UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

INFORME DE EXAMEN PROFESIONAL

"Análisis y Diseño de Estabilización de Taludes con Análisis Retrospectivos; By Pass Road Sector Sur"

PRESENTADO POR:

Bach. Luis Albertho Ccarita Gozme

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERÍA DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

INFORME DE EXAMEN PROFESIONAL

"ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON ANÁLISIS RETROSPECTIVOS; BY PASS ROAD SECTOR SUR"

Examen Profesional aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N°505-2022-UNAM, de fecha 15 de julio de 2022.

ASESOR: ……..……

Dr. Ing. Marcos Luis Quispe Perez

BACHILLER:

……..

Luis Allbertho Ccarita Gozme

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA FEDATARIO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Folio N° 053

ACTA DE TITULACIÓN

I. Modalidad:

Examen Profesional

II. Documento de aprobación:

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA Nº 505-2022 UNAM

Fecha: 15-07-2022

III. Título de Informe de Examen Profesional:

"ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON ANÁLISIS RETROSPECTIVOS; BY PASS ROAD SECTOR SUR"

Bachiller: LUIS ALBERTHO CCARITA GOZME

Asesor Principal: DR. MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ

Co-Asesor :

IV. Se dictamina con las siguientes notas:

Examen Escrito: 12 Entrevista: 1 Promedio: 13

Promedio en letras: TRECE por lo que: Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 14:10 horas, del 13 de diciembre del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado.

Dr. Marcos Luis Quispe Pérez
Presidente del comité de grados y títulos
de Examen Profesional
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Dr. Marcos Luis Quispe Pérez
Director
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

LUIS ALBERTHO CCARITA GOZME
BACHILLER

Dr. Marcos Luis Quispe Pérez
Asesor
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

DEDICATORIA

Dedico este presente, en especial a mi padre Albino y a mi madre Genoveva de quienes aprendí que la contienda y la firmeza determinan el lograr los metas trazados en la vida. Que cada objetivo entrapado en la vida nutre a la persona de manera moral, social y profesional que coopera en él.

AGRADECIMIENTO

Mediante el presente informe quisiera hacer llegar un profundo agradecimiento a mi padre Albino Ccarita y a mi Madre Genoveva Gozme por haberme dado la vida: por sus sabios consejos y guías; en seguida a todos mis colegas que dirigen y laboran en la Empresa Tierra Group Internacional SAC, por darme una oportunidad de ser uno de sus colaboradores en el área de geología y geotecnia para desarrollarme profesionalmente en actividades relacionadas con la minería.

Mi estima y más alto reconocimiento a mi Alma Mater Universidad Nacional de Moquegua, que me formo en la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas fue y es mi segundo hogar, sumó a mi actividad cognitiva para mi crecimiento profesional. A mis docentes por su labor diaria van formando y forjando material humano con alta capacidad cognitiva para el futuro engrandecimiento y desarrollo de nuestro país. Finalmente, a mis amigos y otras personas que me apoyaron a mi desarrollo profesional.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el estudio que se realizó por presencia de taludes inestables que tiene un nivel de riesgo medio y alto, en By Pass Road Sector Sur en la Compañía Minera Quellaveco, cuyo objetivo es encontrar el factor de seguridad de los taludes inestables en cada zona en estudio; para lo cual se emplearon dos Softwares como Rocscience Slide para análisis de estabilidad de taludes en 2D y Autodesk Civil 3D para diseño de muros, perfilado de ángulo de banco y corte de taludes, considerando variables que influyen en la interacción roca – suelo como geología, pendiente de ladera, geomorfología, Humedad, meteorización, vegetación, precipitaciones y parámetros geotécnicos (peso unitario, cohesión, ángulo de fricción interna) y geomorfológica de la zona, La metodologia fue recabar información in situ, tomando los datos directamente en los formularios y tablas establecidas para estudios geotécnicos usando criterios de rotura de Hoek & Brown, RMR, RQD, GSI y el Back Análisis. Con tales resultados se concluyeron que en By Pass Road Sector Sur, se tiene 12 Zonas Inestables, y el factor de seguridad promedio de las doce zonas es menor a 1, por lo que estan propensos a deslizamiento. La propuesta de tratamiento correctivo consistió en mitigar riesgos de deslizamiento de taludes en el acceso de BPRS, perfilando la cara de talud, cambio de ángulo de cara de banco, diseñar muros de seguridad y ampliar el ancho de acceso, colocar mallas spider en las zonas de mayor inestabilidad para prevenir caida de rocas de los taludes superiores.

Palabras Claves: Estabilidad e Inestabilidad de Taludes, Factor de Seguridad, Back Analysis, Ángulo de Talud

ABSTRACT

The present work consists of the study that was carried out due to the presence of unstable slopes that have a medium and high risk level, determining a safety factor through sensitivity, probabilistic analysis and Back Analysis (Retrospective Analysis) in By Pass Road South Sector in the Compañía Minera Quellaveco, whose objective is to find the safety factor for unstable slopes in each area under study; for which two Softwares such as Rocscience Slide were used for slope stability analysis in 2D and Autodesk Civil 3D for wall design, bank angle profiling and slope cutting, considering variables that influence the rock-soil interaction such as geology, slope slope, geomorphology, humidity, weathering, vegetation, rainfall and geotechnical parameters (unit weight, cohesion, angle of internal friction) and geomorphology of the area, The methodology was to collect information in situ, taking the data directly in the forms and tables established for geotechnical studies using Hoek & Brown failure criteria, RMR, RQD, GSI and Back Analysis. With these results, it was concluded that in By Pass Road South Sector, there are 12 Unstable Zones, and the average safety factor of the twelve zones is less than 1, so they are prone to landslides. The corrective treatment proposal consisted of mitigating the risk of slope slippage at the BPRS access, profiling the slope face, changing the angle of the bank face, designing safety walls and expanding the access width, placing spider mesh in the areas of greater instability to prevent rockfall from the upper slopes.

Keywords: Slope Stability and Instability, Safety Factor, Back Analysis, Slope Angle

INDICE

AGRADECIMIENTO ii
RESUMEN iii
ABSTRACT iv
INDICE v
ÍNDICE DE TABLAS viii
ÍNDICE DE FIGURAS ix
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS xi
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 2
ASPECTOS GENERALES 2
1.1 Descripción de la Empresa 2
1.1.1 Ubicación 2
1.1.2 Accesibilidad 3
1.1.3 Visión y Misión de la Empresa 3
1.1.4 Historia 4
CAPÍTULO II 6
DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA 6
2.1 Modelos Geomecánicos Utilizados en las 12 Zonas en Estudio 8
2.1.1 Modelo de RQD (Rock Quality Designation) 8
2.1.2 Modelo de RMR – Rock Mass Rating 8
2.1.3 Modelo Geological Strength Index (GSI) 9
2.2 Determinación de los Modelos Geomecánicos Utilizados 10
2.2.1 Determinación de RQD 10
2.2.2 Determinación de RMR 11
2.2.3 Determinación de GSI 13

2.3 Análisis y Diseño de Estabilidad de Taludes en By Pass Road Sector Sur ...13
2.3.1 Topografía y Secciones de las Zonas en Estudio 14
2.3.2 Análisis Geotécnicos 14
2.3.3 Parámetros Fundamentales Para el Análisis de Estabilidad de Taludes 15
2.3.3.1 Ángulo de Fricción....15
2.3.3.2 Cohesión 15
2.3.3.3 Factor de Seguridad (FS)....16
2.3.4 Análisis Retrospectivo (Back Analysis) 16
2.3.5 Método de análisis retrospectivo 17
2.4 Determinación de Análisis y Diseño por Zonas 18
2.4.1 BPRS – Zona A (19+280 – 19+350)....18
2.4.2 BPRS – Zona B (19+750 – 19+840)....20
2.4.3 BPRS – Zona C (20+920 – 20+990) 21
2.4.4 BPRS – Zona D (20+190 – 20+240) 22
2.4.5 BPRS – Zona E (20+270 – 20+325)....23
2.4.6 BPRS – Zona F (20+350 – 20+400)....24
2.4.7 BPRS – Zona G (20+610 – 20+740) 25
2.4.8 BPRS – Zona H (20+830 – 20+905) 26
2.4.9 BPRS – Zona I (21+620 - 21+630)....28
2.4.10 BPRS – Zona J (21+660 - 21+700) 29
2.4.11 BPRS – Zona K (21+790 - 21+860) 31
2.4.12 BPRS – Zona L (21+870 - 21+940)....32
CAPÍTULO III 36
ANTECEDENTES Y OBJETIVOS....36
3.1 Antecedentes Nacionales....36
3.2 Antecedentes Internacionales 37
3.3 Objetivos....39

3.3.1 Objetivos Generales 39
3.3.2 Objetivos Específicos 39
CAPÍTULO IV 40
DISCUSIÓN Y APORTES 40
4.1 Discusión 40
4.2 Aportes 41
CAPÍTULO V 45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45
5.1 CONCLUSIONES 45
5.2 RECOMENDACIONES 46
BIBLIOGRAFÍA 47
ANEXOS 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Acceso a la Empresa Tierra Group Internacional SAC. Que se encuentra en la Mina Quellaveco. 3

Tabla 2 Índice de Rock Quality Designation. 8

Tabla 3 Índice de RMR con su respectivo color y calidad de roca. 9

Tabla 4 Valores máximos que puede asumir cada parámetro geotécnico 12

Tabla 5 Zonas que se estudió, que tiene ángulo de fricción de acuerdo con el tipo de material. 15

Tabla 6 Zonas que se estudió, que tiene cohesión de acuerdo con la litología de la zona. 16

Tabla 7 Parámetros geotécnicos obtenidos en la zona A, Peso Unitario, cohesión y ángulo de Fricción. 19

Tabla 8 Propiedades físicas de la zona B. 20

Tabla 9 Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona I, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción. 28

Tabla 10 Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona K, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción 31

Tabla 11 Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona L, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Empresa Tierra Group Internacional S.A.C. en la Unidad Minera Anglo American Quellaveco S.A. 2

Figura 2 Topografía para Estudio general de Zonas Inestables en By Pass Road Sector Sur, donde se identificó 12 Zonas de riesgo nivel medio y alto. 7

Figura 3 Índice de Resistencia Geológica (GSI) para Macizos Rocosos Fracturados (Hoek y Marinos 2000) 10

Figura 4 Determinación de índice de RQD con número de juntas por cada zona en estudio 11

Figura 5 Determinación de Índice de RMR por zona 12

Figura 6 Determinación de Índice GSI para cada Zona 13

Figura 7 Combinaciones de c´y tan φ' para un factor de seguridad de 1..... 18

Figura 8 Back Analysis de la Zona A, Software Rocscience Slide 19

Figura 9 Back Analysis de la Zona B, Software Rocscience Slide 21

Figura 10 Esquema de la Zona C 22

Figura 11 Esquema de la Zona D. 23

Figura 12 Esquema de la Zona E 24

Figura 13 Esquema de la Zona F. 25

Figura 14 Sección de perfil típica adoptada de la zona G. 26

Figura 15 Esquema de la zona H, con su sección típica de corte y muro de seguridad. 27

Figura 16 Esquema de la zona H, con su sección de perfil colocando malla G45-3 y malla Spider. 27

Figura 17 Sección típica de la Zona I, con su respectivo muro de seguridad. 29

Figura 18 Sección típica de la Zona J, con el diseño de muro de seguridad y corte para ampliar la vía. 30

Figura 19 Analisis mediante Back Analysis de la Zona J 30

Figura 20 Back Analysis de la Zona K, Software Rocscience Slide. 32

Figura 21 Back Analysis de la Zona L, Software Rocscience Slide. 33

Figura 22 Seccion transversal de la zona L, implementando medidas de control 34

Figura 23 Resumen de analisis de estabilidad de vía By Pass Road Sur..... 35

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

m.s.n.m.: Metros Sobre el Nivel del Mar

AAQSA: Anglo American Quellaveco S.A.

RMR: Rock Mass Rating

RQD: Rock Quality Designation

GSI: Geological Strength Index

BPRS: By Pass Road Sur

FS: Factor de Seguridad

BFA: Bench Face Angle (Ángulo de cara de Banco)

IRA: Inter Ramp Angle (Ángulo Inter- Rampa)

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad de taludes es una de las fases geológicos que genera deslizamiento de taludes de diversas características, capacidades y velocidades llegando a ocasionar riesgos geológicos potenciales en las operaciones minas, generando pérdidas económicas, afectando las actividades de operaciones y en muchos casos perdidas humanas.

El análisis retrospectivo es usado en la ingeniería geotécnica para evaluar la resistencia in situ de la roca y suelo. El Back Analysis asume un fator de seguridad igual a uno y considera la geometría original en instante de la falla, también se puede reducir la confiabilidad de los valores cohesión y ángulo de fricción para los taludes adyacentes, que tienen la misma formación geológica, dándonos valores confiables para la estabilización de taludes adyacentes.

Los eventos de deslizamiento ocurren por factores internos, tales como: geología, topografía, humedad del suelo, etc. así como los factores externos como: clima y movimientos sísmicos, que en su interacción generan deslizamiento de taludes en las operaciones mineras, repercutiendo negativamente en los índices de seguridad, económico y equipos. En consecuencia, recae la necesidad de identificar y determinar el estado, las causas y poner medidas para su prevención oportuno; de modo teniendo en cuenta las zonas de riesgo, en By Pass Road Sector Sur se identificó 12 zonas con riesgo de deslizamiento medio y alto.

En el área estudiada se identifico taludes inestables, de acuerdo a las variables como: pendiente de ladera, geomorfología, Humedad, meteorización, vegetación, precipitaciones en temporadas de lluvia y parámetros geotécnicos para definir el factor de seguridad de cada zona mediante Back análisis y también las propiedades geomecánicas como: RMR, RQD y GSI. Con estos criterios identificó la estabilidad de taludes en cada zona en estudio, con lo cual se ha propuesto mitigar riesgos, con el objetivo de conseguir la estabilización de taludes.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

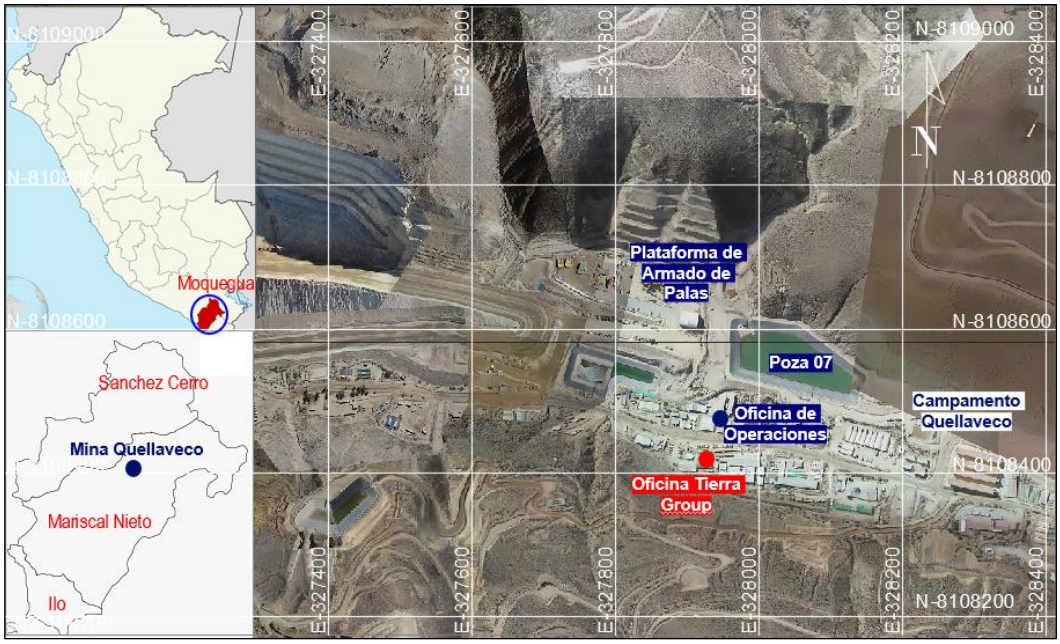
1.1 Descripción de la Empresa

1.1.1 Ubicación

La empresa Tierra Group Internacional S.A.C. realiza sus actividades en el Proyecto Quellaveco, Ubicado al sur del Perú, a 37Km al Noreste de Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua, como podemos ver en la Figura 1, A una altitud 3.500 m.s.n.m. Aproximadamente.

Figura 1

Ubicación de la Empresa Tierra Group Internacional S.A.C. en la Unidad Minera Anglo American Quellaveco S.A.



Nota. Elaborado por el Autor.

1.1.2 Accesibilidad

El acceso a la Empresa Tierra Group Internacional SAC que está ubicado en la Mina Quellaveco, para llegar se recorre 74 Km aproximadamente desde la ciudad de Moquegua mediante vía terrestre, en un tiempo de 2 horas aproximadamente como se muestra en la Tabla 1 con las rutas correspondientes.

Tabla 1

Acceso a la Empresa Tierra Group Internacional SAC. Que se encuentra en la Mina Quellaveco.

Rutas	**Tipo de carretera**	**Distancia**	**Tiempo**
Moquegua – Salviani	Asfaltado	56 km	1h20m
Salviani – Mina Quellaveco	Trocha	18 km	40m
Total, Aprox.		74 km	2 horas

Nota. Elaborado por el Autor.

1.1.3 Visión y Misión de la Empresa

Visión: Ganar el respeto y la confianza de nuestros clientes mineros con base al liderazgo, espíritu emprendedor y experiencia de profesionales altamente calificados, ayudándolos a contribuir con el desarrollo sostenible, compartiendo una visión de futuro común.

Misión: Bridar servicios especializados en geotecnia, recursos hídricos, ingeniería civil, medio ambiente, riesgos geológicos y otros servicios de asesoramiento en operaciones mineras.

Valores

- Ética
- Innovación
- Liderazgo
- Profesionalismo
- Sostenibilidad

1.1.4 Historia

Tierra Group Internacional Ltd se fundó en 2012 para proporcionar servicios de ingeniería geotécnica, recursos hídricos, ingeniería civil, ambiental y de riesgos geológicos. Con oficinas en Colorado, Utah y Nevada. Ese mismo año teniendo clientes como Silver Standard Resources, B2Gold Corp, Sonora Resources LLC.

En 2013 Tierra Group realiza estudio de optimización de planificación de minas en Filipinas, nuevo contrato con B2Gold para diseño de planta de tratamiento de Masbate en Filipinas.

En 2014 Tierra Group firma nuevo contrato con Gold Resources Corporation en la mina El Águila y con Aurcana en la Mina Minera La Negra en México, en 30 junio anuncia la apertura de oficina en Lima Perú como Tierra Group Internacional S.A.C.

En 2015 Tierra Group firma convenio con Agnico Eagle Mexico S.A. para proporcionar servicios de ingeniería de geotécnia y recursos hídricos, en Bolivia convenio con la Empresa Minera Paititi S.A. para servicios de Estrategia y administración en los depósitos de Relaves de Mina Don Mario, en Perú entra en convenio con Sierra Metals y Minera Corona S.A. para realizar diseño y geotécnia integral para recursos hídricos.

En 2016 Torex Gold Resources otorgó a Tierra Group un contrato para desarrollar el Plan de Monitoreo para Relavera Tipo Pila Seca, en la Mina Morelos Guerrero. Tierra Group recibió certificación de cumplimiento sobre gestión operativa, seguridad y medio ambiente por SGS en la Compañía Minera Antapaccay en Perú.

En 2017 adjudicado el contrato en la Mina Lagunas del Norte en Barrick Misquichilca para desarrollar estudio de ingeniería hidráulica de cuantificación de agua y también adjudica servicios de manejo de agua e ingeniería geotécnica preliminar para apoyar a un estudio de factibilidad en su Proyecto Rhyolite Ridge en Nevada Estados Unidos. Tierra Group realiza diseños de instalaciones de depósitos de relaves de óxidos en Bolivia y Venezuela. Southern Copper se adjudica para desarrollar ingeniería de una instalación de almacenamiento de relaves Mina Toquepala Tacna Perú.

En 2018 Tierra Group realizo El Proyecto de Análisis y Tomografía Eléctrica de Pad de Lixiviación y Botadero de Desmonte para la Compañía

Minera MINSUR S.A. en la Unidad Minera Pucamarca Tacna Perú. Realizo proyecto de Análisis de Estabilidad Complementario del Patio de Lixiviación en la Mina Apumayo de la Compañía Minera Aruntani Ayacucho Perú.

En 2019 Diseño Instalación de Pilas de Lixiviación en la India Fase 3 Geotécnica en Agnico Eagle Sonora, México. Desarrollo un Programa de Monitoreo de Vibraciones Explosivas para un Cliente Confidencial en Nevada. Anglo American Quellaveco contrata a Tierra Group para llevar la Supervisión de Perforación Geotécnica e Hidrogeológica en Moquegua Perú.

En 2020 es seleccionado por Artmin en Turquía para Diseño de instalaciones de Descarga de Desechos y Gestión de Agua Superficial en la Mina Hod, implementa un Programa de Manejo de Relaves Corporativo en la Mina de Cobre Los Pelambres Antofagasta Minerals Chile.

Actualmente sigue realizando servicios a cliente ya mencionado en diferente Compañías Minera.

CAPÍTULO II

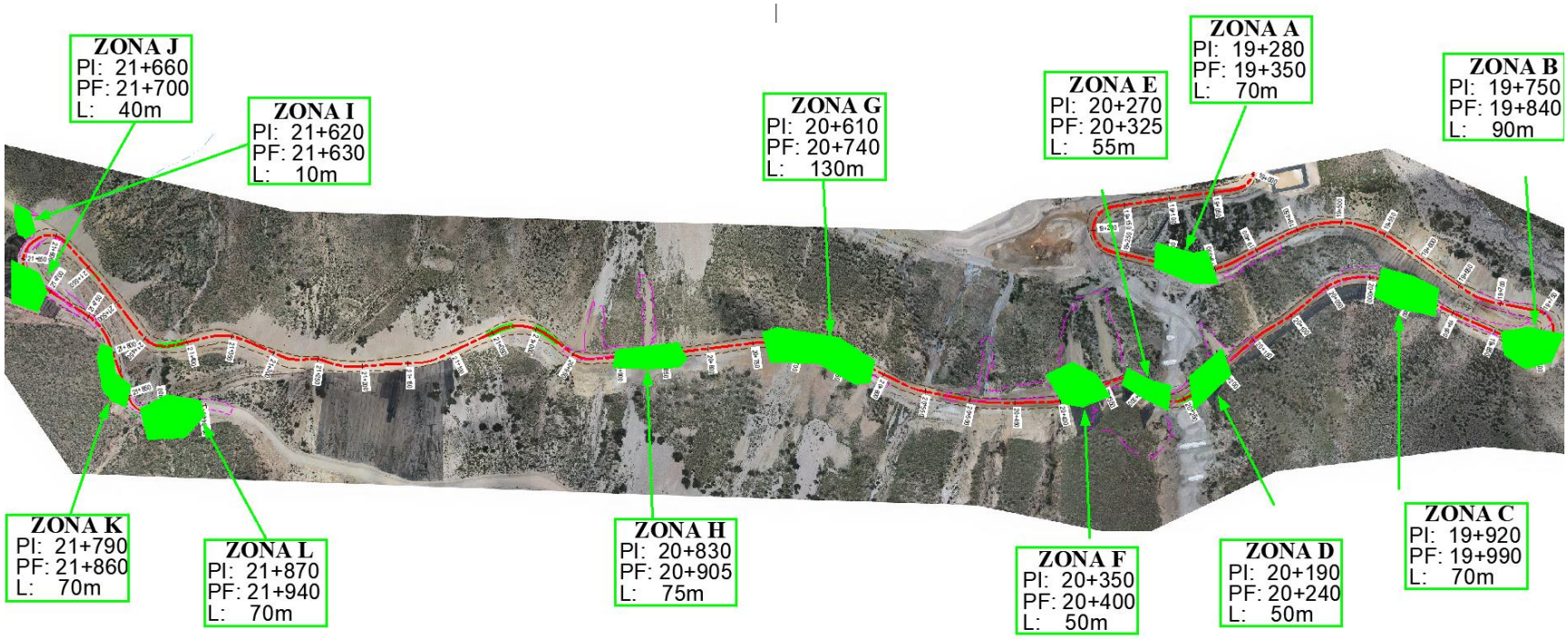
DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

En el presente trabajo se desarrollaron actividades de diseño y análisis de estabilidad de taludes en By Pass Road Sur – Compañía Minera Quellaveco, asi como la obtención de resultados y la formulación de propuestas de estabilización a lo largo de la via.

En By Pass Road Sur se realizaron estudios generales sobre estabilización de taludes, se identificó 12 zonas de acuerdo con los análisis geotécnicos se encontró con nivel de riesgos de deslizamiento medio y alto, lo cual fueron analizados con el software Rocscience Slide 2D y Diseñados con Autodesk Civil 3D. cada zona tiene riesgos de deslizamiento de acuerdo a la geomorfología que presenta como se muestra la topografía satelital en la Figura 2 con sus respectivas zonas en estudio. Ya que la unidad litológica que gobierna las zonas de estudio son de roca volcánica llamada Riolita Profirítica que pertenece al grupo Toquepala.

Figura 2

Topografía para Estudio general de Zonas Inestables en By Pass Road Sector Sur, donde se identificó 12 Zonas de riesgo nivel medio y alto.



Nota. Elaborado por el Autor, data obtenida del área de geotécnia de AAQSA / Donde PI: Progresiva Inicial, PF: Progresiva final y L: Longitud.

2.1 Modelos Geomecánicos Utilizados en las 12 Zonas en Estudio

1.1.1 Modelo de RQD (Rock Quality Designation)

Según (Deere y otros, 1967) El índice RQD es el porcentaje de recuperación de testigos intactos y solidos que tenga longitudes mayores a 100 mm, los testigos que no son firmes o compactos no debe contar aun que midan mas de 100mm de longitud.

Para el presente trabajo se utilizó RQD según (Palmstrom, 2005) a partir de datos en afloramientos, número de juntas por metro cúbico usando la siguiente ecuación.

$$RQD = 110 - 2.5 * J_v$$

Donde Jv es índice volumétrico de juntas o número de juntas por metro cúbico. En la Tabla 2, se muestra el indice de RQD, con sus colores y descripción de la calidad de roca.

Tabla 2

Índice de Rock Quality Designation.

Descripción	RQD (%)	Color
Macizo de Muy Buena calidad	91-100	
Macizo de Buena Calidad	76-90	
Macizo de Moderada Calidad	51-75	
Macizo de Mala Calidad	26-50	
Macizo de Muy Mala Calidad	0-25	

Nota. Elaborado por el Autor, obtenido del área geotécnia de Tierra Group Internacional AAQSA.

1.1.2 Modelo de RMR – Rock Mass Rating

(Bieniawski, 1989) para obtener la calidad del macizo rocoso, se divide en discontinuidades geológicas, conjunto de fallas, diaclasas, y demás caracteristicas geologicas propios de una determina región. El índice RMR se muestra en la Tabla 3, que evalúa la calidad del macizo rocoso a partir de los parametros como: Resistencia Compresión Simple, Grado Fracturación (RQD), Espaciado de Juntas o Discontinuidades, Naturaleza de Juntas (Longitud de

descontinuidad, Aberturam Rugosidad, Relleno, Alteración) y Presencia de Agua o Hidrogeológicas (nivel freático).

Tabla 3

Índice de RMR con su respectivo color y calidad de roca.

Color	Calidad de Roca	Clase	RMR
	Muy Buena	I	81-100
	Buena	II	61-80
	Media	III	41-60
	Mala	IV	21-40
	Muy Mala	V	0-20

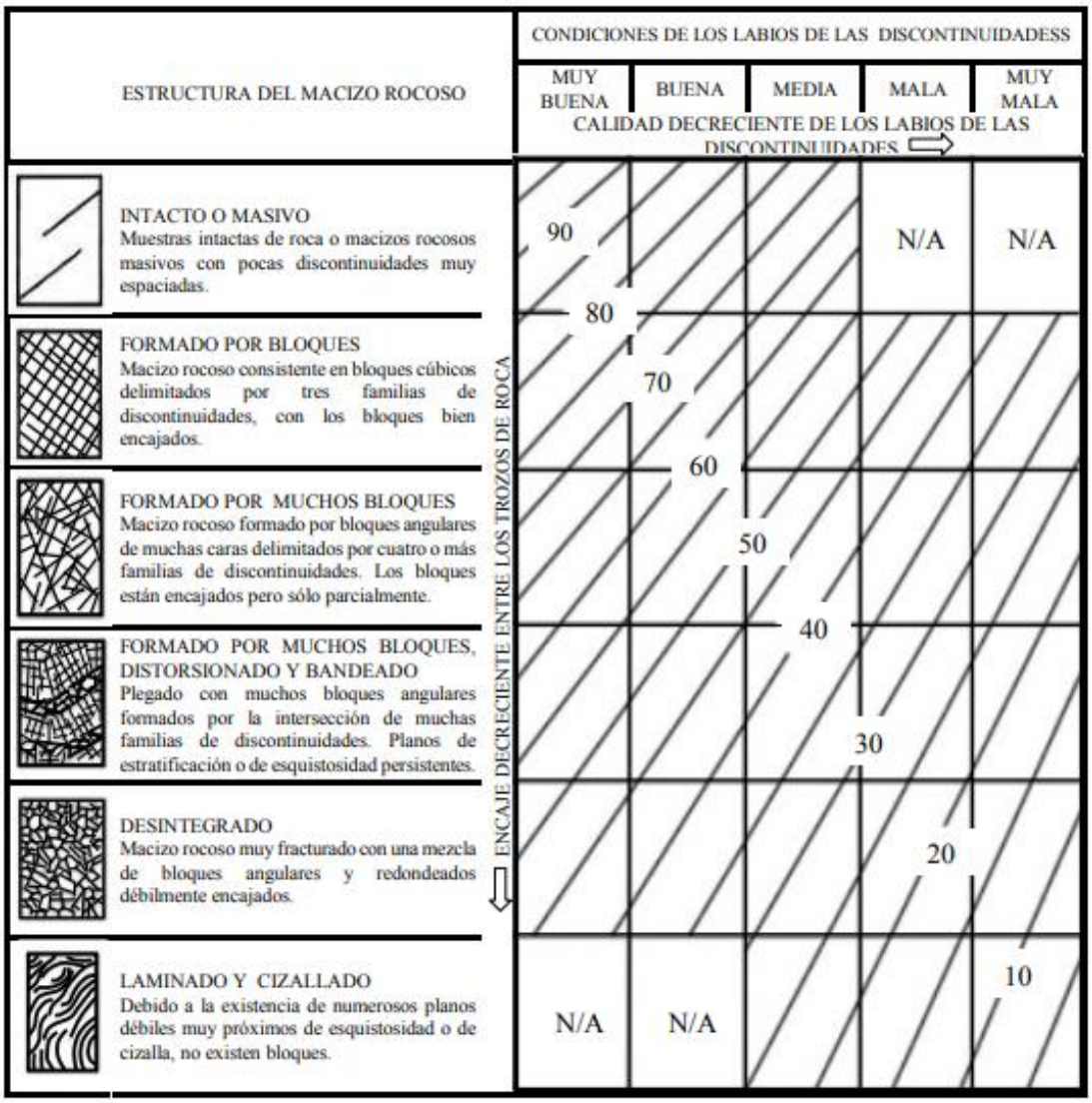
Nota. Elaborado por el Autor, obtenido del área de geotécnia de Tierra Group Internacional AAQSA.

1.1.3 Modelo Geological Strength Index (GSI)

Según (Hoek y otros, 1998) GSI es un índice que se basa en un análisis cuidado del macizo rocoso, esta clasificación GSI integra la estructura del mismo y las características geomecánicas de discontinuidades que existen en la zona de estudio y se obtiene a partir de análisis visual del macizo rocoso en estudio ya sea en afloramientos o sondeos. En la Figura 3 se muestra los índices de resistencia geológica como: fracturación, el tamaño y la forma de bloques y cortes de discontinuidades.

Figura *3*

Índice de Resistencia Geológica (GSI) para Macizos Rocosos Fracturados (Hoek y Marinos 2000)



Nota. Obtenido de (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2004)

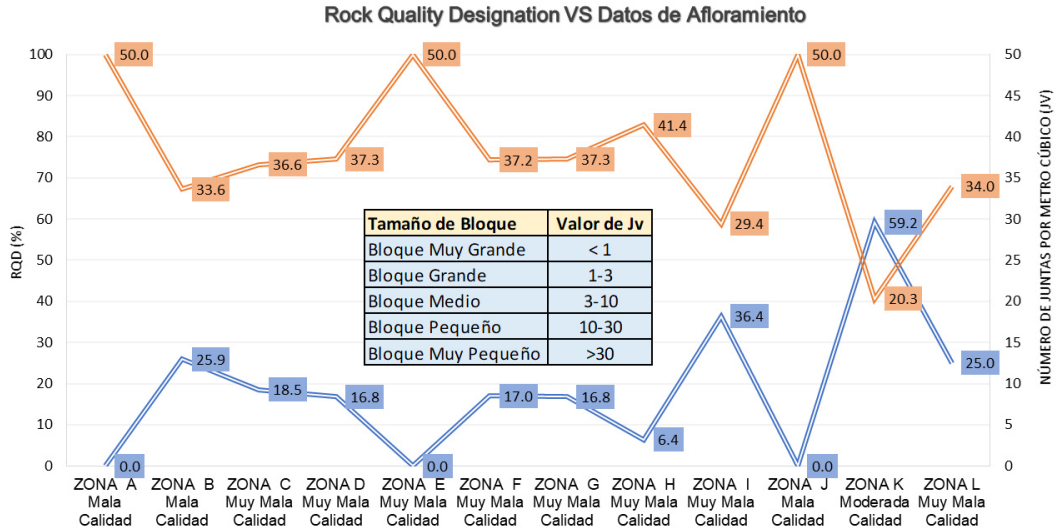
2.2 Determinación de los Modelos Geomecánicos Utilizados

2.2.1 *Determinación de RQD*

Para las doce zonas se ha determinado el índice RQD como se muestra en la Figura 4, como promedio se obtuvo 24.7% que corresponde a un macizo de muy mala calidad geotécnica de acuerdo a los modelos de (Deere y otros, 1967) y (Palmstrom, 2005), aquellas zonas que tenían altamente meterorizadas, alteradas o hasta suelos residuales, como la Zona A, Zona E y Zona J fueron considerados con un índice de RQD = 0.

Figura *4*

Determinación de índice de RQD con número de juntas por cada zona en estudio



Nota. Elaborado por el Autor, con los datos obtenidos de Campo del área de geotécnia de Tierra Group AAQSA, la mayoria de las zonas son de muy mala calidad roca, a diferencia de la Zona B tiene moderada calidad de roca.

2.2.2 *Determinación de RMR*

En este caso se ha evaluado las doce zonas, considera todo los parámetros geomecánicos, para determinar el índice de RMR, excepto el efecto de agua, ya que en los análisis de estabilidad de talud se considera un nivel freático/presión de poros como se muestra en Tabla 4.

En las 12 zonas de estudio de obtuvo en 3 zonas (Zona C, Zona G y Zona H de clasificación Mala Calidad), 6 zonas (Zona B, Zona C, Zona F, Zona J, Zona K y Zona L de clasificación regular calidad) y en 3 zonas (Zona A, Zona E y Zona J se obtuvo un índice de RMR = 0), como promedio de las 9 zonas con valores diferente a cero tenemos de **42%** de RMR, de acuedo al modelo (Bieniawski, 1989), es clasificado como un macizo de Regular Calidad como se muestra en la Figura 5 clasifiación por zona.

Tabla 4

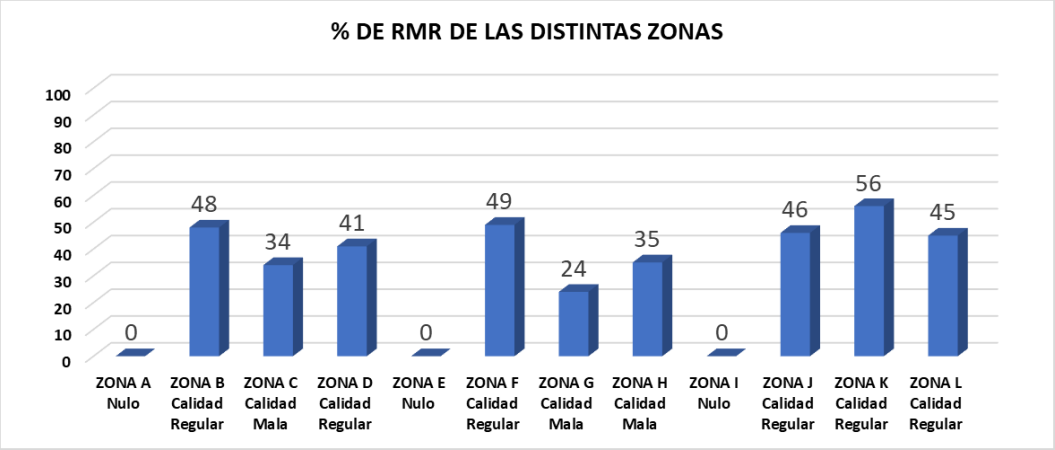
Valores máximos que puede asumir cada parámetro geotécnico

Parámetros Geotécnicos	Valor Máximo para el cálculo de RMR
Resistencia a la Compresión Simple	15
Grado de Fracturación (RQD)	20
Espaciado de las Discontinuidades o Juntas	20
Naturaleza de Juntas	30
Nivel Freático / Presión de Poros	15

Nota. Elaborado por el Autor, obtenido de (Bieniawski, 1989) para evaluar el índice de RMR.

Figura 5

Determinación de Índice de RMR por zona



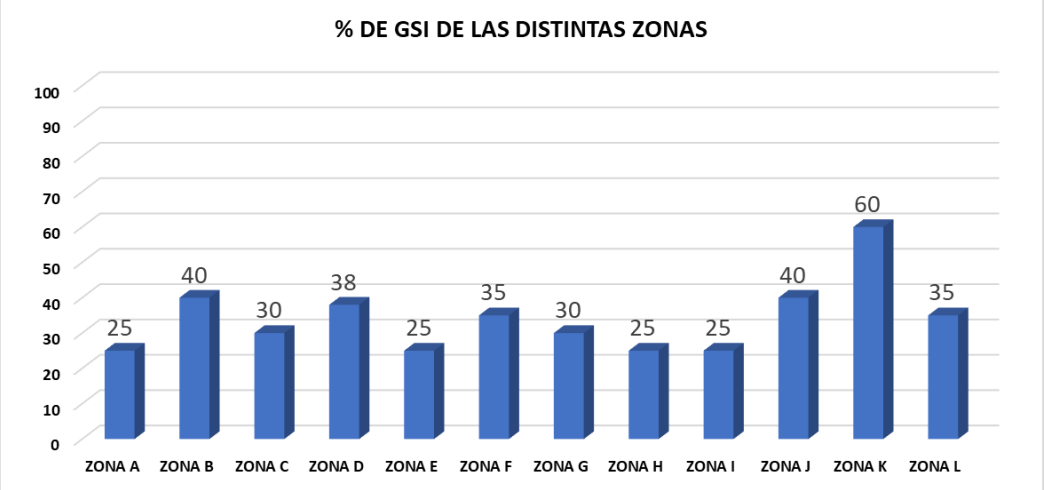
Nota. Elaborado por el Autor, son datos obtenidos en campo de área de geotécnia Tierra Group AAQSA, 3 zonas son nulos (MRM=0)

2.2.3 *Determinación de GSI*

El GSI fue determinado en las doce zonas que sean inspeccionado mediante el modelo (Hoek y otros, 1998), como promedio de obtuvo **34%** de las doce zonas en estudio, que corresponde a un macizo de mala calidad geotécnica. En la Figura 6 se muestra el GSI de cada zona en estudio.

Figura 6

Determinación de Índice GSI para cada Zona



Nota. Elaborado por el Autor, datos obtenidos de área geotécnia Tierra Group AAQSA.

2.3 Análisis y Diseño de Estabilidad de Taludes en By Pass Road Sector Sur

Para elaborar los análisis e interpretación de la estabilidad de los taludes de Sector Sur se procedió a determinar los parámetros geotécnicos de acuerdo a la litología de cada zona en estudio.

Se ha utilizado el software Rocscience Slide, para realizar el análisis de estabilidad de taludes por equilibrio límite, que nos permitio encontrar el valor de factor de seguridad y también se ha realizado el análisis retrospectivo (Back Analysis) en cada zona que se estudió. Para encontrar los parámetros de resistencia al corte de Mohr – Coulomb, Peso Unitario, Cohesión y ángulo de fricción interna. Con el análisis retrospectivo se asumió un factor de seguridad igual a 1 en las superficies de deslizamiento y toma encuenta la geometría original del talud.

El estudio de los análisis de estabilidad se aplican al diseño de taludes o cuando estos presentan inestabilidad. Se debe escoger un factor de seguridad adecuado, de acuerdo a las características de cada zona en estudió.

Con los datos obtenidos podemos recalcular para obtener un factor de seguridad requerido por el cliente. Los análisis nos permitio diseñar medidas de corrección o estabilización adecuada para evitar deslizamientos de taludes.

2.3.1 *Topografía y Secciones de las Zonas en Estudió*

A partir de la topografía de By Pass Road Sector Sur, se realizaron el cálculo, procesamiento de datos y elaboracion de planos lo cual se diseño con el software Autodesk Civil 3D y algunas zonas con software Mineplan para mejor estabilidad de taludes en cada zona asegurando un acceso mas estable y seguro. El levantamiento topografico se realizó mediante un dron para tener los siguientes objetivos.

- Obtener detalles topográficos de cada zona en estudio especialmente de zonas donde no puede ingresar una persona.
- Para determinar los perfiles de cada zona para el análisis de estabilidad.

2.3.2 *Análisis Geotécnicos*

Es una de las actividades que se realizó, que comprende el estudio de cada zona para la determinación de los parámetros geotécnicos, los análisis y algunas recomendaciones de ingeniería para el diseño y estabilización de taludes de cada zona en estudió. El presente trabajo comprendera dos etapas de estudio geotécnico.

- Estudio preliminar: es una de las actividades que nos permitio analizar las características geotécnicas del macizo rocoso de cada zona, con fin de identificar las zonas inestables.
- Estudio definitivo: es una de las actividades necesarias para conocer con certeza los parámetros geotécnicos como RQD, RMR, GSI, ángulo de fricción y cohesión de cada zona en estudio, a través de una exploración de campo.

2.3.3 *Parámetros Fundamentales Para el Análisis de Estabilidad de Taludes*

2.3.3.1 Ángulo de Fricción

El ángulo de fricción depende de factores (Bilz, 1995), los más importantes son: tamaño de los granos, forma de granos, distribución de los granos y finamente la densidad.

En By Pass Road Sector Sur se inspeccionó para determinar el ángulo de fricción, en las Zona B, Zona J, Zona K y Zona L, como se muestra en la Tabla 5 los valores de ángulo de fricción por zona y también los colores de identificación, verde es la cobertura (puede tener vegetacion o puede ser cualquier roca meteorizada) y los otros colores son de litologia que se encuentra en cada zona en estudio.

Tabla 5

Zonas que se estudió, que tiene ángulo de fricción de acuerdo con el tipo de material.

Zona	Cobertura	Ángulo de Fricción (deg)	Tipo de material	Ángulo de Fricción (deg)
B		36	Roca Alterada	42
J		36	Riolita Alterada	44
K		36	Roca Alterada	40
L		36	Aluvial	33.5

Nota. Elaborado por el Autor, con los datos obtenidos de Campo del área de geotécnia de Tierra Group AAQSA.

2.3.3.2 Cohesión

La cohesión es un parámetro propio de los materiales que presentan una resistencia al corte, es la serie de fuerzas de unión de las particulas de minerales que forma la roca. Partiendo de los parámetros de criterio de Hoek – Brown.

En suelos granulares generalmente en los cuales no existe ningún tipo de cementante que pueda adherirse, por lo tanto la cohesión sera igual a 0 y a estos suelos se les determina como suelos no cohesivos.

En By Pass Road Sector Sur se inspeccionó para determinar el parámetro de cohesión, en las Zona B, Zona J, Zona K y Zona L, como se muestra en la Tabla 6, los valores de cohesión por zona y también los colores de identificación, verde es la cobertura (puede tener vegetación o puede ser cualquier roca meteorizada) y los otros colores son de litología o geomorfología que se encuentra en cada zona en estudió.

Tabla 6

Zonas que se estudió, que tiene cohesión de acuerdo con la litología de la zona.

Zona	Cobertura Aluvial	Cohesión	Tipo de material	Cohesión
B		20	Roca Alterada	111
J		20	Riolita Alterada	46
K		20	Roca Alterada	25
L		20	Aluvial	24

Nota. Elaborado por el Autor, con los datos obtenidos de Campo del área de geotécnia de Tierra Group AAQSA.

2.3.3.3 Factor de Seguridad (FS)

Es una relación entre la resistencia de material y las fuerzas actuantes sobre si mismo. Debe ser positivo y adimensional que permite control indirecto de deformaciones con la estimación de probabilidades de falla.

$$FS = \frac{Resistencia\ al\ corte\ disponible}{Equilibrio\ de\ esfuerzo\ de\ corte}$$

Si:

- FS es mayor que 1 → el talud está en condiciones estables
- FS es igual a 1 → el talud está en equilibrio límite (Falla Incipiente)
- FS es menor a 1 → el talud está en condición inestable

2.3.4 *Análisis Retrospectivo (Back Analysis)*

Los análisis de los taludes (Back Analysis) se ejecuta cuando la rotura se ha producido por lo tanto se conoce el modelo y geométria de la inestabilidad.

Este análisis es muy útil para caracterizar la geomecánica de la litología involucrada para conocer el comportamiento mecánico de los materiales del talud en cada zona en estudió; de acuerdo a los resultados obtenidos se puede extrapolar para otros taludes que tenga similares características. Este análisis permite determinar, a partir de los datos de campo (geometría, tipo de roca, modelos de rotura, presión freatica, entre otros), los parámetros resistentes in situ generalmente son los valores de cohesión y ángulo de fricción, que deben cumplir la condición de equilibrio preciso del talud (es decir como minimo FS=1).

2.3.5 *Método de Análisis Retrospectivo*

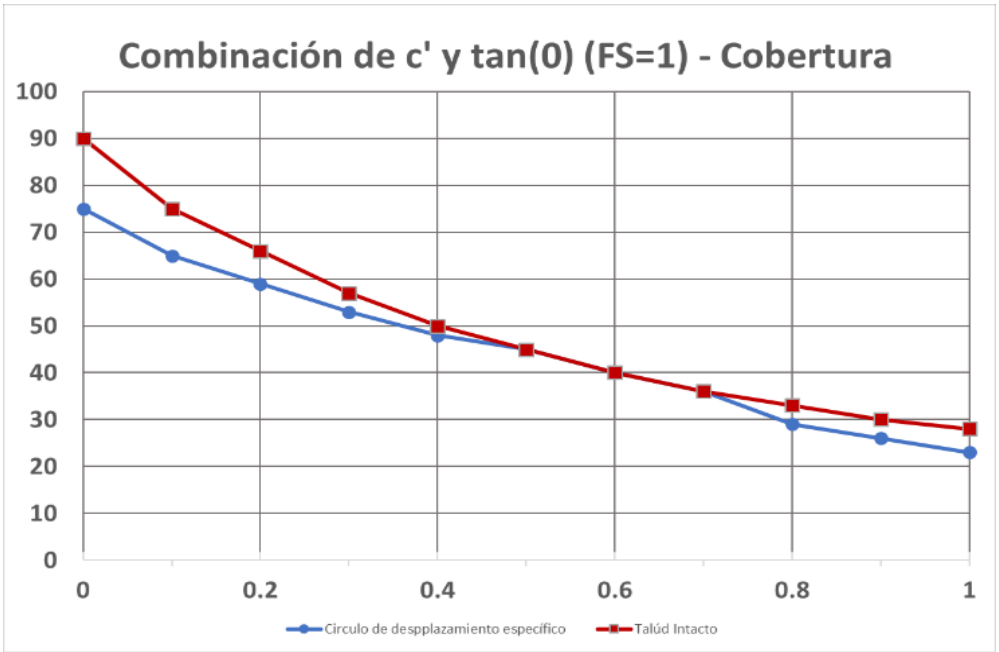
El análisis retrospectivo consiste en obtener un solo parámetro de resistencia del suelo o roca y considerando conocido el otro dato. Una de las formas más sencillas y simples de realizar el Back Analyis es asumiendo un valor constante de la resistencia al corte, lo cual el ángulo de fricción interna toma el valor ($\varphi = 0^{o}$). Sin embargo, puede llevar a resultados poco satisfactoria si la fractura se produce en condiciones drenadas en un tiempo prolongado.

Sólo si se percibí la geometría del deslizamiento es posible determinar los dos parámetros, si bien sabemos que los resultados obtenidos no siempre se ajustan a la realidad, sobretodo cuando se produce una falla progresiva o fracturas de discontinuidades en el talud.

El método corresponde a una combinación de los parámetros de corte del suelo, para un FS=1 tanto para una superficie específica de falla como para el talud intacto (talud de diseño). Se realiza un análisis común de desplazamiento que se ha determinado, con lo cual nos permite obtener un rango de valores de c' y tan φ' que cumplan con el criterio de falla, el cual se toma que el factor de seguridad para la superficie de deslizamiento sea igual a 1. Este rangos de valores se determina mediante un software de análisis de estabilidad de taludes el cual se obtiene los valores de c' y φ' a partir de un centro y radio obtenido de la superficie de falla. Este método se repite nuevamente considerando el talud como intacto, esto entrega un nuevo conjunto de combinación de valores estimados de c' y φ' que se aplican al talud intacto. Esta gama de valores se muestra en la Figura 1 curva (b). El punto de intersección de las dos curvas, donde los dos conjuntos de valores coinciden, define el par de c', tan φ' aplicados en in situ en minería.

Figura 7

Combinaciones de c´y tan φ' para un factor de seguridad de 1.



Nota. Elaborado por el Autor, obtenido de área geotécnia Tierra Gorup material considerado riolita alterada.

2.4 Determinación de Análisis y Diseño por Zonas

2.4.1 *BPRS – Zona A (19+280 – 19+350)*

En La Zona A presenta una litología de tipo aluvial de riesgo medio, se considera que los factores desestabilizantes son por la presencia de agua durante la temporada de lluvias. Se evidencia que la zona tuvo un diseño de ángulo de cara de talud entre 65 y 69 grados, por lo que se considero un BFA de 50 grados y se ajustaron a las propiedades geotécnicas de la zona para que coincida con la topografía actual obteniendo valores como se muestra en la Tabla 7, con el modelo de Mohr – Coulomb.

Tabla 7

Parámetros geotécnicos obtenidos en la zona A, Peso Unitario, cohesión y ángulo de Fricción.

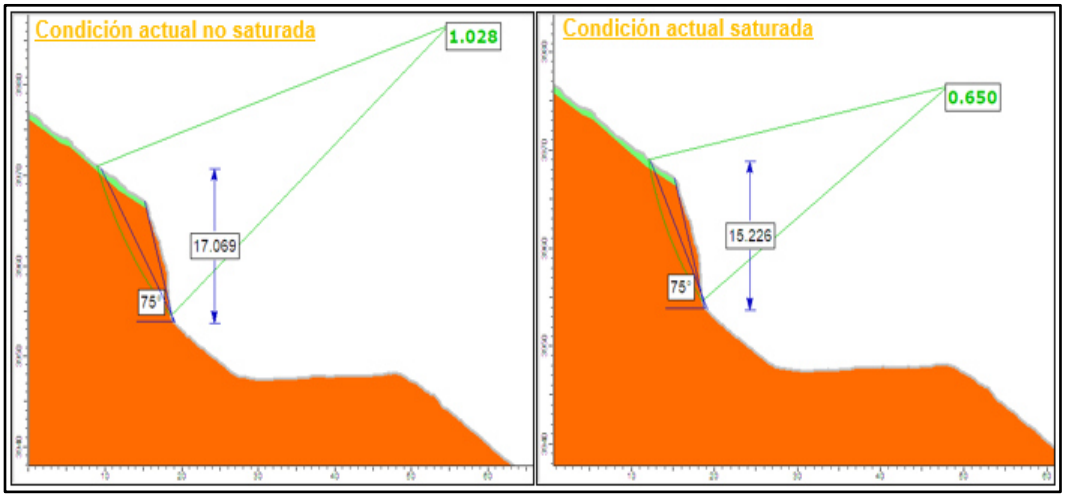
Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (Mpa)	Ángulo de Fricción	Color
Cobertura	20	20	36	
Aluvial	25.1	24	42	

Nota. Elaborado por el Autor, obtenido de área geotécnia Tierra Group.

Con el Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual tanto en condiciones Saturadas y no saturadas, obteniendo un factor de seguridad promedio es menor a 1 para la condición saturada por lo que es necesario realizar corte, condiderando un ángulo de BFA de 50 grados de acuerdo a los valores geotécnicos, ya que en condiciones normales tenía un ángulo inicial de 75 grados en su primera corrida con el software Rocscience Slide como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Back Analysis de la Zona A, Software Rocscience Slide



Nota. Elaborado por el Autor, con datos obtenidos del área geotécnia Tierra Group de AAQSA, en Condición actual No Saturada y condición actual Saturada se obtuvo un factor de seguridad 1.028 y 0.0650 respectivamente.

2.4.2 *BPRS – Zona B (19+750 – 19+840)*

La Zona B presenta una litología de tipo roca alterada de riesgo alto en deslizamineto. Se evidencia que la zona tuvo un diseño de ángulo de cara de talud entre 50 y 60 grados, se ajustaron a las propiedades geotécnicas de la zona para que coincida con la topografía actual obteniendo valores como se muestra en la Tabla 8, con el modelo de Mohr – Coulomb.

Tabla 8

Propiedades físicas de la zona B.

Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (Mpa)	Ángulo de Fricción	Color
Cobertura	20	20	36	
Riolita Alterada	25.1	111.67	33.5	

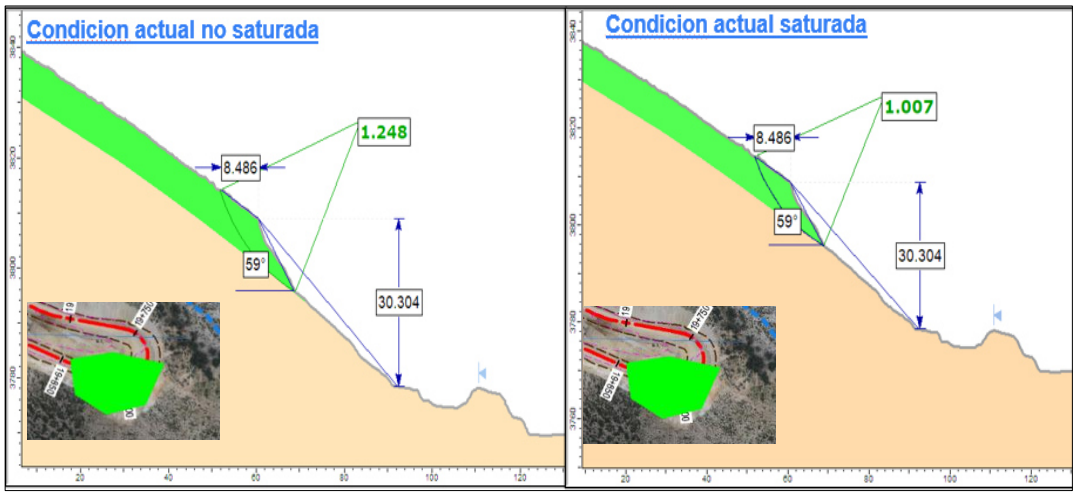
Nota. Elaborado por el Autor, obtenido de área geotécnia de Tierra Group AAQSA, Con los resultados obtenidos, se debe aplicar las medidas correctivas para mejor la estabilidad de talud en la Zona B.

Con el Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual tanto en condiciones Saturadas y no saturadas como se muestra en la Figura 9, obteniendo un factor de seguridad cercano a 1 para la condición saturada y 1.248 para la condición no saturada por lo se tiene dos opciones, uno realizar corte en la parte alta o definir un muro de seguridad la para contención de caida de rocas, condiderando un ángulo de BFA de 55 grados de acuerdo a los valores geotécnicos ya que en condiciones normales tenía un ángulo inicial de 59 grados en su primera corrida con el software Rocscience Slide como se muestra en la Figura 9.

De cuales se tomo colocar un muro de seguridad de 5 metros de altura para la contención de caida de rocas en una longitud de 50 metros, por lo que la opción de realizar corte de material en la parte alta queda decartada. Por que de acuerdo al diseño realizado en el software Autodesk Civil 3D se debe colocar de relleno para muro de seguridad de 350 m3 de material que servira para contener caida de rocas.

Figura 9

Back Analysis de la Zona B, Software Rocscience Slide



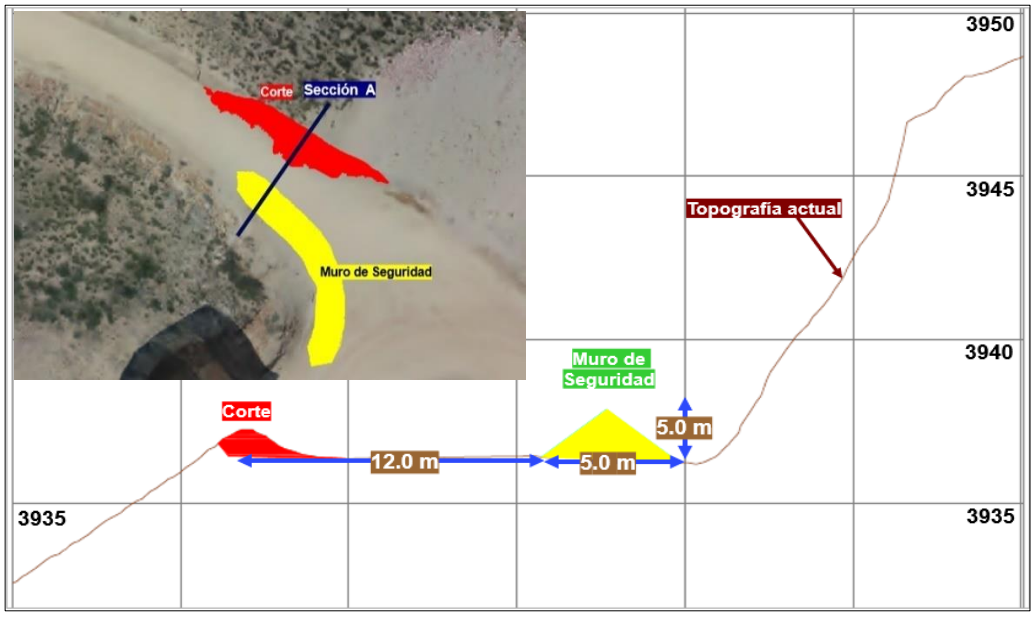
Nota. Elaborado por el Autor, obtenido de área geotécnia de Tierra Group AAQSA, en condiciones saturadas y no saturadas se obtuvo un factor de seguridad 1.007 y 1.248 respectivivamente.

2.4.3 *BPRS – Zona C (20+920 – 20+990)*

En la Zona C de acuerdo a la Litología de la zona se ha realizado los estudios geotécnicos, que nos permitio proponer los siguientees medidas de acuerdo al back analysis y un BFA 50 grados en el lado de corte. Considerando en ampliar la vía en 10 metros de ancho en una longitud de 120 metros, de acuerdo al diseño se debe retirar un volumen de corte 1600m3 aproximadamente.

Figura 10

Esquema de la Zona C



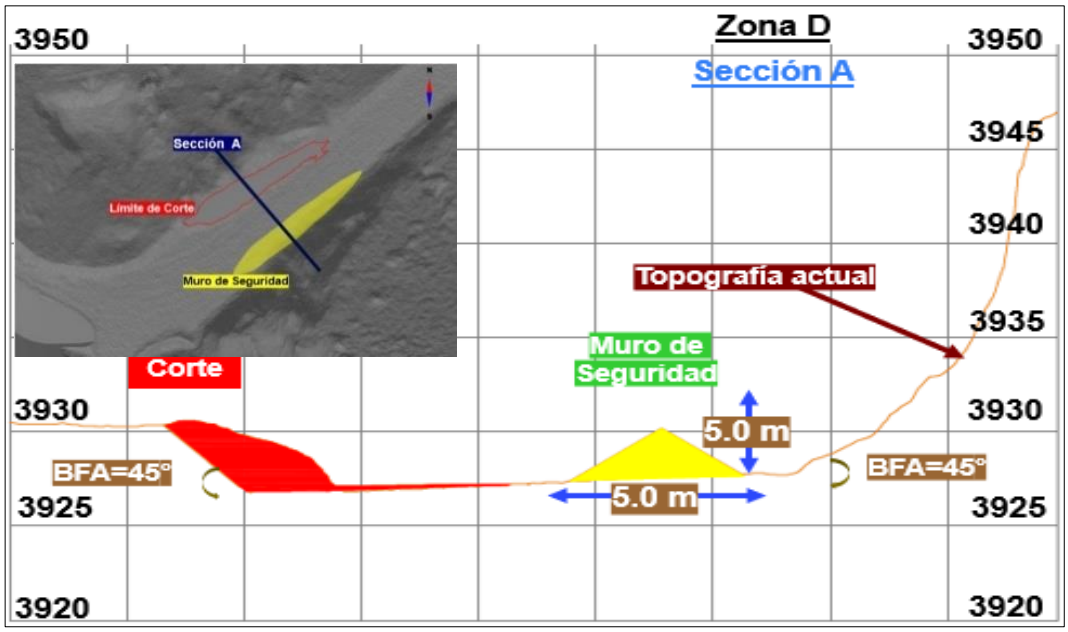
Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

2.4.4 *BPRS – Zona D (20+190 – 20+240)*

En la Zona D de acuerdo al estudios geotécnicos solo se condidera ampliar la vía en una longitud de 30 metros como mínimo para cortar un volumen mínimo de 75 m3, de acuerdo al diseño con los parámetros geotécnicos que nos permitio diseñar una vía mas estable y seguro, también colocar un muro de seguridad de 5m de altura que debe estar a 3 metros del toe a lo largo de una longitud aproximadamente de 35 metros para contener caida de rocas de los taludes superiores y teniendo un BFA óptimo de 45 grados de acuerdo a los criterios geotécnicos. Como se muestra en la Figura 11.

Figura 11

Esquema de la Zona D.



Nota. Elaborado por el Autor, diseñado en Autodesk Civil 3D.

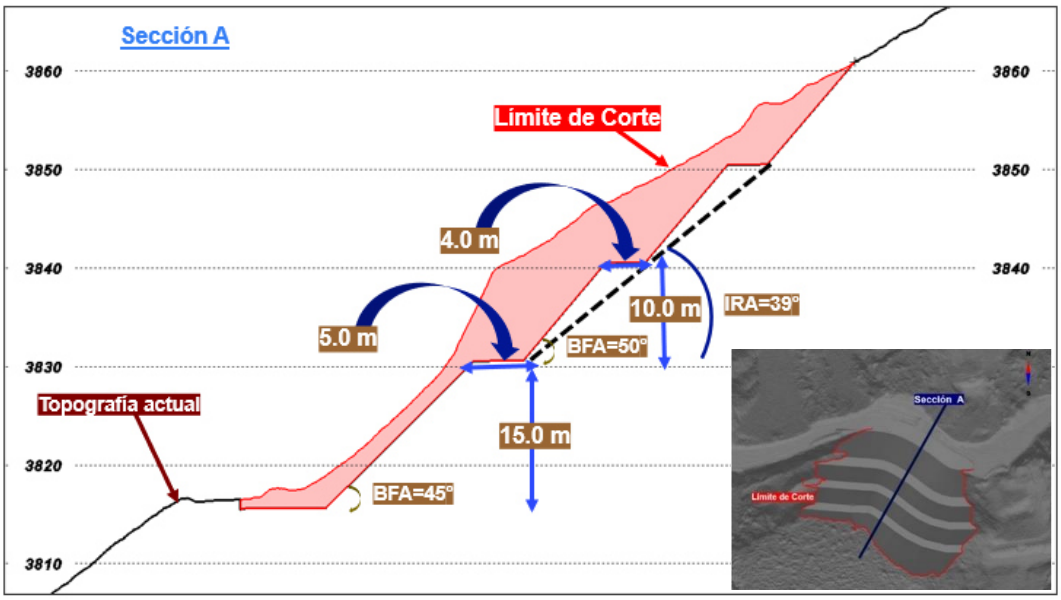
2.4.5 *BPRS – Zona E (20+270 – 20+325)*

En la Zona E de acuerdo a la Litología, se debe ampliar la vía con un ancho de 10 metros en una longitud de 78 metros, donde el volumen de corte será de 28 000m3, se debe realizar conformación de banquetas con los siguientes parámetros. BFA : primer banco con 45° y el resto debe estar con un BFA de 50° como se puede mostrar una esquema en la Figura 12.

- El ángulo interrampa (IRA) de 39°
- El ancho de cada banqueta, el primer banco de 5 metros y el resto de bancos debe tener 4 metros como mínimo.
- La altura de cada banco: primer banco 15 metros y el resto de bancos superiores de 10 metros como mímino de acuerdo al diseño y caracteristicas geotécnicas.

Figura 12

Esquema de la Zona E



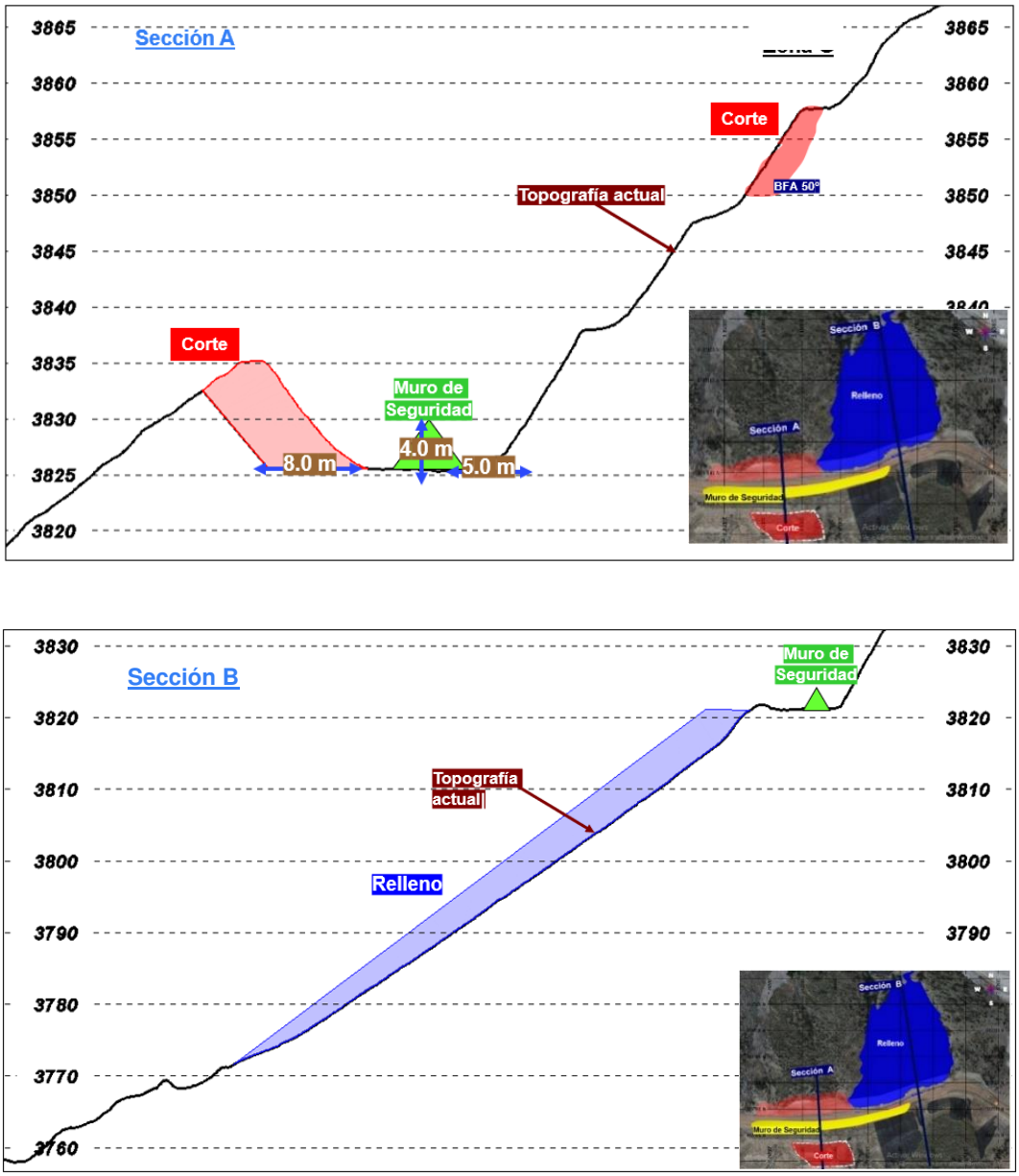
Nota. Elaborado por el Autor, Diseñado en MinePlan

2.4.6 *BPRS – Zona F (20+350 – 20+400)*

En la Zona F, con el software autodesk civil 3D se ha realizado el diseño con BFA de 47 grados, para rellenar la quebrada con objetivo de ampliar el ancho de la vía en longitud de 10 metros y el volumen para conformar esta quebrada es de 26 180 m3 aproximadamente, se hara dos cortes un corte de en la parte superior del talud y otro para ampliar el ancho de vía obteniendo un volumen de material de corte de aproximadamente de 3 280 m3, finalmente se debe colocar un muro de seguridad para la contención de caida de rocas lo cual tendra un volumen 1 680m3 para la conformación de muro de seguridad como se muestra en Figura 13 Sección A y Sección B.

Figura 13

Esquema de la Zona F.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D y MinePlan.

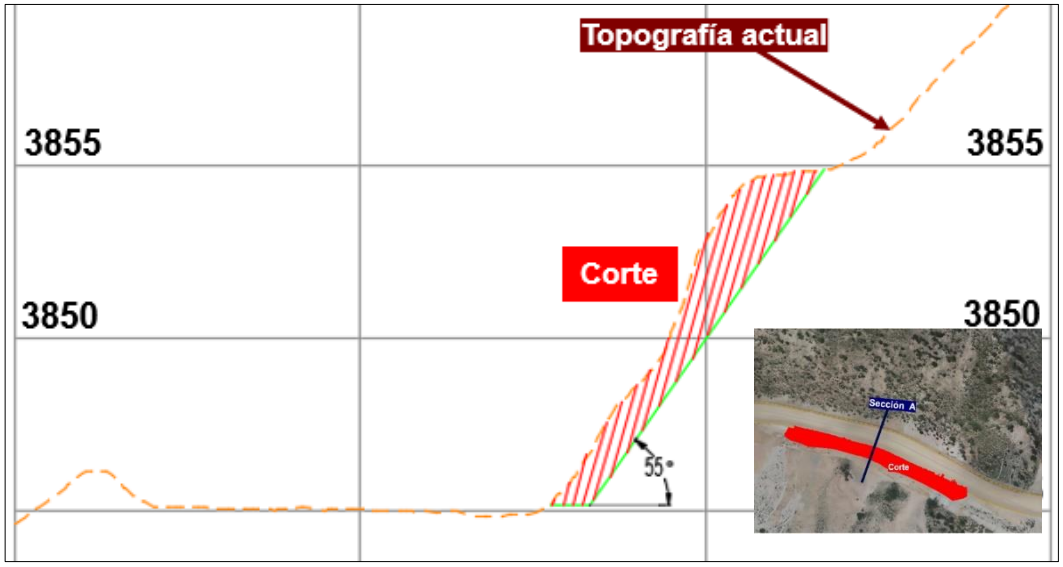
2.4.7 *BPRS – Zona G (20+610 – 20+740)*

En la Zona G, de acuerdo a la litología de riolita alterada se propusó hacer los siguientes cambios para la estabilidad de talud de la zona como perfilar

y cambiar el ángulo de cara de banco de 63° a 55° para su mejor estabilización de talud en una lontigud de 126 metros lineales aproximadamente de acuerdo al diseño que se realizo en autodesk civil 3D, como se muestra en Figura 14, se cortara 1280 m3 de material aproximadamente.

Figura 14

Sección de perfil típica adoptada de la zona G.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

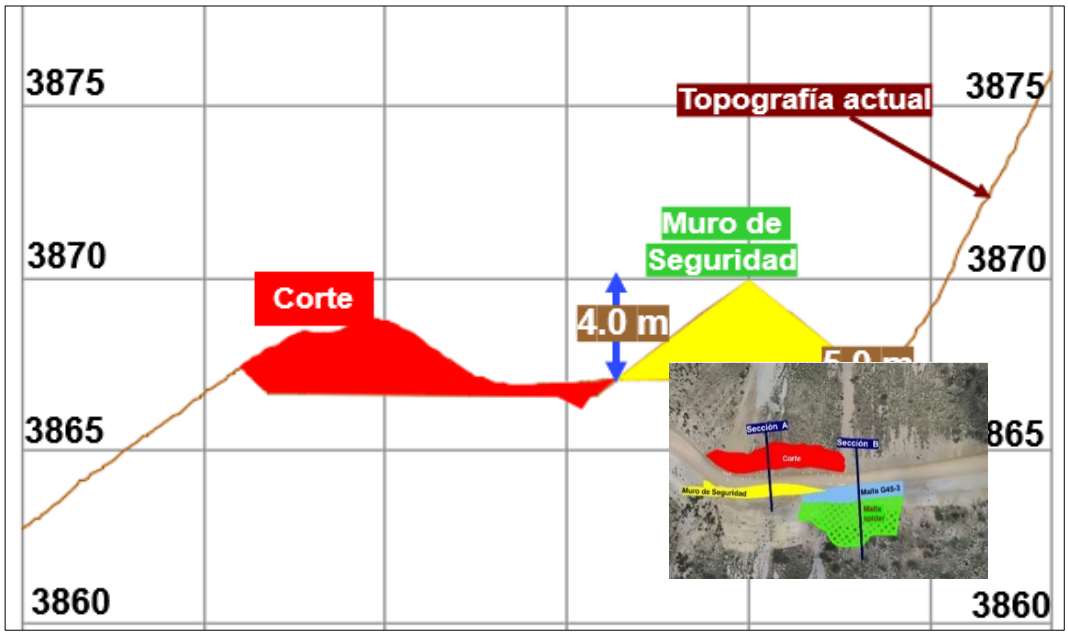
2.4.8 *BPRS – Zona H (20+830 – 20+905)*

En Zona H se tiene la presencia de riolita alterada, se identifico que tiene un riesgo de deslizamiento medio de acuerdo a los modelos geotécnicos usados como RMR, RQD, GSI se debe tener BFA 60 grados y se determino diseñar un muro de seguridad de 4 metros de altura en una longitud de 45 metros de aproximadamente a una distancia de 5 metros del toe del taludcomo se muestra en Figura 15.

También por deslizamiento de bancos se debe colocar una malla de G45-3 en el banco inferior y colocar malla spider en la zona de deslizamiento en el banco superior los cuales seran anclados en la rocas mas competentes, también es necesario ampliar la vía diseñando con el software Civil 3D , como se muestra en la Figura 16 las zona se corte, muro de seguridad y también zonas donde se colocaran la malla de sostenimiento para evitar caida de rocas.

Figura 15

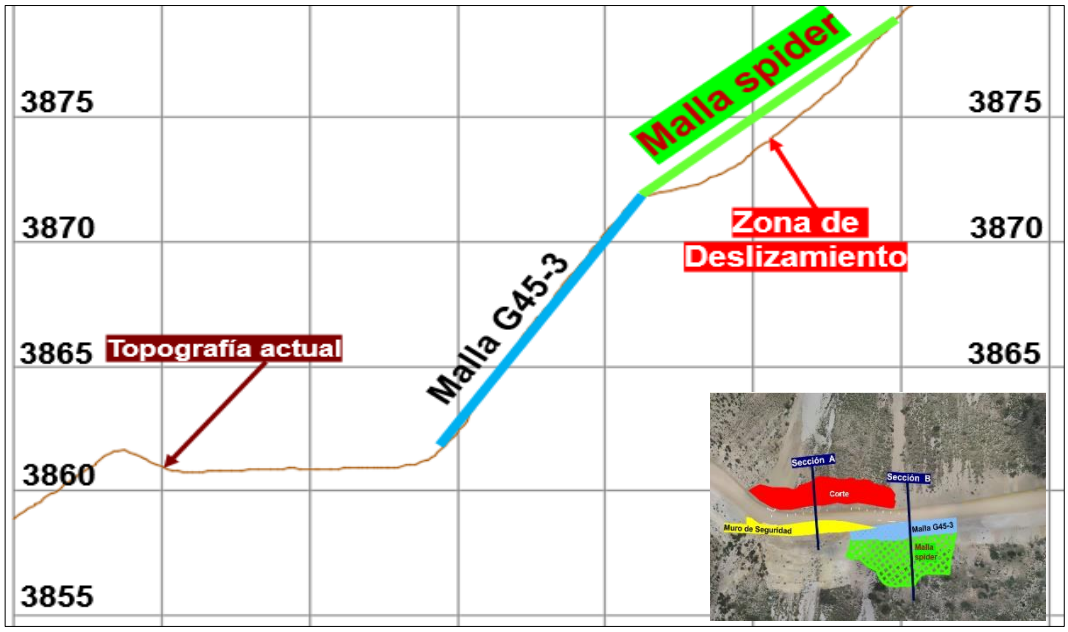
Esquema de la zona H, con su sección típica de corte y muro de seguridad.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

Figura 16

Esquema de la zona H, con su sección de perfil colocando malla G45-3 y malla Spider.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

2.4.9 *BPRS – Zona I (21+620 - 21+630)*

En Zona I se tiene la presencia de riolita poco alterada, que tiene una composición química similar a los granitos, que esta constituidos por fenocristales de cuarzo y sanidina por lo cual tiene un riesgo de deslizamiento poco probable. Donde se evidencia de la parte baja del talud tiene un BFA de 67 grados (de diseño) como se muestra en la Figura 17, se ajustaron a las propiedades actuales de la topografía. Obteniendo los siguientes parámetros geotécnicos como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

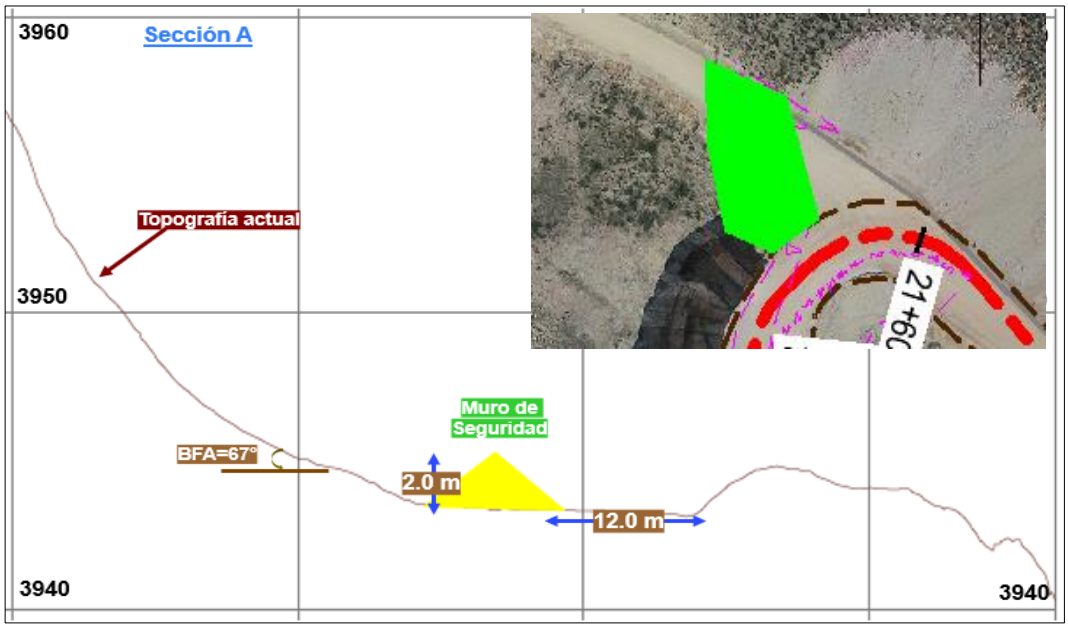
Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona I, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción.

Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (Mpa)	Ángulo de Fricción	Color
Cobertura	20	20	36	
Riolita Alterada	25.1	46	40	

Nota. Elaborado por el Autor, obtenidos de área geotécnia Tierra Gruop AAQSA, se debe aplicar las medidas correctivas para mejor la estabilidad de talud en la Zona I.

Figura 17

Sección típica de la Zona I, con su respectivo muro de seguridad.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

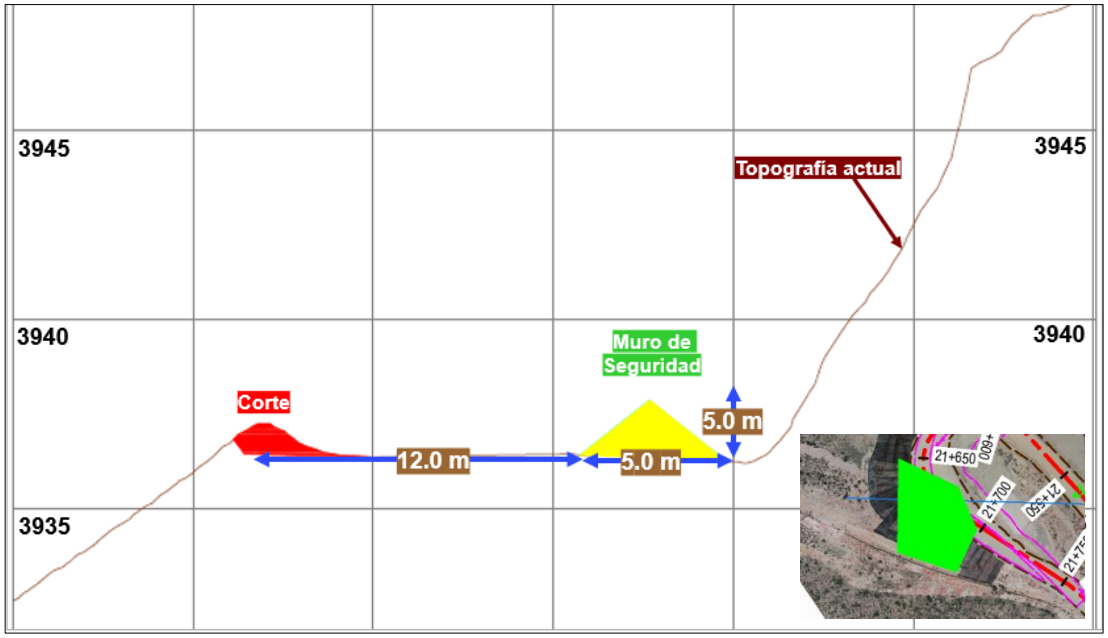
2.4.10 *BPRS – Zona J (21+660 - 21+700)*

En Zona J, los deslizamientos se dan en temporadas de lluvia, teniendo el back analysis y parámetros geotécnicos sea determinado diseñar un muro de seguridad para la contención de caida de rocas y hacer corte para ampliar la vía en 14 metros con software Autodesk Civil 3D, como se muestra en la Figura 18 una sección típica de la Zona J, donde se tendra un volumen de corte 45 m3 y relleno se tendra como 100 m3 aproximadamente en el muro de seguridad con la topografia actual.

Con los valores obtenidos del Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual Saturada y No Saturada, obteniendo un factor de seguridad mayor a 1 para ambos casos como se muestra en la Figura 19, por lo que no sera necesario evaluar los posibles deslizamiento sin embargo se propusó conformar un muro de seguridad para contención de caida de rocas.

Figura 18

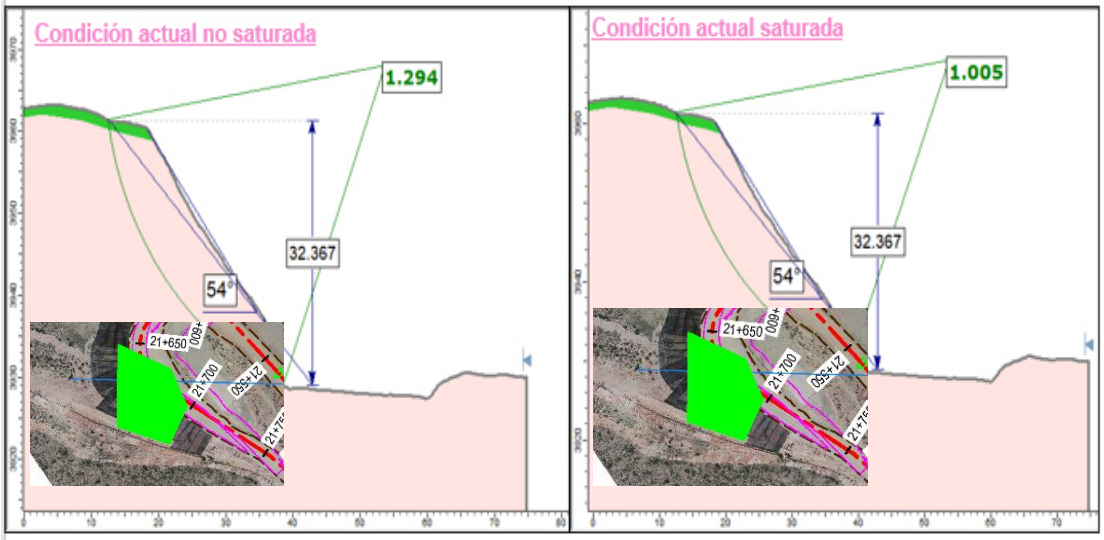
Sección típica de la Zona J, con el diseño de muro de seguridad y corte para ampliar la vía.



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

Figura 19

Analisis mediante Back Analysis de la Zona J



Nota. Elaborado por el Autor, con datos obtenidos área geotécnia de AAQSA, en Condición actual No Saturada y condición actual Saturada se obtuvo un factor de seguridad 1.294 y 1.005 respectivamente.

2.4.11 *BPRS – Zona K (21+790 - 21+860)*

En Zona K se tiene la presencia de rocas alteradas, que se han formado por la acción de cambios físicos de la atmosfera llamada meteorización mediante el cual las rocas se disgregan en fragmentos de menor tamaños para formar rocas sedimentarias. Donde se evidencia que la zona tuvo un ángulo de cara de talud entre 55 y 69 grados por lo que se concidero un BFA 59 como se muestra en la Figura 20, se ajustaron a las propiedades actuales de la topografía. Obteniendo los siguientes parámetros geotécnicos como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona K, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción

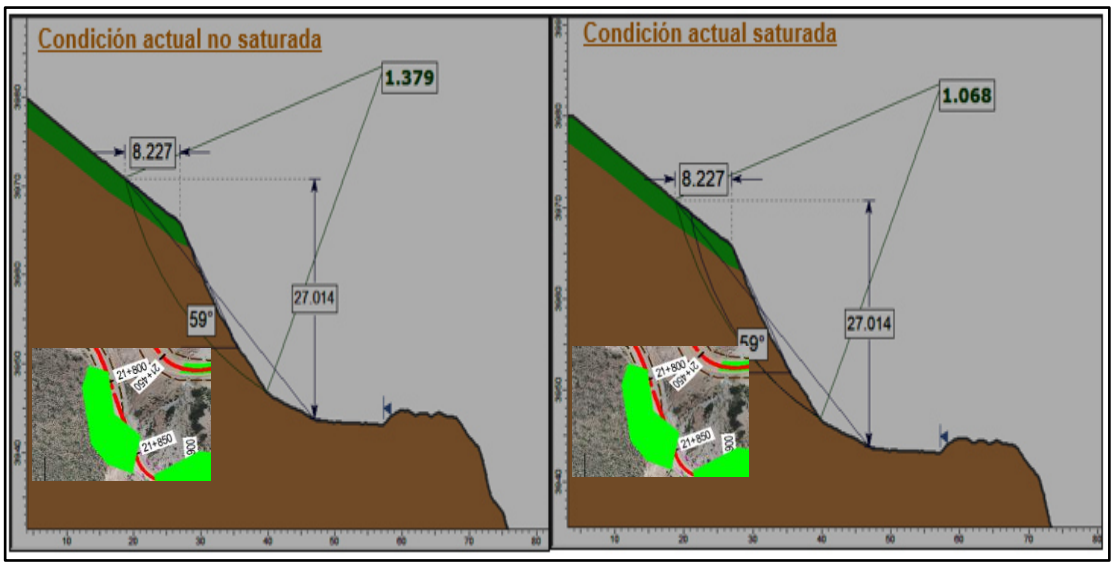
Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (Mpa)	Ángulo de Fricción	Color
Cobertura	20	20	36	
Aluvial	25.1	24	42	

Nota. Elaborado por el Autor, obtenidos de área geotécnia Tierra Gruop AAQSA, resultados obtenidos se debe aplicar las medidas correctivas para mejor la estabilidad de talud en la Zona K.

Con los valores obtenidos del Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual Saturada y No Saturada, obteniendo un factor de seguridad mayor a 1 para ambos casos como se muestra en la Figura 20, por lo que no sera necesario evaluar el alcance del posible deslizamiento sin embargo se propusó conformar un muro de seguridad para contención de caida de rocas.

Figura 20

Back Analysis de la Zona K, Software Rocscience Slide.



Nota. Elaborado por el Autor, obtenidos de área geotécnia Tierra Gruop AAQSA, en Condición actual No Saturada y condición actual Saturada se obtuvo un factor de seguridad 1.379 y 1.068 respectivamente.

2.4.12 *BPRS – Zona L (21+870 - 21+940)*

La Zona A presenta una litología de tipo aluvial de riesgo medio, se considera que los factores desestabilizantes son por la presencia de agua durante la temporada de lluvias, una sección típica de la Zona L. Se evidencia que la zona tuvo un diseño de ángulo de cara de talud entre 65 y 69 grados, por lo que se considero un BFA de 67 grados y se ajustaron a las propiedades geotécnicas de la zona para que coincida con la topografía actual obteniendo valores como se muestra en la Tabla 11, con el modelo de Mohr – Coulomb.

Tabla 11

Parámetros geotécnicos obtenidos en la Zona L, Peso Unitario, Cohesión y Ángulo de Fricción

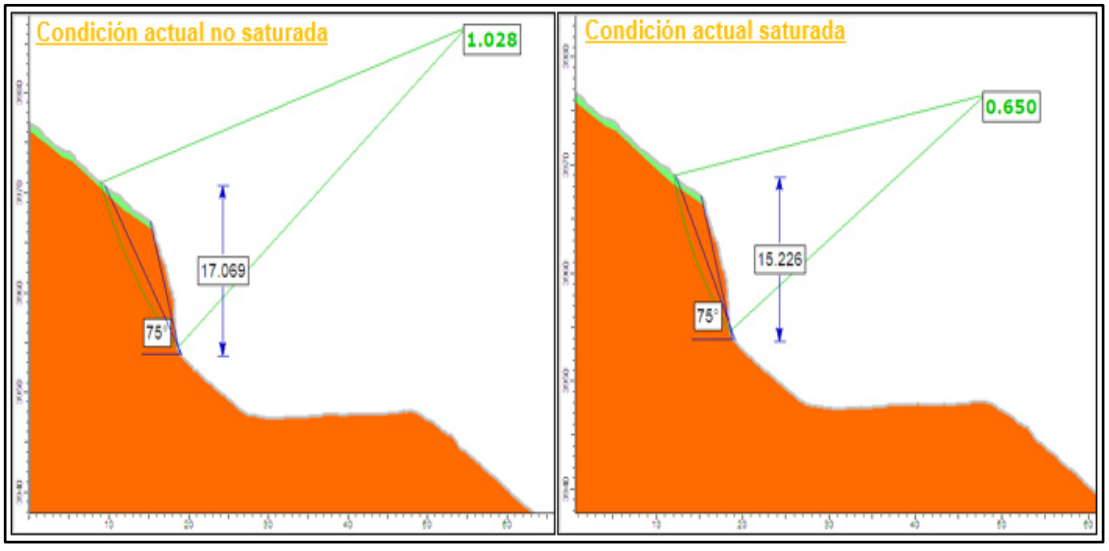
Material	Peso Unitario (kN/m3)	Cohesión (Mpa)	Ángulo de Fricción	Color
Cobertura	20	20	36	
Aluvial	25.1	24	42	

Nota. Elaborado por el Autor, obtenidos de área geotécnia Tierra Gruop AAQSA, se debe aplicar las medidas correctivas para mejor la estabilidad de talud en la Zona L.

Con el Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual tanto en condiciones Saturadas y no saturadas con se muestra en la Figura 21, obteniendo un factor de seguridad promedio menor a 1 para la condición saturada por lo que es necesario realizar corte, condiderando un ángulo de BFA de 67 grados de acuerdo a los valores geotécnicos.

Figura 21

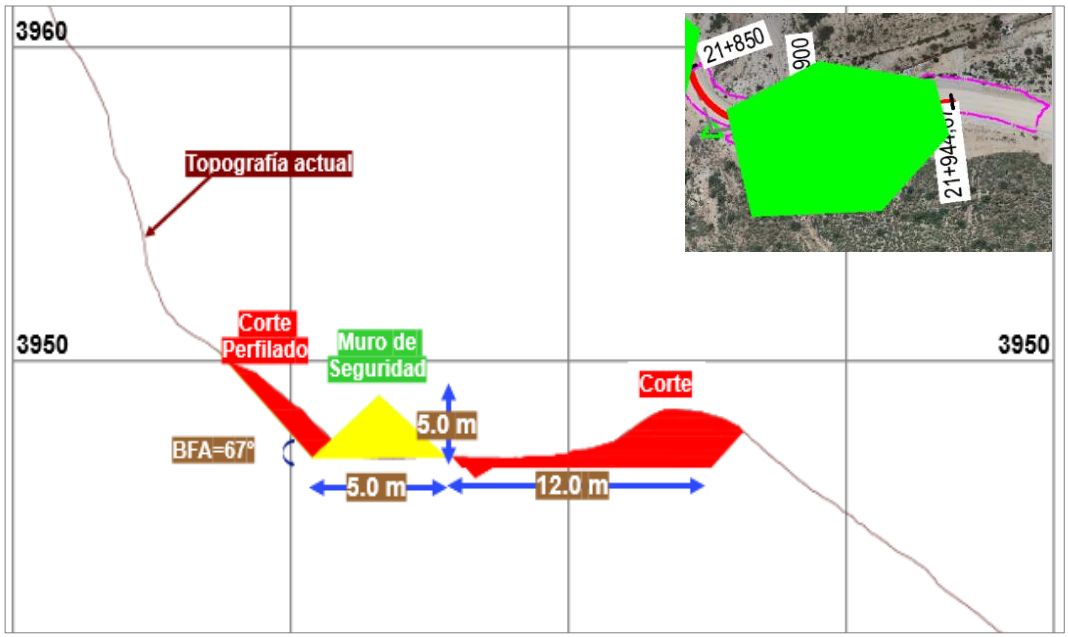
Back Analysis de la Zona L, Software Rocscience Slide.



Nota. Elaborado por el Autor, con datos obtenidos de área geotécnia de AAQSA, en Condición actual No Saturada y condición actual Saturada se obtuvo un factor de seguridad 1.028 y 0.0650 respectivamente.

Figura 22

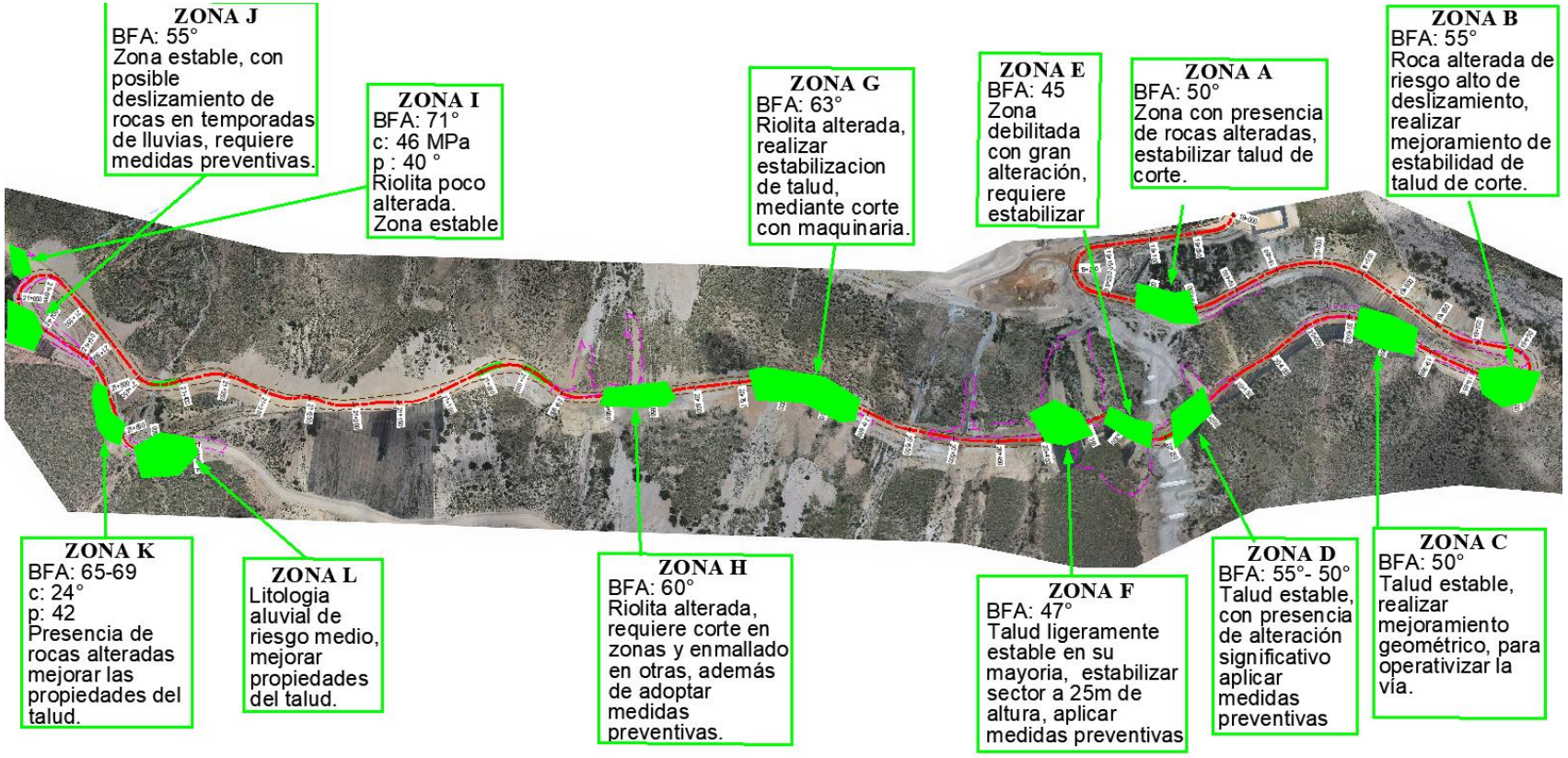
Seccion transversal de la zona L, implementando medidas de control



Nota. Elaborado por el Autor, la sección típica fue realizado en Autodesk Civil 3D.

Figura 23

Resumen de análisis de estabilidad de vía By Pass Road Sur.



Nota. Elaborado por el Autor, realizado en Autodesk Civil 3D.

CAPÍTULO III

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

3.1 Antecedentes Nacionales

(Jacobo Mejía & Manani Cosi, 2020). Señala que en el botadero número 5 de la Concesión Minera “San Francisco 2011” en el cual no se realizó estudios de estabilidades de taludes, para evaluar y análizar las características geotécnicas usaron el método de Bishop y Jambu para casos estáticos y pseudoestáticos. En el cual concluyeron los taludes del botadero representa un peligro ya que se encuentra con falla de deslizamiento afectando a las labores y estructuras que se encuentra en la parte baja del talud; FS analizado con el método Jambú fue de 1.99 y 0.78 en el caso estático y pseudoestático respectivamente; mediante el método de Bishop fue de 2.06 y 0.81 en el caso estático y pseudoestático respectivamente; de acuerdo a estos valores no cumplían con la normativa de estabilidad de talud por lo tanto consideró aumentar FS utilizando soportes como pernos split y mallas electrosoldadas asi de esa manera se llegó a un factor de seguridad mas estable para mínimizar el riesgo de deslizamiento de taludes. (valores finales de FS con soporte de split y malla electrosoldadas con el método Jambú fue 2.34 y 1.23 en el caso estático y pseudoestático respectivamente; con el método de Bishop fue 2.64 y 1.13 en el caso estático y pseudoestático respectivamente).

(Breña Vásquez, 2019). Investigo el comportamiento del suelo geotécnico en la carretera Cochabamba – Cutervo Chiple, Cajamarca Perú en las Progresivas 23 y 61, donde evaluó el factor ambiental de bajas y altas temperaturas -10 grados, originando contracciones y expanciones produciendo desplazamiento de fallas. Con el objetivo de prevenir o mitigar pérdidas humanas, económicas y deterioro ambiental por deslizamientos de los taludes de las carreteras para ello determinó la relación factor de segruidad, peso unitario, ángulo de fricción interna, cohesión, limites de Atterberg y precipitación de los taludes en toda la carretera de Cochabmaba – Cutervo Chiple, Cajamarca Perú.

(Lopez Quispe, 2022). Realizó un estudió de comparación para el análisis de estabilidad de taludes por la erosión del rio en el pie de talud con la metodología 3D y 2D en la Quebrada Jilari, ubicado en el distrito de Cuyocuyo, Provincia de Sandia y Región Puno para luego plantear alternativas de estabilización de talud. La metodología 3D permitió analizar los comportamientos geotécnicos del talud en 3D para tomar decisiones óptimas, independiente del método a usar para el análisis de taludes necesita los parámetros geotécnicos, el cual sea determinado los ensayos mecánicos como: peso especifico 1.85gr/cm3, ángulo de fricción interna 30.5°, cohesión de 0.18Kg/cm3 con los cuales a realizado el análisis de estabilidad de taludes. El cual concluyó como la determinación FS 1.5 con la metodología 3D y FS=1.426 para el caso de análisis en 2D, finalmente propusó un sistema terramesh que tiene menos deterioro con el objetivo de evitar perdidas económicas, humanas y sociales.

(Arones Apestegui, 2021). Concluyó que las caractirísticas globales de los taludes en rocas de asentamiento humano Inty Llacta, para evaluar las roturas potenciales mediante el análisis cinemático y clasificación geomecánica de Slope Mass Rating y Qslope; donde determinó la orientación de las discontinuidades y el ángulo de fricción con el software dips encontró 5 familias; una rotura planar, 2 rotura en cuña, 2 rotura en vuelco y también determinó la calidad del macizo rocoso del talud mediante Rock Mass Rating de 69 %, que pertenece tipo II de roca buena calidad. Finalmente recomienda realizar en el talud el desquinche de rocas sueltas, ya son considerados un peligro para los pobladores que viven en sus enmediaciones.

(Carrión Aguilar , 2019). El análisis y diseño de la estabilidad de talud en el Sector Sausacocha – Pallar 8+000 al 9+000 Km provincia Sáchez Carrión , departamento La Libertad, concluyó que los deslizamientos de taludes en la zona se producen por intensas lluvias, erosiones y movimientos sísmicos. se evaló variables tales como la estratificación del suelo y sus parámetros de resistencia cortante y geotécnicos para el estudió de talud. Finalmente busca alternativas de solución para mitigar deslizamiento de taludes, con el objetivo de mantener la estabilidad del talud evitando perdidas de materiales y sociales en los pobladores de Sausacocha.

3.2 Antecedentes Internacionales

(Garzon Marentes et al., 2021) en el Análisis de estabilidad de taludes Barrio El Arroyo – Colombia, en las construcciónes en la corona del talud se evidencia un riesgo de deslizamiento, que amenaza a las viviendas cercanas al pie de talud y viviendas que se situan en la parte alta del talud, debido a la inadecuada distribución de las aguas servidas, las cuales se han depositado grietas generando caida de bloques, lo cual planteo un diseño conciderando factores sociales y constructivos, el cual tendría menor afectación en cuanto a número de viviendas que deben ser retiradas para obtener un factor de seguridad que reduzca el riesgo en la zona. Plantea un plan social que evite construcciones en sectores donde el talud tiene riesgos de deslizamientos. Y también el tratado de aguas domésticas y lluvias que se debe hacer un plan de sistema que mejore el manejo de aguas residuales que permite mitigar el riesgo de deslizamiento al cual se enfrenta la comunidad que habita en Cundinamarca.

Según (Vallejo Gaibor, 2021). Concluyó que el diseño inicial propuesto por INIGEMM, mediante el análisis retrospectivo fue una propuesta a nivel de factibilidad que consta una fundación de los diques, el diseño geométrico y el sistema drenante, el dique principal tiene una altura de 40 metros y el dique secundario tiene 45 metros lo cual su diseño final es diferente a la original, no se aplico el diseño propuesto por la contratista. Por lo cual el autor propone caracterizar los parámetros constructivos, operativos y de diseño planteando las siguientes recomendaciones: suspender el vertidero del flanco sur con el fin de eliminar el riesgo de estabilidad física de la presa, controlar el ingreso de los camiones hacia el vaso de la presa para cumplir las normas tecnicas de transporte de relaves y finalmente recomienda realizar un plan integral para la presa El Tablon, con el fin de monitorio constante y de esa manera mejora el sistema de operaciones garantizando la estabilidad física de la presa.

(Barbosa Cardozo et al., 2021). Plantean comparar los resultados mediante el método manual frente a los programas en el cual concluyeron que el factor de seguridad, análizado mediante el software Geo5, usando el método de Janbú, Fellenius y Bishop, fue mayor a 1.5;Geo5 lo clasifica como talud inestable. Por lo que recomiendan usar para taludes el programa Slide y Adonis (para el talud FS es 1.14) lo tiene mas efectividad para el calculo de factor de seguridad.

(Velasquez Ortiz, 2021). Realizó un estudió aplicando el Back Analysis, donde señala un análisis geomecánico durante ejecución del túnel Aburrá

Oriente, es decir se midió en tiempo real las deformaciones presentadas por la excavación, donde se realizaron ensayos de compresión inconfinada en la roca intacta para determinar parámetros geomecánicos de la roca como RMR, Q y RQD para hallar el valor de módulo de deformación de macizo rocoso. Finalmente realizó una simulación en 2D con el programa Rock and Soil 2D con el fin de ajustar los valores de desplazamiento medidos con las estaciones de convergencia como dirección y magnitud para estabilizar la excavación del túnel.

(Lopez Vinielles, 2022). Concluyó que el análisis de estabilidad de taludes, monitorización de inestabilidades y roturas de fallas de talud en minería, se realiza mediante el InSAR (Interferometría Radar Satélite), de modo que el análisis espacio temporal de monitorización ha permitido analizar la correlación espacial entre movimientos y factores condicionantes obteniendo un máximo valor de Pearson de 98.4% en laderas, el InSAr también permite ubicar el origen de la rotura, análisis predictivos de inestabilidades de talud y análisis retrospectivos de roturas de talud, los resultados de estos análisis arrojaron valores FS de 1.28, 1.14 y 1.00 para escenarios de presión de poro favorables, intermedios y desfavorables respectivamente.

3.3 Objetivos

3.3.1 *Objetivos Generales*

Realizar el Análisis y Diseño de Estabilización de Taludes con Análisis Retrospectivo; By Pass Sector Sur, para determinar el factor de seguridad y garantizar las condiciones de estabilidad de taludes.

3.3.2 *Objetivos Específicos*

Determinar características geotécnicas como RQD, RMR, GSI, peso unitario, cohesión y ángulo de fricción de las 12 zonas de By Pass Road para la estabilidad de taludes.

Platear un diseño adecuado en las zonas con deslzamiento de riesgo alto para la estabilización de talud con un fator de seguridad mayor a la unidad.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN Y APORTES

4.1 Discusión

En este informe se desarrolló el análisis y diseño de estabilidad de taludes con los parémetros geotécnicos obtenidos de cada zona en estudio; estos resultados guardan relación con (Velasquez Ortiz, 2021). Que mediante el Back Analysis, en la ejecución del túnel Aburrá Oriente, se determinar parámetros geomecánicos de la roca como RMR, Q y RQD para realizar una simulación en 2D con el programa Rock and Soil 2D para estabilizar la excavación del túnel; también coincidiendo con (Jacobo Mejía & Manani Cosi, 2020). Que mediante el método de Bishop y Jambú se analizaron la estabilidad de taludes en la Conseción Minera San Francisco para aumentar FS utilizando soportes como pernos split y mallas electrosoldadas asi de esa manera se llegó a un factor de seguridad mas estable para mínimizar el riesgo de deslizamiento de taludes.

(Breña Vásquez, 2019). En estudió determinó la relación factor de segruidad, peso unitario, ángulo de fricción interna, cohesión, limites de Atterberg y precipitación de los taludes en toda la carretera, asi como (Lopez Vinielles, 2022). En el análisis de estabilidad de taludes, monitorización de inestabilidades y roturas de taludes, realizó mediante el InSAR (Interferometría Radar Satélite), para determinar el análisis predictivos de inestabilidades de talud y análisis retrospectivos de roturas de talud, obteniendo valores FS de 1.28, 1.14 y 1.00 para escenarios de presión de poro favorables, intermedios y desfavorables respectivamente ; lo cual coincide con el presente informe en el análisis de estabilidad de taludes con parámetros geotécnicos, obteniendo un

factor de seguridad mas óptimo para la estabilidad y seguridad de los taludes en estudió.

(Barbosa Cardozo et al., 2021). En su estudió de comparación de calculos de factor de seguridad para la estabilidad de talud mediante el software Geo5, Slide y Adonis concluyó que Slide es mas efectividad para el cálculo de factor de seguridad; lo cual coincide con el trabajo de (Lopez Quispe, 2022). En la comparación para el análisis de estabilidad de taludes por la erosión del rio en el pie de talud con la metodología 3D y 2D que permitió analizar los comportamientos geotécnicos del talud que concluyó como la determinación FS 1.5 con la metodología 3D y FS=1.426 para el caso de análisis en 2D para estabilizar el talud de la zona; asi mismo coincide con el presente informe en análisis y cálculo de facotr de seguridad mediante el análisis predictivo usando los parámetros geotécnicos con el software slide en cada zona de estudió.

4.2 Aportes

Zona A

Se ha considerado ampliar la vía y el talud debe tener un ángulo de BFA de 50° de acuerdo con los parámetros geotécnicos para realizar corte y colocar un muro de seguridad para la contención de caída de rocas de los taludes superiores ver Anexo A un esquema de la sección típica.

Zona B

De acuerdo con la litología de la zona, se ha determinado realizar un corte con los parámetros geotécnicos de talud que debe tener un ángulo de BFA 55 grados para tener mayor estabilidad en los taludes superiores.

Zona C

En esta zona se consideró ampliar la vía en una longitud de 10 metros y un corte de talud con un ángulo de BFA 50 grados esto en una longitud 120 metros; por lo tanto involucra un 1600 m3 de material de corte ver Anexo B un esquema de la sección típica.

Zona D

Se considera ampliar la vía en 30 metros, cortar un volumen aproximado de 75 m3; también, colocar un muro de seguridad para contener caída de rocas y el talud debe tener un ángulo de BFA óptimo de 45 grados de acuerdo a los criterios geotécnicos.

Zona E

Se opto por ampliar la vía con un ancho de 10 metros. El primer banco con un ángulo de BFA de 45°, una banqueta de 5m y una altura de banco de 15m; el resto de los bancos con BFA de 50°, una banqueta de 4m y una altura de banco de 10m, teniendo un "IRA" de 35°.

Zona F

Se realizo el diseño en el software autodesk civil 3D, para rellenar la quebrada en un ancho de 10 metros; también realizar un corte para ampliar el ancho de vía con un ángulo de BFA de 47 grados. Finalmente se debe colocar un muro de seguridad para la contención de caida de rocas.

Zona G

Se propusó cambiar el ángulo de cara de banco de 63° a 55° para su mejor estabilización en una lontigud de 126 metros lineales.

Zona H

Se identificó riesgo de deslizamiento. Para ello se diseño un talud que tenga BFA 60 grados, muro de seguridad en una longitud de 45 metros de aproximadamente a una distancia de 5 metros del toe del talud, También se sugerio la colocacion de malla de G45-3 en el banco inferior y colocar malla spider en la zona de deslizamiento en el banco superior.

Zona I

El talud de acuerdo al diseño debe tener un BFA de 67 grados para su estabilidad y seguridad.

Zona J

El back analysis y parámetros geotécnicos se tomo diseñar un muro de seguridad para la contención de caida de rocas y hacer corte para ampliar la vía en 14 metros con software Autodesk Civil 3D, con los valores obtenidos del Back Analysis se evaluó los factores de seguridad de la condición actual Saturada y No Saturada, obteniendo un factor de seguridad mayor a 1.

Zona K

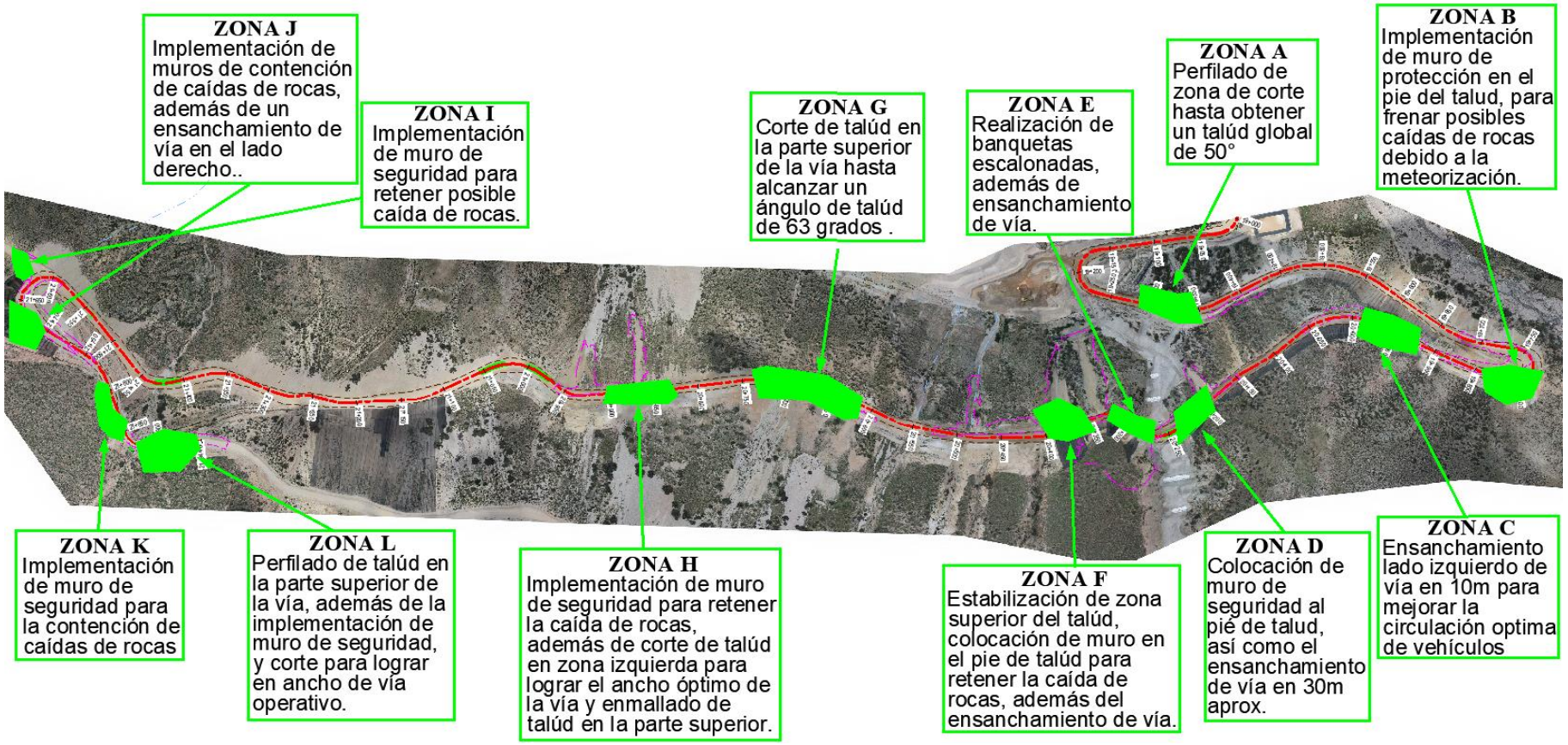
Se sugerió de acuerdo al diseño un BFA 59 grados para la estabilidad y seguridad de la zona en estudio ver Anexo C un esquema de la sección típica.

Zona L

En la zona se tiene riesgo medio, se considera que los factores desestabilizantes son por la presencia de agua durante la temporada de lluvias, Se evidencia en el diseño inicial un ángulo de cara de talud entre 65 y 69 grados, por lo que se considero un BFA de 67 grados de acuerdo a las propiedades geotécnicas de zona.

Figura 23

Estabilización e implementación de medidas de control de taludes en las distintas zonas de la carretera By Pass Road Sur



Nota. Elaborado por el Autor, realizado en Autodesk Civil 3D.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se realizó el análisis y diseño de estabilización de taludes con Back Analysis; By Pass Road Sector Sur, el análisis retrospectivo es una herramienta útil, el cual permite determinar un rango de aplicación de propiedades de cohesión, peso unitario y ángulo de fricción, cuyos parámetros permiten la simulación de estabilidad de talud en 2D, el cual es útil para el cálculo del factor de seguridad para determinar la estabilidad y seguridad de los taludes.

Se ha determinado las características geotécnicas como RQD en el rango < 25 – 60 > que tiene un macizo rocoso muy mala y moderada calidad, RMR en el rango < 0 – 60 > que tiene un macizo rocoso de mala y regular calidad, GSI < 25 – 60 > que tiene una roca de calidad media (regular), peso unitario en el rango < 20 – 26 > kN/m3, cohesión en el rango < 20 – 120 > kPa y ángulo de fricción < 25 – 45 > grados de las 12 zonas en estudió de By Pass Road para la estabilidad de talud.

Se ha planteado un diseño adecuado en las zonas con deslizamiento de riesgo alto para la estabilidad y seguridad de los taludes, que en un inicio se tenia un factor de seguridad menor a 1, con la determinación de back analysis se ha calculado un factor de seguridad que llegó a mayor de 1.025 logrando estabilizar los taludes en cada zona.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un seguimiento minucioso en el proceso de la realización de la estabilización de taludes, en parámetros de calidad y eficiencia para no tener contratiempos y riesgos futuros.

Se recomienda tener cautela al momento de utilizar los parámetros de resistencia al corte de la roca como *c* y φ que son obtenidos en laboratorio se puede originar incertidumbres en el análisis de la estabilidad de taludes. Esto debido a que las propiedades in situ de roca pueden variar de cada muestra obtenida, debido a las manipulación de cada muestra y la anisotropía que presenta la roca.

Se debe de tener en cuenta que existen distintos métodos de estabilización de taludes, así como su diseño con respecto a su geometría, la determinación de la aplicación de este depende del análisis minucioso de los distintos parámetros obtenidos en campos, así como una buena observación del entorno y predicción adecuada del comportamiento del talud, factores que son claves para asegurar la estabilidad de dicha estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Arones Apestegui, J. L. (2021). *Caracterización de las Discontinuidades y Análisis de la Estabilidad del Talud en Roca en el Asentamiento Humano Inty Llacta [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes].* Repositorio Institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12848/3000

Barbosa Cardozo, L. H., Martinez Parra, C. A., & Ramírez Jiménez , E. M. (2021). *Análisis Comparativo De Metodos De Evaluacion De La Estabilidad Del Talud Ubicado En La Vereda La Cascada Corregimiento De Cay, Ibague-Tolima [Tesis de Pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia].* Repositorio Institucional . https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/35607

Bieniawski, Z. (1989). *Engineering Rock Mass Classification.* New York.

Breña Vásquez, C. H. (2019). *Estabilidad de taludes de la carretera longitudinal de la sierra; tramo Cochabamba-Cutervo-Chiple,Cajamarca-Perú [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].* Repositorio Institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12672/11386

Carrión Aguilar , C. H. (2019). *Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector Sausacocha - Pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2017 [Tesis de Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].* Repositorio Institucional . http://hdl.handle.net/20.500.12423/1788

Deere, J., D., U., A., J., Patton, F., D., & Cording . (1967). *Design of Surface and Near Surface Construction in Rock.* Society of Mining and Engineers of AIME. Recuperado el 2022

Garzon Marentes, J. T., Suaréz Suaréz , B. A., & Quintero Escobar, L. (2021). *Análisis de estabilidad de taludes Barrio El Arroyo [Tesis de Pregrado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito].* Repositorio Institucional. https://catalogo.escuelaing.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=22861

Hoek, E., Marinos, P., & Benisis, M. (1998). *Applicability of the Geological Strength Index (GSI) Classification for Weak and Sheared Rock Masses .*

Jacobo Mejía, C. K., & Manani Cosi, E. F. (2020). *Evaluación geotécnica del botadero número 5 para prevenir riesgos de deslizamientos en la concesión minera "San Francisco 2011" de la Provincia de Caravelí del Departamento de Arequipa [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica del Perú].* Repositorio Institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12867/3610

Lopez Quispe, E. (2022). *Análisis de estabilidad del talud por metodología 3D y propuesta de estabilización del talud en Quebrada Jilari, Cuyocuyo, Puno, 2022 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo].* Repositorio Institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12692/86567

Lopez Vinielles, J. (2022). *Aplicación de Técnicas de Interferometría Radar Satélite al Análisis de Estabilidad de Taludes en Zonas Mineras [Tesis de Postgrado, Universidad Politécnica de Madrid].* Repositorio Institucional. https://oa.upm.es/70915/

Palmstrom, A. (2005). *Measurements of and Correlations Between Block Size and Rock Quality Designation (RQD). Tunnelling and Underground Space Technology 20.*

Ramirez Oyanguren, P., & Alejano Monge, l. (2004). *Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes.*

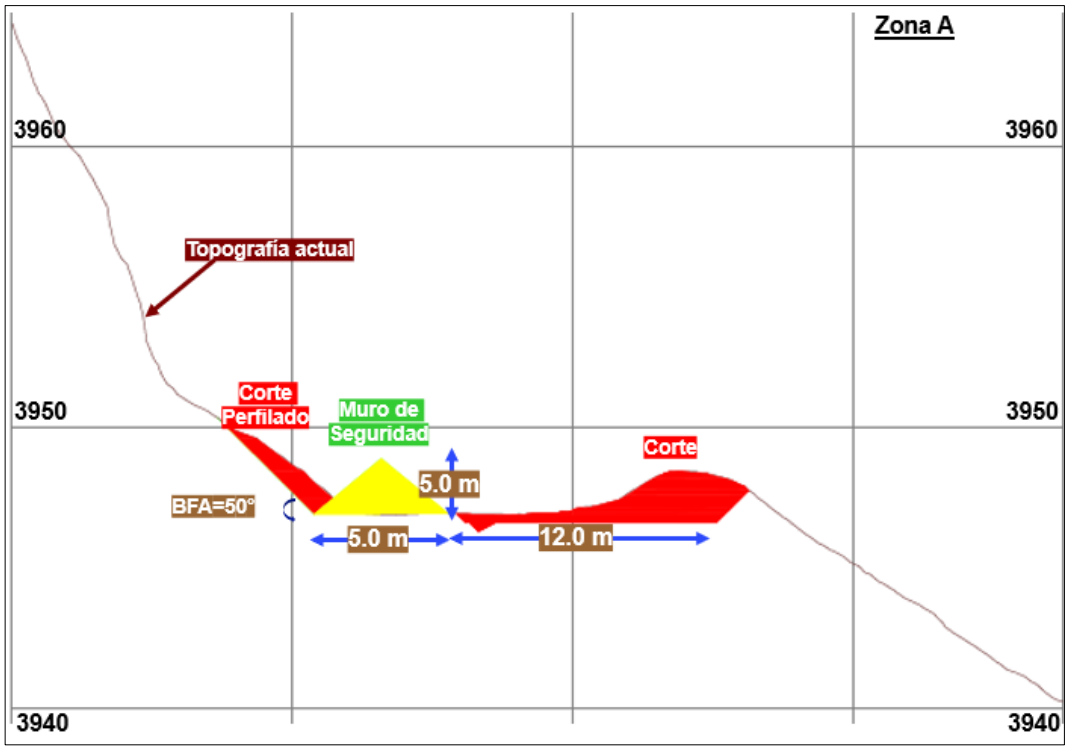
Vallejo Gaibor, G. R. (2021). *Análisis retrospectivo enfocado al diseño, construcción y operación de la Relavera Comunitaria "El Tablón" [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador].* Repositorio Institucional. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23433

Velasquez Ortiz, A. F. (2021). *Aplicación De Métodos De Análisis Retrospectivos (Back Analysis) Para Estimar El Estado De Esfuerzo De Un Túnel Del Oriente Antioqueño [Tesis de Postgrado, Universidad Nacional de Colombia].* Repositorio Institucional. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81066

ANEXOS

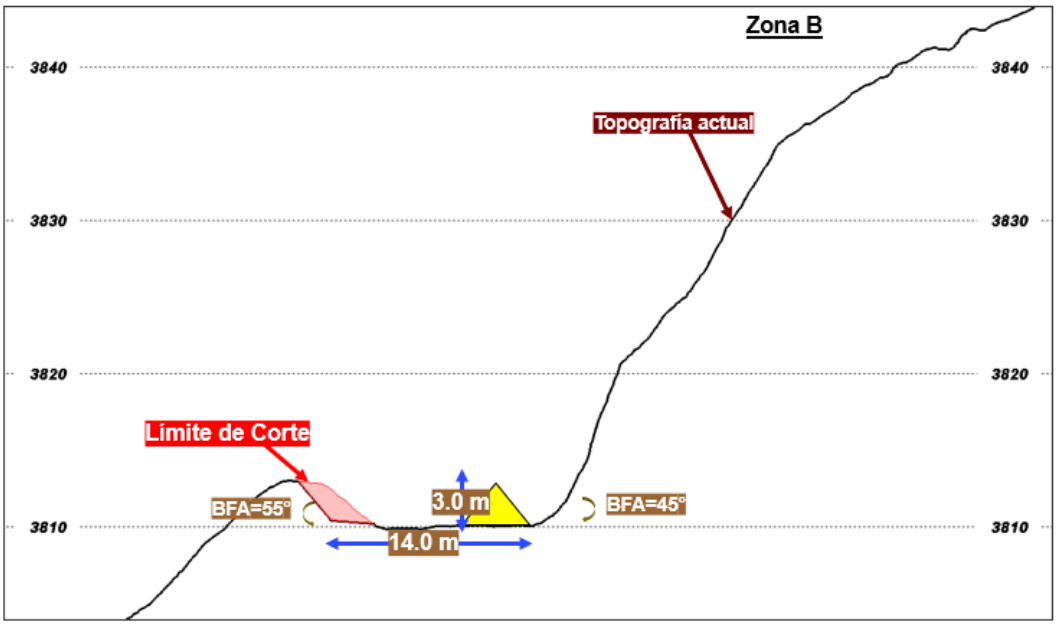
Anexo A:

Sección típica de la zona A



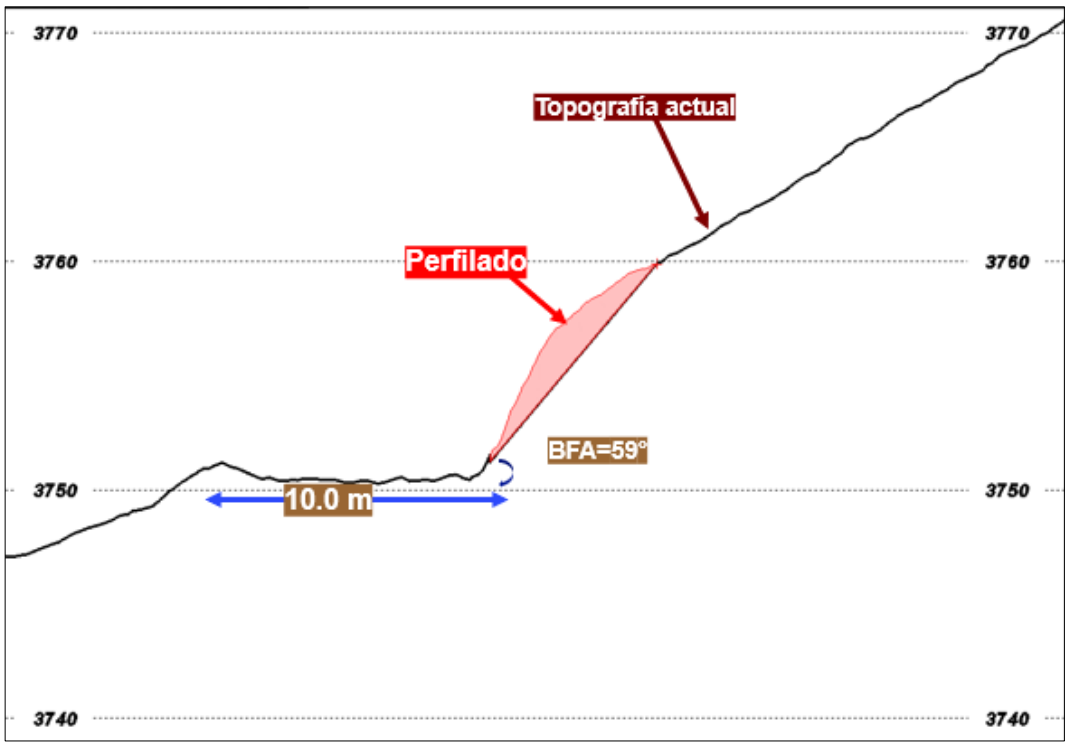
Anexo B:

Sección típica de la zona A



Anexo C:

Sección típica de la zona K



"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos : LUIS ALBERTHO CCARITA GOZME
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N° : 70574726
Correo electrónico : luis.ccaritag@gmail.com
Teléfono/Celular : 996283206

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado ( )
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía (X)
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

a) Tesis ( )
b) Trabajo de Investigación ( )
c) Trabajo de suficiencia profesional ( )
d) Trabajo académico (X)

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título : "ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON ANÁLISIS RETROSPECTIVOS; BY PASS ROAD SECTOR SUR"

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.05

c) Fecha de publicación : 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 00481742
c) ORCID : 0000-0002-8661-3806

FIRMA :

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70574726
NOMBRES Y APELLIDOS : LUIS ALBERTHO CCARITA GOZME

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 70574726

NOMBRES Y APELLIDOS : LUIS ALBERTHO CCARITA GOZME

FECHA : 2022

