que permite a los investigadores registrar y recolectar información sobre documentos de fuentes diversas las cuales servirán como herramientas para el recojo y síntesis de información. En el informe de investigación se elaboró una guía de análisis documental que responde a los objetivos propuestos en la investigación y se detalla a continuación.

Se empleó la guía de análisis documental para analizar la geología de la zona a partir de los documentos brindados por Geocatmin, de esta manera se analizaron las principales unidades estratigráficas y litología de la zona.

Validez y confiabilidad:

- **Validez:** En el “Anexo 16” se aprecia el documento con la validación de los instrumentos los cuales fueron revisados por una metodóloga y un ingeniero especialista en el tema quienes dieron su aprobación para su aplicación.
- **Confiabilidad:** Para el recojo de información se emplearon equipos como GPS y brújula permitiendo el recojo de información con un alto grado de confiabilidad.

3.5. Procedimiento

- **Primera etapa:** Consistió en la planificación y recopilación de información bibliográfica de libros, artículos científicos, revistas y tesis relacionados a la investigación para elaborar el proyecto de investigación.
- **Segunda etapa:** Consistió en el desarrollo del informe de investigación en el cual se realizó la validación por juicio de expertos y la aplicación de los instrumentos de recolección de datos para la toma de datos estructurales del talud que permitan el procesamiento, análisis e interpretación de los datos.

- **Tercera etapa:** Por último, se aplicó el procesamiento estadístico de datos a través de softwares empleados para estudiar y analizar la estructura de los taludes en roca, así como los criterios de rotura y la determinación del factor de seguridad.

3.6. Método de análisis de datos

Se utilizó el método analítico que consistió en observar y analizar las características estructurales de los taludes en roca. Así también, se empleó el método de procesos que estuvo conformado por los instrumentos de recolección de datos utilizados para el recojo de información in situ. Los softwares empleados en la investigación es el brindado por la empresa Rocscience y son el software Dips, Rocplane, Rocdata y Swedge los cuales son softwares geotécnicos que determinan los criterios de rotura y el factor de seguridad de los taludes a partir del análisis de las discontinuidades.

3.7. Aspectos éticos

Según los reglamentos establecidos por la Universidad César Vallejo y las características de la investigación consideran los siguientes aspectos éticos:

- **Beneficencia:** Como futuros ingenieros de minas, el proyecto de investigación estuvo orientado a producir un beneficio común, el cual consistió en analizar la estructura del talud, los mecanismos de falla y el factor de seguridad. De esta manera se dará a conocer a los pobladores y a los mineros artesanales de la zona sobre los peligros (accidentes o incidentes) a los cuales se encuentran expuestos por los deslizamientos o desprendimiento de roca producto de la inestabilidad de los taludes.

- **No maleficencia:** Los actos y acciones tomadas por los tesistas no ocasionan ningún riesgo o atentado contra la integridad física y psicológica de una persona, sino por el contrario, las medidas tomadas buscan identificar taludes inestables que a futuro podrían producir una eventualidad catastrófica.
- **Autonomía:** Los tesistas siempre mantuvieron una buena relación y comunicación para llegar a ciertos acuerdos y tomar decisiones en beneficio del proyecto de investigación y respetando siempre las opiniones del otro.
- **Justicia:** Se demostró durante el desarrollo de la investigación el trabajo en equipo por parte de los tesistas donde las responsabilidades fueron divididas equitativamente, así como la división equitativa de los gastos que involucró realizar la tesis con la finalidad de lograr un beneficio común.

IV. RESULTADOS

4.1. Levantamiento topográfico del área de estudio

Tabla 2: Tramos de estudio.

Datos de área de estudio					
Progresiva	Descripción	Este	Norte	Elevación	Azimut
33+240	P_Inicial	742263	9295896	2750	310
34+240	P_Final	741665	9296412	2950	

Fuente: Elaboración propia, 2020.

El área de estudio se encuentra ubicado en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, exactamente en el kilómetro 33+240 hasta el kilómetro 34+240 (Ver en anexos lámina N°1 el mapa de ubicación del área de estudio). En la tabla N°2 se aprecia que el tramo de estudio empieza en la progresiva 33+240 m (E = 742263, N = 9295896, Z = 2750) y termina en la progresiva 34+240 m (E = 741665, N = 9296412, Z = 2950), lo que corresponde a un tramo de estudio de 1000 metros (Ver en anexos lámina N°2 el plano topográfico del área de estudio) (Ver en anexos lámina N°7 la simulación topográfica del área de estudio).

De acuerdo al plano topográfico donde se detalla el eje de carretera perteneciente al área de estudio, se observó que todo el tramo está formado por un solo azimut o dirección de 310° respecto al norte, así mismo se pudo observar que es una carretera con un Índice Medio Diario Anual (IMDA) entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo.

Tabla 3: Tramos de acceso al área de estudio.

Tramo	Kilometraje	Tiempo promedio
Chiclayo – Cutervo	212	4 horas con 30 minutos
Cutervo – área de estudio	3+250	2 minutos

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla N°3 se detallan los tramos de acceso al área de estudio, cabe recalcar que los datos mostrados en la tabla corresponden a tramos aproximados, los cuales indican que de la ciudad de Chiclayo a la ciudad de Cutervo existen 212 kilómetros y el tiempo de llegada es de 4 horas 30 minutos. Así mismo, de la

ciudad de Cutervo al área de estudio hay una distancia de 3+250 kilómetros, con un tiempo de llegada aproximado de 3 minutos.

En cuanto a la orografía del área de estudio, las condiciones superficiales del lugar presentan fuertes pendientes clasificándolo como un terreno accidentado (tipo 3), estas pendientes oscilan entre los 50% hasta los 90%. En cuanto a la flora que existe en la zona de estudio predominan especies como pinos y diferentes especies de arbustos. Respecto a la fauna presente en la zona de estudio, el animal símbolo que predomina es el gallinazo (buitre negro americano) y múltiples especies de aves menores.

4.2. Análisis geológico del área de estudio

Tabla 4: Geología regional y local del área de estudio.

Geología regional y local del área de estudio				
Eratema	Sistema	Serie	Unidad estratigráfica	Símbolo
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Dep. Aluvial Reciente	Qr-al
			Gpo. Quilquiñan	Km-q
Mesozoico	Cretáceo	Medio	Gpo. Pulluicana	Km-p
			Fm – Inca	Km-i
			Gpo. Goyllarisquizga	Ki-g
		Inferior		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

La tabla N°4 corresponde al análisis geológico regional el cual indica que en el área de estudio la unidad estratigráfica que predomina es del Grp. Goyllarisquizga (Ki-g), la cual se formó en la era del mesozoico perteneciente al sistema cretáceo inferior. El Grp. Goyllarisquizga se caracteriza por presentar espesores promedios de 650 m de profundidad, la litología está compuesta por areniscas cuarzosas compactas bien clasificadas, grano medio a grueso y conglomerados con presencia de cuarzo. Así mismo, presenta variaciones de colores que van desde el gris al blanco, hasta colores amarillentos y rojizos (Ver en anexos lámina N°3 la geología regional del área de estudio).

En la geología local se corrobora la información de la geología regional. En el lugar in situ se observó la presencia de rocas de tipo arenisca cuarzosa bien compacta de grano medio a grueso, los pobladores del lugar lo utilizan como materia prima para la construcción, tratándose de un recurso de interés económico en el mercado de la construcción. Además, se observó la presencia de las estructuras geológicas (discontinuidades), dichas estructuras son las que controlan el mecanismo de falla (*Ver en anexos lámina N°4 y 5 la geología local del área de estudio*).

4.3. Análisis estructural a través de la clasificación geomecánica RMR

Tabla 5: Coordenadas de ubicación de las estaciones geomecánicas.

Ubicación de las estaciones geomecánicas			
Nombre	Este	Norte	Elevación
EG_01	742297	9295922	2751
EG_02	742180	9296046	2790
EG_03	742078	9296143	2830
EG_04	741957	9296208	2890
EG_05	741752	9296278	2930

Fuente: Elaboración propia, 2020.

La tabla N°5 presenta la ubicación correspondiente a cada estación geomecánica y su nomenclatura correspondiente. De acuerdo a las observaciones de campo y la experiencia profesional, se decidió realizar 5 estaciones geomecánicas correspondientes para el tramo de estudio, estas se diferencian por el grado de fragmentación del macizo rocoso y las condiciones estructurales existentes, cabe recalcar que el macizo rocoso tiene un comportamiento anisótropo (*Ver en anexos lámina N°6 las estaciones geomecánicas del área de estudio*).

Tabla 6: Características de la línea de detalle.

Características de la línea de detalle			
Estación	Longitud	Azimut	Dip
EG_01	30	316	0
EG_02	25	314	0
EG_03	28	272	0
EG_04	22	266	0
EG_05	35	332	0

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla N°6 se presentan las características del tipo de mapeo geomecánico (línea detalle), método elegido por su alta eficiencia en el control de la correlación de datos para efectos estadísticos, los cuales nos ayudaron a obtener las diferentes discontinuidades existentes en el macizo rocoso.

Tabla 7: Clasificación geomecánica RMR.

Estación	RMR	Clase	Descripción
EG_01	67	II	Buena
EG_02	66	II	Buena
EG_03	60	IIIa	Regular A
EG_04	62	II	Buena
EG_05	69	II	Buena

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla N°7 se presenta el resumen de la clasificación geomecánica del RMR. Donde se puede observar un macizo rocoso de clase II (buena), excepto la estación geomecánica EG_03 que presenta un macizo rocoso de clase IIIa (regular A). En general, el macizo rocoso presente en los taludes es de clase II, tipo de roca buena, garantizando estabilidad de taludes, siempre y cuando estos tengan una geometría adecuada. Según el RMR de Bieniawski, para un macizo rocoso de clase II la cohesión está entre los rangos de 0.3 – 0.4 MPa y el ángulo de fricción se encuentra en el rango de 35 – 45 grados.

4.4. Análisis de los mecanismos de falla y su factor de seguridad.

Tabla 8. Análisis de familias de juntas.

Análisis de familia de juntas principales		
Familia	Dip	Dip. Direction
J1	31	131
J2	28	226
J3	30	330

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla N°8 se puede visualizar las principales familias de discontinuidades del macizo rocoso. Según los datos del mapeo geomecánico levantados en las EG-01 a la EG-05 se observa en el estereograma compuesto la presencia de 03 familias principales (J1, J2, J3) y sus orientaciones promedio (*Ver figura N°2, la proyección de los planos principales para el área de estudio*).

Tabla 9. *Parámetros de resistencia de macizo rocoso.*

Parámetros de resistencia del macizo rocoso		
Sigci MPa	c MPa	ϕ
75.6	0.3053	27.0482

Fuente: *Elaboración propia, 2020.*

En la tabla N°9 se presenta los parámetros de resistencia del macizo rocoso. La resistencia a la compresión simple promedio es de 75.6 MPa, mientras que la cohesión promedio es de 0.3053 MPa y el ángulo de fricción promedio es de 27°. La cohesión y el ángulo de fricción son propiedades de las discontinuidades (juntas).

Tabla 10. *Mecanismo de falla planar*

Estructura	Dip	Dip Direction	Mecanismo de falla
Talud	70	230	Planar
Junta J2	28	226	

Fuente: *Elaboración propia, 2020.*

En la tabla N°10 se presenta el resultado del análisis cinemático para fallas planares (*Ver figura N°3 el análisis cinemático para las fallas planares*). Según el análisis cinemático se identifica la formación del mecanismo de falla planar crítica, formado por la familia de juntas (J2) de dip y dip direction promedio 28°/226° y el talud de dip y dip direction 70°/230°, producto de tres criterios de análisis, criterio del cono de fricción (27°), criterio de la envolvente y el criterio de los límites laterales del buzamiento del talud.

Tabla 11. Análisis del factor de seguridad para fallas planares

Factor de seguridad por el método determinístico	
condiciones secas y estáticas	2.073
condiciones saturadas y estático	1.742
condiciones saturadas pseudo-estático	1.098

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla N°11 se presenta los factores de seguridad. En el análisis del factor de seguridad se utilizó el método determinístico en el mecanismo de falla planar antes identificada por el análisis cinemático. En condiciones secas y estático se obtiene un factor de seguridad de 2.073 valor que indica que el desplazamiento planar no sucederá. En las condiciones saturadas y estático se obtiene un factor de seguridad de 1.742 valor que indica estabilidad en el talud por el mecanismo de falla planar. Y en las condiciones saturadas pseudo-estático se tiene un factor de seguridad de 1.098 valor que indica inestabilidad por el mecanismo de falla planar. Debido a la experiencia en obras civiles y mineras el factor de seguridad mínimo es de 1.5 en taludes.

V. DISCUSIÓN

Se confirma la hipótesis de que si se realiza el análisis estructural del macizo rocoso entonces se determinará el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo – Puerto Chiple, entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240. Esto se demuestra en los resultados de la tabla 7 la cual muestra que la roca predominante es de calidad buena (II). Así mismo, en la tabla 11 se ha obtenido un factor de seguridad de 1.098 en condiciones seudo – estáticas. Datos que al ser comparados con la tesis de Mendoza (2016), el autor concluye que realizando el análisis en la condición seudo – estática, obtuvo un valor de 0.982 lo cual confirma que es un talud altamente inestable. Con la presente hipótesis se afirma que, realizando un correcto análisis estructural del macizo rocoso, aplicando la clasificación geomecánica RMR se puede obtener un adecuado factor de seguridad.

Según el objetivo general, realizar el análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo - Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240. Los resultados obtenidos en la tabla 8 muestran la presencia de 3 familias principales de discontinuidades, que luego fueron analizadas a partir de un análisis cinemático que determinó que el principal mecanismo de falla es por rotura planar. Datos que al ser comparados con la tesis de Chambi (2015), la investigación determina que utilizando un análisis cinemático pudo determinar los mecanismos de falla presente en su área de estudio siendo el más predominante el mecanismo de falla planar. Con estos resultados se puede afirmar que realizando un análisis cinemático se puede determinar los diferentes mecanismos de rotura que se producen en los taludes.

Según el primer objetivo específico, efectuar el levantamiento topográfico del área de estudio para determinar la dirección del eje de la carretera del tramo de estudio. Los resultados obtenidos en la tabla 2 indica que todo el tramo está formado por un solo azimuth o dirección de 310° respecto al norte, y elevadas pendientes que lo clasifica de tipo 3. Datos que contrastan a los resultados mostrados en el estudio de Chalan y Monteza (2019), el autor finaliza que el área

del presente estudio presenta cerros de material arenoso y rocas sedimentarias con elevadas pendientes. Con estos resultados se pudo afirmar que dicha localidad presenta una geografía con cerros de material arenisca cuarzosa, lo cual condiciona a que presente inestabilidad en los taludes.

En el segundo objetivo específico, analizar la geología regional y local para el análisis de la litología y estructuras presentes. Los resultados obtenidos en la tabla 4 fue que la unidad estratigráfica que predomina en el área de estudio es el grupo Goyllarisquizga. La litología está compuesta por areniscas cuarzosas compactas bien clasificadas, grano medio a grueso y conglomerados con presencia de cuarzo. Datos que al ser comparados con la tesis de Durán (2018) titulada, el autor concluye que la unidad predominante en la zona es el grupo Goyllarisquizga compuesto por las formaciones Chimú, formación Carhuaz y formación Farrat. Con estos resultados se afirma que la unidad estratigráfica predominante en la zona es del grupo Goyllarisquizga.

Con respecto al segundo objetivo específico, los resultados de la tabla 4 indican que la litología está compuesta por areniscas cuarzosas compactas bien clasificadas perteneciendo al grupo Goyllarisquizga. Datos que al ser cotejados con la tesis de Martínez y Yuctaya (2020), la investigación determina que la roca predominante en el área de estudio es arenisca las cuales pertenecen a la formación Farrat del grupo Goyllarisquizga. Con los datos cotejados se afirma el grupo predominante en toda la zona es Goyllarisquizga.

Según el tercer objetivo específico, realizar el análisis estructural de los taludes en roca para determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR. Los resultados obtenidos en la tabla 7 indican que el macizo rocoso presente en los taludes es de clase (II) tipo de roca buena, garantizando la estabilidad en taludes, siempre que los taludes tengan una geometría adecuada. Datos que al ser verificados con la tesis de Cáceres (2019), el autor finaliza que al aplicar la clasificación RMR al tramo 2 encontró un RMR con valor de 49 determinando una roca de clase IIIb de calidad regular b, lo cual indica que es un talud altamente inestable. Podemos afirmar que realizando un adecuado análisis

estructural del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR se puede determinar la calidad del macizo rocoso.

Correspondiente al tercer objetivo específico, realizar el análisis estructural de los taludes en roca para determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR. Los resultados obtenidos en la tabla 7, dan como resultado que la calidad predominante del macizo rocoso es de tipo buena (II) indicando que el talud es estable. Datos que al ser comparados con la tesis de Fernández (2016), la investigación determina que aplicando la clasificación RMR, la clase predominante del macizo rocoso es del tipo de roca buena (II). Con estos resultados podemos afirmar que realizando un correcto recojo de información e interpretación se puede determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica del RMR.

Según el cuarto objetivo específico, determinar el factor de seguridad de los taludes mediante el modelamiento de las estructuras. Los resultados obtenidos en la tabla 11 muestran que según el mecanismo de falla planar el factor de seguridad que se obtiene es de 1.098 en condiciones pseudo-estático. Estos datos fueron corroborados con la tesis de Breña (2019), el autor concluye que en la misma zona de estudio el factor de seguridad para condiciones estáticas es de 1,5 como mínimo y para la condición pseudo-estática el factor de seguridad mínimo es de 1. Esto demuestra que tanto el programa RocPlane empleado en esta investigación y el programa Geo5 empleado por el autor son softwares geotécnicos confiables al momento de determinar el factor de seguridad en los taludes.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el análisis estructural con la finalidad de poder identificar el número de familias de discontinuidades a través de un análisis cinemático, concluyendo que es vital el uso de los diferentes softwares de la empresa Rocscience los cuales son de uso minero especializado en el análisis estructural, el mismo que nos podrá ayudar a dar solución a diversos tipos de problemas presentes en los macizos rocosos.
2. Se efectuó el levantamiento topográfico lo cual ayudó a determinar la dirección del eje de carretera, el mismo que presenta un solo azimut de 310° grados con respecto al norte.
3. Respecto a la geología regional y local se concluye que la litología predominante es del grupo Goyllarisquizga, la cual está conformada por areniscas cuarzosas compactas bien clasificadas.
4. Se realizó el análisis estructural para determinar la calidad del macizo rocoso, concluyendo que de acuerdo a 5 estaciones geomecánicas aplicadas en el lugar de estudio, el tipo de roca predominante es de tipo buena (II) y una de tipo regular (IIIa).
5. Se determinó el factor de seguridad en dicha zona de estudio, evaluando condiciones seudo – estáticas y obteniendo un factor de seguridad de 1.098, en el cual es necesario modificar la altura y ángulo del talud, lo cual nos permitirá tener un factor de seguridad aceptable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa encargada del mantenimiento de la vía que realice un levantamiento topográfico más detallado del tramo de estudio que inicia en la progresiva 33+240 km y termina en la progresiva 34+240 km, con la finalidad de una futura modificación de la geometría del talud.

Se sugiere a la empresa encargada del mantenimiento y posteriores investigaciones, realizar un estudio de mercado de la litología que presenta los taludes de la zona, ya que por tratarse de roca arenisca cuarzosa es importante para la industria de la construcción, ya que es un recurso de interés económico en el mercado de agregados.

Es recomendable que la entidad ejecutora del mejoramiento de la carretera y a las próximas investigaciones aborden el estudio de la geometría del talud, utilizando las clasificaciones geomecánicas, además realizar nuevas estaciones geomecánicas, con la finalidad de conocer a detalle el macizo rocoso para una buena decisión técnica en el redimensionamiento del talud.

Se propone a la empresa ejecutora del mejoramiento de la vía, utilizar una máxima altura de talud de 44,8 metros, para evitar problemas de deslizamiento de roca por el mecanismo de falla planar, o trabajar con un talud de 44,4° de buzamiento para evitar caída de rocas en tiempos de precipitaciones y movimientos sísmicos.

Es necesario realizar un estudio económico para una buena decisión técnica en el redimensionamiento del talud, si conviene disminuir el ángulo del talud o disminuir la altura de talud, por ser las únicas variables a modificar en el nuevo diseño de la geometría del talud.

REFERENCIAS

1. ADEOLUWA, Oluwaseyi, NOA, Rafael y QUEVEDO, Gilberto. Caracterización estructural del macizo rocoso de la mina subterránea Oro Descanso. *Min. Geol*, 33 (4), 2017. ISSN: 1993-8012. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199380122017000400007&lng=es&nrm=iso
2. AGUILAR, Maribel Estefanía y RAMÍREZ, Gonzalo Andrés. Estudio Geológico, Geomecánico y su Incidencia en la Evaluación de la Estabilidad del Talud del Cementerio Patrimonial General (Puerta 1), Cerro del Carmen, Guayaquil. Tesis (Ingeniero en geología) Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48822>
3. ALVARO, Fabiola. Modelamiento geoestadístico de la clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR). Tesis (Magíster en Minería). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2020. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176858>
4. AGRAMONTE, Robert Benito. Clasificación de la caracterización geomecánica en minería subterránea en Morro Pelado de la U.E.A. Ana María – La Rinconada. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12703>
5. BARDIN, Laurence. Análisis de contenido [En línea]. 3°ed. Madrid: Ediciones Akal, 2002 [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2020]. ISBN: 84-7600-093-6. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=lvhoTqll_EQC&pg=PA34&dq=tecnic+a+de+analisis+documental+bardin+2002&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwii0l2GiYHtAhUK1VkKHbtYBA8Q6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q=tecnic+a%20de%20analisis%20documental%20bardin%202002&f=false

6. BREÑA, Christian Hernán. Estabilidad de Taludes de la Carretera Longitudinal de la Sierra; Tramo Cochabamba – Cutervo – Chiple, Cajamarca – Perú. Tesis (Magister en Geología con Mención en Geotecnia). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2019. Disponible en:
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/11386>
7. CÁCERES, Duber Salomón. Evaluación geotécnica en inestabilidad de taludes en zonas críticas en la carretera Kuntur Wasi en el tramo km.45+000-km.52+000. Tesis (Ingeniero Geólogo). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, 2019. Disponible en:
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3306>
8. CCALLO, Hernán. Análisis de la estabilidad de taludes en macizo rocoso de la carretera Sina Yanahuaya tramo III a partir de la caracterización geológica. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2019. Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12729>
9. CARVAJAL, Ana María. 77 zonas de Quito están en riesgo por deslizamientos [En línea]. El Comercio: Quito, 22 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]. Disponible en:
<https://www.elcomercio.com/actualidad/quitoriesgodeslizamientoslluviascli ma.html>
10. Coeficiente de seguridad: Toda una filosofía de diseño [Mensaje en un blog]. Madrid: INFAIMON (11 de mayo de 2018). [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2011]. Disponible en:
<https://blog.infaimon.com/coeficiente-de-seguridad-filosofia-diseno/>

11. CHAMBI, Gina Macklina. Estudio de estabilidad de taludes en los macizos rocosos de la carretera Ticaco Candarave en las progresivas: 124+560 a 129+00 km. Tesis (Ingeniero Geólogo-Geotécnico). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2015. Disponible en:
<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2814>

12. DESDÍN, Juan José. Caracterización Geomecánica del Macizo Rcoso para la Evaluación de la Estabilidad del Túnel Levisa Mayarí Tramo V. Tesis (Ingeniero de Minas). Cuba: Instituto Superior Minero Metalúrgico De Moa, 2018. Disponible en:
<http://ninive.ismm.edu.cu/handle/123456789/1984>

13. DURÁN, Juan Carlos. Estudio sedimentológico y estratigráfico de la microcuenca Cochamarca – San Marcos Cajamarca Perú. Tesis (Ingeniero Geólogo). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, 2018. Disponible en:
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1844>

14. FERNÁNDEZ, Ángel. Investigación y técnicas de mercado [En línea]. 2ºed. Madrid: ESIC Editorial, 2004 [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2020]. ISBN: 84-7356-392-1. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=LnVxgMkEhkgC&pg=PA84&dq=tecnica+de+la+observacion&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwi3ndjilHtAhUBmV kKHSWmCxsQ6AEwAHoECAQQAg#v=onepage&q=tecnica%20de%20la%20observacion&f=false>

15. FERNÁNDEZ, Christian Genaro. Aplicación de las clasificaciones geomecánicas del RMR (Rock Mass Rating) y en índice Q, en el túnel de carga Pilatón Sarapullo-aguas abajo, entre las abscisas 5+100.00-4+600.00. Proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón. Tesis (Ingeniero Geólogo). Ecuador: Universidad De Guayaquil, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/17944>

16. FIDIAS G. Arias. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6ª. Ed. Venezuela: Editorial Episteme, 2012. ISBN: 980-07-8529-9. Disponible en:
<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxwKjTWcqtFTDLmnxvxlGcDNHICV?projector=1&messagePartId=0.5>
17. GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica [En línea]. Argentina: Editorial Brujas, 2006 [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2020]. ISBN: 987-591-026-0. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&pg=PA59&dq=enfoque+cuantitativo&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiqy4TOh4HtAhUNwFkKHTkFD9AQ6AEwAXoECAkQAq#v=onepage&q=enfoque%20cuantitativo&f=false>.
18. GONZÁLES DE VALLEJO, Luis. Ingeniería geológica. Madrid: Universidad Complutense De Madrid, 2002. ISBN: 84-205-3104-9.
19. GOICOCHEA, Julio César. Análisis de estabilidad de talud en roca y caracterización estructural del kilómetro 1360 al kilómetro 1360+500 de la carretera 3N Hualgayoc – Bambamarca. tesis (Bachiller en Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14160>
20. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María Del Pilar. Metodología de la investigación. 6.ª ed. México: McGRAW-HILL/interamericana editores, S.A., 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en:
<https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.

21. ILDEFONSO, Elena Abascal. Análisis de encuestas [En línea]. Madrid: ESIC editorial, 2005 [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2020]. ISBN: 84-7356-420-0. Disponible en:
<https://books.google.com.pe/books?id=qFcZOOiwRSgC&pg=PA69&dq=muestreo+no+probabilistico&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjV3qTWilHtAhUlwIkKHZucB78Q6AEwAHoECAUQAq#v=onepage&q=muestreo%20no%20probabilistico&f=false>
22. INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1987). Manual de ingeniería de taludes. 1º ed. España, 1987.
23. ITURRALDE, Manuel A. Protege a tu familia de derrumbes y deslizamientos. Cuba: Centro Nacional De Información Geológica, 2011. ISBN: 978-959-7117-25-4. Disponible en:
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2296/doc2296-contenido.pdf>.
24. LI, Xiangyue, RENDÓN, Luis Emilio y ESPINOSA, María Josefina. Consideración de fuerzas de filtración en el análisis de estabilidad de taludes granulares [En línea].
25. MAMANI, Roger Rene. Análisis de la Estabilidad de Taludes en Macizo Rocoso de la Carretera Sina Yanahuaya Tramo III – Sub Tramo 02, a partir de la Caracterización Geológica y Resistencia a la Compresión Simple. Tesis (Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2976>
26. MAMANI, Manolo Reinario. Caracterización geomecánica en minería superficial: Un caso de estudio. tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2019. Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12482>

27. MARTÍNEZ, Fiorella Dianira y CHUCTAYA, Katherine Juliet. Estudio geológico para determinar el potencial de manganeso en la concesión San Jorge de Chuchun, distrito de Namora, Cajamarca-2020. Tesis (Ingeniero Geólogo). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23932>
28. MENDOZA, Joel Arturo. Análisis de estabilidad de taludes de suelos de gran altura en la mina Antapaccay. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2016. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7614>
29. MESA, Milena, ÁLVAREZ, José y CHÁVEZ, Jorge Humberto. Evaluación del factor de seguridad en taludes de terraplenes carreteros altos ante carga sísmica [En línea]. Revista de Ingeniería Sísmica, 2017, N°103. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/489>
30. MONTEZA, Yaneth del Rocío y CHALÁN, Maicol Luis. Diseño de la estructura de costos en la producción de agregados de la cantera no metálica La Tuna Blanca – Santa Cruz, Cajamarca 2019. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21300>
31. OCHOA, Lisbeth Yurfa. Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica. Tesis (Ingeniera Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2016. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/271>
32. PAREDES, Grimaldo. Evaluación geomecánica y análisis de la estabilidad del talud en la cantera el Arbolito – Juliaca. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11799>

33. RAMÍREZ, Pedro y ALEJANO, Leandro. Mecánica de rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes [En línea]. Universidad Politécnica de Madrid, 2004. Disponible en:
<file:///D:/USER/Downloads/MECANICA DE ROCAS 1.pdf>
34. SACKSCHEWSKI, Carlos Enrique. Soluciones para la estabilidad de taludes de la carretera Canta – Huayllay entre las progresivas del km 102 al km 110. Tesis (Ingeniero Geólogo). Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2017. Disponible en:
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5743>
35. SANHUEZA, C y Villavicencio, G. Influencia de la cohesión aparente generada por raíces sobre la estabilidad de un talud natural en las dunas de Reñaca [En línea]. Revista de la Construcción, 2012, N°11: 16-31 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. ISSN 0718-915X.
Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718915X2012000100003&script=sci_arttext&tlng=e
36. SANHUEZA, C Y RODRÍGUEZ, L. Análisis comparativo de métodos de cálculo de estabilidad de taludes finitos aplicados a laderas naturales [En línea]. Revista de la Construcción, 2013, N°1 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. ISSN 0718-915X. Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718915X2013000100003&script=sci_arttext
37. SUÁREZ, Ludger Oswaldo. Descripción del macizo rocoso: Introducción a la ingeniería de rocas de superficie y subterráneas. 2º ed. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2014. ISBN: 978-958-464-305-6.
Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/12337/>
38. SUYON, Serguis Alexander. Estudio geomecánico con fines de estabilidad de taludes. CA. Los Navíos – complejo náutico Poseidón Pucusana. Tesis

- (Ingeniero Geólogo). Lima: Universidad nacional de Piura, facultad de ingeniería de minas, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/751>
39. Tecnología y Ciencias del Agua, 2010, N°3. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. ISSN: 2007-2422. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200724222010000300006
40. VALERIANO, Fredy Alonso. Caracterización Geotécnica y Modos de Falla Estructural en el Talud en Roca del Cerro Espinal Juliaca. Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2297>
41. VALIENTE, R, SOBRECASAS, S Y DÍAZ O, A. Estabilidad taludes, conceptos básicos, parámetros de diseño y métodos de cálculo [En línea]. Revista Civilízate, 2016 (7): 50-54 [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. ISSN: 2411-944X.
Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/76781>
42. VALLEJOS, Antonio Félix *et al.* [En línea]. Investigación social mediante encuestas. España, 2012. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2020]. ISBN: 978-84-9961-011-5. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=lmyndAAAQBAJ&pg=PA158&dq=dimensiones+para+el+estudio+de+variables+en+una+investigacion&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjwoujU9lRtAhUDmVkkKHbEwDfgQ6AEwAnoECAEQAg#v=onepage&q=dimensiones%20para%20el%20estudio%20de%20variables%20en%20una%20investigacion&f=false>

43.VILCA, Anthony Claudio. Estudio geotécnico para la estabilidad del talud del depósito de desmonte Santa Rosa del proyecto Santa Rosa – Arequipa. Tesis (Ingeniero de Minas). Cusco: Universidad Nacional De San Antonio Del Cusco, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4166>

ANEXOS

ANEXO 01



MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICA
¿De qué manera el análisis estructural del macizo rocoso determina el factor de seguridad en taludes en la carretera Cutervo – Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240?	Realizar el análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo - Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240.		X = Análisis estructural del macizo rocoso.	Básica.	Taludes comprendidos entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple.	Técnica de observación. Técnica de análisis documental.
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Si se realiza el análisis estructural del macizo rocoso entonces se determinará el factor de seguridad en taludes de la carretera Cutervo – Puerto Chiple entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240.	VARIABLE DEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	MUESTRA	INSTRUMENTO
	<ul style="list-style-type: none"> - Efectuar el levantamiento topográfico para determinar la dirección del eje de la carretera del tramo de estudio. - Analizar la geología regional y local para el análisis de la litología y estructuras presentes. - Realizar el análisis estructural de los taludes en roca para determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR. - Determinar el factor de seguridad de los taludes mediante el modelamiento de las estructuras. 		Y = Factor de seguridad en taludes.	No experimental. De tipo transversal descriptivo.	Constituido por los puntos de control que se realizaron entre el kilómetro 33+240 al kilómetro 34+240 de la carretera Cutervo – Puerto Chiple los cuales se detallan en el capítulo III denominado metodología.	Guía de observación de datos. Ficha de registro de datos.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 02




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES


ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
V.I Análisis estructural del macizo rocoso.	“Se denomina estructura del macizo rocoso al conjunto de fallas, diaclasas, pliegues y demás características geológicas propias de una determinada región del mismo. En ingeniería de rocas, se considera que la estructura del macizo rocoso comprende también los tipos de rocas existentes en él” (Ramírez y Alejano, 2004, p.1819).	Levantamiento topográfico	Topografía	UTM	Razón		
		Geología regional	Geología	Unidades estratigráficas	Nominal		
		Geología local		Litología	Nominal		
		“El coeficiente de seguridad, también conocido como factor de seguridad, es el coeficiente resultante entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real al que se verá sometido” (INFAIMON, 2018, p.1).	Discontinuidades	Estructura (controla el desplazamiento)	Análisis de las estructuras principales de las discontinuidades	Unidades estratigráficas	Nominal
						Litología	Nominal
						Resistencia a la compresión uniaxial	Intervalo
						RQD	Intervalo
						Separación entre diaclasas	Intervalo
						Estados de las discontinuidades	Intervalo
						Presencia de agua	Intervalo
Fallas	Nominal						
Diques	Nominal						
Pliegues	Nominal						
V.D Factor de seguridad en taludes	Estructura (controla el desplazamiento)	Infraestructura (controla el mecanismo de falla)	Mecanismos de falla	Planos de estratificación	Nominal		
				Planos de exfoliación	Nominal		
				Diaclasas	Nominal		
				Cohesión	Intervalo		
				Ángulo de fricción	Intervalo		
				Factor de seguridad	Intervalo		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 03				
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA LA TOPOGRAFÍA		
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE				
Objetivo del instrumento:		Obtener las coordenadas UTM y los puntos de control del eje de la carretera Cutervo – Puerto Chiple.		
Elaborado por:		Carhuatanta Alvarado, Roger Tomás Carpio Tantajulca, Marco Nórbil		
Fecha:		07/09/2019		
Instrumento de medición:		GPS		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
Punto	Coordenadas			
	Este	Norte	Elevación	Observación
01	742266	9295896	2750	Punto inicial del tramo de la carretera ubicado en el kilómetro 33+240
02	741665	9296412	2842	Punto final del tramo de la carretera ubicado en el kilómetro 34+240

Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANEXO 04	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL PARA LA GEOLOGÍA
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE	
Objetivo del instrumento:	Analizar la geología regional y local mediante los documentos de Geocatmin para obtener las unidades estratigráficas del área de estudio.
Elaborado por:	Carhuatanta Alvarado, Roger Tomás Carpio Tantajulca, Marco Nórbil
Fecha:	14/09/2020
GEOLOGÍA REGIONAL	
Unidad estratigráfica	Símbolo
Dep. Aluvial Reciente	Qr-al
Gpo. Quilquiñan	Km-q
Gpo. Pulluicana	Km-p
Fm – Inca	Km-i
Gpo. Goyllarisquizga	Ki-g
GEOLOGÍA LOCAL	
Unidad estratigráfica	Símbolo
Dep. Aluvial Reciente	Qr-al
Gpo. Quilquiñan	Km-q
Gpo. Pulluicana	Km-p
Fm – Inca	Km-i
Gpo. Goyllarisquizga	Ki-g

Fuente: Adaptado de Castro, 2018.

ANEXO 05



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA LA CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE

Objetivo del instrumento:

Realizar el análisis estructural de los taludes en roca para determinar la calidad del macizo rocoso aplicando la clasificación geomecánica RMR.

Elaborado por:

Carhuatanta Alvarado, Roger Tomás
Carpio Tantajulca, Marco Nórtil

Fecha:

21/09/2020

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI - RMR

ESTACIÓN: EG_01		E: 742297		N: 9295922			Z: 2751			PNT	
R M R	1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)			7
			Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1	
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0	20	
	RQD (%)		90-100	75-90	50-75	25-50	<25				
	Puntuación		20	17	13	6	3			10	
	3 Separación entre diaclasas (m)		>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06				
	Puntuación.		20	15	10	8	5				
	4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			1
			Puntuación	6	4	2	1	0			
			Abertura	nada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm			3
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave			5
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm			6
			Puntuación	6	4	2	2	0			
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	descompuesta			5		
	Puntuación	6	5	3	1	0					
	5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10L/Min	10-25L/Min	25-125L/Min	>125 L/Min			10
			Relación: presión de agua/ tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5			
			Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			
Puntuación			15	10	7	4	0				
VALOR TOTAL DEL RMR (SUMA DE LOS VALORES DE 1-5)							67				
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR											
RMR	100-81	80-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-0				
CLASE	I	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V				
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy mala				

AYUDA PARA LAS OBSERVACIONES DE CAMPO		
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO.RESIS COMP. MPa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla	1-5
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)	5-25
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo	25-50
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo	50-100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100-250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250
GRADO	ÍNDICE DE ALTERACIÓN-DESCRIPCIÓN	
I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales	
II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana	
III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso	
IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso	
V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.	

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI - RMR												
ESTACIÓN: EG_02			E: 742180		N: 9296046			Z: 2790		PNT		
R M R	1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)			7	
			Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1		
	Puntuación			15	12	7	4	2	1	0	20	
	RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25				
	Puntuación			20	17	13	6	3				
	2	Separación entre diaclasas (m)			>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06			10
		Puntuación.			20	15	10	8	5			
	4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			1	
			Puntuación	6	4	2	1	0				
			Abertura	nada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm			1	
			Puntuación	6	5	3	1	0				
			Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave			5	
			Puntuación	6	5	3	1	0				
			Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm			6	
			Puntuación	6	4	2	2	0				
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	descompuesta			6			
	Puntuación	6	5	3	1	0						
	5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10L/Min	10-25L/Min	25-125L/Min	>125 L/Min			10	
			Relación: presión de agua/ tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5				
			Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo				
Puntuación			15	10	7	4	0					
VALOR TOTAL DEL RMR (SUMA DE LOS VALORES DE 1-5)							66					
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR												
RMR	100-81	80-61		60-51	50-41	40-31	30-21	20-0				
CLASE	I	II		IIIa	IIIb	IVa	IVb	V				
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena		Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy mala				
TIPO ESTRUCTURA	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO								
	RUMB, BUZ	D.BUZ		TIPO	ESPESOR							
AYUDA PARA LAS OBSERVACIONES DE CAMPO												
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO						RANGO.RESIS COMP. MPa					
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla						1-5					
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)						5-25					
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo						25-50					
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo						50-100					
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra						100-250					
R6	Solo se rompe esquivlas de la muestra con el martillo						>250					
GRADO	ÍNDICE DE ALTERACIÓN-DESCRIPCIÓN											
I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales											
II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana											
III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso											
IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso											
V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.											

LASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI - RMR											
ESTACIÓN: EG_03		E: 742078			N: 9296143			Z: 2830		PNT	
R M R	1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)			7
			Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1	
	Puntuación			15	12	7	4	2	1	0	17
	RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			
	Puntuación			20	17	13	6	3			8
	Separación entre diaclasas (m)			>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06			
	Puntuación.			20	15	10	8	5			
	4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			2
			Puntuación	6	4	2	1	0			
			Abertura	nada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm			3
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave			5
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm			2
			Puntuación	6	4	2	2	0			
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	descompuesta			6		
	Puntuación	6	5	3	1	0					
	5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10L/Min	10-25L/Min	25-125L/Min	>125 L/Min			10
			Relación: presión de agua/ tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5			
			Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			
Puntuación			15	10	7	4	0				
VALOR TOTAL DEL RMR (SUMA DE LOS VALORES DE 1-5)										60	
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR											
RMR	100-81	80-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-0				
CLASE	I	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V				
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy mala				
TIPO ESTRUCTURA	ORIENTACIÓN		ESPACIAMIENTO	RELLENO							
	RUMB, BUZ	D.BUZ		TIPO	ESESOR						
AYUDA PARA LAS OBSERVACIONES DE CAMPO											
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO							RANGO.RESIS COMP. MPa			
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla							1-5			
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)							5-25			
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo							25-50			
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo							50-100			
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra							100-250			
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo							>250			
GRADO	ÍNDICE DE ALTERACIÓN-DESCRIPCIÓN										
I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales										
II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana										
III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso										
IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso										
V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.										

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI - RMR											
ESTACIÓN: EG_04			E: 741957		N: 9296208			Z: 2890		PNT	
R M R	1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)			7
			Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1	
	Puntuación			15	12	7	4	2	1	0	17
	RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			
	Puntuación			20	17	13	6	3			8
	Separación entre diaclasas (m)			>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06			
	Puntuación.			20	15	10	8	5			
	4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			2
			Puntuación	6	4	2	1	0			
			Abertura	nada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm			1
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave			5
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm			6
			Puntuación	6	4	2	2	0			
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	descompuesta			6		
	Puntuación	6	5	3	1	0					
	5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10L/Min	10-25L/Min	25-125L/Min	>125 L/Min			10
			Relación: presión de agua/ tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5			
			Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			
Puntuación			15	10	7	4	0				
VALOR TOTAL DEL RMR (SUMA DE LOS VALORES DE 1-5)							62				
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR											
RMR	100-81	80-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-0				
CLASE	I	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V				
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy mala				
TIPO ESTRUCTURA	ORIENTACIÓN		ESPACIAMIENTO	RELLENO							
	RUMB, BUZ	D.BUZ		TIPO	ESESOR						
AYUDA PARA LAS OBSERVACIONES DE CAMPO											
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO						RANGO.RESIS COMP. MPa				
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla						1-5				
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)						5-25				
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo						25-50				
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo						50-100				
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra						100-250				
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo						>250				
GRADO	ÍNDICE DE ALTERACIÓN-DESCRIPCIÓN										
I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales										
II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso decolorado extremadamente es más débil que en su condición sana										
III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso										
IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso										
V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.										

CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE BIENIAWSKI - RMR											
ESTACIÓN: EG_05		E: 741752			N:9296278			Z: 2930			PNT
R M R	1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión simple (MPa)			7
			Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1	
	Puntuación			15	12	7	4	2	1	0	20
	RQD (%)			90-100	75-90	50-75	25-50	<25			
	Puntuación			20	17	13	6	3			10
	Separación entre diaclasas (m)			>2	0.6-2	0.2-0.6	0.06-0.2	<0.06			
	Puntuación.			20	15	10	8	5			
	4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m			2
			Puntuación	6	4	2	1	0			
			Abertura	nada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm			3
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave			5
			Puntuación	6	5	3	1	0			
			Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm			6
			Puntuación	6	4	2	2	0			
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	descompuesta			6		
	Puntuación	6	5	3	1	0					
	5	Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo	<10L/Min	10-25L/Min	25-125L/Min	>125 L/Min			10
			Relación: presión de agua/ tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5			
			Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo			
Puntuación			15	10	7	4	0				
VALOR TOTAL DEL RMR (SUMA DE LOS VALORES DE 1-5)										69	
TIPO DE ROCA SEGÚN EL RMR											
RMR	100-81	80-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-0				
CLASE	I	II	IIIa	IIIb	IVa	IVb	V				
DESCRIPCIÓN	Muy Buena	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy mala				
TIPO ESTRUCTURA	ORIENTACIÓN		ESPACIAMIENTO	RELLENO							
	RUMB, BUZ	D.BUZ		TIPO	ESESOR						
AYUDA PARA LAS OBSERVACIONES DE CAMPO											
GRADO	INDICE DE RESISTENCIA IDENTIFICACION DE CAMPO						RANGO.RESIS COMP. MPa				
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla						1-5				
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpes firmes del martillo (de punta)						5-25				
R3	No se ralla ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo						25-50				
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo						50-100				
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra						100-250				
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo						>250				
GRADO	ÍNDICE DE ALTERACIÓN-DESCRIPCIÓN										
I SANA	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligeramente decoloración sobre superficies de discontinuidades principales										
II LIGERA	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidades. El material rocoso descolorido extremadamente es más débil que en su condición sana										
III MODERADA	Menos de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrado a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso										
IV MUY ALTERADA	Más de la mitad de la matriz rocosa está descompuesta y/o desintegrada a un suelo, la roca sana o descolorada se presenta como un núcleo rocoso										
V DESCOMPUESTA	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aún se conserva intacta.										

Fuente: Gonzales, 2002.

ANEXO 06		
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO PARA LA ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE		
Objetivo del instrumento:	Determinar el factor de seguridad de los taludes mediante el modelamiento de las estructuras.	
Elaborado por:	Carhuatanta Alvarado, Roger Tomás	
	Carpio Tantajulca, Marco Nórbil	
Fecha:	28/09/2020	
PRINCIPALES DISCONTINUIDADES – EG.01		
Descripción	Buzamiento	Dirección de buzamiento
D	22	218
D	25	209
D	30	205
D	21	220
D	31	134
D	30	130
D	33	208
D	30	130
D	28	132
D	24	212
D	29	128
D	30	334
D	29	335
D	34	340
D	24	200
D	25	205
D	30	133
D	33	134
D	34	130
D	29	330
PRINCIPALES DISCONTINUIDADES – EG.02		
D	24	218
D	20	224
D	28	226
D	27	221
D	30	330
D	27	335
D	26	332
D	24	336
D	27	331
D	24	233
D	22	321
D	23	330
D	25	321

D	20	325
D	23	337
D	30	134
D	22	130
D	24	125
D	25	136
D	28	127
PRINCIPALES DISCONTINUIDADES – EG.03		
D	34	333
D	33	234
D	35	239
D	34	333
D	23	134
D	23	126
D	43	145
D	32	145
D	43	125
D	23	146
D	27	325
D	32	133
D	32	335
D	24	234
D	33	235
D	32	318
D	22	325
D	32	332
D	33	335
D	21	223
PRINCIPALES DISCONTINUIDADES – EG.04		
D	34	333
D	33	234
D	24	123
D	36	345
D	27	330
D	27	234
D	23	342
D	27	235
D	29	342
D	34	123
D	28	235
D	37	100
D	35	234
D	37	323
D	25	123
D	30	126
D	19	231
D	28	133

D	39	135
D	35	342
PRINCIPALES DISCONTINUIDADES – EG.05		
D	33	345
D	34	231
D	34	100
D	32	123
D	22	134
D	12	136
D	25	122
D	35	129
D	43	127
D	34	248
D	25	233
D	47	122
D	32	145
D	22	135
D	34	127
D	35	122
D	26	134
D	34	132
D	33	128
D	22	129

Fuente: Elaboración propia, 2020.

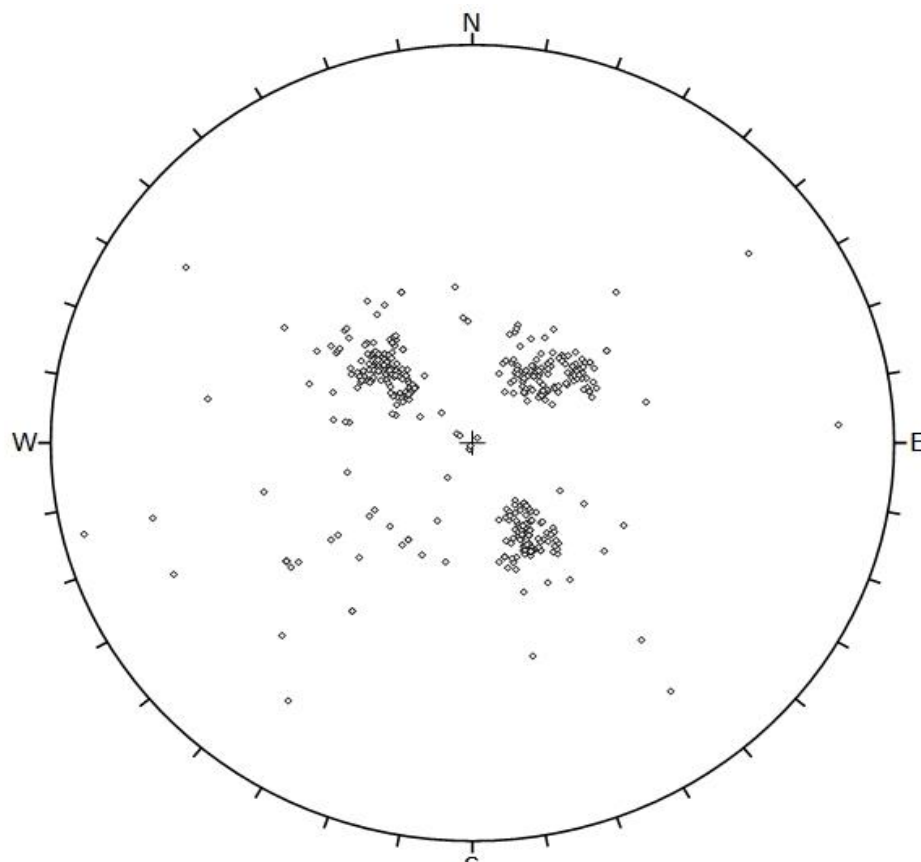
ANEXO 07



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

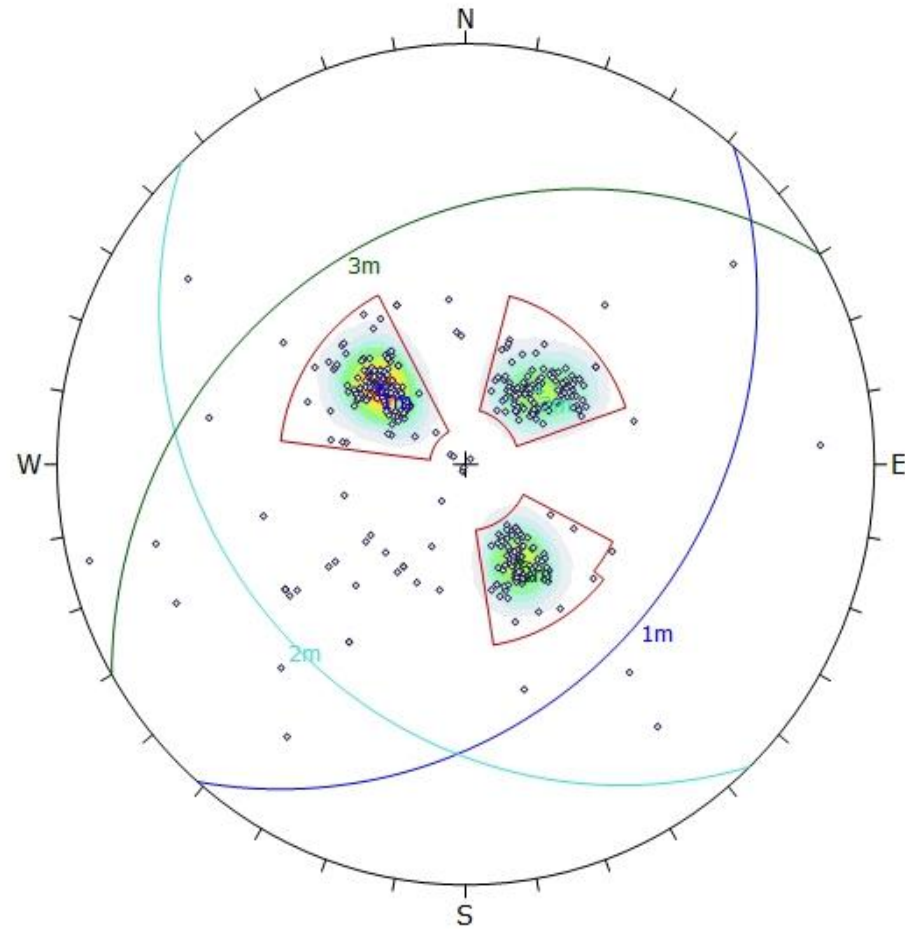
REPORTE DE DIAGRAMAS DEL SOFTWARE DIPS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors
Plot Mode Pole Vectors	
Vector Count 427 (427 Entries)	
Hemisphere Lower	
Projection Equal Angle	

Figura 1: Diagrama de polos.



Symbol	ESTRUCTURA	Quantity
◊	D	427

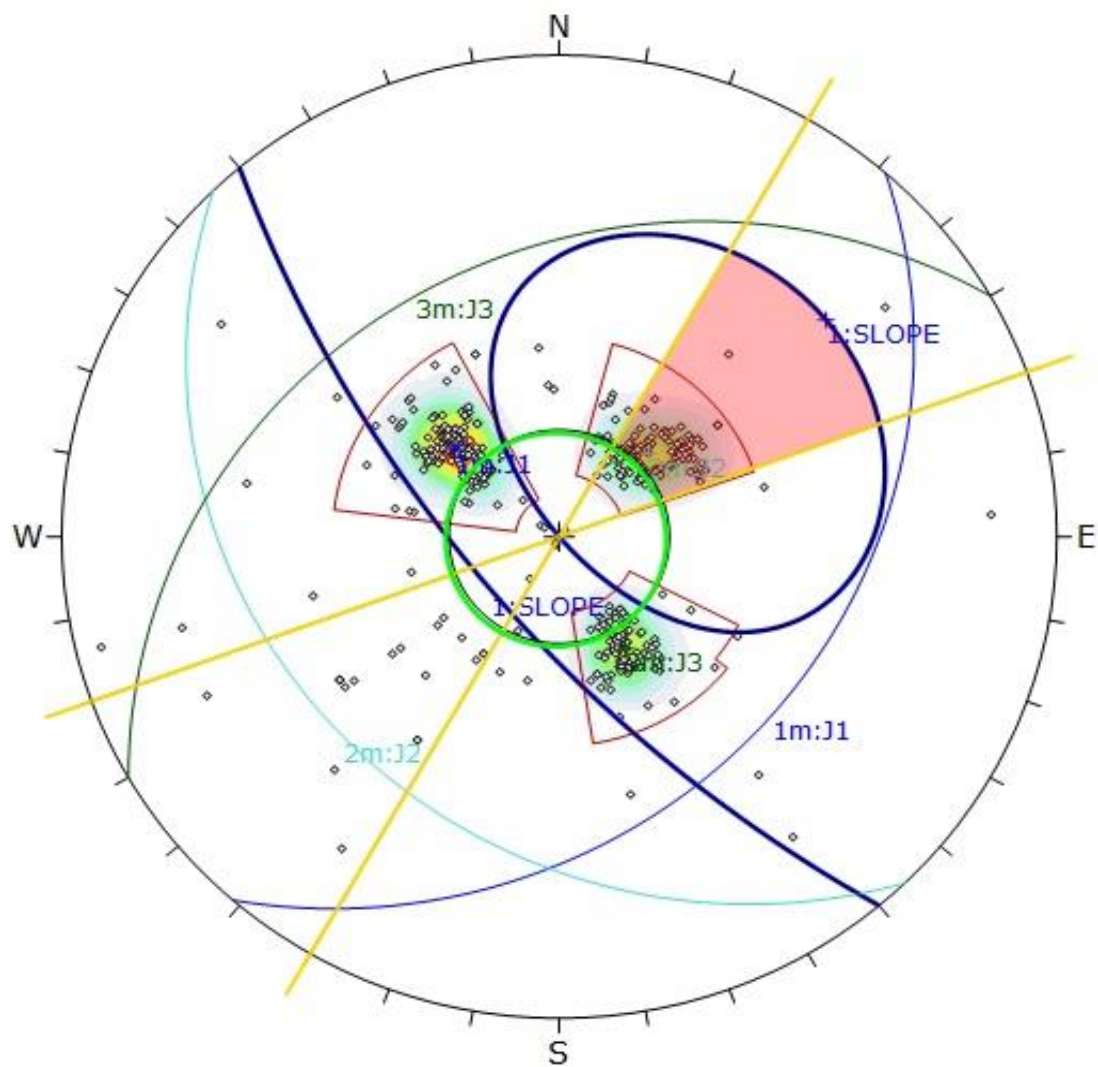
Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.40
	2.40 - 4.80
	4.80 - 7.20
	7.20 - 9.60
	9.60 - 12.00
	12.00 - 14.40
	14.40 - 16.80
	16.80 - 19.20
	19.20 - 21.60
	21.60 - 24.00

Maximum Density	23.42%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	31	131	
2m	28	226	
3m	30	330	

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	427 (427 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura 2: Planos principales.



Symbol	Feature
o	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.40
	2.40 - 4.80
	4.80 - 7.20
	7.20 - 9.60
	9.60 - 12.00
	12.00 - 14.40
	14.40 - 16.80
	16.80 - 19.20
	19.20 - 21.60
	21.60 - 24.00

Maximum Density	23.42%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

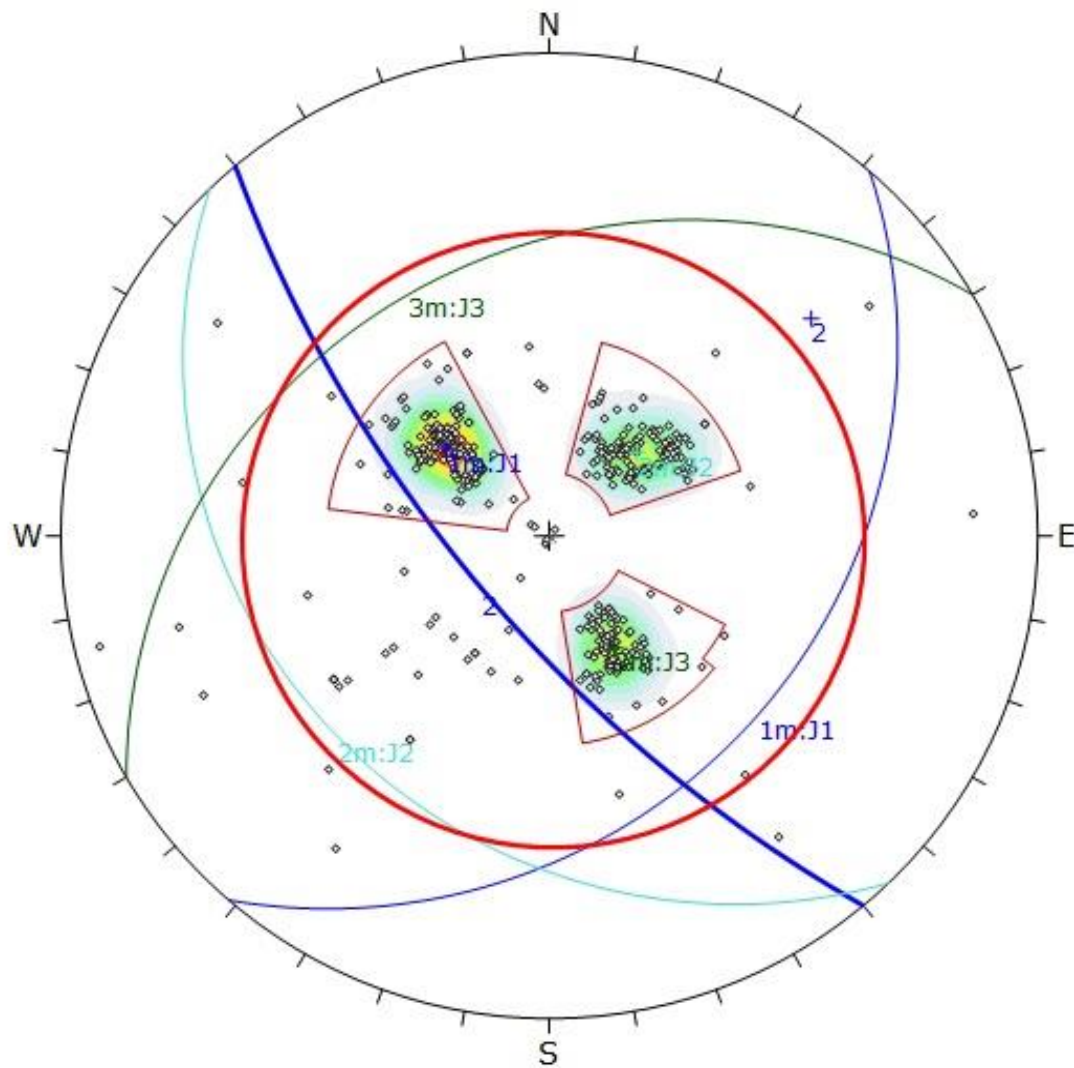
Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	70
Slope Dip Direction	230
Friction Angle	25°
Lateral Limits	20°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	78	427	18.27%
Planar Sliding (Set 2)	77	120	64.17%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	70	230	SLOPE
Mean Set Planes			
1m	31	131	J1
2m	28	226	J2
3m	30	330	J3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	427 (427 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura 3: Análisis por mecanismo planar.



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors


Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.40
	2.40 - 4.80
	4.80 - 7.20
	7.20 - 9.60
	9.60 - 12.00
	12.00 - 14.40
	14.40 - 16.80
	16.80 - 19.20
	19.20 - 21.60
	21.60 - 24.00

Maximum Density	23.42%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
2		70	230	
Mean Set Planes				
1m		31	131	J1
2m		28	226	J2
3m		30	330	J3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	427 (427 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura 4: Análisis del mecanismo por cuña.

ANEXO 08	
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	REPORTE DE FACTOR DE SEGURIDAD DEL SOFTWARE ROCPLANE
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE	

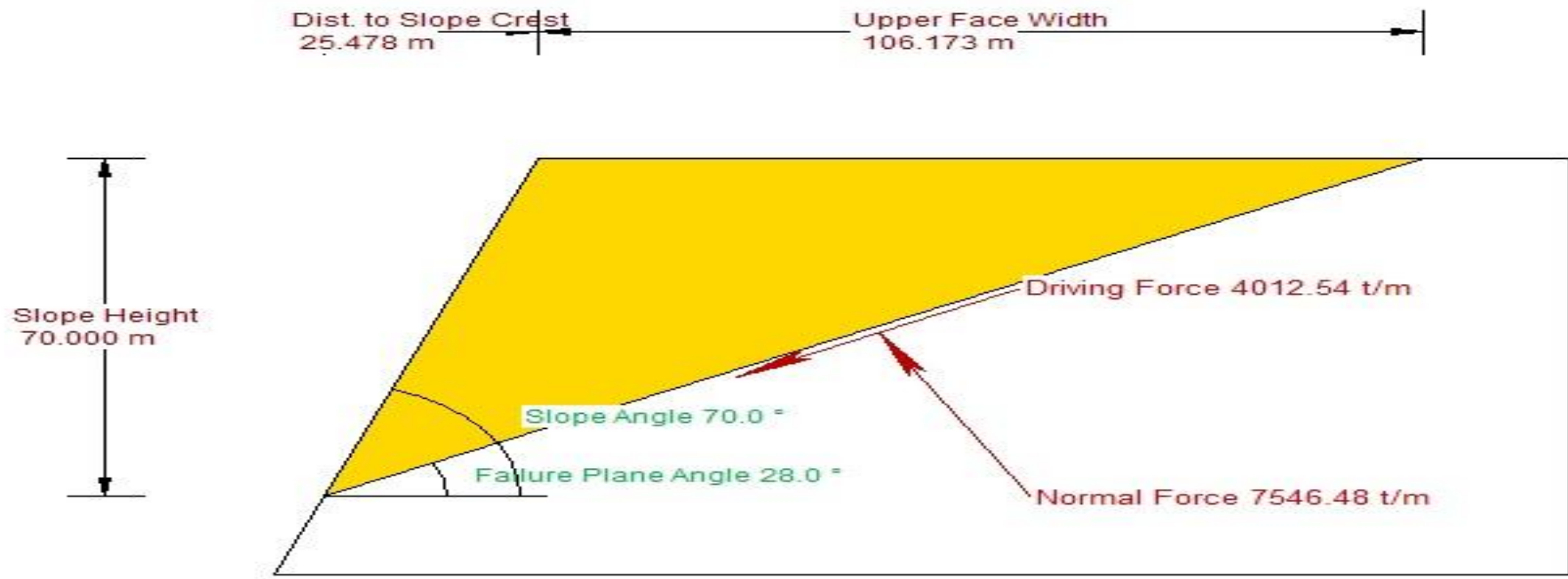


Figura 5: Factor de seguridad en condiciones secas y estáticas.

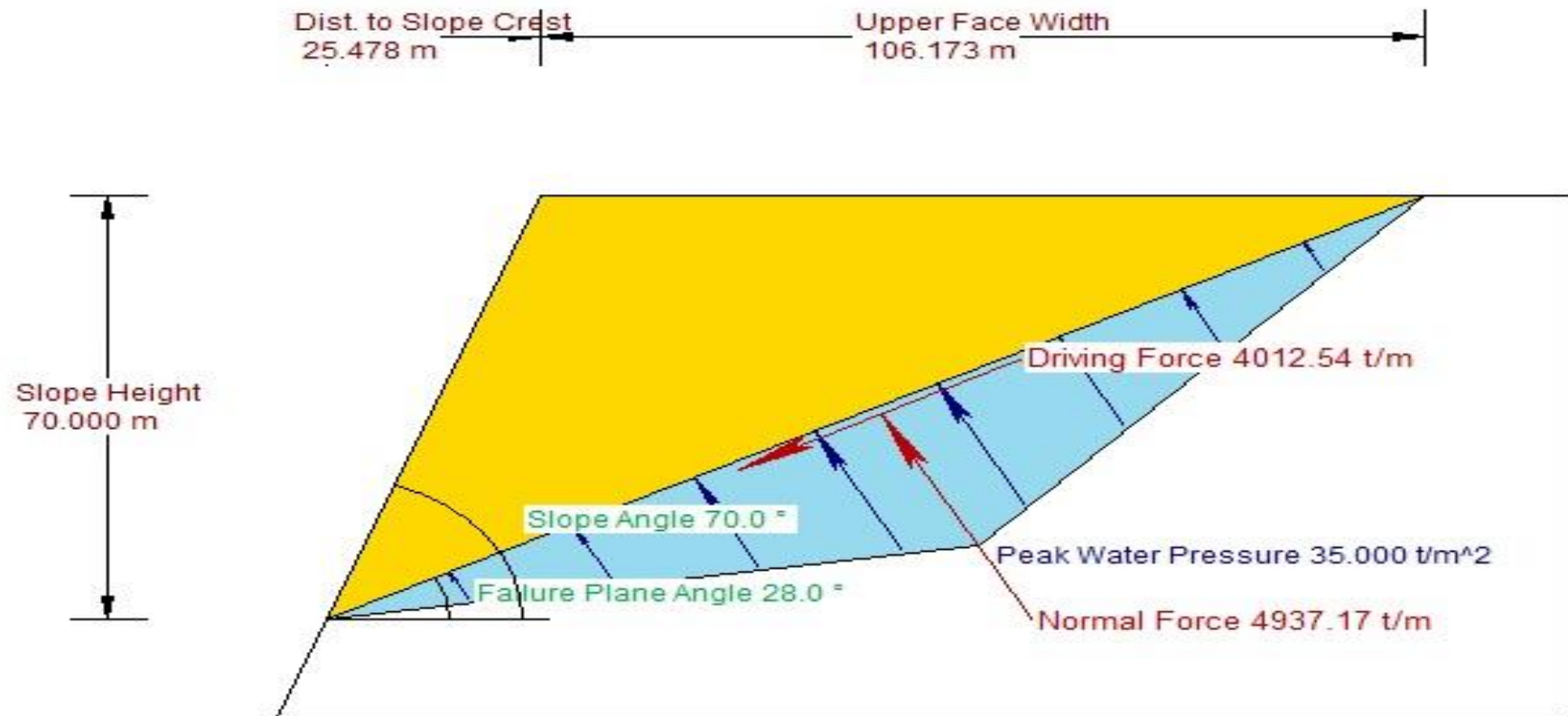


Figura 6: Factor de seguridad en condiciones saturadas y estáticas.

help

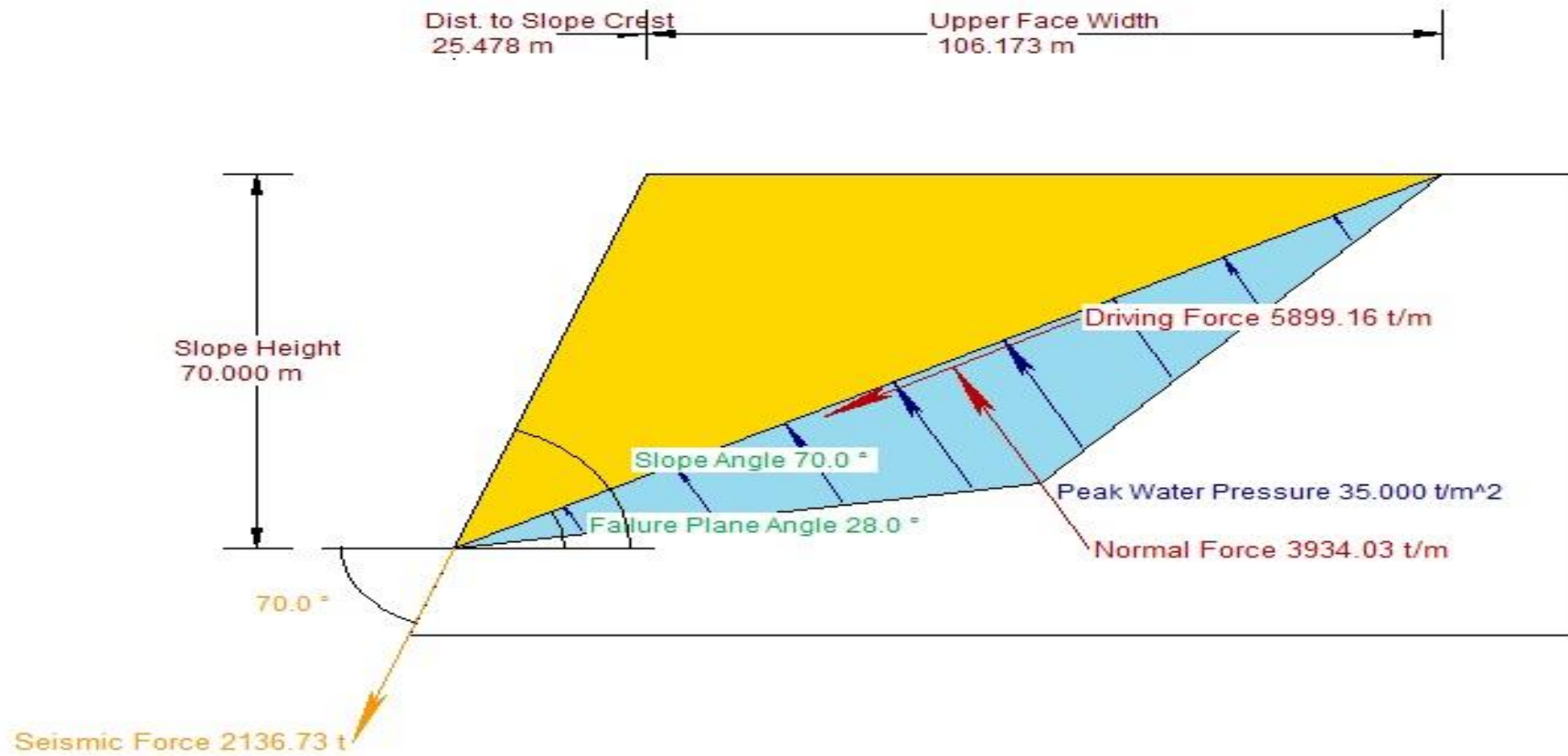


Figura 7: Factor de seguridad en condiciones saturadas seudo – estáticas.

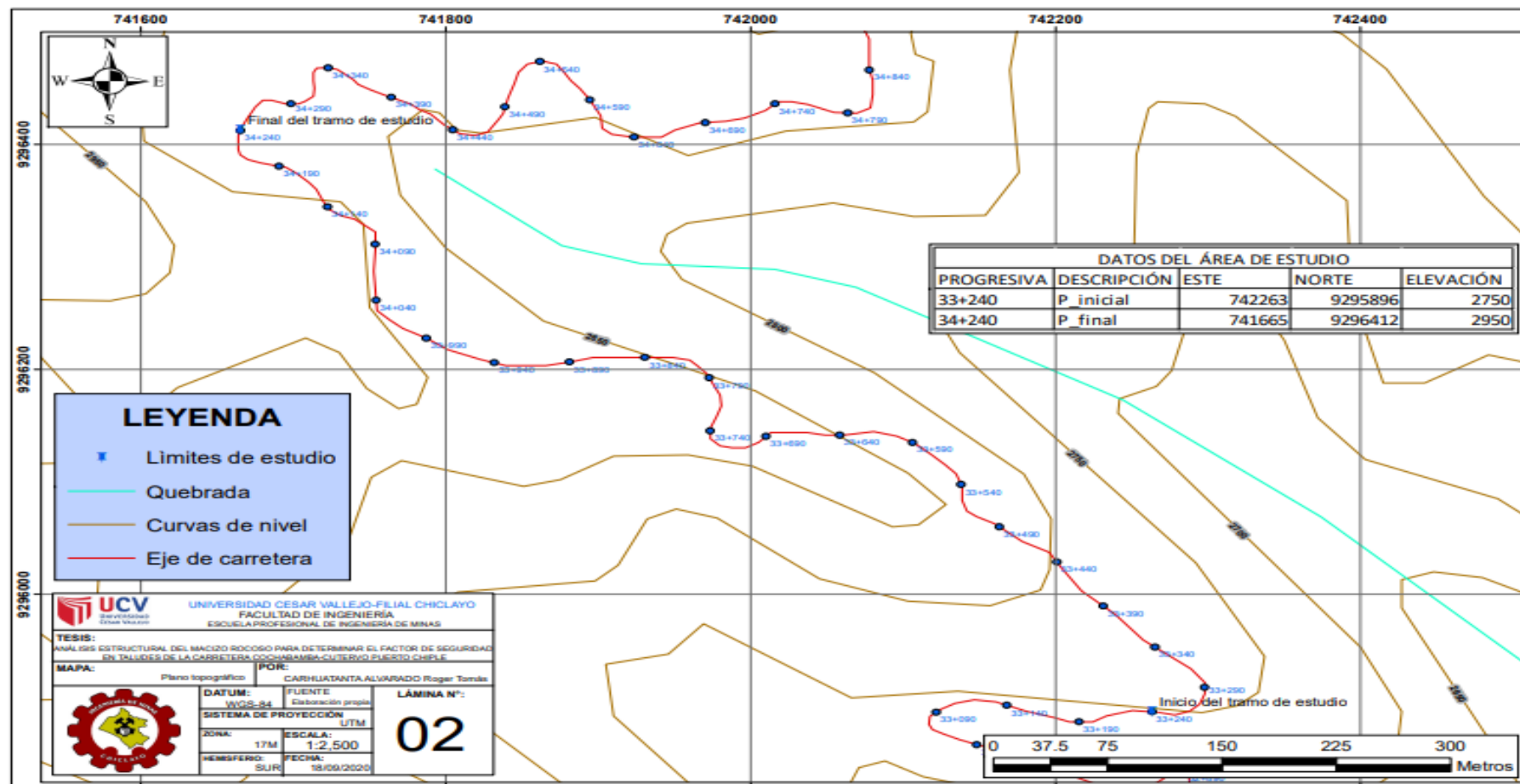
ANEXO 09



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LÁMINA - PLANO TOPOGRÁFICO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



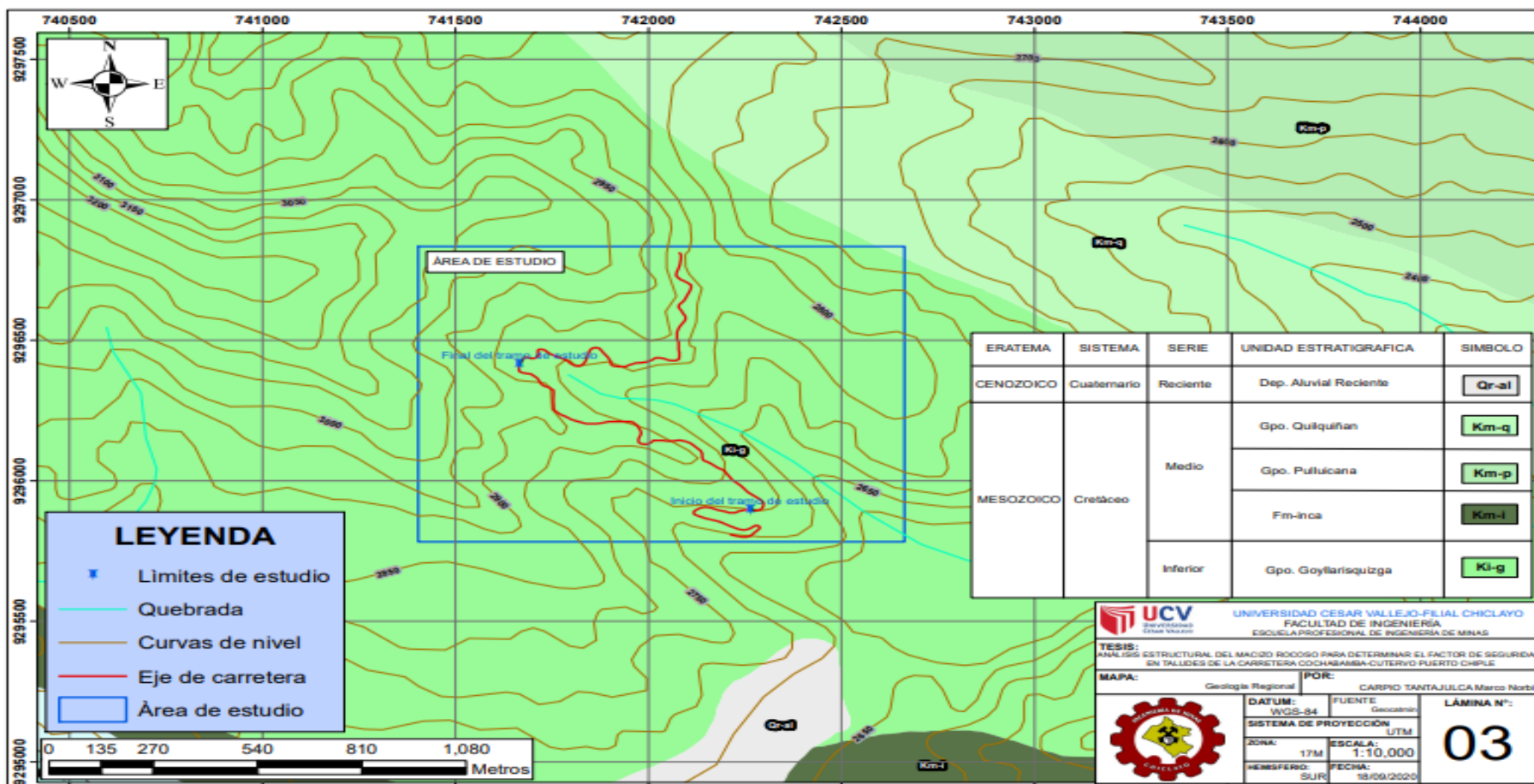
ANEXO 10



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LÁMINA - GEOLOGÍA REGIONAL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



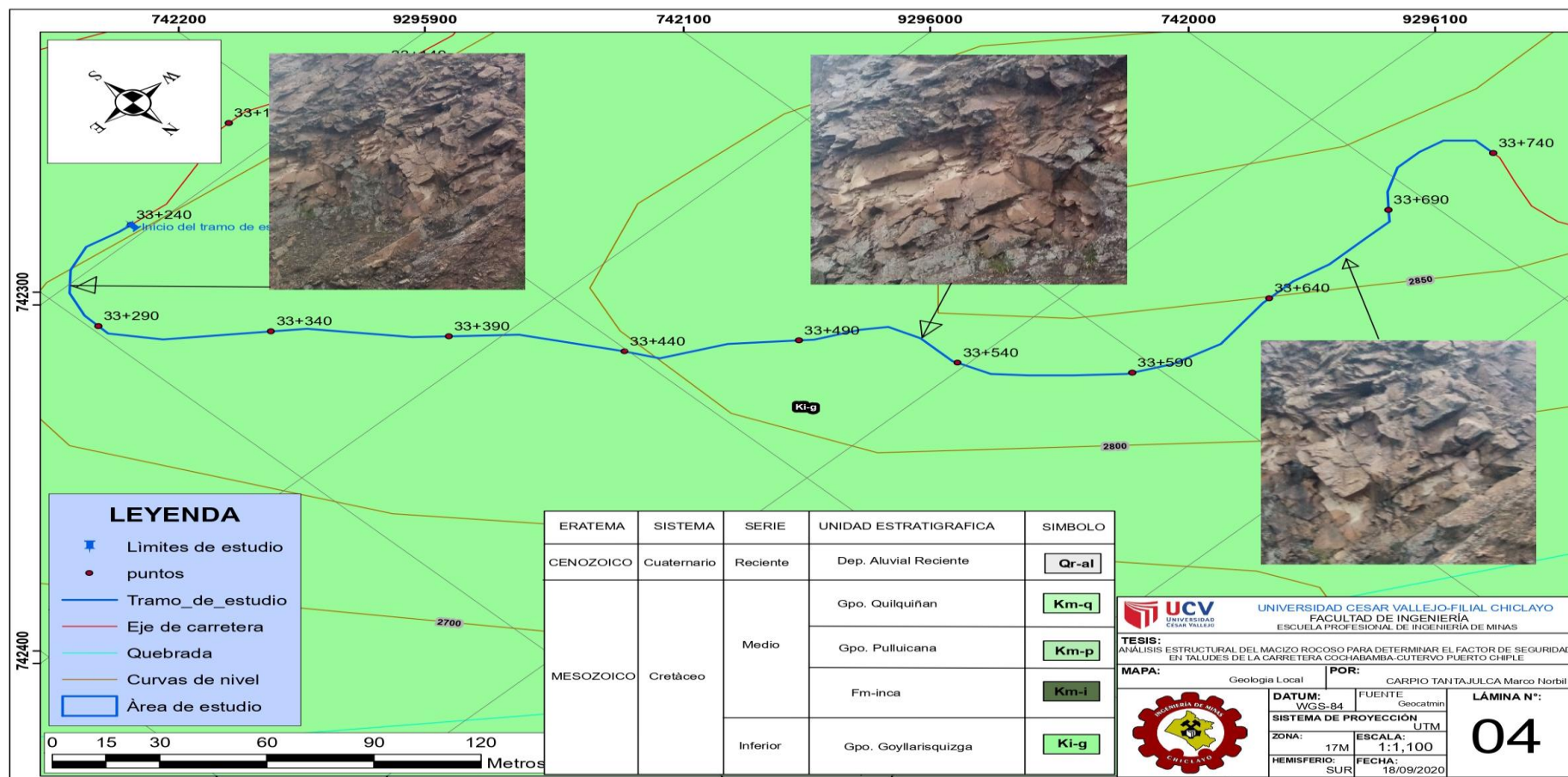
ANEXO 11



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LÁMINA - GEOLOGÍA LOCAL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



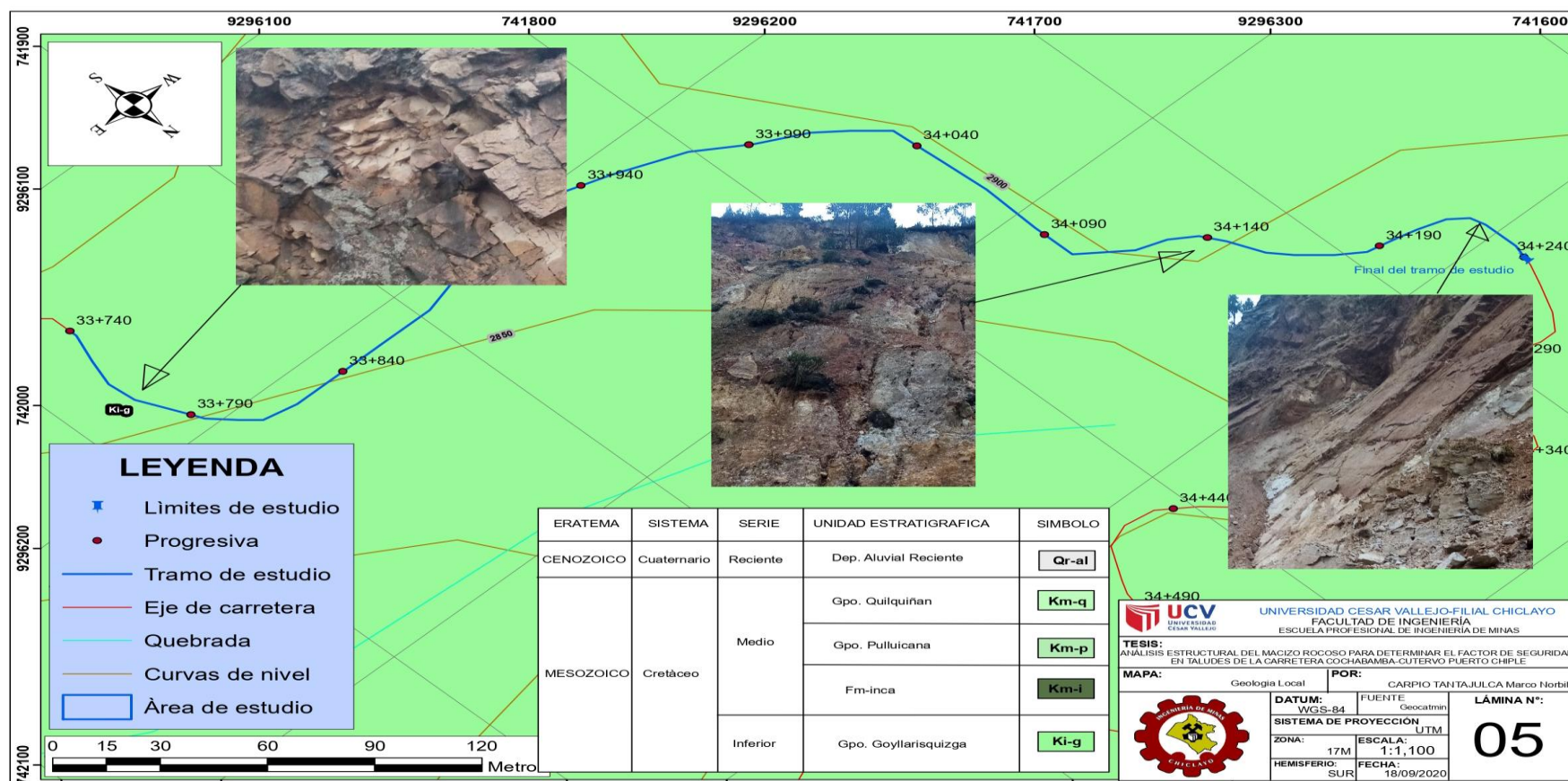
ANEXO 12



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LÁMINA - GEOLOGÍA LOCAL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



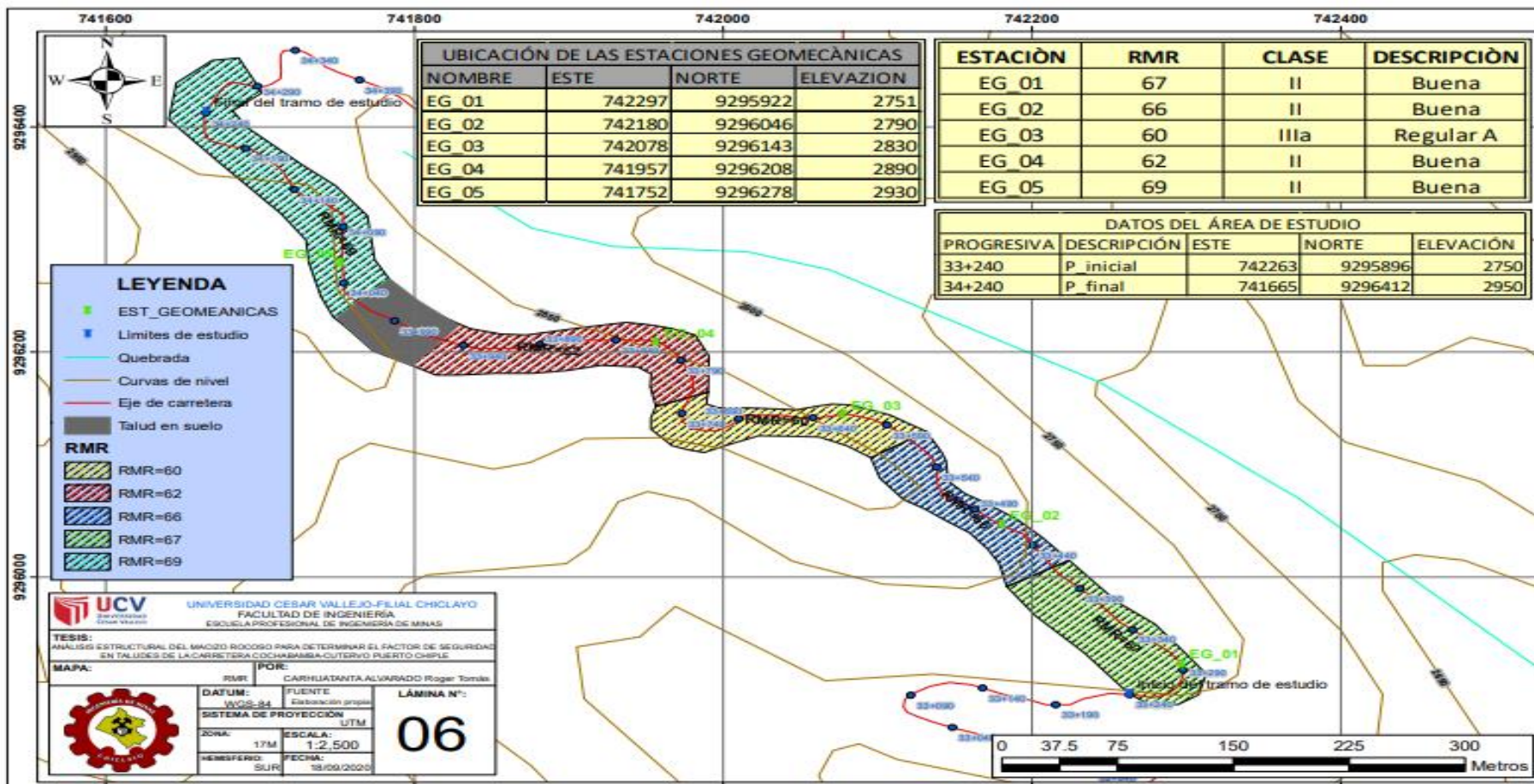
ANEXO 13



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LÁMINA - CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



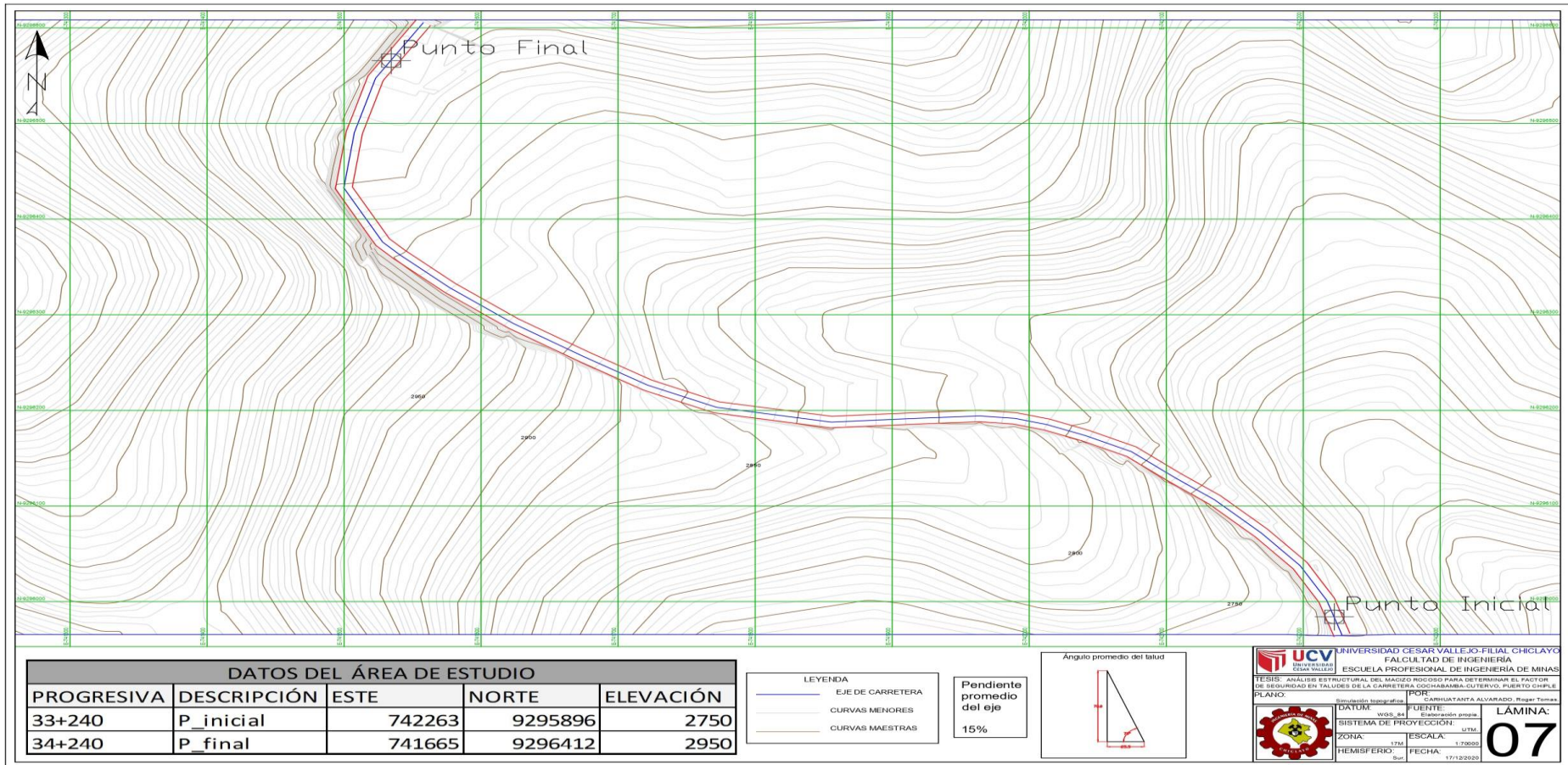
ANEXO 14



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

SIMULACIÓN TOPOGRÁFICA

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE



ANEXO 15



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PANEL FOTOGRÁFICO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLE

Toma de coordenadas con GPS marca Garmin



Material que se vende en el talud de estudio



Pobladores en hora de trabajo en el talud.



Toma de datos de las principales discontinuidades.



ANEXO 16



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MACIZO ROCOSO PARA DETERMINAR EL FACTOR DE SEGURIDAD EN TALUDES DE LA CARRETERA COCHABAMBA – CUTERVO – PUERTO CHIPLÉ

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación: Análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cochabamba – Cutervo – Puerto Chiple.

1.2 Investigador (a) (es): Carhuatanta Alvarado Roger Tomás.
Carpio Tantajulca Marco Nórbil.

1. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21- 40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					✘
Objetividad	Está expresado en conductas observables					✘
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					✘
Organización	Existe una organización lógica					✘
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					✘
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				✘	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					✘
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					✘
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				✘	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					✘

PROMEDIO DE VALORACIÓN :94

2. OPINION DE APLICABILIDAD:


Para minimizar el tiempo y determinar algunos parámetros importantes para evaluar la calidad de roca en campo se debe aplicar ensayos básicos geotécnicos In situ

3. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Mauro Salvador Paico DNI :45454682

Grado académico: Magister Centro de Trabajo: Empresa Sergeoing Srl

Firma: Fecha: 06/10/2020


MAURO SALVADOR PAICO
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 199593

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Geología)

Experto: Dr. (Mg): Mauro Salvador Paico

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Empresa Sergeoing Srl -Especialista en Geotecnia

Dirección: Mz-c, Lt.16 Urbanización San Antonio-Castillas-Piura

e-mail: maurosalspai@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				✘
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				✘
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				✘
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				✘
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				✘
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				✘
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				✘
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				✘
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				✘
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				✘

Opinión de Aplicabilidad:

La recolección de datos para especificar la geología en la elaboración del mapa debe ser, en base a lo que el investigador observa en campo.


MAURO SALVADOR PAICO
 INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 199507
 Nombre y firma del Experto Validador
 DNI N° 45454682
 Fecha: 06/10/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Clasificación Geomecánica RMR)

Experto: Dr. (Mg): Mauro Salvador Paico.

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Empresa Sergeoing Srl – Especialista en Geotecnia.

Dirección: Mz –c, Lt.16 Urbanización San Antonio –Castillas – Piura.

e-mail: maurosalmi@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				X
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				X
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				X
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				X
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				X
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				X
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				X
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				X
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				x

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....



MAURO SALVADOR PAICO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP Nº 199593

Nombre y firma del Experto Validador

DNI Nº 45454682

Fecha: 06/10/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Principales Discontinuidades)

Experto: Dr. (Mg): Mauro Salvador Paico.

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Empresa Sergeoing Srl – Especialista en Geotecnia.

Dirección: Mz –c, Lt.16 Urbanización San Antonio –Castillas – Piura.

e-mail: maurosalspai@hotmail.com Teléfono: 947801456

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				X
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				X
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				X
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				X
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				X
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				X
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				X
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				X
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				X
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				X

Opinión de Aplicabilidad:

.....
.....
.....


MAURO SALVADOR PAICO
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 199593

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N° 45454682

Fecha: 06/10/2020

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)**

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación: Análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cochabamba – Cutervo – Puerto Chiple.

1.2 Investigador (a) (es): Carhuatanta Alvarado Roger Tomás.
Carpio Tantajulca Marco Nórbil.

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					x
Objetividad	Está expresado en conductas observables					x
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					x
Organización	Existe una organización lógica					x
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					x
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					x
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					x
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					x
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					x
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					x

PROMEDIO DE VALORACIÓN

81

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

ES aplicable en toma de datos para análisis y estabilidad de taludes

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Orlando Alex Siccha Ruiz DNI: 18026960

Grado académico: Magister Centro de Trabajo: Docente UCV

Firma: Fecha: 25/10/2020.



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Geología)

Experto: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Docente en la Universidad Cesar Vallejo

Dirección: Mac Gregor N° 292 La Esperanza _Trujillo

e-mail: osicchar@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 949 431 850

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				x
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				x
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				x
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				x
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				x
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				x
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				x
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				x
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				x
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				x

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para Análisis de Estabilidad de Taludes

Orlando Alex Siccha Ruiz
DNI N° 18026960
Fecha: 25/10/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Clasificación Geomecánica RMR)

Experto: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Docente en la Universidad Cesar Vallejo

Dirección: Mac Gregor N° 292 La Esperanza _Trujillo

e-mail: osicchar@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 949 431 850

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				x
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				x
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				x
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				x
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				x
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				x
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				x
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				x
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				x
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				x

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para Análisis de Estabilidad de Taludes

Orlando Alex Siccha Ruiz

DNI N° 18026960

Fecha: 25/10/2020

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
(Principales Discontinuidades)**

Experto: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Docente en la Universidad Cesar Vallejo

Dirección: Mac Gregor N° 292 La Esperanza _Trujillo

e-mail: osicchar@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 949 431 850

N°	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				x
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				x
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				x
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				x
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				x
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				x
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				x
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				x
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				x
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				x

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable para Análisis de Estabilidad de Taludes

Orlando Alex Siccha Ruiz
DNI N° 18026960
Fecha: 25/10/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación: Análisis estructural del macizo rocoso para determinar el factor de seguridad en taludes de la carretera Cochabamba – Cutervo – Puerto Chiple.

1.2 Investigador (a) (es): Carhuatanta Alvarado Roger Tomás.
Carpio Tantajulca Marco Nórbil.

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
Objetividad	Está expresado en conductas observables					X
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
Organización	Existe una organización lógica					X
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					X
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					X
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					X
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

PROMEDIO DE VALORACIÓN

81

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

..... *Es aplicable*

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez DNI 16790469
Grado académico: *Maestría* en investigación y docencia Centro de Trabajo: USAT
Firma: Fecha: *25/10/2020*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

(Geología)

Experto: Dr. (Mg)..... Silvia Josefina Aguinaga Vásquez
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa:..... Ases - Docente
 Dirección:..... Calle Dr. Verónica 121- Urb. Las Brisas
 e-mail:..... Silviaaguinaga.25@gmail.com Teléfono:..... 943 685 101

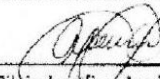
Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				✓
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			/	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			/	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				✓
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			/	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			/	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			/	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			/	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			/	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			/	

Opinión de Aplicabilidad:

..... Si es aplicable

.....

.....


 Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez
 DNI N° 16790469.
 Fecha: 25/10/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

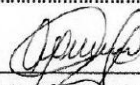
(Clasificación Geomecánica RMR)

Experto: Dr. (Mg) Silvia Josefina Aguinaga Vásquez
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: USAT - Docente
 Dirección: Calle la Venéfica 181 - Urb. las Brisas
 e-mail: Silvia.guinaga.25@gmail.com Teléfono: 943.689.101

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				✓
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			✓	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			✓	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				✓
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			✓	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			✓	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			✓	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			✓	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				✓
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				✓

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable



Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez

DNI Nº 16790469

Fecha: 25/09/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

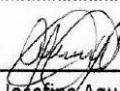
(Principales Discontinuidades)

Experto: Dr. (Mg) Silvia Josefina Aguinaga Vásquez
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Asal. Docente
 Dirección: Calle La Verónica 181- Urb. Las Brisas
 e-mail: Silviaaguinaga25@gmail.com Teléfono: 943619101

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				/
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				/
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				/
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				✓
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			/	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				/
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				/
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				/
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				/
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				✓

Opinión de Aplicabilidad:

Si es aplicable


 Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez
 DNI N° 16790469
 Fecha: 25/10/2020