

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



TESIS

**EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN
PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO
DE MINAS**

AUTOR:

Bach. Ramos Vásquez Jorge Luis

ASESOR:

M. Cs. Gonzales Yana Roberto Severino

Cajamarca – Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** RAMOS VÁSQUEZ JORGE LUIS
DNI: 71650300
Escuela Profesional: ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA DE MINAS
- Asesor:** M. Cs. Ing. Gonzales Yana Roberto Severino
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y
PROVINCIA DE HUALGAYOC
Fecha de evaluación: 29/11/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 17%
- Código Documento:** Oide:3117:410488683
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/12/2024



FIRMA DEL ASESOR
Roberto Severino Gonzales Yana



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 02/12/2024 16:46:38-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC"

ASESOR : M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0788-2024-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 12 de diciembre de 2024, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **diez días del mes de enero de 2025**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Ambiente 4J - 210, de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

- Presidente : Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
- Vocal : Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.
- Secretario : M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC", presentado por el Bachiller en Ingeniería de Minas JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ, asesorado por el M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA :³..... PTS.
 EVALUACIÓN PÚBLICA :¹¹..... PTS.
 EVALUACIÓN FINAL :¹⁴..... PTS ^{CATORCE} (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{APROBADO} con el calificativo de ^{CATORCE} acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{10.00 a.m.} horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

Dr. Ing. Crispín Zenón Quispe Mamani.
Vocal

M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.
Secretario

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130

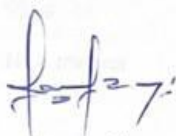



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.


Bachiller en Ingeniería de Minas: JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ.

RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
2.1. Capacidad de síntesis	3
2.2. Dominio del tema	3
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	3
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	2
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	11

Cajamarca, 10 de enero de 2025


Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente


Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani.
Vocal


M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.
Secretario


M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Asesor



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería de Minas: JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	3
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	11
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	14
EN LETRAS (A + B)	CATORCE
- Excelente 20 - 19	BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 10 de enero de 2025

Dr. Ing. Segundo Reinaldo Rodríguez Cruzado.
Presidente

M.Cs. Ing. Víctor Ausberto Arapa Vilca.
Secretario

Dr. Ing. Crispin Zenón Quispe Mamani.
Vocal

M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana.
Asesor

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Máter la Universidad Nacional de Cajamarca, a mi querida facultad de Ingeniería de Minas que me formo académicamente, fue y es mi segundo hogar, sumo mi actividad cognitiva para desarrollarme profesionalmente.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de ingeniería de Minas, por sus ideas y consejos recibidos.

A mi asesor el M.Cs. Roberto Severino Gonzales Yana, por su orientación, dedicación y apoyo incondicional durante el desarrollo de la presente investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por escribir la novela de mi vida, y guiarme en cada uno de mis pasos y siempre estar a mi lado y nunca dejarme caer, siempre ayudarme a seguir adelante ante todo obstáculo.

Dedico esta presente investigación a mis padres, Celso y Aurea que me apoyaron toda la vida a siempre seguir mis sueños y mis objetivos académicos y laborales de manera incondicional, fue muy elemental sus conocimientos profesionales que me ayudaron a desarrollar con menos trabas a mi destino laboral.

A la mujer más fuerte del mundo a la que le agradezco por ser todo lo que soy y seré, el ejemplo, mi amiga y confidente que siempre me impulso a ser mejor, a no rendirme y todo por verme feliz, porque sin ella yo simplemente sería nada, mi madre

A mis hermanos y familiares por su apoyo y consejos de aliento cuando pasaba por momentos difíciles

ÍNDICE

Pág.

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1.1. INTERNACIONALES	3
2.1.2. NACIONALES	3
2.1.3. LOCALES	4
2.2. BASES TEÓRICAS	5
2.2.1. MACISO ROCOSO	5
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS	5
2.2.3. ESTABILIDAD DE TALUDES	12
2.2.4. ESTABILIDAD DE TALUDES FINITOS	13
2.2.5. ROTURA EN ROCAS	14
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	19
CAPÍTULO III	

MATERIALES Y MÉTODOS

	Pág.
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1.1. GEOGRÁFICA	21
3.1.2. POLÍTICA	21
3.1.3. ACCESIBILIDAD	23
3.2. PROCEDIMIENTOS	24
3.2.1. PRIMERA ETAPA DE GABINETE	24
3.2.2. ETAPA DE CAMPO	24
3.2.3. SEGUNDA ETAPA DE GABINETE	24

3.3. METODOLOGÍA.....	26
3.3.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO	27
3.3.2. MUESTRA	27
3.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS	27
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	27
3.5. TÉCNICAS	27
3.6. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	29
3.7. TEMPERATURA	29
3.8. PRECIPITACIONES	30
3.9. HIDROLOGÍA	31
3.10. GEOMORFOLOGÍA	32
3.11. GEOLOGÍA LOCAL	34
3.11.1. Depósitos cuaternarios	34
3.11.2. Formación Cajamarca (Ks-ca)	34
3.12. GEOMECAÁNICA	35
3.12.1. Estación Geomecánica 01	35
	Pág.
3.12.2. Estación Geomecánica 02	42
3.12.3. Estación Geomecánica 03	48
3.12.4. Estación Geomecánica 04	54
3.12.5. Estación Geomecánica 05	60
3.12.6. Estación Geomecánica 06	66

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO	72
4.2. INESTABILIDAD DE TALUDES	72
4.3. ANÁLISIS DE DATOS	72
4.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	74

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	76
5.2. RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Pág. Tabla 1. Calidad de roca, según RQD	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Clasificación Geomecánica RMR	10
Tabla 3. Calidad de roca	11
Tabla 4. Coordenadas UTM	21
Tabla 5. Ubicación política.....	21
Tabla 6. Accesibilidad.....	23
Tabla 7. Tipos de investigación	27
Tabla 8. Operacionalización de las variables	28
Tabla 9. Resumen de datos obtenidos	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de resistencia geológica para rocas metamórficas foliadas.	8
Figura 2. Falla en un talud	12
Figura 3. Análisis de un talud finito. Método de Culmann.	14
Figura 4. Perfiles normalizados para el índice de rugosidad de una junta.	16
Figura 5. Condiciones para la ruptura plana.....	18
Figura 6. Condiciones para la ruptura en cuña	19
Figura 7. Ubicación de la zona de investigación.	22

Figura 8. Accesibilidad al centro poblado Apan alto.	23
Figura 9. Procedimiento de la investigación.	25
Figura 10. Formato de datos de campo.	28
Figura 11. T° máxima y mínima promedio	30
Figura 12. Porcentaje de precipitación	31
Figura 13. Red hidrológica.	32
Figura 14. Geomorfología de la zona de investigación.	33
Figura 15. Valoración GSI igual a 67 de la EG-01	37
Figura 16. Análisis en Rocdata de la EG-01.....	38
	Pág.
Figura 17. Análisis de polos en software Dips de la EG-01.	39
Figura 18. Análisis cinemático por rotura planar igual a 54.9% en EG-01.	40
Figura 19. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 17.97% EG-01.	41
Figura 20. Valoración GSI igual a 70 de la EG-02.	43
Figura 21. Análisis en Rocdata de la EG-02.....	44
Figura 22. Análisis de polos en software Dips de la EG-02	45
Figura 23. Análisis cinemático por rotura planar igual a 1.96% en EG-02.	46
Figura 24. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 2.28% de la EG-02.	47
Figura 25. Valoración GSI de la EG-03.	49
Figura 26. Análisis en Rocdata de la EG-03.....	50
Figura 27. Análisis de polos en software Dips de la EG-03.	51
Figura 28. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-03.	52
Figura 29. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-03.	53
Figura 30. Valoración GSI de la EG-04.	55
Figura 31. Análisis en Rocdata de la EG-04.....	56
Figura 32. Análisis en software Dips de la EG-4.	57
Figura 33. Análisis cinemático por rotura planar igual a 22% en EG-04.	58
Figura 34. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 21.59% EG-04.	59
Figura 35. Valoración GSI de la EG-05.	61
Figura 36. Análisis en Rocdata de la EG-05.....	62
Figura 37. Análisis de polos en software Dips de la EG-05.	63
Figura 38. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-05.	64
Figura 39. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-05.	65

Figura 40. Valoración GSI de la EG-06.	67
Figura 41. Análisis en Rocdata de la EG-06.....	68
Figura 42. Análisis de polos en software Dips de la EG-06.	69
Figura 43. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-06.	70
Figura 44. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-06.	71
Figura 45. Valoración de RMR en las estaciones geomecánicas.	73
Figura 46. Valoración GSI de las estaciones geomecánicas.	73
Figura 47. Porcentaje de ocurrencia de rotura planar.	74
Figura 48. Porcentaje de ocurrencia rotura en cuña.	74

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Depósitos coluvio-aluviales en la parte superior.	34
Foto 2. Estratos de roca de caliza de la Formación Cajamarca.	35
Foto 3. Estación geomecánica 01, calizas de la Fm. Cajamarca.	36
Foto 4. Estación geomecánica 02, medición de la persistencia.	42
Foto 5. Estación geomecánica 03, estimación de la resistencia uniaxial.	48
Foto 6. Estación geomecánica 04, medición del espaciado.	54
Foto 7. Estación geomecánica 05, midiendo dip y dip direction	60
Foto 8. Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 06	66

LISTA DE ABREVIATURAS

β	:	Ángulo de anisotropía
c	:	Cohesión
e	:	Relación de vacíos
E_i	:	Módulo de deformación de la roca intacta
Es	:	Esquistosidad
ϕ	:	Ángulo de fricción
FSi	:	Factor de seguridad
g	:	Aceleración de la gravedad
G	:	Gravedad específica
ρ_d	:	Peso específico seco
ρ_{sat}	:	Peso específico saturado

GM	:	<i>Silty gravel</i> (Grava limosa)
GSI	:	<i>Geological strength index</i> (Índice de resistencia geológica)
GW	:	<i>Well-graded gravel</i> (Grava bien graduada)
J₁, J₂, J₃	:	Juntas principales
JCS	:	Resistencia a la compresión de la junta)
JRC	:	Coefficiente de rugosidad de la junta
Km	:	Kilómetro
M	:	metro
Mpa	:	Megapascal
MR	:	Relación modular
PGA	:	<i>Peak ground acceleration</i> (Aceleración pico del terreno)
Prof.	:	Profundidad
RCS	:	<i>Rock compressive strength</i> (Resistencia a la compresión de la roca)
RQD	:	<i>Rock quality designation</i> (Designación de la calidad de la roca)
RMR	:	<i>Rock mass rating</i>
σ_{c90}	:	Resistencia a compresión uniaxial en $\beta = 90^\circ$
SMR	:	<i>Slope mass rating</i>
SUCS	:	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
SET	:	Conjunto o familia de juntas

RESUMEN

La concesión Pedregal se ubica en el centro poblado Apan Alto, distrito y provincia de Hualgayoc en el Departamento de Cajamarca, donde afloran rocas sedimentarias que pertenece a la formación Cajamarca. Considerando como objetivo principal evaluar la geomecánica de los taludes en la concesión Pedregal y como objetivos secundarios realizar el cartografiado geológico-geomecánico, calcular la inestabilidad de los taludes y elaborar los distintos mapas temáticos. El cartografiado geológico-geomecánico se realizó en seis estaciones (EG-01, EG-02, EG-03, EG-04, EG-05, EG-06), realizando el cálculo de RQD, GSI, RMR y probabilidad de rotura que están asociados al comportamiento del macizo rocoso. Los distintos parámetros geomecánicos del macizo rocoso resulta clave para un excelente estudio geomecánico. Donde se puede colegir que del cartografiado geológico geomecánico en la concesión Pedregal se obtuvo rocas de buena calidad con un valor RMR mayor a 70 en todas las estaciones geomecánicas, así mismo se calculó la inestabilidad de los taludes mediante análisis cinemático en el software Dips de las seis estaciones geomecánicas propuestas, donde se obtuvo dos estaciones geomecánicas (EG01 y EG-04) en estado crítico con probabilidad de falla para rotura planar y rotura en cuña, cuatro estaciones geomecánicas (EG-02, EG-03, EG-05 y EG-06) sin presencia de probabilidad de falla.

PALABRAS CLAVE: Análisis cinemático, discontinuidades, geomecánica, talud.

ABSTRACT

The Pedregal concession is located in the Apan Alto town center, district and province of Hualgayoc in the Department of Cajamarca, where sedimentary rocks that belong to the Cajamarca formation emerge. Considering as the main objective to evaluate the geomechanics of the slopes in the Pedregal concession and as secondary objectives to carry out the geological-geomechanical mapping, calculate the instability of the slopes and prepare the different thematic maps. The geological-geomechanical mapping was carried out at six stations (EG-01, EG-02, EG-03, EG-04, EG-05, EG-06), calculating RQD, GSI, RMR and probability of failure that They are associated with the behavior of the rock mass. The different geomechanical parameters of the rock mass are key to an excellent geomechanical study. Where it can be deduced that from the geomechanical geological mapping in the Pedregal concession, good quality rocks were obtained with an RMR value greater than 70 in all geomechanical stations, likewise the instability of the slopes was calculated through kinematic analysis in the Dips software of the six proposed geomechanical stations, where two geomechanical stations (EG-01 and EG-04) were obtained in critical state with probability of failure for planar breakage and wedge breakage, four stations geomechanical (EG-02, EG-03, EG-05 and EG-06) without the presence of probability of failure.

KEYWORDS: kinematic analysis, discontinuities, geomechanics, slope.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La región Cajamarca es conocida por albergar yacimientos no metálicos, que contribuyen un representativo valor económico para su desarrollo; sin embargo, ha sido relevado a un segundo lugar debido a la producción y extracción de minerales metálicos como es el caso del oro, cobre, plata entre otros.

La provincia de Hualgayoc se la conoce por tener numerosos productores de cal, los cuales dinamizan la economía de la provincia, ya que son proveedores locales de la gran minería metálica que se realiza en la provincia de Hualgayoc.

La Cantera Nube Blanca se encuentra en la concesión Pedregal se ubicada en el centro poblado de Apan Alto, distrito, provincia de Hualgayoc en la región de Cajamarca. Los taludes de la concesión Pedregal están emplazados en la Formación Cajamarca, los cuales se encuentran fracturados y meteorizados en bajo grado de intensidad, éstos están siendo afectados por precipitación, infiltración, sismicidad y discontinuidades quienes interactúan entre sí generando la inestabilidad de taludes. Por las razones mencionada nos realizamos la siguiente pregunta ¿Cuál es la evaluación geomecánica de taludes en la concesión Pedregal en el distrito y provincia de Hualgayoc?

El desarrollo de la tesis busca relacionar las variables litología, precipitaciones del mismo modo conocer la inestabilidad de los taludes, para obtener resultados a través del mapeo geológico - geomecánico que generen confiabilidad en la obtención de resultados. La información de la investigación será de gran importancia para la toma de decisiones del residente de la concesión Pedregal y un aporte a trabajos de ingeniería relacionados a las ciencias geológicas. Teniendo como limitación el presupuesto y uso de laboratorios de última generación.

La presente tesis tiene como objetivo general evaluar la geomecánica de los taludes en la concesión Pedregal y como objetivos específicos realizar el cartografiado geológico – geomecánico; Calcular la inestabilidad de los taludes y elaborar mapas temáticos.

El estudio se divide en cinco capítulos: En el capítulo I, se recrea el problema de investigación, relacionando con las variables a evaluar y los objetivos planteados. El capítulo II, se realiza la revisión bibliográfica comparando con diferentes estudios relacionado con la inestabilidad de taludes. En el capítulo III, se realiza la descripción del área de investigación aplicando: materiales y métodos a utilizar. El capítulo IV, se realiza la discusión y resultados obtenidos del mapeo geológico – geotécnico y aplicación de softwares geotécnicos y finalmente en el capítulo V se presenta las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. INTERNACIONALES

Gibson et al. (2020), analiza los efectos de diferentes configuraciones de taludes en el desempeño de los taludes en lo que se refiere a la estabilidad de las cuñas, el volumen de roca contenido de manera segura en las bermas y el desprendimiento de rocas en su estudio sobre Consideraciones en la optimización del banco geometrías de ángulo y ancho de berma para minas a tajo abierto.

Flores & Oporta (2019), en su tesis “Evaluación de estabilidad de talud en el Mirador de Catarina, Nicaragua” tiene como objetivo determinar la estabilidad de taludes naturales en el Mirador inducido por cargas estáticas y dinámicas, para ello utiliza el método de recolección de datos y posterior análisis de estabilidad mediante el Método de Equilibrio Límite. Concluye, el análisis estático y dinámico se plasman en los mapas elaborados, que muestran las zonas de amenazas: alta, media y baja.

2.1.2. NACIONALES

Sánchez (2021), presentó una Metodología para el cálculo de parámetros geométricos de diseño en el control de la estabilidad de taludes aplicando programación Visual Lisp y Visual Basic y logró realizar el cálculo del BFA, CBW e IRA mediante la aplicación de la nueva metodología utilizando lenguajes de programación, con lo cual se puede evaluar el grado final de los taludes y la aceptabilidad o confiabilidad del cumplimiento de los parámetros geométricos de diseño.

Cuyubamba (2019), en su tesis titulada Zonificación geomecánica para optimizar el diseño de malla de perforación y voladura - Unidad Minera Parcoy- Consorcio Minero Horizonte SA, llega a las siguientes conclusiones: 1). La zonificación geomecánica permite optimizar significativamente el diseño de la

mallas de perforación y voladura en la Unidad Minera Parcoy de Consorcio Minero Horizonte S.A. 2). En el trabajo de zonificación geomecánica, se determinó la clasificación de la calidad de la masa rocosa mediante el uso de la clasificación geomecánica de Bieniawski, del cual se obtuvo que la masa rocosa del Nivel 2265 tiene un índice RMR entre 31 a 40, esto significa que la roca es de calidad IV A, que se cataloga como roca mala.

2.1.3. LOCALES

Terán (2022), el estudio “Evaluación Geotécnica y Diseño del Tajo Esmael de la Empresa Cal Plus, Concesión Colquirrumi 49-C Distrito, Provincia de Hualgayoc - Cajamarca” donde describe, analiza, calcula e interpreta el comportamiento geotécnico – estructural, realiza el diseño de explotación. Calificando rocas de buena a muy buena calidad, una estimación de reservas para 15.56 años, donde concluye que los parámetros geomecánicos del diseño del tajo son: altura de banco = 2.0 m.; quebradura = 0.35 m. ancho rampa = 4.50 m.; ancho berma = 2.40 m.; ángulo de banco = 80° y ángulo final de banco = 33°.

Montoya (2018), realizó el expediente técnico del proyecto minero No Metálico – Agustín De La Cruz Vásquez. El proyecto minero se ubica en la concesión minera no metálica “CARMENCITA 2006 I”, ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de Hualgayoc, distrito de Bambamarca y caserío Frutillo Alto. Que está formada por calizas gris azuladas de la Formación Cajamarca con ley de pureza de CaCO_3 del 92% definiendo parámetros geomecánicos de roca con buena calidad obteniendo un RQD = 75%, RMR = 70 de calidad buena y clase II.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MACISO ROCOSO

Es el conjunto de los bloques de matriz rocosa y de las discontinuidades de diverso tipo que afectan al medio rocoso. Mecánicamente los macizos rocosos son medios discontinuos, anisótropos y heterogéneos. (González de Vallejo, 2004).

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS

2.2.2.1. Clasificación de la Masa de Roca (RMR)

El sistema Rock Mass Rating (RMR) fue desarrollada por Bieniawski durante 1972 – 1973. Fue modificada a lo largo de los años, a medida que más historias de casos se hicieron disponibles, para cumplir con las normas y procedimientos internacionales.

Obtención de la data de campo:

Para determinar la calidad del macizo rocoso, éste se divide en dominios estructurales, es decir, en zonas limitadas por discontinuidades geológicas, dentro de las cuales la estructura es más o menos homogénea. Después que las regiones estructurales han sido identificadas, los parámetros de clasificación para cada región son determinados de medidas en el campo y registrados en una hoja de datos (Bieniawski 1989).

Estimación del Rock Mass Rating (RMR):

Los siguientes seis parámetros son usados para clasificar el macizo rocoso usando el sistema RMR: resistencia a compresión simple del material rocoso, rock quality designation (RQD), espaciado de las juntas, condición de las juntas, condición del agua subterránea y orientación de las discontinuidades.

Las calificaciones de los cinco primeros parámetros se suman para obtener lo que se denomina RMR básico. El RMR final, se calcula con la siguiente expresión:

$$RMR_{final} = RMR_{básico} + [Ajuste \text{ para la orientación de las juntas}]$$

2.2.2.2. Índice de Resistencia Geológica (Geological Strength Index GSI)

El GSI es el primer punto de entrada dentro del sistema de Hoek - Brown para estimar las propiedades mecánicas del macizo rocoso. La clasificación GSI se estima a partir del examen visual de dos de las características físico - mecánicas de un macizo rocoso: la macroestructura y la condición de las superficies de las discontinuidades.

La tabla GSI original introducida por Hoek (1994) ha tenido varias modificaciones, siendo la última versión la de Hoek, Marinos y Benissi (1998). Según Truzman (2000), la tabla GSI no se adaptaba bien a las rocas metamórficas observadas

en los túneles en varios proyectos ferroviarios en Venezuela; por esta razón, desarrolló una nueva tabla GSI con modificaciones menores (ver figura 2.1), que incluyen afloramientos con diferentes porcentajes de foliados y no foliados. En 2007, el autor realizó una modificación adicional para incluir a los macizos rocosos metamórficos no foliados.

2.2.2.3. Clasificación del Macizo en Taludes (Slope Mass Rating SMR)

Para evaluar la estabilidad de taludes en un macizo rocoso, Romana (1985, 1993, 1995) propuso un sistema de clasificación denominado Slope Mass Rating (SMR). El índice geomecánico SMR se calcula sumando cuatro factores de corrección al RMR básico (ver Tabla 2.3). Se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$SMR = RMR_{básico} + (F_1 \times F_2 \times F_3) + F_4$$

Donde:

$RMR_{básico}$ = es evaluado de acuerdo con Bieniawski (1989) mediante la suma de la calificación de cinco parámetros (Ver Sección 2.2.2.1).

F_1 , F_2 y F_3 = son factores de ajuste relacionados a la orientación de las juntas con respecto a la orientación del talud.

F_4 = es el factor de corrección por el método de excavación.

Factores de ajuste del SMR

El cálculo de los factores de ajuste del SMR se presentan en la Tabla 2.2. Para facilitar el cómputo de estos factores, Riquelme *et al.* (2014) desarrollaron la herramienta SMRTool para la aplicación de la clasificación geomecánica Slope Mass Rating. Ésta permite calcular los factores de ajuste F_1 , F_2 y F_3 de los vectores “dip” del talud y la discontinuidad (o la línea de intersección de planos, en el caso de la cuña). Además, calcula automáticamente los ángulos auxiliares A, B y C, así como el tipo de falla (cuña, planar o vuelco). Finalmente, presenta la clasificación SMR indicando su descripción, estabilidad, modos de falla y sistema de sostenimiento recomendado por Romana (1985).

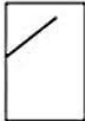





INDICE DE RESISTENCIA GEOLÓGICA (GSI) PARA LAS ROCAS METAMÓRFICAS DE LA CORDILERA DE LA COSTA DE VENEZUELA		BRECHADA/CIZALLADA				
A partir de la descripción de la estructura y las condiciones de la superficie de la masa rocosa, seleccionar el intervalo apropiado de esta gráfica. Estimar el valor promedio del GSI de dicho intervalo. No intentar ser tan preciso. Escoger un rango de GSI de 36 a 42 es más aceptable que fijar un GSI=38. También es importante reconocer que el criterio de hoek-brown debería ser aplicado solamente en macizos rocosos donde el tamaño de los bloques o fragmentos es pequeño comparado con el tamaño de la excavación a ser evaluada. Cuando el tamaño de los bloques individuales es aproximadamente mayor a un cuarto de la dimensión de la excavación, generalmente la falla estaría controlada por la estructura y el criterio de hoek-brown no debería ser utilizado.		DISMINUCION EN CALIDAD DE SUPERFICIE →				
ESTRUCTURA		MUY BUENA Rugosa, superficies cerradas sin meteorización	BUENA Rugosa, ligeramente meteorizada, abertura < 1mm, rellenos duros	MEDIA Plana, moderadamente meteorizada, abertura 1 - 5 mm, rellenos duros y blandos	MALA Espejos de falla, superficies muy meteorizadas con abertura > 5 mm, predominan los rellenos blandos	MUY MALA Espejos de falla, superficies muy meteorizadas y abiertas con rellenos blandos
	INTACTA O MASIVA: macizo rocoso con pocas discontinuidades, carentes de planos de foliación. Ej. Cuarzitas, anfibolitas o mármoles	90	80	N/A	N/A	N/A
	POCO FOLIADA: macizo rocoso parcialmente fracturado con hasta tres sistemas de discontinuidades. Puede contener intercalaciones delgadas de rocas foliadas. Ej. Cuarzita fracturada intercalada ocasionalmente con esquistos y/o filitas	70	60			
	MODERADAMENTE FOLIADA: macizo rocoso fracturado constituido por intercalaciones de rocas foliadas y no foliadas en proporciones semejantes. Ej. Intercalaciones de esquistos y/o filitas con mármoles fracturados en proporción similar	50	40			
	FOLIADA: macizo rocoso plegado y/o fallado, muy fracturado, donde predominan las rocas foliadas, con ocasionales intercalaciones de rocas no foliadas. Ej. Esquistos y/o filitas muy fracturadas intercaladas ocasionalmente con mármoles lenticulares	30	20			
	MUY FOLIADA: macizo rocoso plegado, altamente fracturado, constituido únicamente por rocas muy foliadas. Ej. Esquistos y/o filitas muy fracturadas sin la presencia de mármoles, gneises o cuarzitas					
	BRECHADA/CIZALLADA: macizo rocoso muy plegado, alterado tectónicamente, con aspecto brechoide. Ej. Brecha de falla o zona influenciada por fallas cercanas	N/A	N/A		10	5
		← AUMENTO EN LA PRESENCIA DE ROCAS FOLIADAS				

Figura 1. Índice de resistencia geológica para rocas metamórficas foliadas.

Fuente: Truzman (2000)

2.2.2.4. Índice de calidad de la roca (RQD)

El geólogo norteamericano D. Deere, que desarrollaba un trabajo profesional en el ámbito de la mecánica de rocas, postulo que la calidad estructural de un macizo rocoso puede ser estimada a partir de la información dada por la recuperación de testigos intactos.

Sobre esta base propone el índice cuantitativo RQD, el cual se define como el porcentaje de testigos recuperables con una longitud mayor o igual a 10cm (Gavilanes 2004).

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud total de testigos} \geq 10\text{cm}}{\text{Longitud Total}} * 100$$

RQD para recuperación de testigos.

El RQD, también puede ser calculado usando la siguiente expresión matemática:

$$RQD = 100e^{-(0.1\lambda)(0.1\lambda+1)}$$

para macizos rocosos.

Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de discontinuidades}}{m \text{ Determinación}}$$

Lamda.

Basándose en los rangos de los valores del RQD, el macizo rocoso puede ser caracterizado según la valoración siguiente:

Tabla 1 Calidad de roca, según RQD

RQD (%)	Calidad de roca
100 - 90	Muy buena
90 - 75	Buena
75 - 50	Mediana
50 - 25	Mala
25 - 0	Muy mala

2.2.2.5. Clasificación Geomecánica de Bieniawski (RMR 89)

Desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en 1979 y 1989, constituye un sistema en la clasificación de los macizos rocosos que permite a su vez relacionar los índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo, de excavación y de sostenimiento en túneles (González de Vallejos 2004).

El RMR se calcula a través de los siguientes parámetros, donde a cada uno se le da un respectiva una puntuación y luego se aplica la suma de valores.

1. Resistencia compresiva uniaxial del macizo rocoso (σ_c).
2. Designación de calidad de roca (RQD) 3. Espaciamiento de las discontinuidades.
4. Condición de las discontinuidades.
5. Condición de agua subterránea.
6. Orientación de las discontinuidades.

Siendo así que el valor del RMR se calcula de siguiente manera, a través de esta fórmula:

$$RMR = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6$$

En la presente investigación se ha considerado los cinco primeros parámetros mencionados con anterioridad y calcularemos el RMR de la siguiente forma:

$$RMR = 1 + 2 + 3 + 4 + 5$$

El valor cuantitativo que se le dan a cada parámetro está expuesto en el cuadro siguiente:

PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN		RANGO DE VALORES							
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo de carga puntual	>10MPa	10 - 4MPa	4 - 2MPa	2 - 1MPa	Compresión Simple(Mpa)		
		Compresión simple	>250MPa	50 - 00MP	100 - 50MPa	50 - 25MPa	25 - 5MPa	5 - 1Mpa	<1MPa
	Puntuación	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD		90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades		>2m	0.6 - 2m	0.2 - 0.6m	6 - 20cm	<6cm		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1m	1 - 3m	3 - 10m	10 - 20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0.1mm	0.1 - 1.0mm	1 - 5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno Duro	Relleno Duro	Relleno Blando < 5mm	Relleno Blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	L. Alterada	M. Alterada	Muy alterada	Desconpuesta		
Puntuación	6	5	3	1	0				
5	Flujo de agua	Relación: Presión de agua/Tensión principal mayor	0	0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		Condiciones generales	Seco	L. Humedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
	Puntuación		15	10	7	4	0		

Tabla 3. Calidad de roca.

RMR (%)	Calidad de roca
100 - 81	Muy buena
81 - 61	Buena
61 - 41	Mediana
40 - 20	Mala
19 - 0	Muy mala

2.2.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

2.2.3.1. TALUD

A una superficie de suelo expuesto que se sitúa en un ángulo con la horizontal se le llama talud sin restricciones. La pendiente puede ser natural o construida. Si la superficie del suelo no es horizontal, un componente de la gravedad hará que el suelo se mueva hacia abajo, como se muestra en la figura siguiente. Si la pendiente es lo suficientemente grande, puede ocurrir falla de la pendiente, es decir, la masa de suelo en la zona *abcdea* puede deslizarse hacia abajo. La fuerza motriz supera la resistencia del suelo al corte a lo largo de la superficie de ruptura (Braja 2015).



Figura 2. Falla en un talud

En la figura 2, se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud. Esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por facilidad y sin mayor error a una circunferencia, aunque pueden existir formas algo diferentes, en la que por lo general influye la secuencia geológica local, el perfil estratigráfico y la naturaleza de los materiales. Estas fallas son llamadas de rotación.

2.2.3.2. Factor de Seguridad (FS)

Analizar la estabilidad de taludes es determinar el factor de seguridad. En general, el factor de seguridad se define como.

$$\square_f$$

$$FS_s = \frac{R}{\tau_d}$$

Factor de seguridad.

Donde:

FS_s = *factor de seguridad con respecto a la resistencia*

τ_f = *resistencia media del suelo al corte*

τ_d = *esfuerzo cortante promedio a lo largo de la superficie de falla*

Cuando FS es igual a 1.0, el talud está en un estado de fallo inminente. En general, un valor de 1.5 para el factor de seguridad con respecto a la resistencia es aceptable para el diseño de un talud estable Braja (2015).

2.2.4. ESTABILIDAD DE TALUDES FINITOS

Cuando el valor de Hcr se aproxima a la altura del talud, éste generalmente se considerará finito. Cuando se analiza la estabilidad de un talud definido en un suelo homogéneo, por simplicidad, tenemos que hacer una suposición acerca de la forma general de la superficie de falla potencial. Aunque existe una considerable evidencia de que las fallas de los taludes suelen aparecer las superficies de falla curvas, Culmann (1875) aproxima la superficie de falla potencial como un avión. El factor de seguridad, el FS, calculado mediante la aproximación de Culmann da muy buenos resultados sólo para laderas casi verticales. Después de una extensa investigación de fallas de pendientes en la década de 1920, una comisión geotécnica sueca recomienda que la superficie real de deslizamiento se puede aproximar a ser circularmente cilíndrica (Braja 2015).

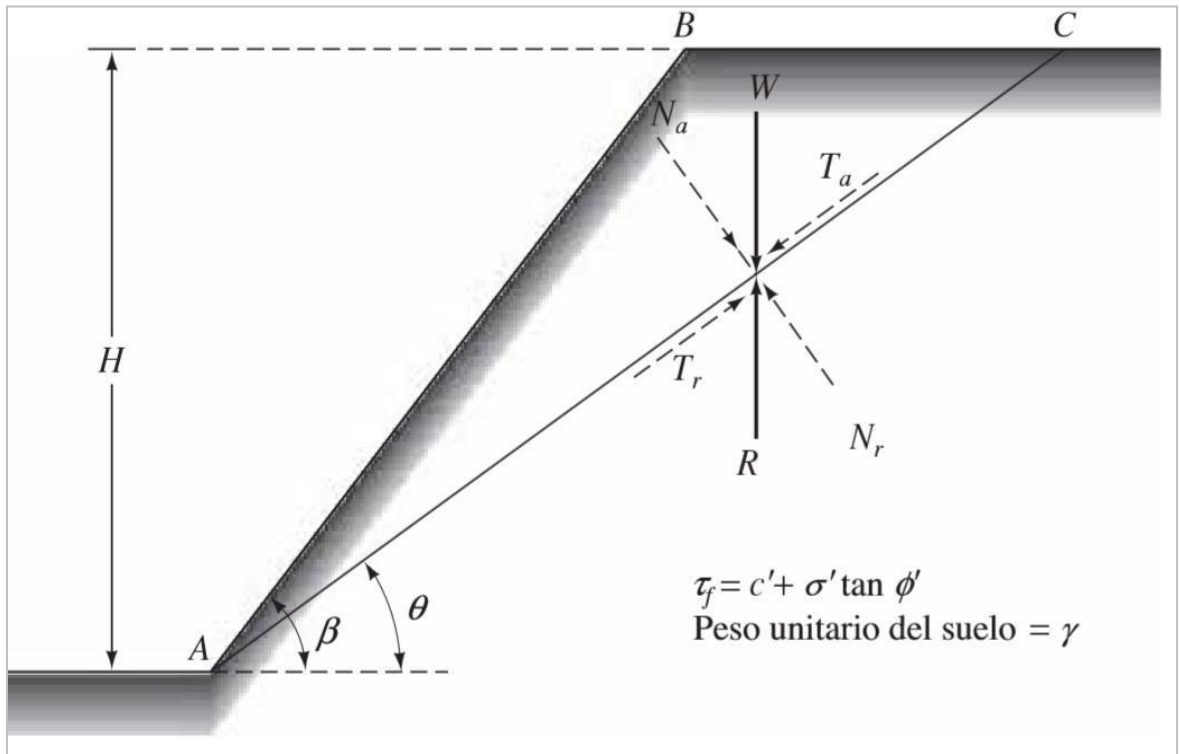


Figura 3: Análisis de un talud finito. Método de Culmann.

Donde el valor crítico viene representado por la siguiente ecuación.

$$c_d = \frac{H \left[1 - \frac{\sin \beta \cos \theta}{\cos(\beta - \theta)} \right] \gamma}{4 \left[\cos(\beta - \theta) - \frac{\sin \beta \cos \theta}{\cos(\beta - \theta)} \right]}$$

La altura máxima del talud para el que se produce el equilibrio crítico se puede obtener mediante la sustitución de $c_d = c$ y $\gamma_d = \gamma$, por lo tanto.

$$H_{cr} = \frac{4c \left[\frac{\sin \beta \cos \theta}{\cos(\beta - \theta)} \right]}{\left[1 - \cos(\beta - \theta) \right]}$$

2.2.5. ROTURA EN ROCAS

Los diferentes tipos de rupturas están condicionados por el grado de fracturación del macizo rocoso y por la orientación y distribución de las discontinuidades con respecto al talud, quedando la estabilidad definida por los parámetros resistentes de las discontinuidades y de la matriz rocosa. Como se presentan en los macizos duros o resistentes, las discontinuidades determinan la situación de los planos de ruptura.

Presentándose los modelos de ruptura más frecuentes son ruptura: plana y en cuña Pozo (2015).

2.2.5.1. Criterio de rotura de Juntas de Barton

La naturaleza las discontinuidades son comúnmente rugosas, siendo además su rugosidad muy irregular. Barton inicialmente en 1973 y sus colaboradores a lo largo de los años 1970 a 1990 analizaron en detalle el comportamiento resistente de pico de juntas rugosas naturales sin relleno y propusieron que la ecuación que describe dicho comportamiento se podía escribir de la forma:

$$\tau = \sigma n. \operatorname{tg} [\varnothing b + JRC. \log_{10} (JCS\sigma n)]$$

Donde:

JRC: Coeficiente de rugosidad de la junta.

JCS: Resistencia a la compresión simple de los labios de la discontinuidad.

El ángulo de fricción básico, $\varnothing b$, se utiliza en el caso de que la superficie no esté meteorizada ni húmeda: si esto no ocurre así, habrá que sustituir $\varnothing b$ por $\varnothing r$ que es el ángulo de fricción residual y que se puede calcular según proponen Barton y Choubey (1977) mediante la expresión:

$$\varnothing r = (\varnothing b - 20^\circ) + 20. (r/R)$$

Donde r es el rebote del martillo de Schmidt o esclerómetro en superficies húmedas y meteorizadas, tal y como se suelen encontrar normalmente en campo, y R es el rebote del martillo de Schmidt en superficies lisas no alteradas de la misma roca. El ángulo básico de fricción está tabulado para distintos tipos de rocas y suele variar de entre 25° a 30° para rocas sedimentarias a entre 30 y 35° para rocas metamórficas e ígneas. También se puede obtener mediante ensayos de inclinación con testigos o “tilt tests”, y con ensayos de corte directo en laboratorio sobre superficies de roca sanas, lisas y secas.

El índice de rugosidad de la junta o JRC se puede obtener de una serie de perfiles normalizados que propusieron Barton y Choubey (1977) y que se presentan en la Figura 4.

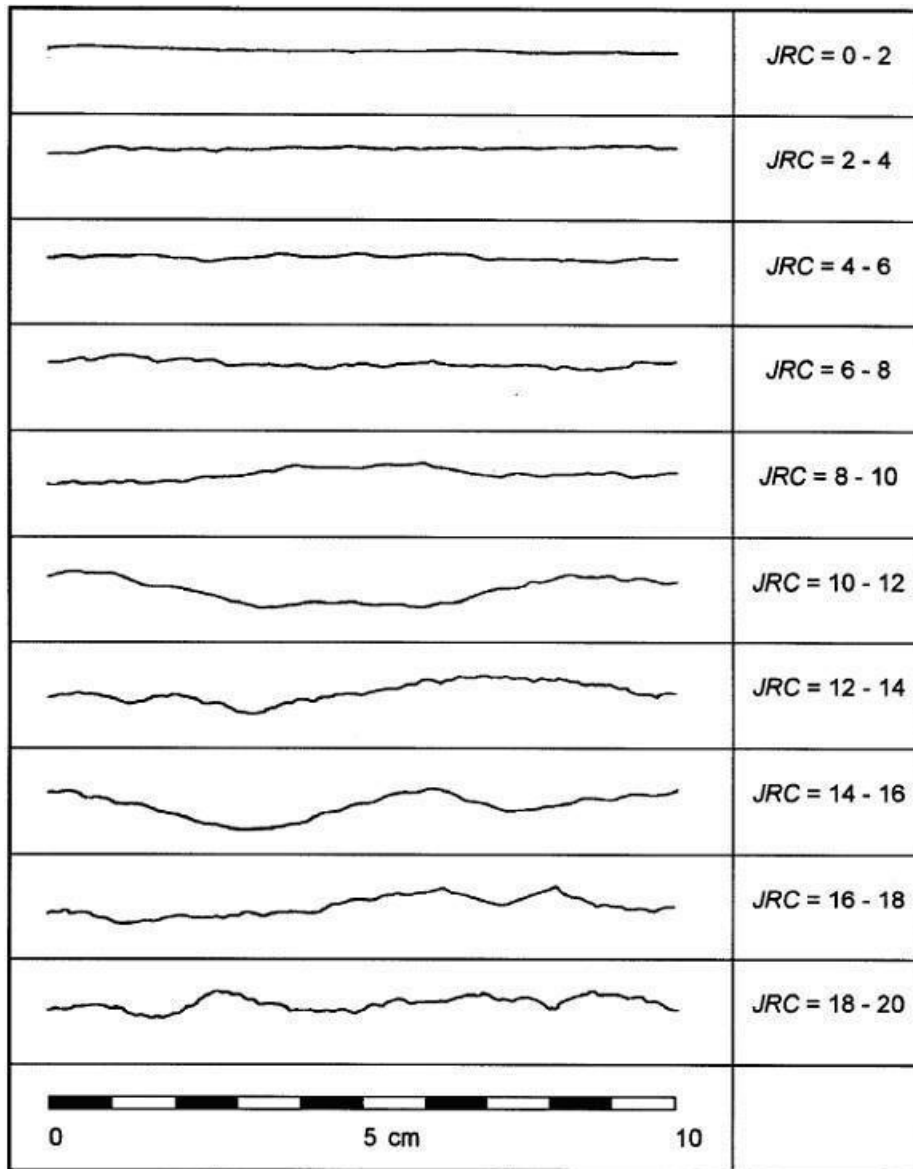
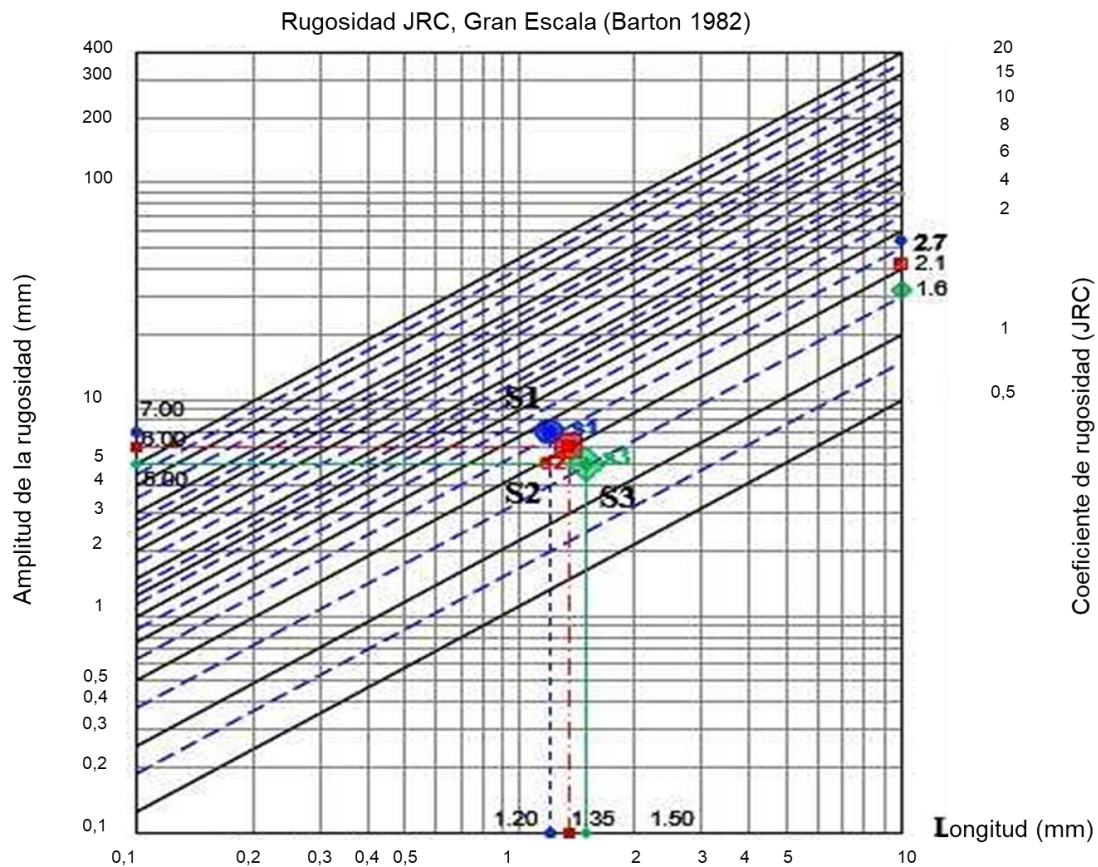


Figura 4
 . Perfiles normalizados para el índice de rugosidad de una junta.

Fuente: Ramírez y Alejano (2004)

Más tarde Barton y Bandis (1982) publicó un método alternativo para estimar el índice de rugosidad de una junta, JRC, a partir de medidas de amplitud de las asperezas (para lo cual resulta adecuado utilizar el denominado peine de Barton) y de la longitud de la junta; con estos datos y entrando en el ábaco de la Figura 2.4. se obtendrá el valor de JRC. Este ábaco se puede utilizar en conjunto con el peine de Barton que permite ver la rugosidad para hasta 30 cm. de discontinuidad. Algún tiempo más tarde Barton (1987) publicó una tabla que relaciona el índice Jr, que como se verá más adelante se utiliza en su sistema de clasificación geomecánica de índice Q, con el valor de JRC.



Los ensayos de inclinación se toman dos bloques de roca asociados a los labios de una discontinuidad y se van inclinando lentamente hasta que el bloque superior desliza sobre el inferior. Esto ocurrirá para un determinado ángulo de inclinación al que denominaremos “ α ”. El valor del *JRC* se puede estimar a partir de este valor mediante la siguiente expresión:

$$JRC = (\alpha - \phi) / \log_{10}(JCS/\sigma_n)$$

Este último procedimiento suele dar lugar a valores de *JRC* diferentes de los obtenidos mediante los procedimientos indicados anteriormente, lo que pone de manifiesto que la definición de un índice de rugosidad para las discontinuidades es más difícil de lo que parece.

2.2.5.2. Rotura Planar

Se entiende por ruptura planar, como aquella en el que el deslizamiento se produce a través de una única superficie plana. Siendo la más sencilla de las formas de ruptura posibles se produce cuando existe una fracturación dominante en la roca y convenientemente orientada respecto al talud.

La representación semiesférica en la red de Schmidt de esta condición se observa en la Figura 2.5, se prevé el deslizamiento cuando el rumbo de la familia de discontinuidades es similar al del talud y su buzamiento menor que este.

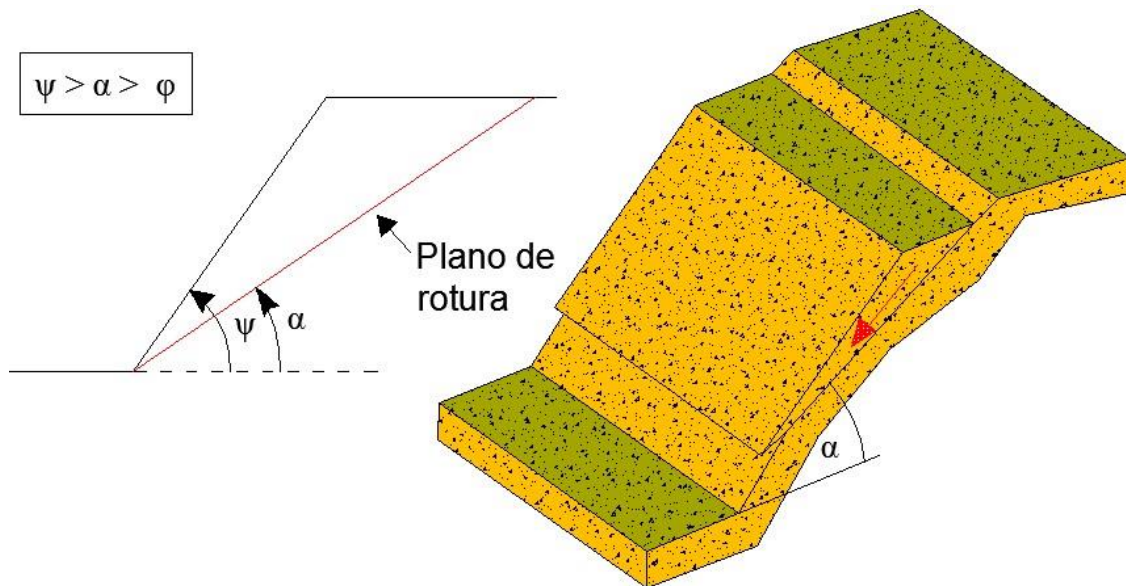


Figura 5 Condiciones para la ruptura plana
Fuente: González de Vallejo (2002)

2.2.5.3. Rotura en Cuña

Corresponde al deslizamiento de un bloque en forma de cuña, formado por dos planos de discontinuidad, a favor de su línea de intersección. Para que se produzca este tipo de ruptura, los dos planos deben aflorar en la superficie del talud, y deben cumplir iguales condiciones que para la ruptura planar, siendo el buzamiento la línea de intersección; suele presentarse en macizos con varias familias de discontinuidades, cuya orientación, espaciado y continuidad determinan la forma y volumen de la cuña.

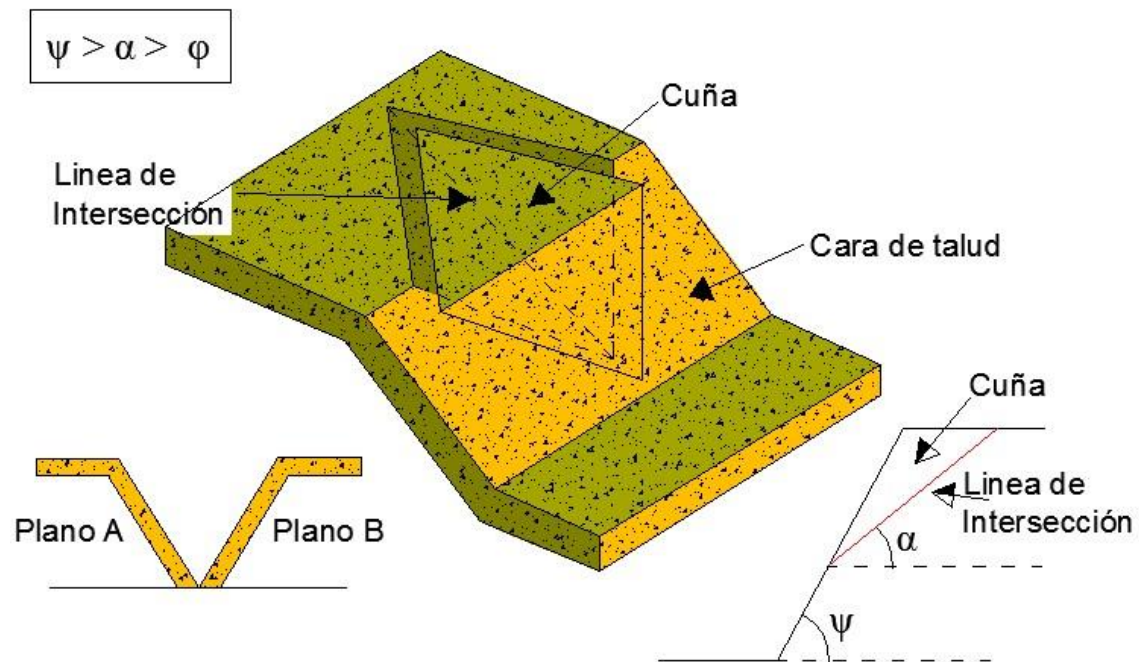


Figura 6 Condiciones para la ruptura en cuña
Fuente: González de Vallejo (2002).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Ángulo de fricción: es el ángulo en el que un cuerpo que descansa sobre una superficie inclinada superará la resistencia de fricción y comenzará a deslizarse (Kliche, 1999).

Anisotropía: significa tener diferentes propiedades en diferentes direcciones en un lugar determinado (Hudson y Harrison, 1997).

Cohesión: es la fuerza de unión (fuerza de atracción electroquímica) que existe en el punto de contacto entre las partículas minerales (IGME, 1987).

Comportamiento del macizo rocoso: forma de actuar de los materiales rocosos ante la actuación de fuerzas internas o externas que se ejercen sobre ellos (González de Vallejo, 2004).

Deslizamiento: los deslizamientos (“Landslides”) consisten en “movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud”. (Suarez, 2009).

Discontinuidad: una característica estructural que separa los bloques de roca intactos dentro de una masa rocosa. Convenientemente se empleará este

término para referirse indistintamente a diaclasas, fallas, foliaciones y estratificaciones (Kliche, 1999).

Estabilidad: la resistencia de una estructura o talud a la falla por deslizamiento o colapso en condiciones normales para las cuales fue diseñado (Kliche, 1999).

Factor de seguridad (FSi): es una medida determinística de la relación entre las fuerzas de resistencia (capacidad) y las fuerzas actuantes (demanda) del sistema en su entorno considerado (Read and Stacey, 2009). Donde las fuerzas de resistencia del talud son mayores que las fuerzas actuantes, el factor de seguridad es mayor que la unidad y el talud es estable; caso contrario, es inestable (Kliche, 1999).

Macizo rocoso: la roca in situ compuesta por la matriz rocosa y las discontinuidades estructurales (Kliche, 1999).

Talud: cualquier superficie inclinada cortada en material natural, o el grado de inclinación con respecto a la horizontal (Kliche, 1999).

CAPÍTULO III MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. GEOGRÁFICA

De acuerdo al sistema de coordenadas geográficas en el sistema UTM (Universal Transversal Mercator). DATUM WGS-84, Zona 17S, la ubicación de la zona de investigación está dada por las siguientes coordenadas UTM. Ver Tabla N° 4.

Tabla 4. Coordenadas UTM

N°	Longitud	Latitud
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

3.1.2. POLÍTICA

Políticamente el área de investigación se ubica en la región de Cajamarca provincia, distrito de Hualgayoc y centro poblado de Apan Alto, ubicado al NE de la ciudad de Hualgayoc. Ver figura N° 7

Tabla 5. Ubicación política

REGIÓN	CAJAMARCA
PROVINCIA	HUALGAYOC
DISTRITO	HUALHGAYOC
CENTRO POBLADO	APAN ALTO



Figura 7. Ubicación de la zona de investigación.

3.1.3. ACCESIBILIDAD

Para acceder a la zona de investigación se toma como punto de partida la Plaza de Armas de Cajamarca, teniendo 1 vía de acceso. (ver figura N°8)

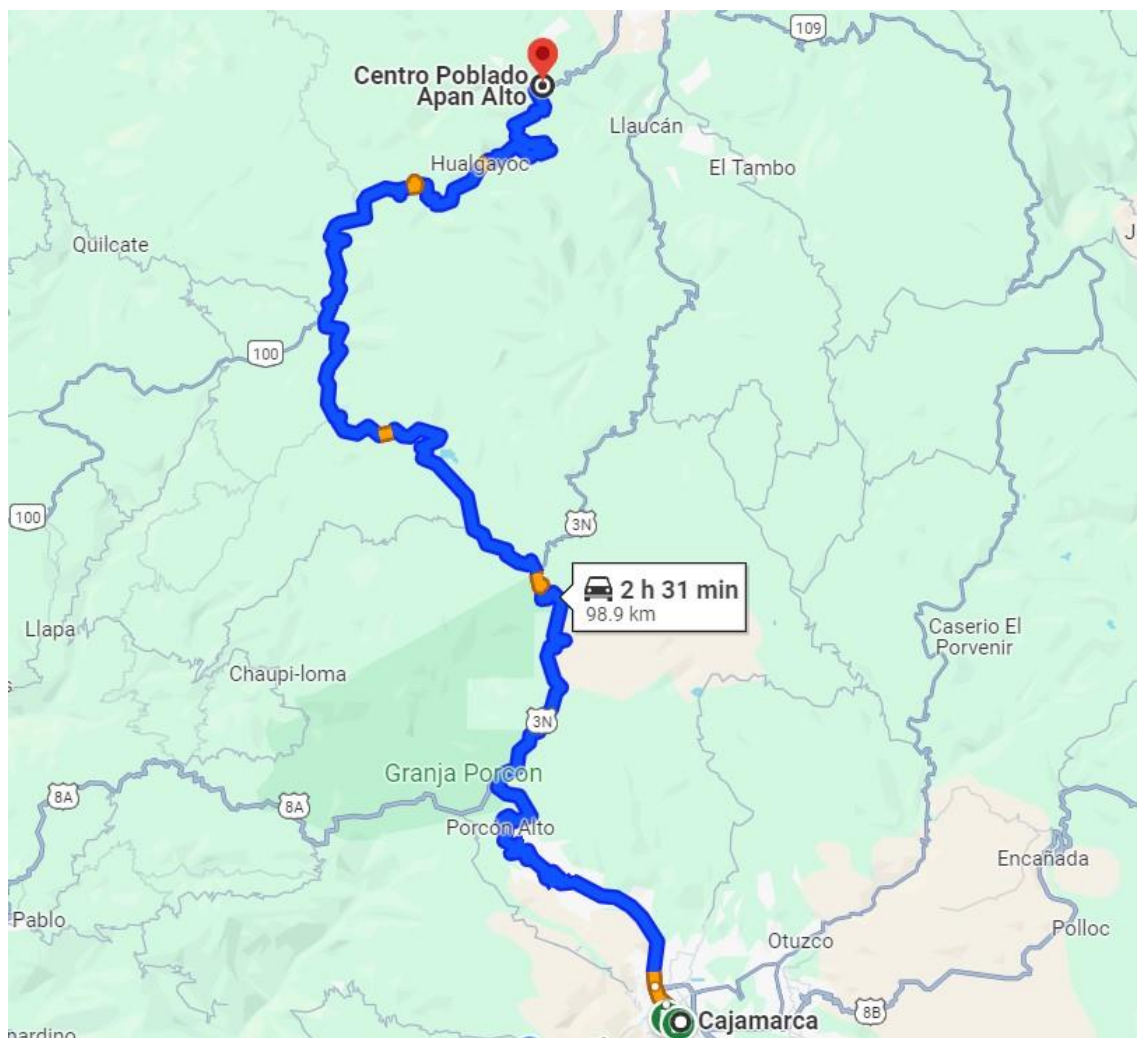


Figura 8 Accesibilidad al centro poblado Apan alto.

La única opción es ir por la carretera que va a Bambamarca, que tiene una distancia de 98.9 km tardando un tiempo de 2 horas 31 minutos. Ver Tabla N° 6

Tabla 6. Accesibilidad

RUTAS	TRAMO	DITANCIA (Km)	TIEMPO (h.)	TIPO DE VÍA
1	Cajamarca - Hualgayoc	87.9	2h 11m	Asfaltada
2	Hualgayoc – Apan Alto	11.7	0h 20m	Asfaltada

3.2. PROCEDIMIENTOS

Los procedimientos de adquisición, tratado e interpretación de la información hechas a partir de técnicas, herramientas y criterios se encuentran comprendido en tres etapas o fases de trabajo de campo y gabinete los cuales se detallan en los siguientes ítems.

3.2.1. PRIMERA ETAPA DE GABINETE

Se realizó la recopilación bibliográfica que consistió en la búsqueda inicial, revisión y análisis de estudios previamente hechos en la zona de tesis.

3.2.2. ETAPA DE CAMPO

Se realizará un reconocimiento general del área de investigación, para identificar la geología, estructuras geológicas como fallas y pliegues, análisis macroscópico de muestras de mano.

3.2.3. SEGUNDA ETAPA DE GABINETE

Para esta etapa se validará los datos obtenidos en la primera etapa de gabinete comprobados en la etapa de campo para la elaboración de planos temáticos, redacción de conclusiones, elaboración de tablas dinámicas y finalmente la redacción de la tesis.

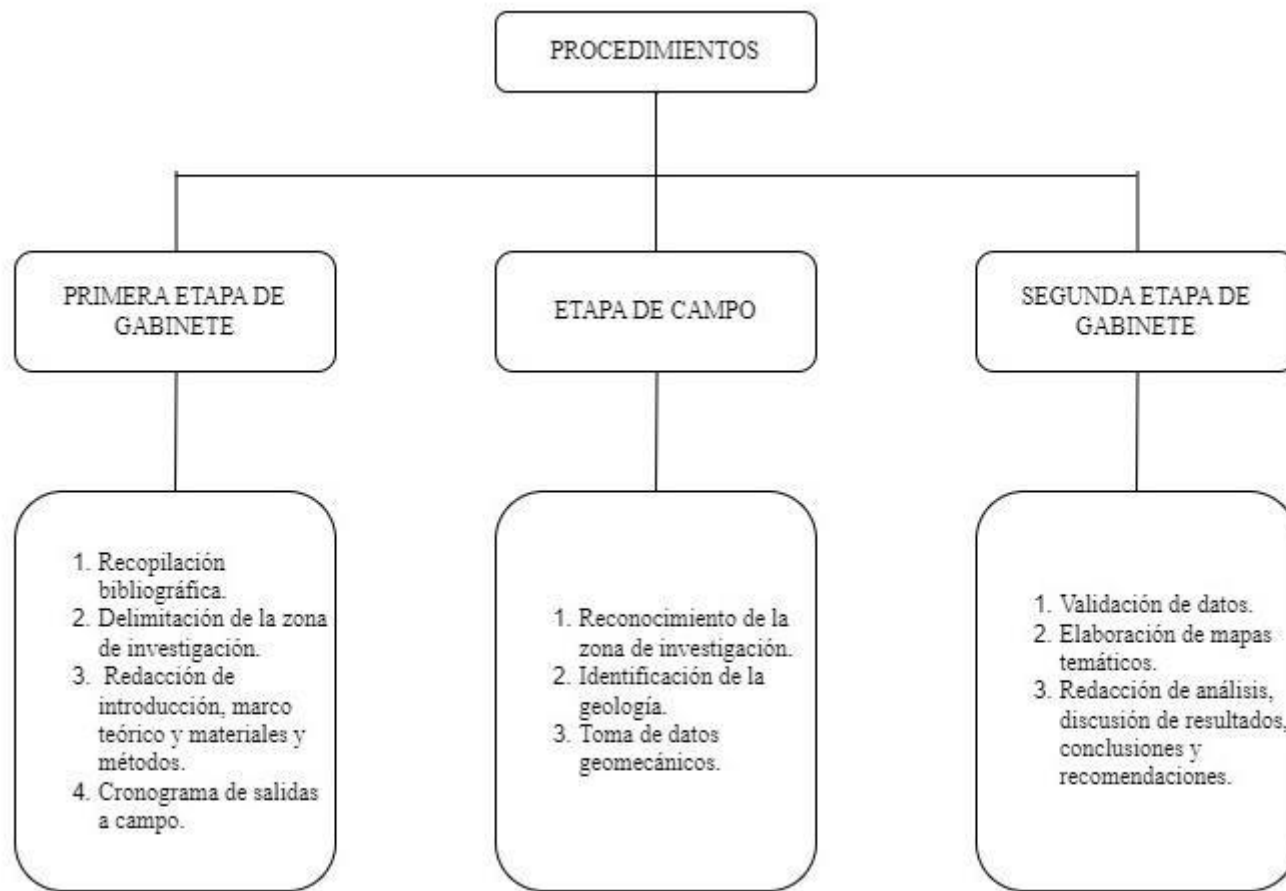


Figura 9. Procedimiento de la investigación.

3.3. METODOLOGÍA

La presente investigación según el objetivo es aplicada porque el problema está establecido y es reconocido, es descriptiva ya que se basa en la interpretación de mapas temáticos, ya que no se realizarán pruebas de laboratorio es no experimental según su finalidad es aplicada (tecnológica) ya que se hará uso de diversos softwares, es transversal en el tiempo porque se realizó el estudio en un único momento temporal, el cual se sintetiza en la siguiente Tabla 7.

Tabla 7. Tipos de investigación

Según su tipo	Descriptiva – explicativa Descriptiva consideran al fenómeno estudiado y sus componentes. Explicativa determina las causas de los fenómenos
Según el nivel	No Experimental – correlacional No experimental, se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. Correlacional, es la que tiene como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado.
Según el diseño	De campo , porque se realiza la recolección de datos directamente de los sujetos investigados.
Según su naturaleza	Cualitativa , debido a que describe sucesos complejos en su medio natural.
Según el periodo	Transversal en el tiempo , porque se estudiará en un determinado tiempo, la recolección de datos será en un solo momento y una sola vez.

Fuente. Hernández (2010)

3.3.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Cantera Nube Blanca (3.54 Ha) aproximadamente.

3.3.2. MUESTRA

Estabilidad de taludes

3.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Litología, discontinuidades, precipitaciones (mm/año)

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES


Para la investigación se han identificado las variables dependientes e independientes, de acuerdo a causa efecto como variables independientes: Litología, precipitaciones y discontinuidades y como variable dependiente: inestabilidad de taludes. Ver Tabla N° 8.

Tabla 8. Operacionalización de las variables

Variable Dependiente	
Litología	
Variable Independiente	
Precipitaciones	Inestabilidad de taludes
Discontinuidades	

3.5. TÉCNICAS

Las técnicas que se han empleado para la recolección de datos son directas en campo, a partir de la observación, descripción y medición en campo; mientras que los instrumentos estarán constituidos como: un formato de datos de campo para cartografiado geológico – geomecánico. Softwares Rocscience, ArcGIS v10.8, AutoCAD 2024, Ms Office. Ver figura 10.

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO				PROYECTO :		UBICACIÓN :		TESISTA:		FECHA:		 BIENIAWSKI RMR (1989) Superficie										
CODIGO				SISTEMA		PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES CARTOGRAFIADAS																
DIS. Nro.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO			TPOS	RESIST. COMP. UNIAJ	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS	RELLENO		ALTERAC-METEOR	AGUA	ESTADO DE INFORM.	
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLOG / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GSi	σ _{ci}	ND:	DIRECCION:							TPO	DUREZA				
					1= Fresco 2= Lev Met 3= Mod 4= Alt Met 5= Compl	1= Alto 2= Med 3= Bajo	1= Bloq-Regul 2= Bloq-irregul 3= Bloq y Capas 4= Fract-intenso 5= Agregar MB, B, M, P, MP	1= Estatif. 2= Diaclasa 3= F-F. Norm 4= F-F. Inversa 5= F-F. Direcc 6= Microfalda 7= Sobrees. 8= Contacto	1= Prom 2= Gobes	1= ND 2= L 3= λ=	Z / R	DIP	DD	1= > 2 2= 2-0,6 3= 0,6-0,2 4= 0,2-0,06 5= < 0,06	1= < 1 2= < 0,1 3= 0,1-1,0 4= 1,0-20 5= > 20	1= Nada 2= < 0,1 3= 0,1-1,0 4= 1,0-5,0 5= > 5	1= Muy Rug 2= Rugosa 3= Lig. Rug 4= Ondulad-ksa 5= Suave	1= Arcilloso 2= Qz / Silic 3= Calcita 4= Oxdos 5= Roca Titul	1= Ninguna 2= Duro-5mm 3= Duro-5mm 4= Suave-5mm 5= Suave-5mm	1= Inalterada 2= Lig. Alt 3= Mod. Alt 4= Muy Alt 5= Descomp	1= Seco 2= Humedo 3= Mojado 4= Goleo 5= Flujo	1= Lec. Res 2= Lect Apar 3= Lec. Proy
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
42																						
43																						
44																						
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						
50																						

Diseño Original : M.Sc. Víctor Tolentino, 2008 Rediseñado y adaptado. Dr. Rodríguez, R. - v3 - 2020

Figura 10. Formato de datos de campo.

Fuente: Rodríguez (2020).

3.6. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

Para el desarrollo de la presente investigación se ha creído conveniente utilizar las técnicas de observación, descripción e interpretación, los instrumentos y equipos utilizados para la realizar la investigación fueron los siguientes:

Instrumentos

Picota Estwing mago corto: Herramienta necesaria para extraer muestras de roca y probar la resistencia de las mismas en campo.

Lupa de 20X: Herramienta óptica utilizada para visualizar mejor el tamaño de grano y minerales de una muestra.

Lápices y lapiceros: Utilizados para anotaciones y cartografiado.

Brújula Brunton mod. 5006: Utilizado para la toma de datos como rumbo y buzamiento de los afloramientos.

Flexómetro 5 m: Para medir los espesores de los afloramientos.

Plano geológico: De guía para ubicarnos en la zona de investigación.

Imagen satelital: Para realizar la eta pre-campo.

Equipos

Laptop Dell Cori i7: Para la redacción de la tesis y elaboración de los diferentes mapas temáticos.

GPS Garmin eTrex 20: Instrumento utilizado para la obtención de las coordenadas para la ubicación de puntos.

Cámara digital Cannon 48 Mpx: Instrumento utilizado para el registro fotográfico.

3.7. TEMPERATURA

La temporada templada dura 3.1 meses, del 15 de diciembre al 19 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 13 °C. El mes más cálido del año en Hualgayoc es febrero, con una temperatura máxima promedio mensual es de 17,2 °C y temperatura mínima promedio mensual de 2 °C.

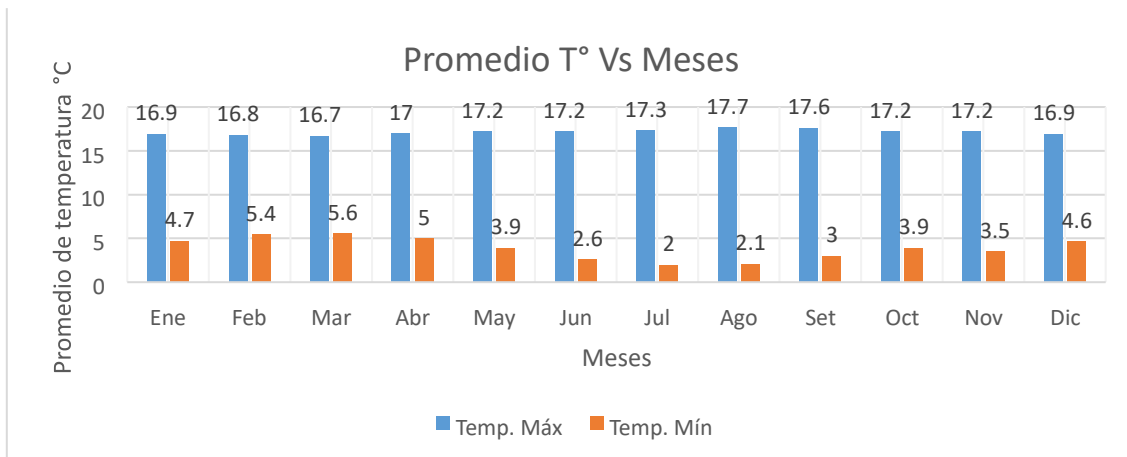


Figura 11. T° máxima y mínima promedio

Fuente: SENHAMI

3.8. PRECIPITACIONES

La probabilidad de días mojados en Hualgayoc varía considerablemente durante el año. La temporada más mojada dura 6.7 meses, de 6 de octubre a 28 de abril, con una probabilidad de más del 16 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Hualgayoc es marzo, con un promedio de 9.7 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 5.3 meses, del 28 de abril al 6 de octubre. El mes con menos días mojados en Hualgayoc es Julio, con un promedio de 0.3 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La precipitación promedio anual se observa en la figura 12. Donde el promedio de precipitación anual máximo fue en el año 2001 y el promedio de precipitación anual mínimo fue en el año 2003.

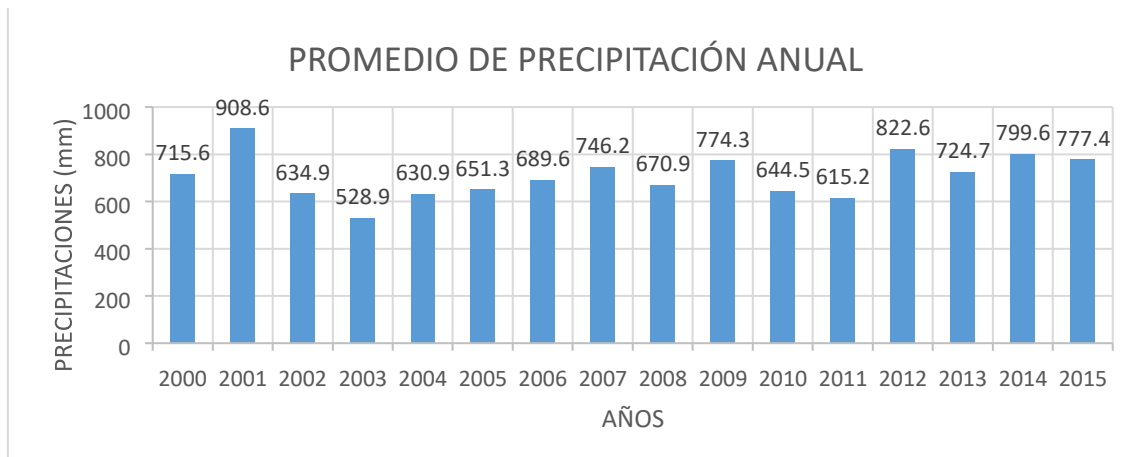


Figura 12. Porcentaje de precipitación

Fuente: SENHAMI

3.9. HIDROLOGÍA

La red hidrológica está controlada principalmente por el Río Arascorge el cual delimita la microcuenca que lleva como nombre a dicho río. En esta área predomina el drenaje subdentrítico, especialmente en el material sedimentario y alteraciones hidrotermales. La mayoría de estos drenajes cuenta con cursos de agua estacionales (en época de lluvia) y quienes al final aportan sus aguas al Río Llaucano. Es común encontrar drenajes en formación de pequeña extensión ocasionados por la erosión de las partes altas de las geoformas (cárcavas). (Soberón, 2018).

En la figura 18, se presenta a nivel macro como está compuesta la red hidrográfica alrededor de la zona de tesis. Teniendo la presencia del río Arascorgue, río Hualgayoc, río Llaucan, río Nunnum, río La Quebrada, Quebrada quinuamayo. Los cuales se podrán apreciar mejor en el Mapa Hidrológico (M07).

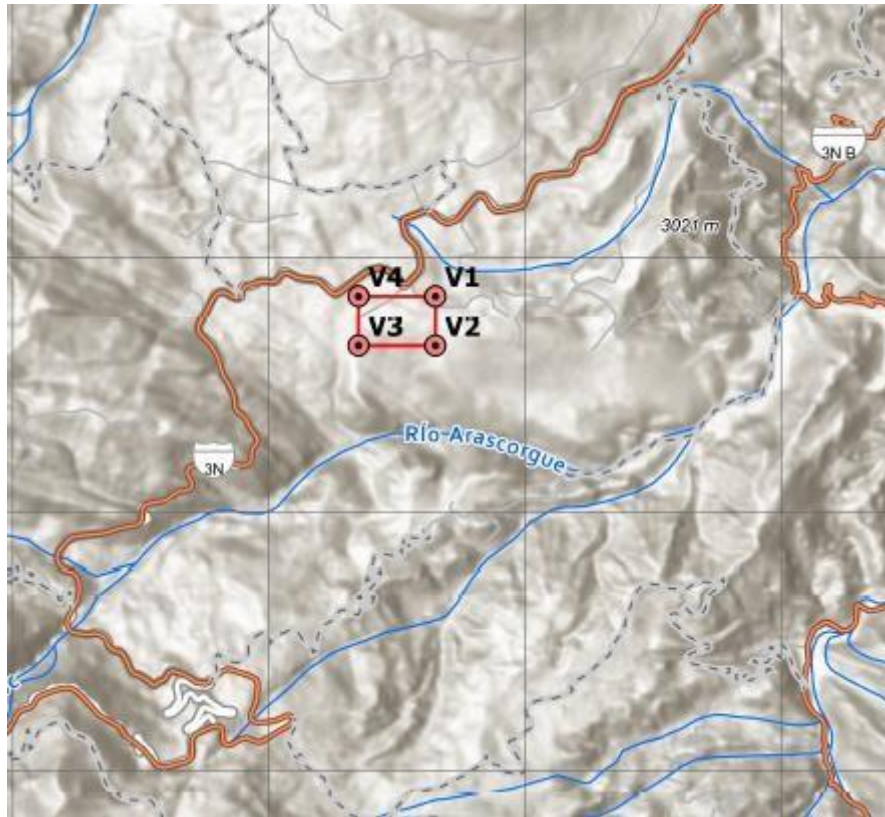


Figura 13. Red hidrológica.

3.10. GEOMORFOLOGÍA

Respecto a unidades geomorfológicas, en el oeste del distrito se encuentran colinas andinas: superficies de topografía moderadamente accidentada; asimismo, una cadena montañosa que abarca el distrito y la mayor parte de la provincia. (Guillén, 2019)

Según INGEMMET, la zona de investigación se encuentra en el centro poblado de Apan Alto, se ubica en montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria (RMCE-rs), el cual se puede observar en la figura 15.

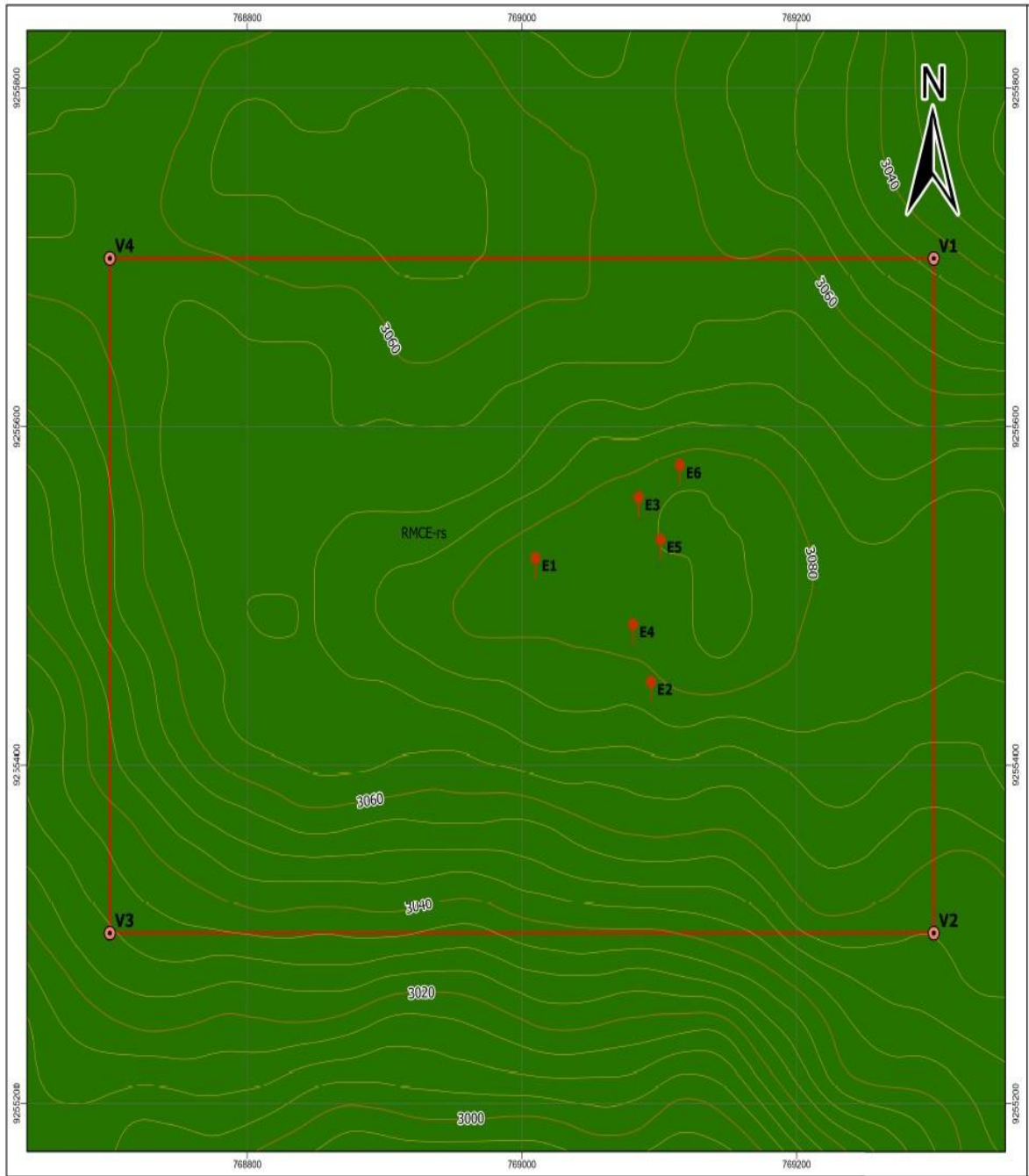


Figura 14. Ubicación de las estaciones Geomecánicas.

3.11. GEOLOGÍA LOCAL

3.11.1. Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios los encontramos distribuidos sobre todas las formaciones presentes en el distrito, en su mayoría son depósitos ColuvioAluviales que están constituidos por una matriz arcillosa con fragmentos angulosos y mal clasificados de roca caliza y lutita como se puede visualizar en la Foto 1.



Foto 1. Depósitos coluvio-aluviales en la parte superior.

3.11.2. Formación Cajamarca (Ks-ca)

La Formación Cajamarca yace concordantemente sobre el Grupo Quilquiñán y con la misma relación subyace a la formación Celendín, corresponde a una de las secuencias calcáreas del cretáceo superior que más destaca topográficamente, por su homogeneidad litológica y ocurrencia en bancos gruesos y duros. El área de la Formación Cajamarca tiene aproximadamente un grosor de 600 m. y 700 m.

La Formación Cajamarca en la zona de estudio se caracteriza por presentar bancos extensos de calizas, así como también el fracturamiento moderado de los estratos. Poca o nula existencia de fósiles. Ver Foto 2.

La ubicación de la estación geológica en la Formación Cajamarca se encuentra en las coordenadas:

E: 769080; N: 9255570; Cota: 3095 msnm.



Foto 2. Estratos de roca de caliza de la Formación Cajamarca.

Los estratos de roca caliza de la formación Cajamarca se pueden observar que están moderadamente fracturados, ese patrón va a ser repetitivo en las estaciones geomecánicas que se presentará a continuación.

3.12. GEOMECÁNICA

3.12.1. Estación Geomecánica 01

En la primera estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769010; N: 9255510; Cota: 3090 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 72 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 67.



Foto 3. Estación geomecánica 01, calizas de la Fm. Cajamarca.

En la foto 3, Nos encontramos en la EG-01 donde se realizó el cálculo de RMR, GSI, se puede apreciar que se está estimando la resistencia uniaxial, al realizar tres golpes con la picota para recién poder romper el macizo rocoso.

El análisis cinemático en el Software Dips, se ha podido identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña. El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 54.9% que exista una rotura planar, ver figura 19 y un 17.97% que ocurra una rotura en cuña, ver figura 20. Debido al grado de fracturamiento y las familias de discontinuidades.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 01

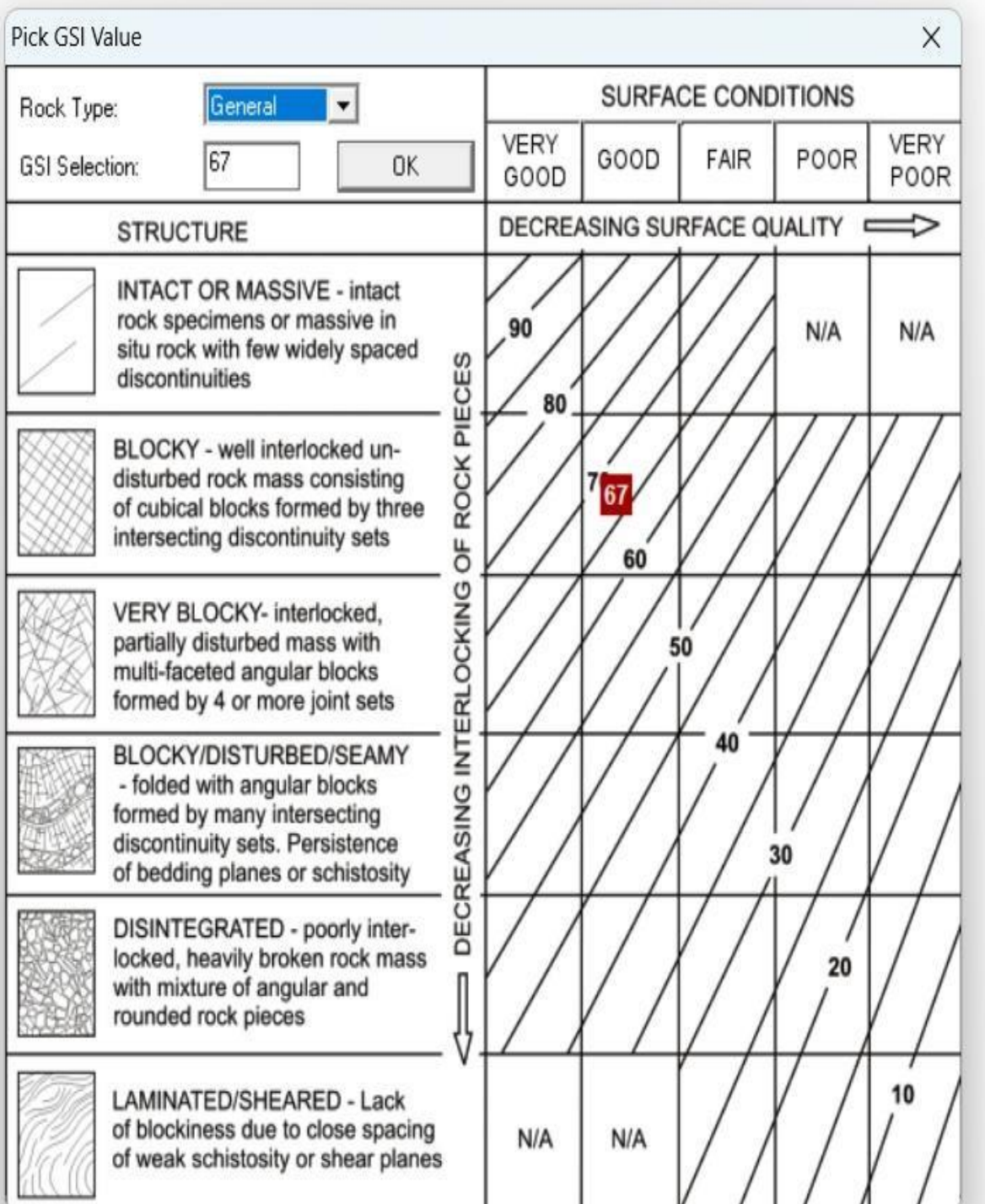
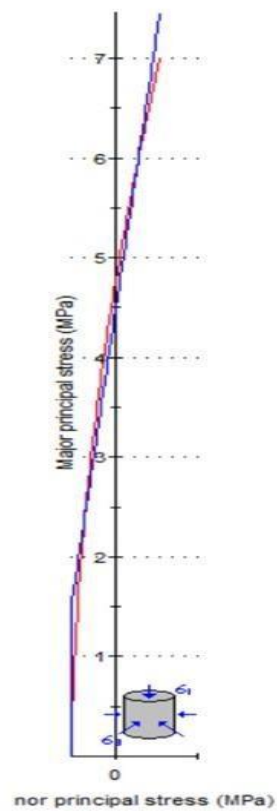


Figura 15. Valoración GSI igual a 67 de la EG-01



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 75 MPa
 GSI = 67 m_i = 12 Disturbance factor = 1
 intact modulus (E_i) = 37500 MPa
 modulus ratio (MR) = 500

Hoek-Brown Criterion

m_b = 1.136 s = 0.0041 a = 0.502

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.676 MPa friction angle = 56.40 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.270 MPa
 uniaxial compressive strength = 4.750 MPa
 global strength = 11.114 MPa
 modulus of deformation = 6858.63 MPa

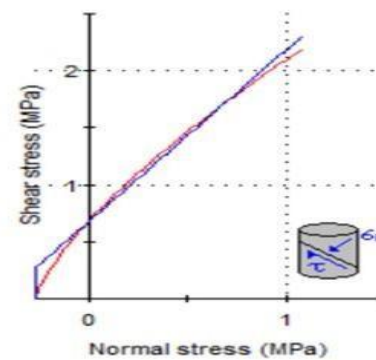
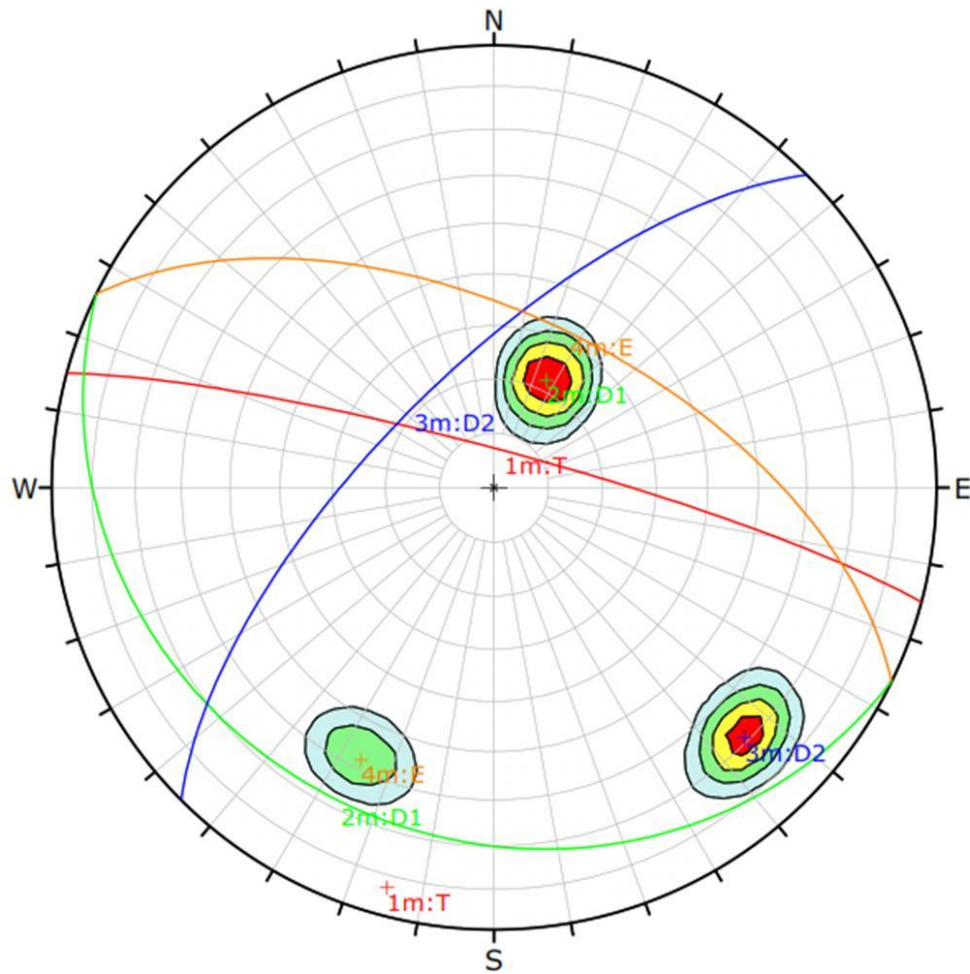


Figura 16. Análisis en Rocdata de la EG-01

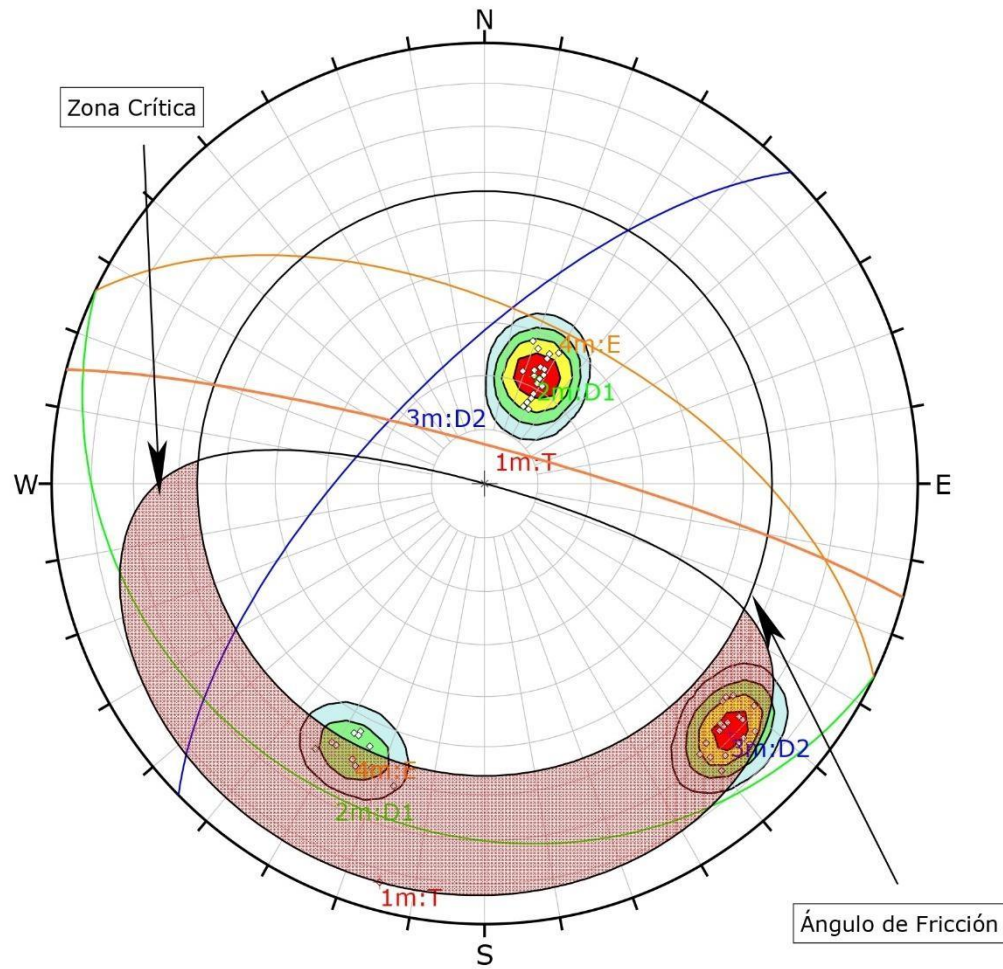


Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00
Contour Data	
Pole Vectors	
Maximum Density 34.24%	
Contour Distribution Fisher	
Counting Circle Size 1.0%	

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	83	15	T
2m	■	22	206	D1
3m	■	69	315	D2
4m	■	58	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 17. Análisis de polos en software Dips de la EG-01.



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

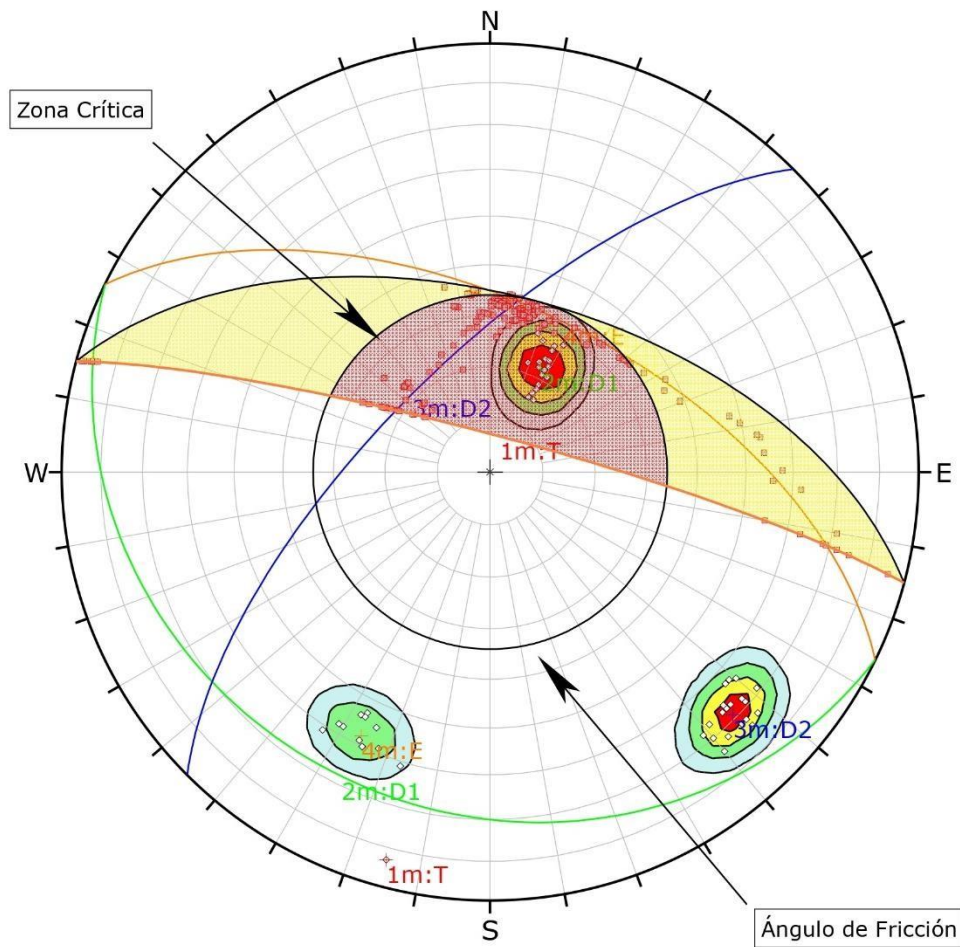
Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	83
Slope Dip Direction	15
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	28	51	54.90%
Planar Sliding (Set 1: T)	1	1	100.00%
Planar Sliding (Set 3: D2)	19	19	100.00%
Planar Sliding (Set 4: E)	8	12	66.67%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	83	15	T
2m	22	206	D1
3m	69	315	D2
4m	58	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 18. Análisis cinemático por rotura planar igual a 54.9% en EG-01.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	83
Slope Dip Direction	15
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	229	1274	17.97%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Red	83	15	T
2m	Green	22	206	D1
3m	Blue	69	315	D2
4m	Orange	58	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1274
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 19. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 17.97% EG-01.

3.12.2. Estación Geomecánica 02

En la segunda estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769115; N: 9255565; Cota: 3057 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 75 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 70.



Foto 4. Estación geomecánica 02, medición de la persistencia.

En la foto 4, se está midiendo el espaciado entre dos discontinuidades que tienen la misma orientación, la medida obtenida fue de 65 cm.

El análisis cinemático en el Software Dips en la segunda estación geomecánica nos ha podido ayudar a identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña.

El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 1.96% que exista una rotura planar y un 2.28% que ocurra una rotura en cuña.

Debido al grado de fracturamiento y las familias de discontinuidades.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02

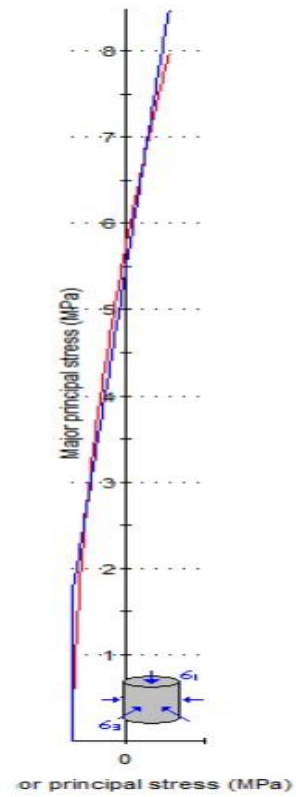
Pick GSI Value
✕

Rock Type: <input style="width: 80%;" type="text" value="General"/>	SURFACE CONDITIONS				
GSI Selection: <input style="width: 60%;" type="text" value="70"/> <input style="width: 20%; text-align: center;" type="button" value="OK"/>	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY ➔				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p> </div> </div>	90			N/A	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p> </div> </div>	80	70			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p> </div> </div>		60			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p> </div> </div>		50			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p> </div> </div>		40			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p> </div> </div>			30		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p> </div> </div>			20		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); background-size: 10px 10px;"></div> <div> <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p> </div> </div>	N/A	N/A			10

DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES
↕

Figura 20. Valoración GSI igual a 70 de la EG-02.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02



Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength (σ_{ci}) = 70 MPa
 GSI = 70 m_i = 12 Disturbance factor = 1
 intact modulus (E_i) = 35000 MPa
 modulus ratio (MR) = 500

Hoek-Brown Criterion

m_b = 1.408 s = 0.0067 a = 0.501

Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.815 MPa friction angle = 56.64 deg

Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.335 MPa
 uniaxial compressive strength = 5.707 MPa
 global strength = 11.748 MPa
 modulus of deformation = 7494.91 MPa

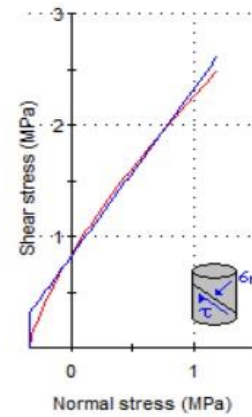
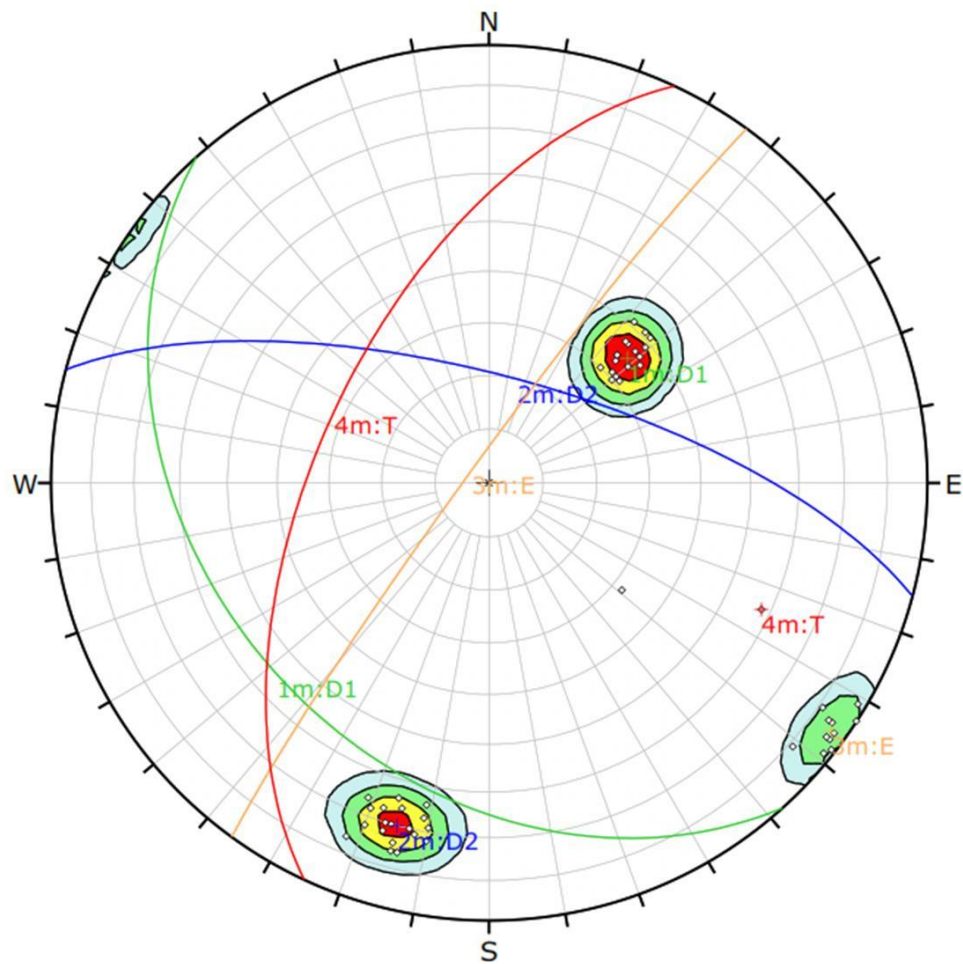


Figura 21. Análisis en Rocdata de la EG-02.



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors

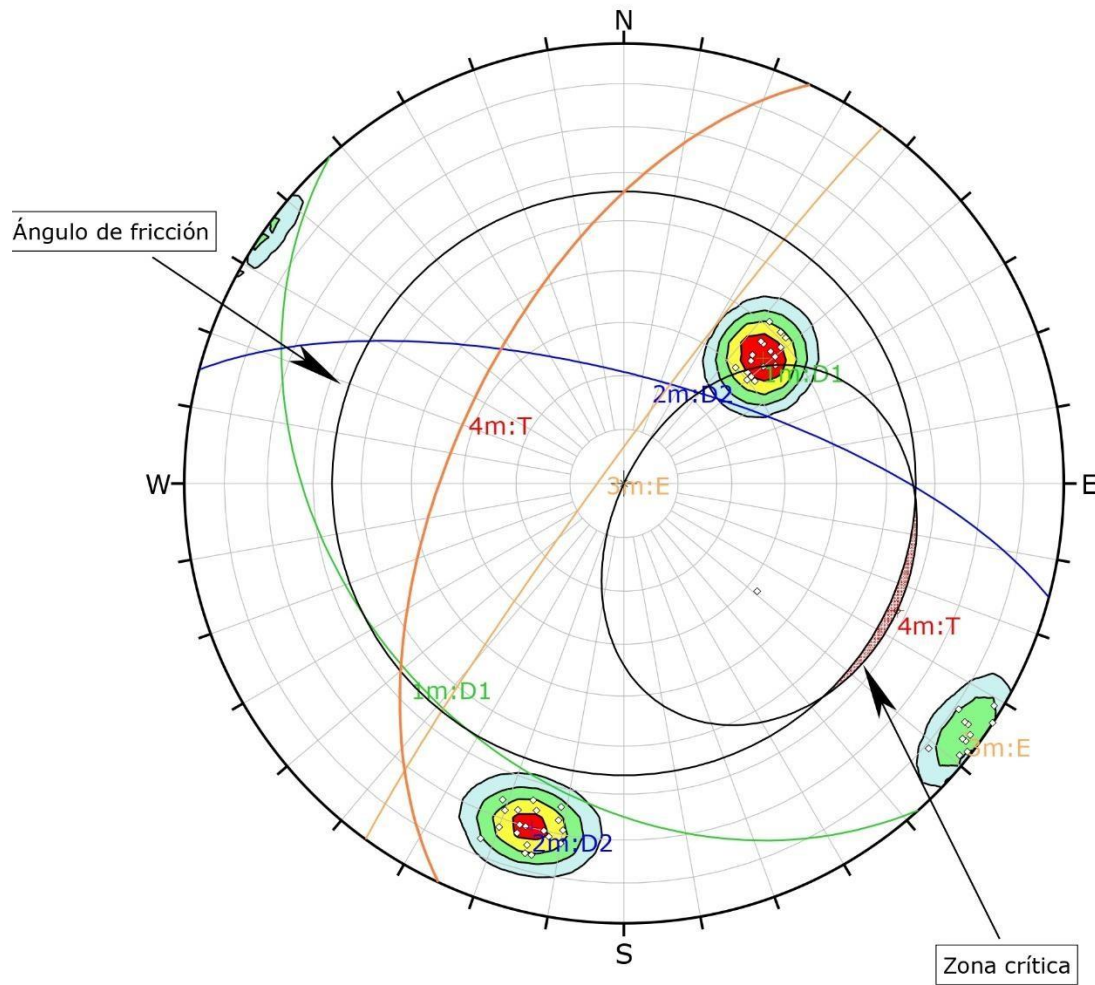
Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m		35	228	D1
2m		70	15	D2
3m		86	306	E
4m		58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 22. Análisis de polos en software Dips de la EG-02



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

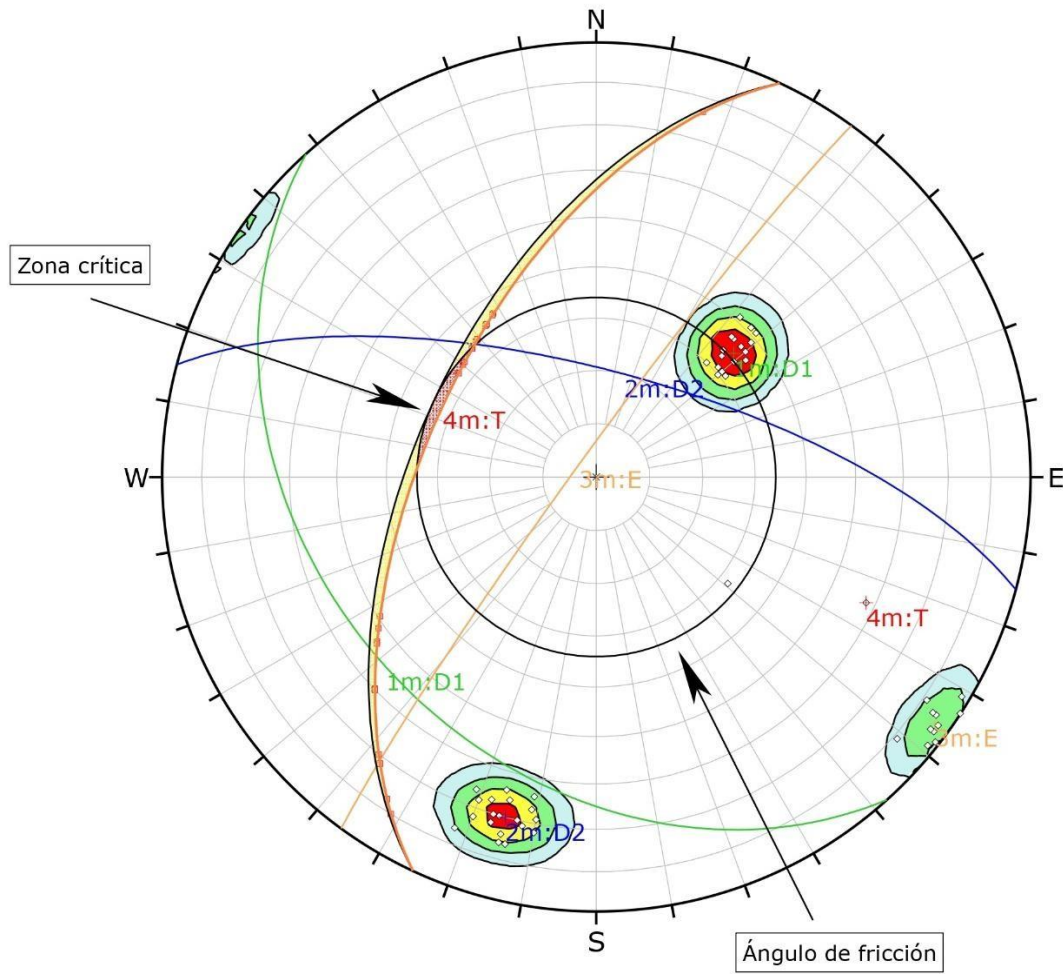
Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	58
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	1	51	1.96%
Planar Sliding (Set 4: T)	1	1	100.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Green	35	228	D1
2m	Blue	70	15	D2
3m	Orange	86	306	E
4m	Red	58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 23. Análisis cinemático por rotura planar igual a 1.96% en EG-02.



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	58
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	29	1273	2.28%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	35	228	D1
2m	70	15	D2
3m	86	306	E
4m	58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1273
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 24. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 2.28% de la EG-02.

3.12.3. Estación Geomecánica 03

En la tercera estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769085; N: 9255546; Cota: 3085 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 78 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 73.

En la foto 5, se presenta la EG-03, donde se han obtenido datos estimado de la resistencia a la compresión uniaxial de 70 MPa. Con dip: 77 y dip direction: 13 del estrato.









Foto 5. Estación geomecánica 03, estimación de la resistencia uniaxial.

El análisis cinemático en el Software Dips en la tercera estación geomecánica nos ha podido ayudar a identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña. El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 0.0% que exista una rotura planar y un 0.0% que ocurra una rotura en cuña.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 03

Pick GSI Value ✕

Rock Type: <input type="text" value="General"/>	SURFACE CONDITIONS				
GSI Selection: <input type="text" value="73"/> <input type="button" value="OK"/>	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY ➡				
 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90			N/A	N/A
 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	73 70			
 <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>		60	50		
 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>			40	30	
 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>				20	
 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	N/A	N/A			10

⇓ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES

Figura 25. Valoración GSI de la EG-03.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 03

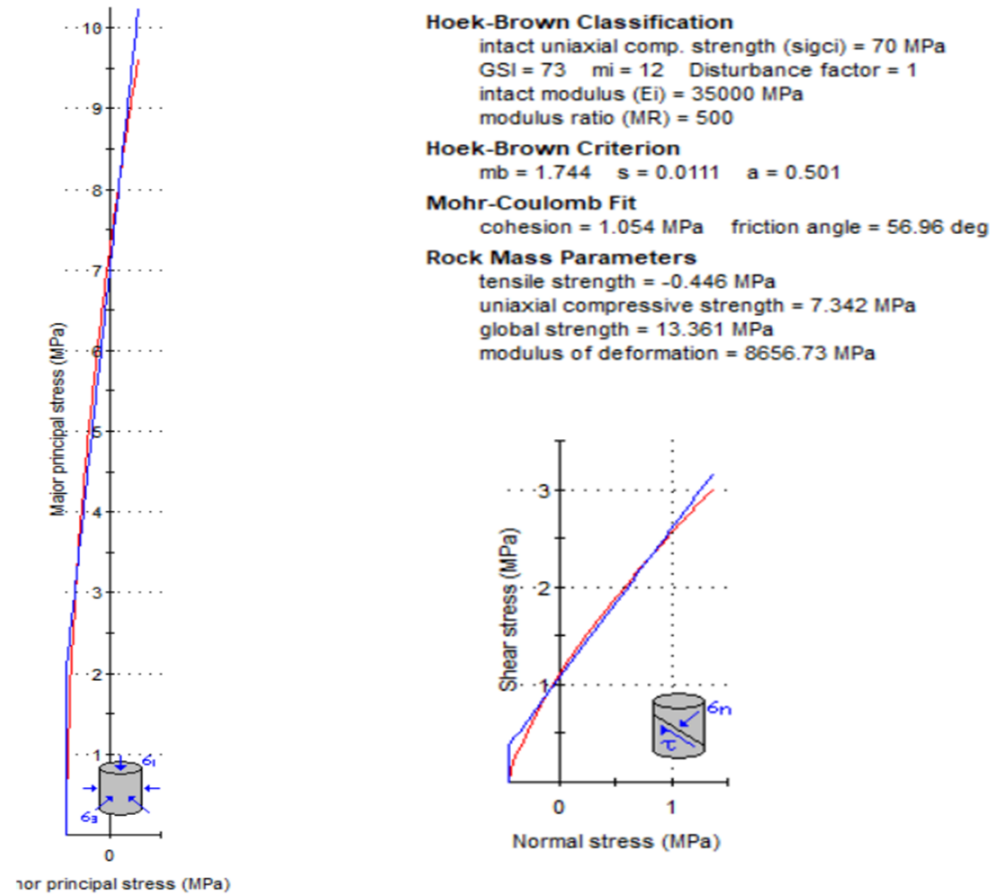
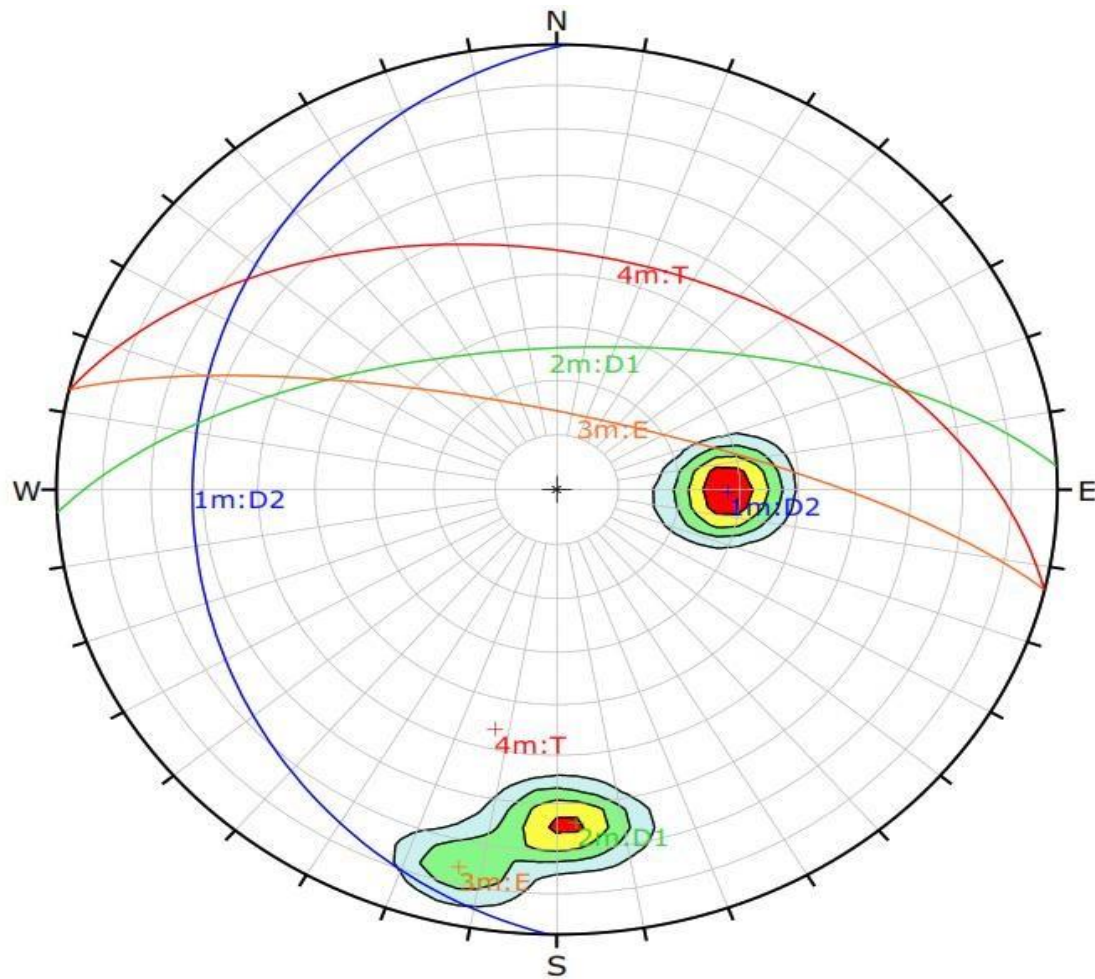


Figura 26. Análisis en Rocdata de la EG-03.

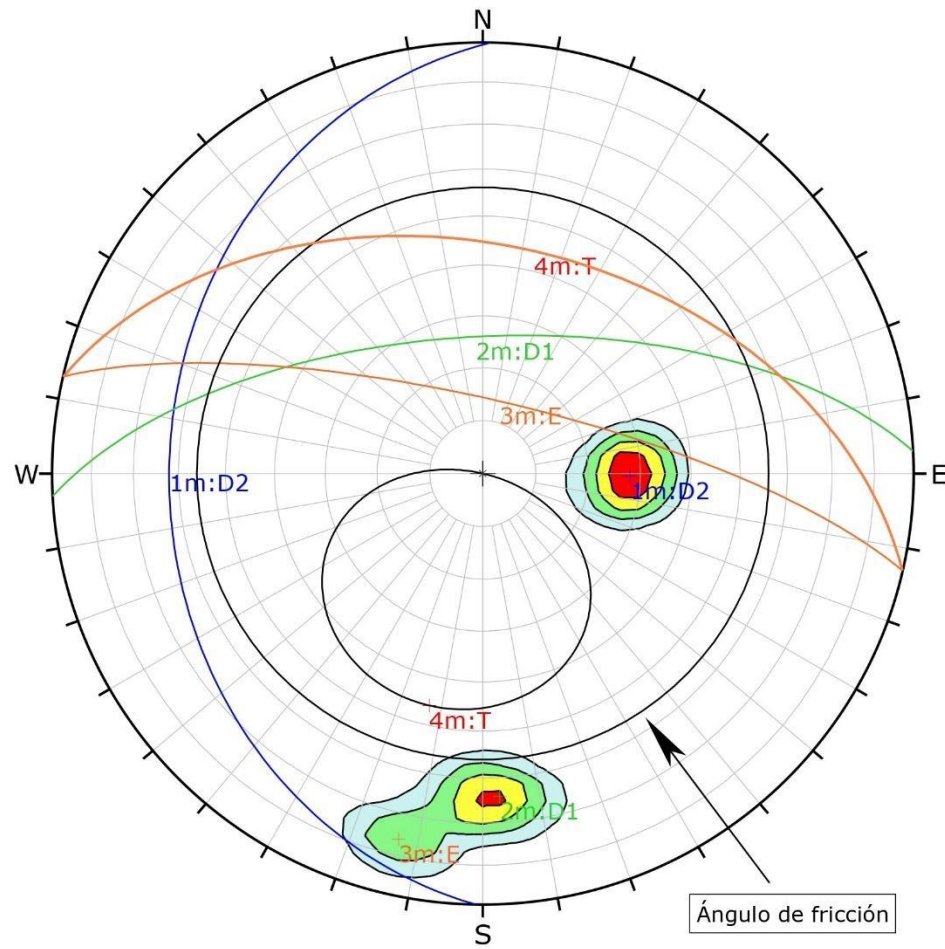


Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.20
	7.20 - 14.40
	14.40 - 21.60
	21.60 - 28.80
	28.80 - 36.00
Contour Data Pole Vectors	
Maximum Density 35.15%	
Contour Distribution Fisher	
Counting Circle Size 1.0%	

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	28	271	D2
2m	■	64	357	D1
3m	■	76	13	E
4m	■	46	13	T

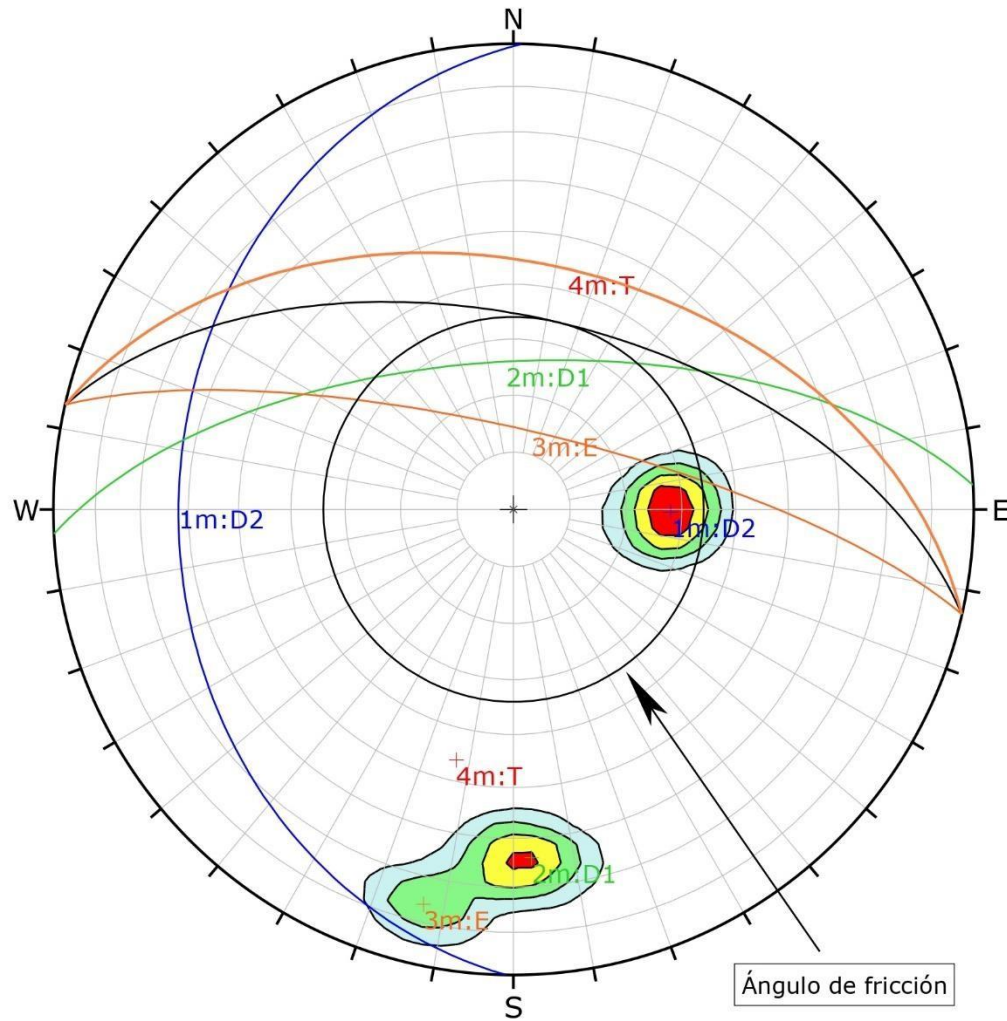
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 27. Análisis de polos en software Dips de la EG-03.



Color	Density Concentrations		
	0.00	-	7.20
	7.20	-	14.40
	14.40	-	21.60
	21.60	-	28.80
	28.80	-	36.00
Contour Data		Pole Vectors	
Maximum Density	35.15%		
Contour Distribution	Fisher		
Counting Circle Size	1.0%		
Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	46		
Slope Dip Direction	13		
Friction Angle	56°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	51	0.00%
Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	28	271	D2
2m	64	357	D1
3m	76	13	E
4m	46	13	T
Plot Mode	Pole Vectors		
Vector Count	51 (51 Entries)		
Hemisphere	Lower		
Projection	Equal Area		

Figura 28. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-03.



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.20
Light Green	7.20 - 14.40
Yellow	14.40 - 21.60
Orange	21.60 - 28.80
Red	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.15%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	46
Slope Dip Direction	13
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	1271	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Blue	28	271	D2
2m	Green	64	357	D1
3m	Orange	76	13	E
4m	Red	46	13	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1271
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 29. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-03.

3.12.4. Estación Geomecánica 04

En la cuarta estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769081; N: 9255470; Cota: 3058 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 69 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 64.



Foto 6. Estación geomecánica 04, medición del espaciado.

En la foto 6, se puede observar la medición que se está realizando del espaciado obteniendo 14 cm.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04

Pick GSI Value ✕







Rock Type: <input type="text" value="General"/>	SURFACE CONDITIONS				
GSI Selection: <input type="text" value="64"/> <input type="button" value="OK"/>	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY ➔				
	DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ⬇				
INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	80	70	64		
BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	60				
		50			
VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets			40		
			30		
BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity				20	
				10	
DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces	N/A	N/A			
					
LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes					

Figura 30. Valoración GSI de la EG-04.

El análisis cinemático en el Software Dips en la cuarta estación geomecánica nos ha podido ayudar a identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña. El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 22% que exista una rotura planar y un 21.59% que ocurra una rotura en cuña. Debido al grado de fracturamiento y las familias de discontinuidades.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04

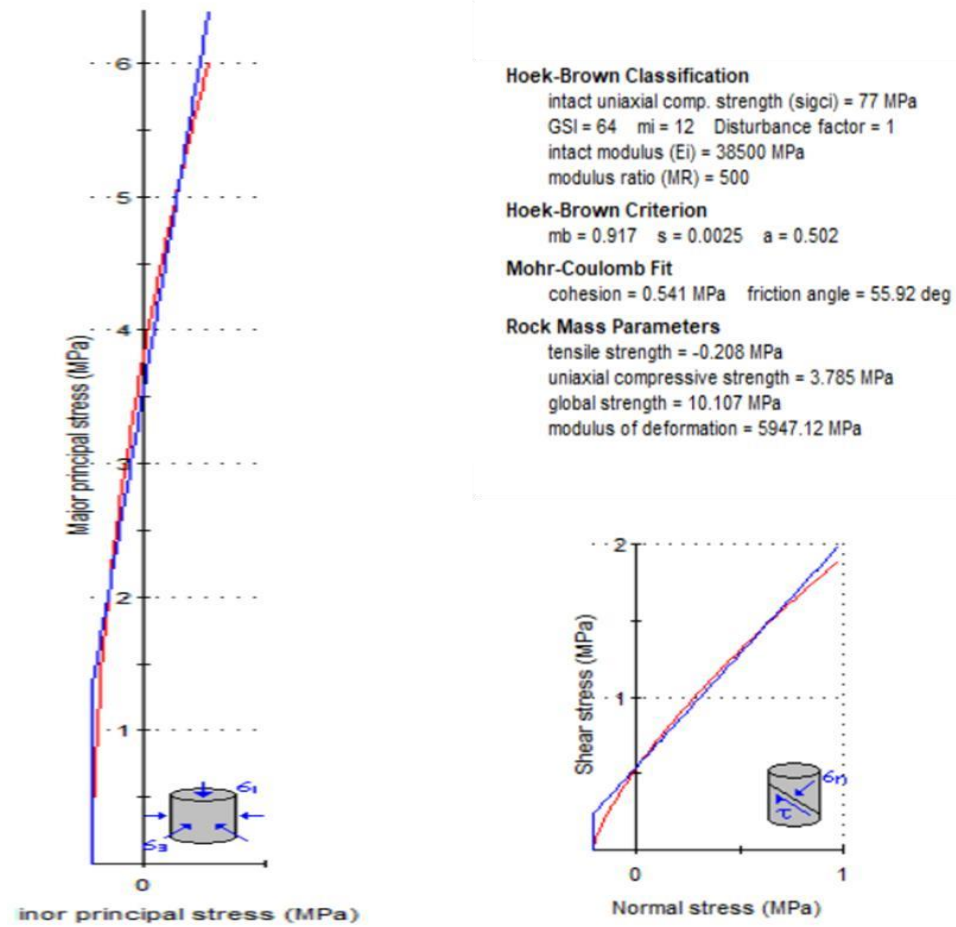
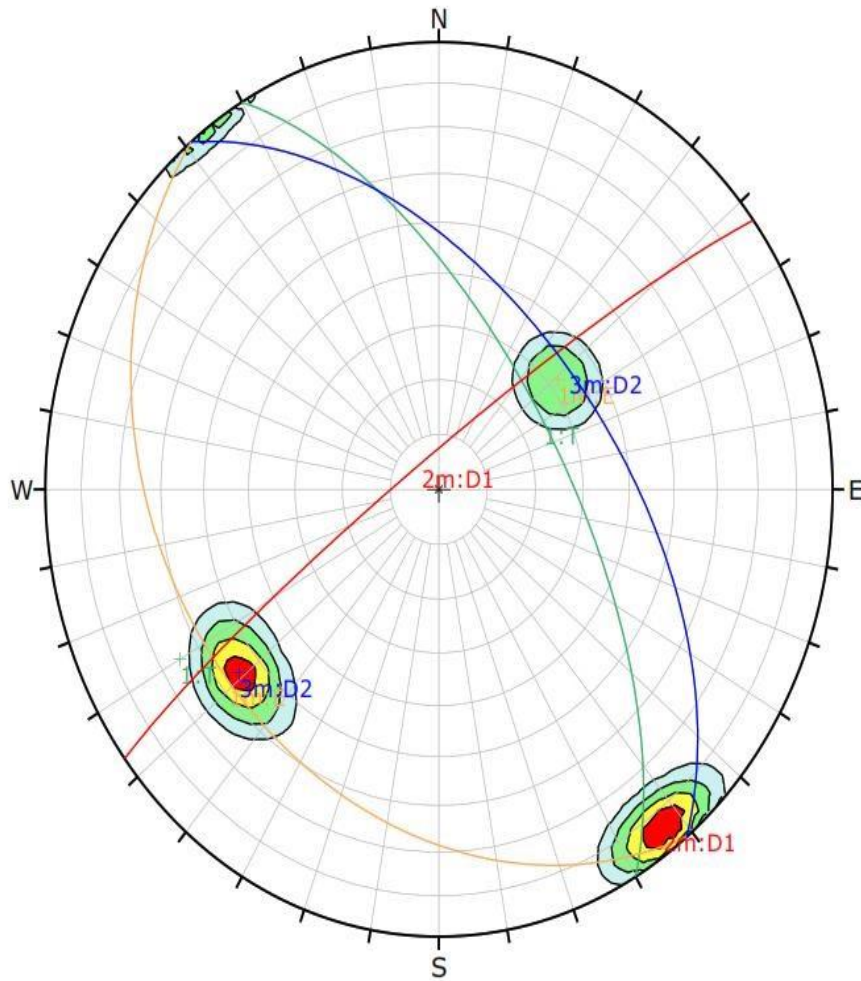


Figura 31. Análisis en Rocdata de la EG-04.

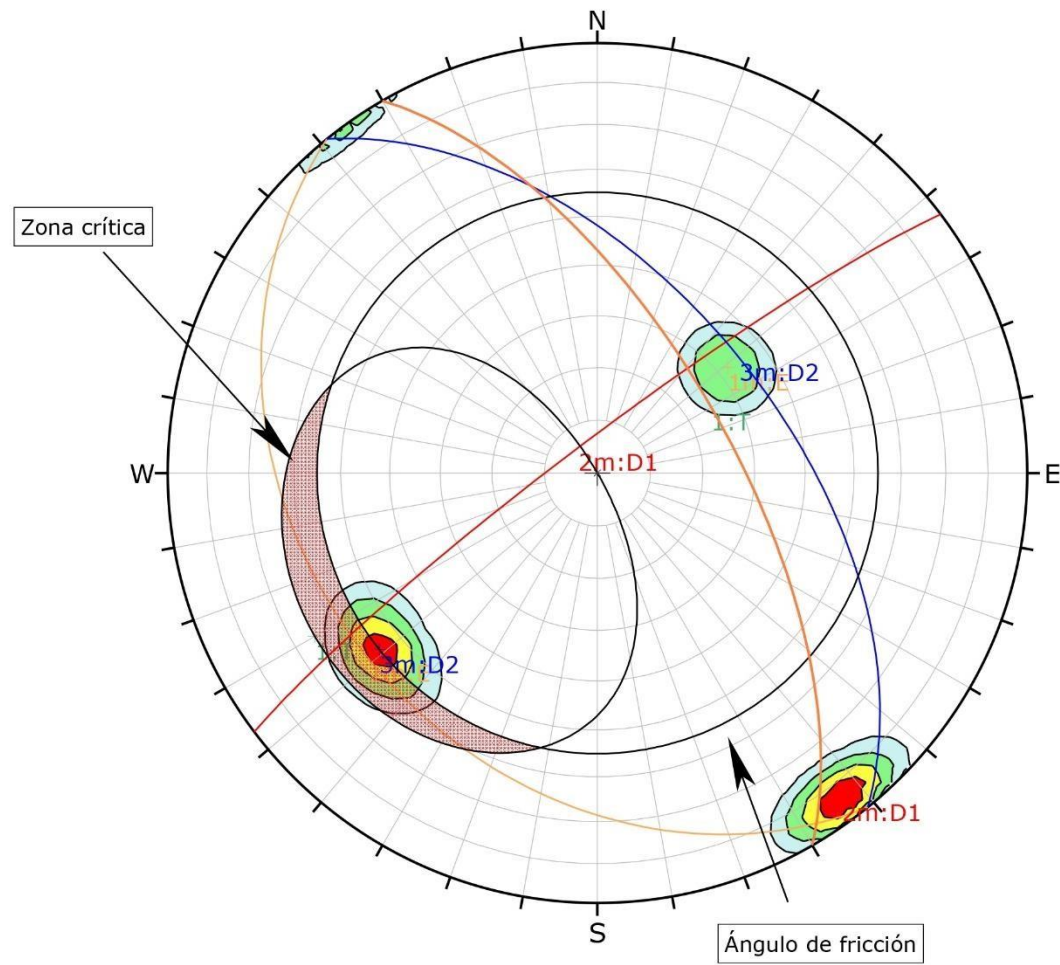


Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00
Contour Data Pole Vectors	
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1		65	60	T
Mean Set Planes				
1m		32	231	E
2m		84	323	D1
3m		55	51	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 32. Análisis en software Dips de la EG-4.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

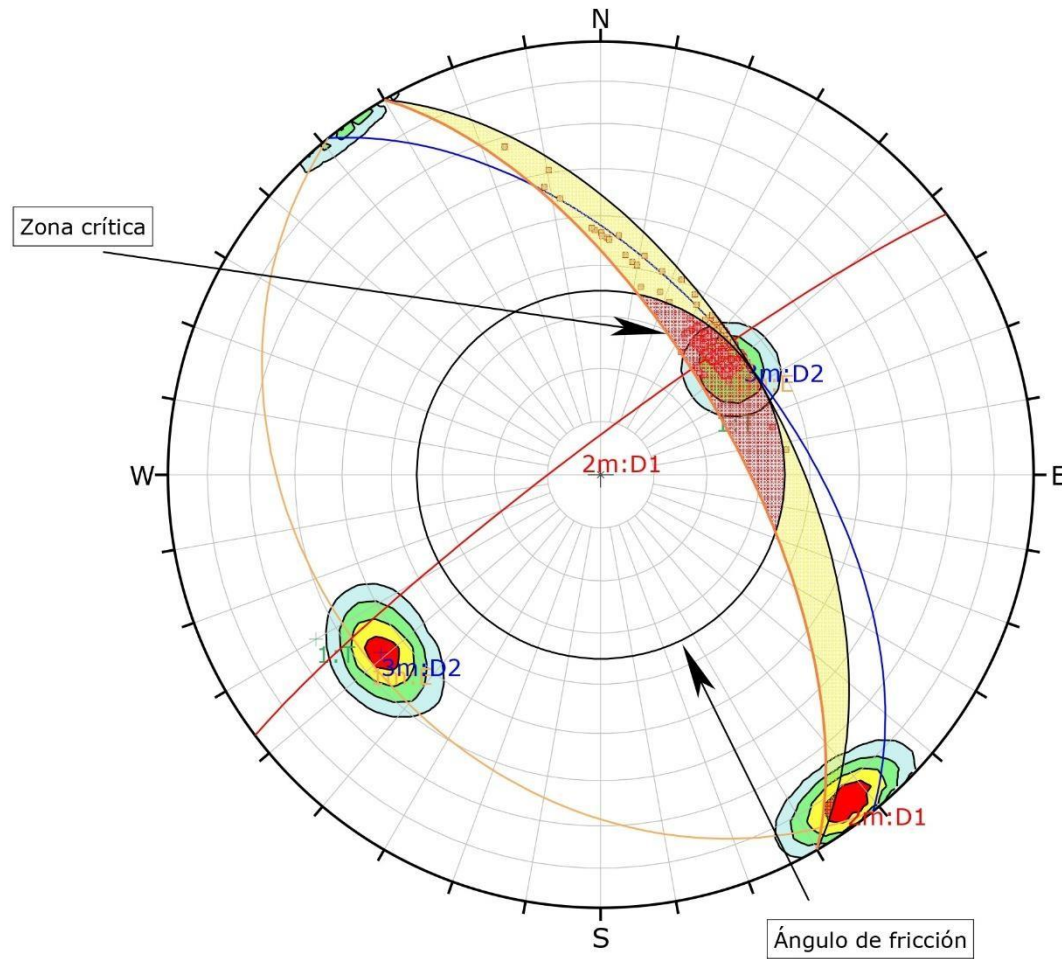
Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	65
Slope Dip Direction	60
Friction Angle	55°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	11	50	22.00%
Planar Sliding (Set 3: D2)	11	20	55.00%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	65	60	T
Mean Set Planes			
1m	32	231	E
2m	84	323	D1
3m	55	51	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 33. Análisis cinemático por rotura planar igual a 22% en EG-04.



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	
Pole Vectors	
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	
Wedge Sliding	
Slope Dip	65
Slope Dip Direction	60
Friction Angle	55°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	264	1223	21.59%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	65	60	T
Mean Set Planes			
1m	32	231	E
2m	84	323	D1
3m	55	51	D2

Plot Mode	
Pole Vectors	
Vector Count	50 (50 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1223
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 34. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 21.59% EG-04.

3.12.5. Estación Geomecánica 05

En la quinta estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769101; N: 9255521; Cota: 3058 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 74 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 69.









Foto 7. Estación geomecánica 05, midiendo dip y dip direction

En la foto 7, se midió datos del estrato como dip: 35, dip direction: 221; datos del talud fueron: dip 72, dip direction: 320

El análisis cinemático en el Software Dips en la quinta estación geomecánica nos ha podido ayudar a identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña. El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 0.0 % que exista una rotura planar y un 0.0% que ocurra una rotura en cuña.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 05

Pick GSI Value X

Rock Type: <input type="text" value="General"/>	SURFACE CONDITIONS				
GSI Selection: <input type="text" value="69"/> <input type="button" value="OK"/>	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY \Rightarrow				
 <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p>	90			N/A	N/A
 <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p>	80	70 69			
 <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p>		60	50		
 <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p>			40	30	
 <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p>				20	
 <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p>	N/A	N/A			10

\Downarrow DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES

Figura 35. Valoración GSI de la EG-05.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 05

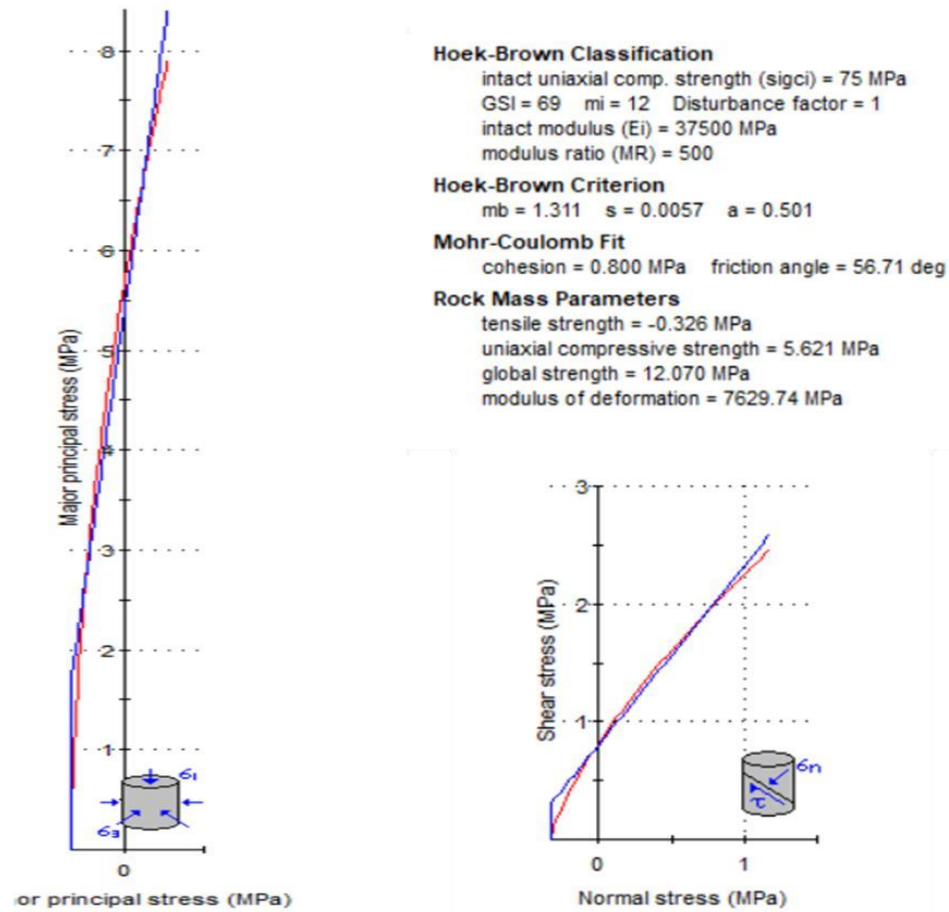
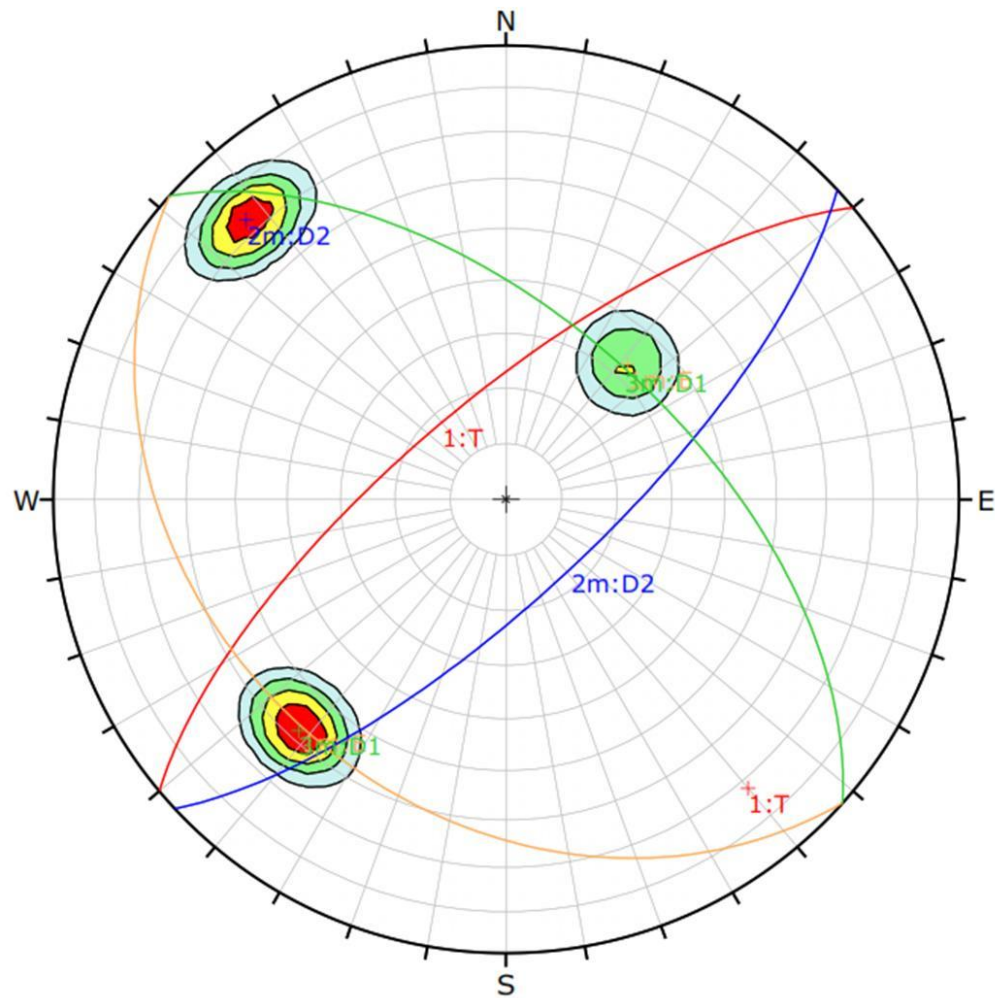


Figura 36. Análisis en Rocdata de la EG-05.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.20
	7.20 - 14.40
	14.40 - 21.60
	21.60 - 28.80
	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	■	72	320	T
Mean Set Planes				
1m	■	33	222	E
2m	■	73	137	D2
3m	■	58	42	D1

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 37. Análisis de polos en software Dips de la EG-05.

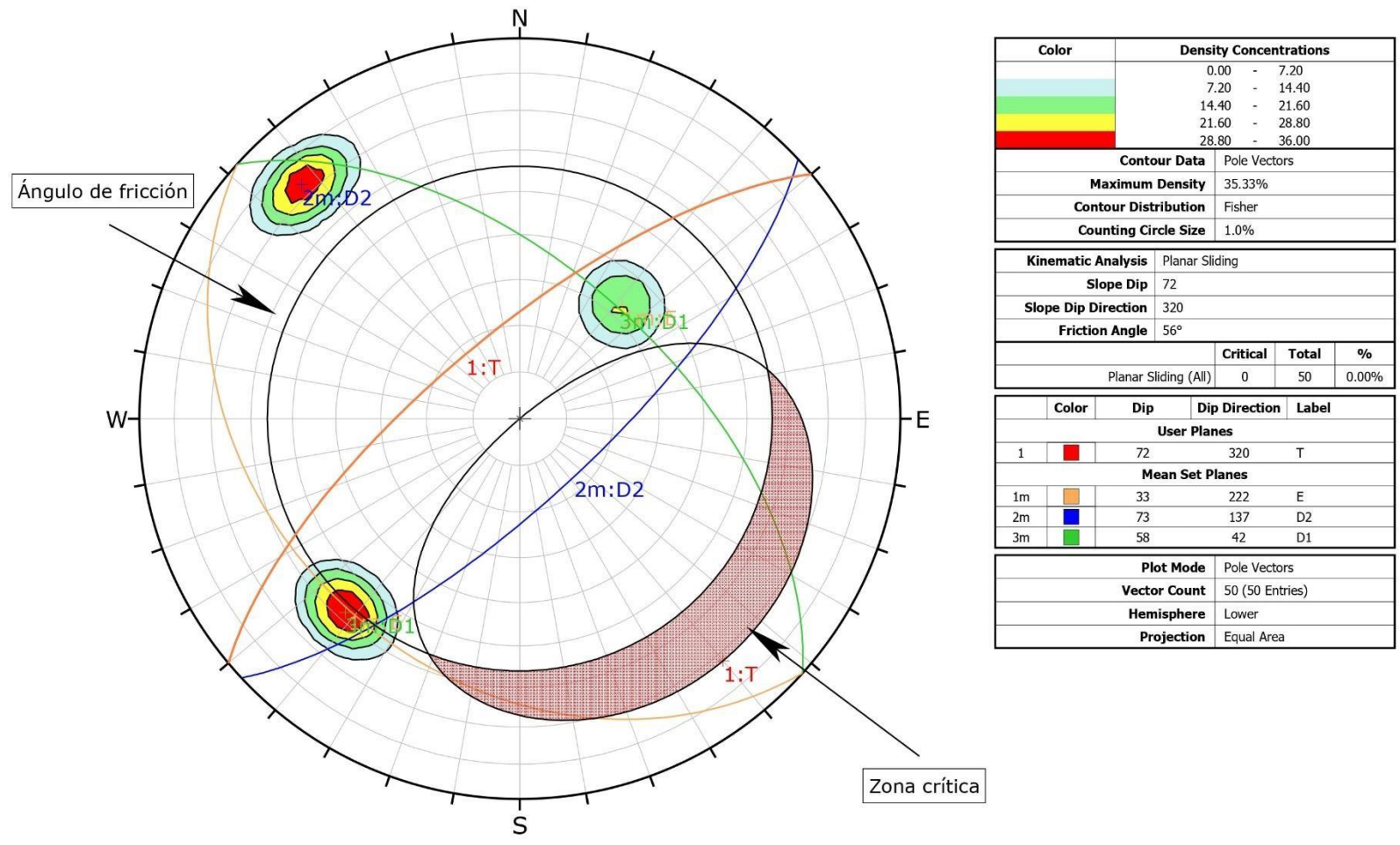


Figura 38. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-05.

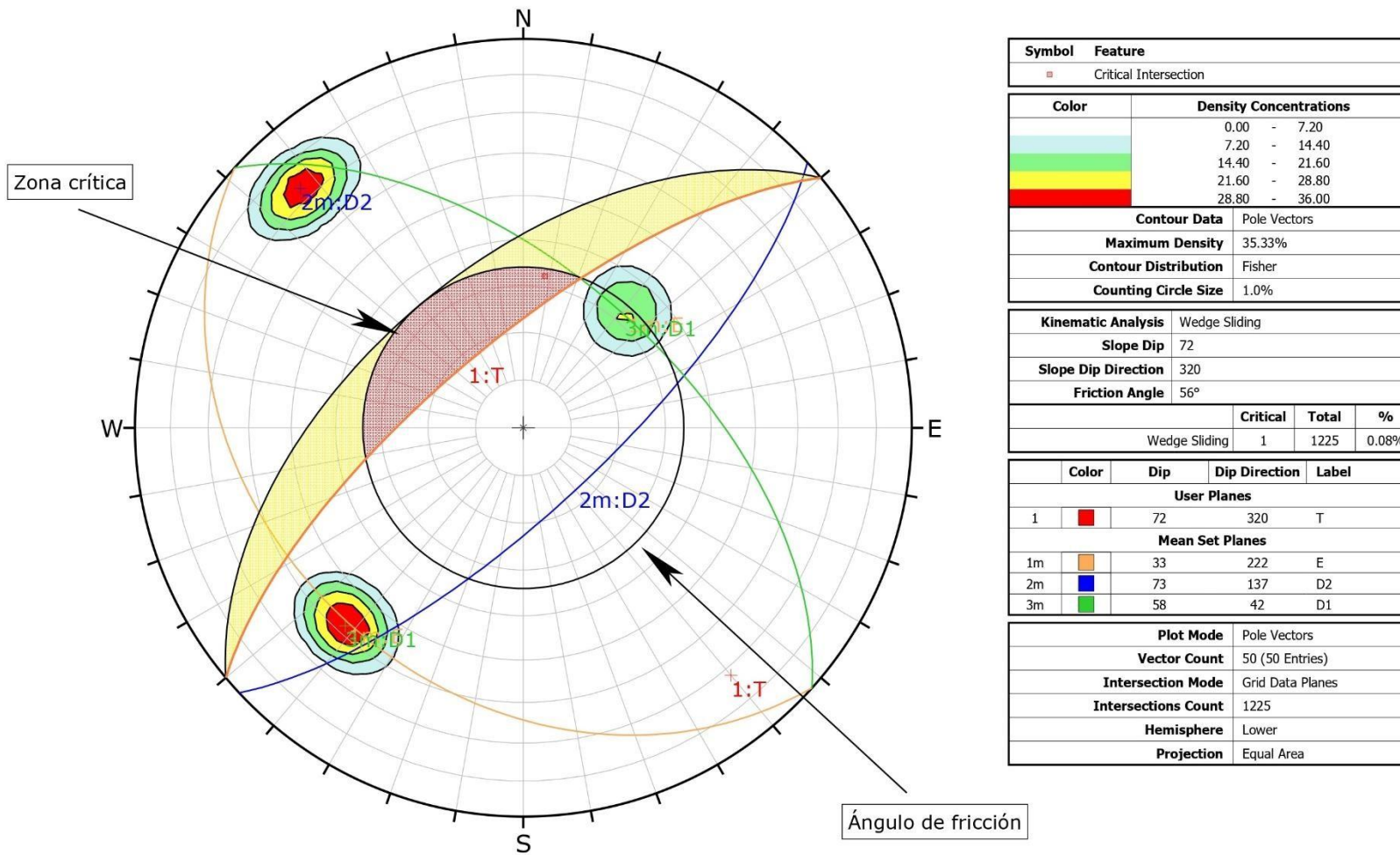


Figura 39. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-05.

3.12.6. Estación Geomecánica 06

En la sexta estación geomecánica, se ubica en las coordenadas E: 769115; N: 9255565; Cota: 3057 msnm. Se ha realizado la toma de datos geomecánicos en la cual se ha obtenido un RMR = 74 que se clasifica en un tipo de roca clase II, de calidad buena, y con una valoración de GSI = 69.



Foto 8. Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 06

En la foto 8, se aprecia en líneas de color rojo la familia de discontinuidades D1 y en color azul la familia de discontinuidades D2, las cuales afectan al macizo rocoso.

El análisis cinemático en el Software Dips de la sexta y última estación geomecánica nos ha podido ayudar a identificar 02 familias de discontinuidades, quienes serían las causantes de una posible rotura planar o rotura en cuña. El análisis cinemático nos arroja los siguientes valores: una probabilidad de 0.0% que exista una rotura planar y un 0.0% que ocurra una rotura en cuña.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06

Pick GSI Value
✕

Rock Type: General	SURFACE CONDITIONS				
GSI Selection: 69 OK	VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
STRUCTURE	DECREASING SURFACE QUALITY ➔				
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities</p> </div> </div>	90	80	70	60	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets</p> </div> </div>	80	70	69	50	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets</p> </div> </div>	70	60	50	40	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity</p> </div> </div>	60	50	40	30	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces</p> </div> </div>	50	40	30	20	N/A
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin-right: 5px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div> <p>LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes</p> </div> </div>	40	30	20	10	N/A
↓ DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES	30	20	10	N/A	N/A

Figura 40. Valoración GSI de la EG-06.

ANÁLISIS DE ROCAS - ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06

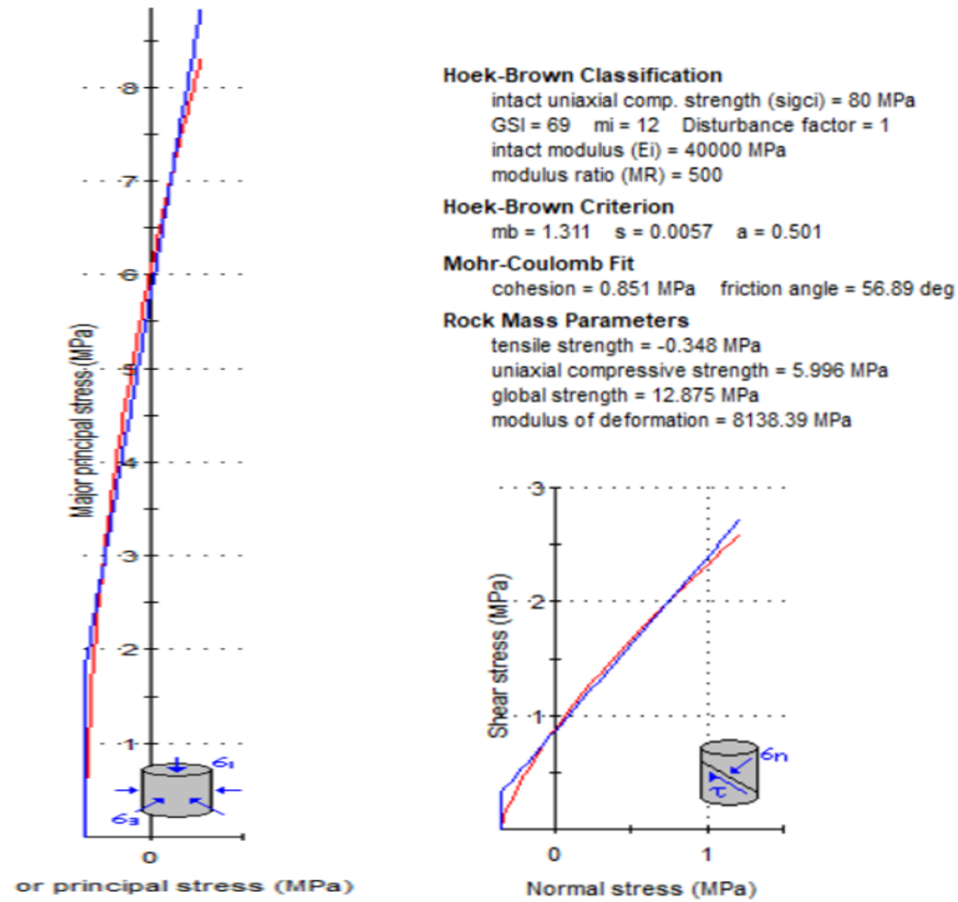
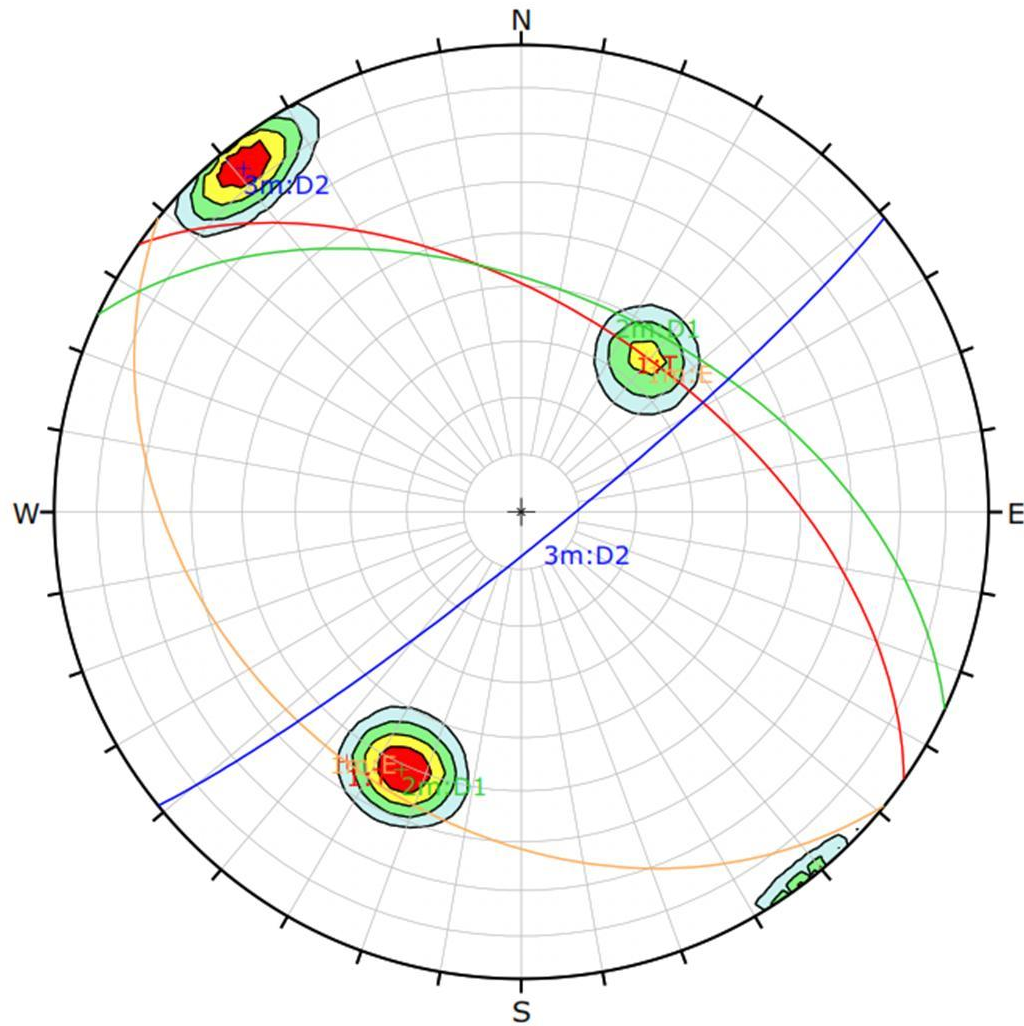
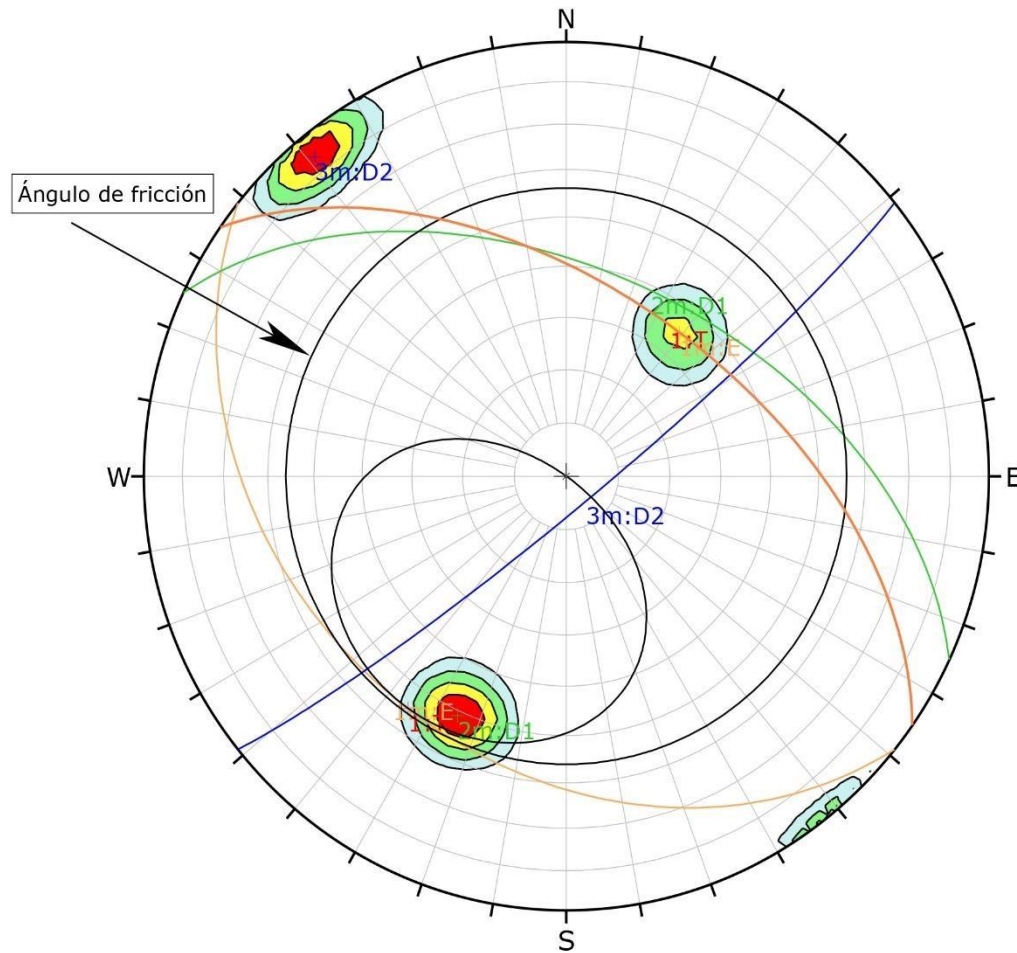


Figura 41. Análisis en Rocdata de la EG-06.



Color	Density Concentrations		
	0.00 - 7.00		
	7.00 - 14.00		
	14.00 - 21.00		
	21.00 - 28.00		
	28.00 - 35.00		
Contour Data Pole Vectors			
Maximum Density 34.72%			
Contour Distribution Fisher			
Counting Circle Size 1.0%			
Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1		55 35	T
Mean Set Planes			
1m		35 219	E
2m		51 25	D1
3m		84 141	D2
Plot Mode Pole Vectors			
Vector Count 50 (50 Entries)			
Hemisphere Lower			
Projection Equal Area			

Figura 42. Análisis de polos en software Dips de la EG-06.



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.72%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

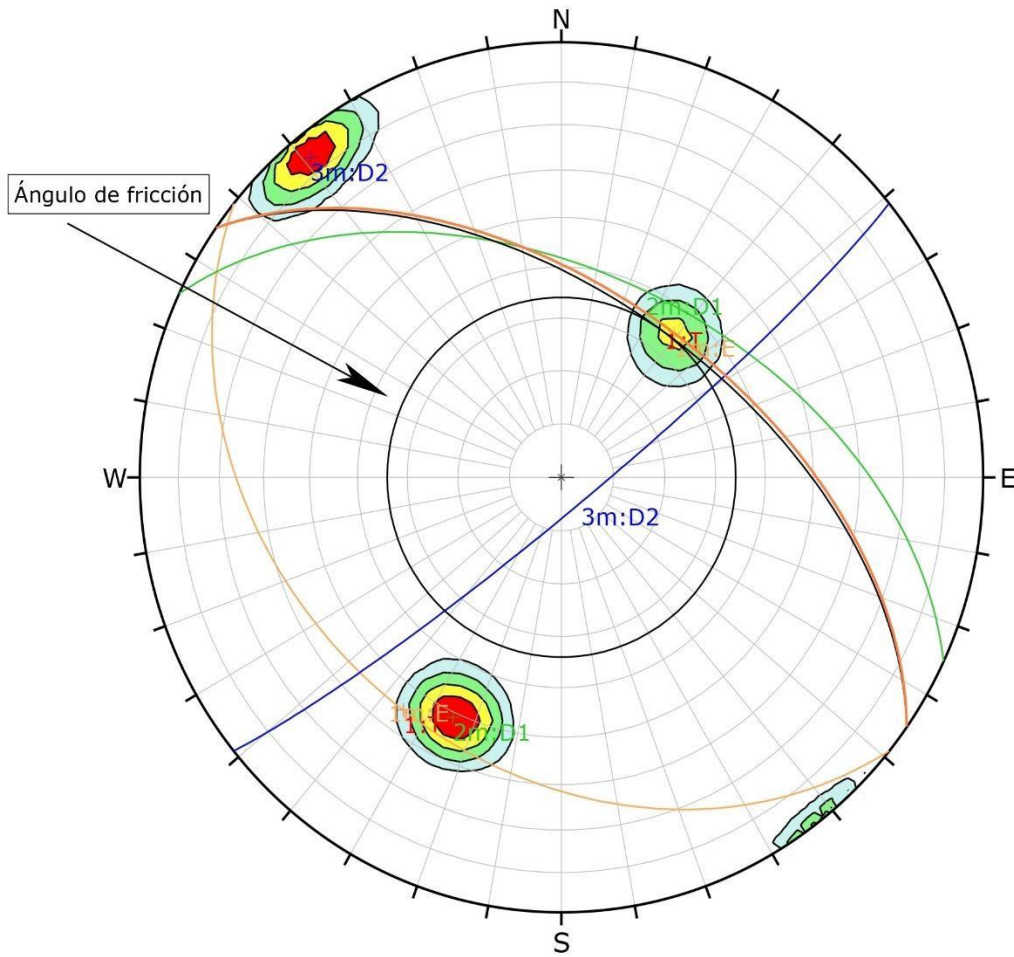
Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	55
Slope Dip Direction	35
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	50	0.00%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	55	35	T
Mean Set Planes			
1m	35	219	E
2m	51	25	D1
3m	84	141	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 43. Análisis cinemático por rotura planar igual a 0% en EG-06.



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0,00 - 7,00
Light Green	7,00 - 14,00
Yellow	14,00 - 21,00
Orange	21,00 - 28,00
Red	28,00 - 35,00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.72%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	55
Slope Dip Direction	35
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	1223	0.00%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	55	35	T
Mean Set Planes			
1m	35	219	E
2m	51	25	D1
3m	84	141	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1223
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

Figura 44. Análisis cinemático por rotura en cuña igual a 0% de la EG-06.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. CARTOGRAFIADO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

Se realizó el cartografiado geológico – geotécnico, donde se identificó que la concesión Pedregal se encuentra ubicada en rocas sedimentarias de tipo caliza que pertenecen a la Formación Cajamarca. Las cuales se encuentran estructuralmente plegadas y falladas, ocupan un gran porcentaje del área de la concesión Pedregal. Sus valores de resistencia a la compresión uniaxial para este tipo de caliza varían entre 65 – 75 Mpa. Ver mapa M – 04.

4.2. INESTABILIDAD DE TALUDES

Trabajando con la data obtenida en campo y realizando el análisis dinámico en el software Rocdata y Dips se obtiene que existe inestabilidad de taludes en dos estaciones geomecánicas (EG-01 y EG-04), donde la EG-01 tiene una probabilidad de rotura planar e 54.9% y una probabilidad de rotura en cuña de 17.97% en cuanto a la EG-04 tiene una probabilidad de rotura planar e 22% y una probabilidad de rotura en cuña de 21.59%. Ver anexo D y anexo E.

4.3. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos de las 6 estaciones geomecánicas se presenta en un resumen en la siguiente tabla. Agrupando los valores de RMR, GSI, ángulo de fricción, rotura planar y rotura en cuña.

Tabla 9. Resumen de datos obtenidos

N°	ITEM	RMR	GSI	ANGULO DE FRICCIÓN	ROTURA PLANAR %	ROTURA EN CUÑA %
1	EG-01	72	67	56,4	54,9	17,97
2	EG-02	75	70	56,64	1,96	2,28
3	EG-03	78	73	59,96	0	0
4	EG-04	69	64	55,92	22	21,59
5	EG-05	74	69	56,71	0	0
6	EG-06	74	69	56,89	0	0

Donde se observa que la estación geomecánica más crítica sería la EG-01, debido a que los taludes tienen una mayor probabilidad de sufrir rotura planar con un 54.9% y rotura en cuña con 17.97%. Seguidamente la EG-04 con valores de 22% para rotura planar y 21.59% para rotura en cuña y finalmente las estaciones geomecánicas EG-02, EG-03, EG-05, EG-06 tienen poca o nula probabilidad de rotura planar o rotura en cuña.

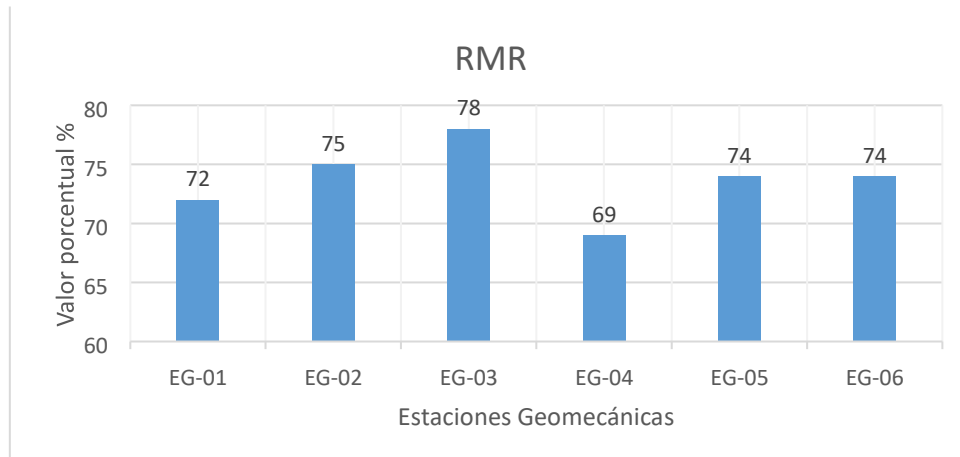


Figura 45. Valoración de RMR en las estaciones geomecánicas.

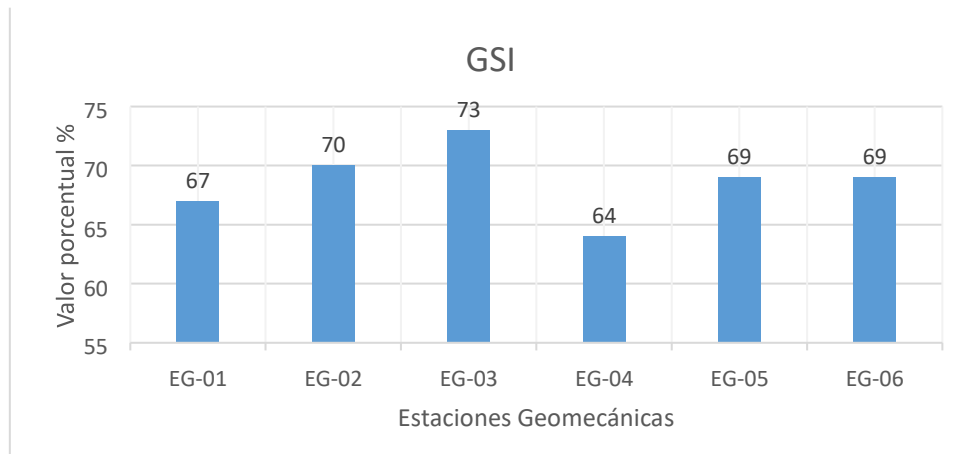


Figura 46. Valoración GSI de las estaciones geomecánicas.

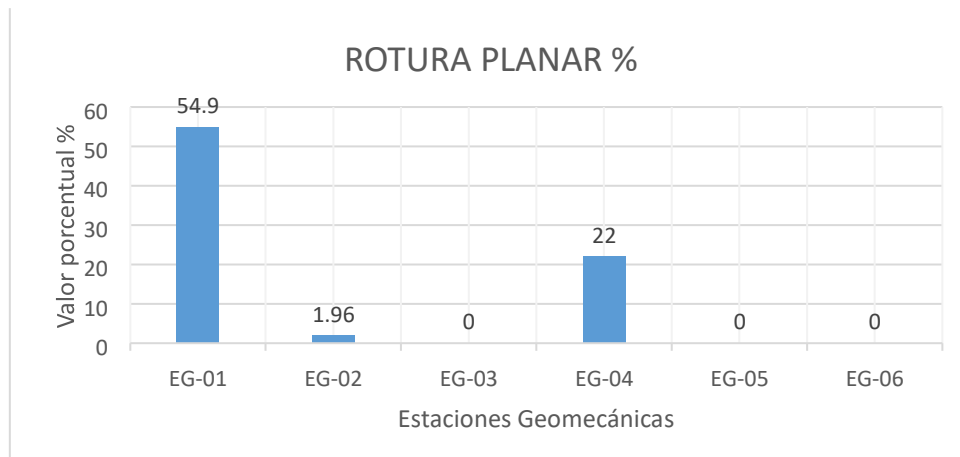


Figura 47. Porcentaje de ocurrencia de rotura planar.

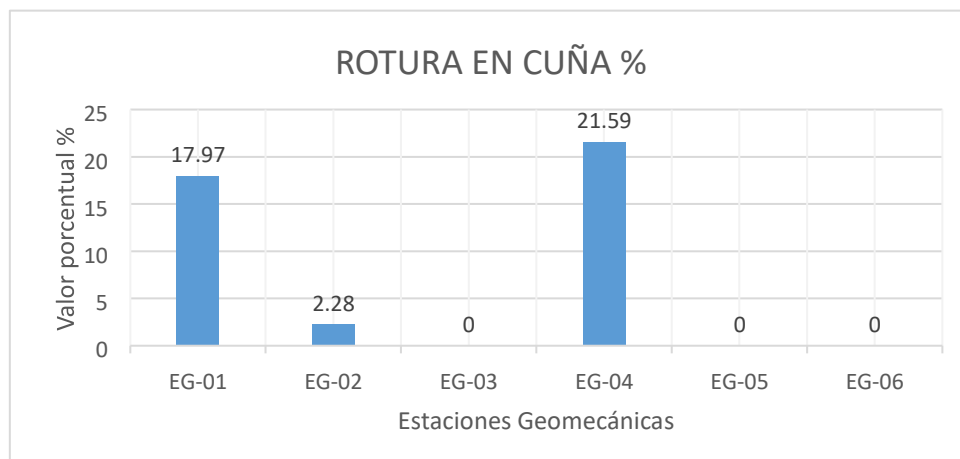


Figura 48. Porcentaje de ocurrencia rotura en cuña.

4.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los taludes de la Cantera Nube Blanca se encuentran emplazados en la Formación Cajamarca que se conforman por rocas calcáreas color gris parduzcas de buena calidad. El cartografiado geológico geotécnico nos dio detalles de la presencia de 02 familias de diaclasas quienes podrían ser las causantes de dos tipos de rotura: planar y en cuña; sin embargo, los datos obtenidos nos indican una nula o baja probabilidad de ocurrencia. Es preciso mencionar que la estación geomecánica EG-01 es la única que tiene una valoración de 54.9% de probabilidad para rotura planar y 17.97% de probabilidad para rotura en cuña, seguido de la estación geomecánica EG-04 que presenta

22% de probabilidad para rotura planar y 21.59% de probabilidad para rotura en cuña, estos datos fueron obtenidos cuando las variables detonantes tales como: precipitación, litología y discontinuidades se trabajaron entre sí.

Finalmente se puede observar de la presente tesis que se ha encontrado dos estaciones geomecánicas: EG-01 Y EG-04 críticas y cuatro estaciones geomecánicas: EG-02, EG-03, EG-05 Y EG-06 estables.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se evaluó la geomecánica de los taludes de la concesión Pedregal, están definidas por la resistencia de la roca intacta, discontinuidades y tipo de roca en este caso caliza de la Formación Cajamarca. Se realizó el cartografiado geológico geomecánico en los taludes, obteniendo rocas de buena calidad con un valor RMR mayor a 70 en todas las estaciones geomecánicas.

Se calculó la inestabilidad de los taludes mediante análisis cinemático en el software Dips de las seis estaciones geomecánicas propuestas, donde se obtuvo dos estaciones geomecánicas (EG-01 y EG-04) en estado crítico con probabilidad de rotura planar y rotura en cuña.

Se realizó los distintos mapas temáticos de la zona de investigación. El mapa geológico donde se identificó rocas sedimentarias de la Formación Cajamarca y el mapa de unidades morfogénicas donde se evaluó que las estaciones geomecánicas con inestabilidad de taludes se ubican en planicie que tiene una pendiente de 0° a 8°.

5.2. RECOMENDACIONES

La empresa calera Nube Blanca debe realizar ensayos triaxiales en laboratorios certificados, para obtener data real de los parámetros de los macizos rocosos y complementar el estudio realizado.

La empresa debe realizar trabajos con seguridad y cautela al momento de explotación y extracción en los taludes de las estaciones geomecánicas EG-01 y EG-04.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A. 2008. Caracterización geotécnica y estructural de la rampa de exploración y del túnel de drenaje, Mina Chuquicamata. Tesis Ing. de Minas, Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile. 91 p.
- Albarracín O. Gómez D. (2000). "Caracterización y clasificación geomecánica del macizo rocoso del sector la sierra" Sogamoso, Boyacá, Colombia.
- Andrade, B. 2004. Introducción a la ingeniería de túneles: caracterización, clasificación y análisis geomecánico de macizos rocosos. 3 ed. Quito, Ecuador, AIME. 349 p.
- Antenor, G. 1996. Boletín N° 31 INGEMMET
- Arlandi, R; Bernardo, S; Jordá, B. 2013. Predicción empírica del Strainburst y Squeezing en galerías profundas - Mina El Teniente (Chile). Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente, ISSN 1136-4785, N°. 224, 2013: 28-33. Consultado 2 ago. 2022. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4248210>
- Basurto, J. 2014. Validación del muestreo de blastholes por canales en zonas de mineralización de sulfuros, Proyecto Yanacocha Verde – Cajamarca: informe de suficiencia. Tesis Ing. Lima, Perú, UNI. 82 p.
- Barton, N; Lien, R; Lunde, J. 1974. Clasificación ingenieril de la masa rocosa para el diseño del sostenimiento de túneles. Mecánica de rocas 6: 189–236. Consultado 2 ago. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/226039636_Engineering_Classification_of_Rock_Masses_for_the_Design_of_Tunnel_Support
- Benel, R. 2019. Comportamiento geomecánico según los métodos RMR y Q de Barton del Nivel 3 de la Mina Paredones San Pablo – Cajamarca. Tesis Ing. Cajamarca, Perú, UNC. 140 p.
- Bernal, C; Cevallos, J; Celada, B; Tardáguila, I. 2013. Inspección y rehabilitación del Túnel Hidráulico de Cerro Azul (Ecuador). Ingeopres: Actualidad técnica de ingeniería civil, minería, geología y medio ambiente, ISSN 1136-4785, N°. 230, 2013: 20-25. Consultado 2 ago. 2022. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4787816>
- Berrocal, M. 2015. Estabilidad de Excavaciones Subterráneas. Lima - Perú:

- Ventura Graf.
- Bieniawski, Z. 1989. Engineering Rock Mass Classifications. New York, Estados Unidos. 251 p. Gavilanes, H;
- Bieniawski, Z. 1976. Rock mass classification in rock engineering. In Exploration for rock engineering, proc. of the symp., (ed. Z.T. Bieniawski) 1, 97-106. Cape Town: Balkema.
- Blanco, R. 2005. "Características físico y mecánico estructural del macizo rocoso" Proyecto CYTED XIII, Córdoba, Argentina.
- Cartaya, M. 2001. Tesis. Caracterización Geomecánica de macizos rocosos en obra subterráneas de la región oriental del país Cuba. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba.
- Cordova. M. 2013. "Códigos internacionales de declaración de proyectos minerales de stockexchange". *Disponible online: <http://es.scribd.com/doc/92871454/codigos-Internacionales>. Fuentes Pacheco, Eder
- Celada, T. 2011. Manual de túneles y obras subterráneas tomo 1: Concepto y diseño del sostenimiento de túneles: 815 – 854. Móstoles – Madrid: Graficas arias montano, S.A.
- Cartaya, M. (2001). Tesis. Caracterización Geomecánica de macizos rocosos en obra subterráneas de la región oriental del país Cuba. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba.
- Cuyubamba, J. (2019). Zonificación geomecánica para optimizar el diseño de malla de perforacion y voladura - Unidad Minera Parcoy - Consorcio Minero Horizonte S.A. Junin: UNCP - Institucional.
- González de Vallejo, I. (2004). Ingeniería geológica. Madrid: Pearson educación, S.A.
- Goodman, R. (1987). Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterios de rotura no lineales. Madrid.
- Hoek y Brown. (1986). Excavaciones Subterranas en Rocas. Mexico: Calypso S.A.
- Jiménez del Valle, B. (2014). Criterios de definición de fases y diseño en minería a cielo abierto. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.

- Jiménez, A. (2006). Caracterización geomecánica de macizos rocosos en obras subterráneas de Cuba: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
Obtenido de Geomechanical Consulting.
- Lopez, E. (2016). Estudio geotécnico y diseño del talud final de una mina a cielo abierto aplicando modelos numéricos. Lima: UNMSM-Tesis.
- Oyarzún, J. (2009). Léxico de geología económica. Chile.
- PALMSTRÖM, A. (2003). Recientes desarrollos en la estimación en roca mediante del rmi. Colombia: DYNA.
- Parra, A. (2015). Planificación minera a cielo abierto utilizando fundamentos geomecánicos. Santiago: Repositorio Universidad de Chile.
- Ramírez, P. (2004). Mecánica de Rocas: Fundamentos e Ingeniería de Taludes. Madrid.


ANEXOS

- A. DATOS ESTACIONES GEOMECÁNICAS
- B. DATOS RMR ESTACIONES GEOMECÁNICAS
- C. DATOS DIPS
- D. ANÁLISIS CINEMÁTICO DIPS ROTURA PLANAR
- E. ANÁLISIS CINEMÁTICO DIPS ROTURA EN CUÑA
- F. MAPAS TEMÁTICOS


A. DATOS ESTACIONES GEOMECÁNICAS

DIA NÚM.	DATA EN			MUNICIPIO			PROPIEDADES DE LAS ORIENTACIONES CARDIOPOLARES																					
	ESTE	NORTE	OESTE	LITERO / FORMAC.	METEOROLOGÍA	ESTADO FINCT.	DIR	TIPO	RESIST. COM. UNIDAD	RIGI. TISSUE	ORIENTACIÓN			ESPACIO (m)	PESOS (kg)	ANCHO (cm)	PESOS	MUSCULO			ALTERAC. METAB.	ABUSO	CALIDAD DE SOPORTE					
											DIRECCIÓN	Z	DIP					DD	TIPO	DUREZ				ALTERAC. METAB.	ABUSO			
																										1 + 2	1 + 1	3 + 4
3 + 0.6-0.2	1 + 0-0	0-0.1-0	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1	3 + 0.1						
1	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	300	58	30	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
2	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	295	60	25	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
3	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	287	61	17	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
4	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	296	59	26	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
5	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	292	59	22	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
6	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	303	61	33	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
7	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	298	54	23	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
8	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	294	55	24	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
9	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	301	58	31	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
10	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	295	60	25	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
11	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	297	53	27	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
12	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	E	75 MPa	92.2	297	54	27	2	2	4	3	1	4	2	1	1						
13	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	115	22	205	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
14	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	118	17	208	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
15	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	119	19	209	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
16	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	116	21	208	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
17	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	116	24	206	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
18	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	119	23	209	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
19	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	119	18	209	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
20	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	109	28	199	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
21	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	112	27	202	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
22	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	121	16	211	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
23	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	109	22	199	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
24	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	120	28	210	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
25	769010	9255510	3090	Fin. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	111	24	208	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
								Totales			285	83	15															

DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO			PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES CARTOGRAFIADAS																					
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓG / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GB	TIPOS	RESIST. COMP. UNIAJ	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS	RELLENO		ALTERAC-METEOR	AGUA	CALIDAD DE INFORM.						
					1= Fresco	1= Alto	1= Bloq Regul				E= Estratíf.	DIRECCION	1 > 2					1 < 1	1= Nada				1= Muy Rug	1= Arcilloso	1= Ninguna	1= Inalterada	1= Seco	1= Lec. Real
					2= Lev Met	2= Med	2= Bloq Irregul				D= Diaclasa		2 > 2-0,6					2 > 1-3	2 < 0.1				2= Rugosa	2 = Oz / Silc	2= Duro < 5mm	2= Lig. Alt	2 = Humedo	2= Lect Apor
					3= Mod	3= Bajo	3= Bloq y Capas				F= F. Norm		3 > 0,6-0,2					3 > 3-10	3 < 0,1-1,0				3= Lig. Rug	3 = Calcita	3= Duro > 5mm	3= Mod. Alt	3 = Mojado	3= Lec Proy
4= Alt Met		4= Fract-Interio	R= F. Inversa	4 < 0,2-0,06	4 < 10-20	4 < 1,0-5,0	4= Ondulad-Esa	4 = Oxditos	4= Suave < 5mm	4= Muy Alt	4 = Goteo																	
5= Comp		Agregar MB, B, M, P, MP	F= F. Direcc	5 < 0,06	5 > 20	5 > 5	5= Suave	5 = Rocca Tritur	5= Suave > 5mm	5= Descomp	5 = Flujo																	
							From golpes	λ = 4,66	Z / R DIP DD																			
							3 Golpes	γ _r #																				
							C= Contacto																					
26	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	118	22	208	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
27	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	117	16	207	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
28	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	117	26	207	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
29	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	117	27	207	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
30	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	114	23	204	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
31	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D1	75 MPa	92.2	121	21	211	3	2	5	2	1	4	2	1	1						
32	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	225	67	315	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
33	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	230	74	320	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
34	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	222	69	312	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
35	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	220	64	310	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
36	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	219	69	309	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
37	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	222	73	312	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
38	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	222	68	312	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
39	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	225	66	315	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
40	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	231	68	321	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
41	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	224	72	314	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
42	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	224	67	314	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
43	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	225	72	315	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
44	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	222	63	312	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
45	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	229	67	319	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
46	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	226	67	316	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
47	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	221	63	311	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
48	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	224	74	314	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
49	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	228	72	318	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
50	769010	9255510	3090	Fm. Cajamarca	3	2	4	D2	75 MPa	92.2	230	70	320	2	2	5	3	1	4	2	1	1						
							Talud				285	83	15															
																			RMR	72								

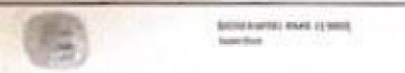
REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO		PROYECTO:		EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA COMISIÓN FEDERAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAVALC										 INSTITUCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
SISTEMA		UBICACIÓN:		APAN ALTO - HUALAVALC - HUALAVALC											
CÓDIGO		FECHA:		Rev. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ											
				Jun 24											

DIL. No.	DATA GPS			MACIZO ROXOSO			PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES CARTOGRAFIADAS																
							TIPOS	RESIST. COMP. UNIAJ	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS	Relleno		ALTERAC-METEA	AGUA	CALIDAD DE INFORM.		
	METEORIZACION	GRADO TRACT.	GU	1-Estratíf.	2-Dioclina	3-Fr. Norm				4-Fr. Inversa	5-Fr. Direct.	6-Fr. Microfala					7-Si-Sobres.	8-Contacto				Z/R	DIP
							1=Alto	2=Med	3=Bajo				1=Alto	2=Med	3=Bajo	1=Alto			2=Med	3=Bajo	1=Alto		
1	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	215	85	305	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
2	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	217	87	307	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
3	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	214	81	304	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
4	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	219	88	309	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
5	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	218	89	308	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
6	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	211	88	301	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
7	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	221	81	311	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
8	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	215	84	305	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
9	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	217	86	307	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
10	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	213	90	303	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
11	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	E	70 MPa	88.76	216	87	306	3	2	3	2	1	2	2	1	1	
12	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	219	32	309	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
13	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	140	31	230	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
14	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	140	34	230	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
15	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	142	36	232	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
16	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	135	37	225	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
17	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	138	37	228	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
18	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	139	39	229	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
19	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	135	34	225	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
20	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	140	30	230	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
21	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	142	31	232	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
22	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	140	37	230	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
23	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	134	37	224	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
24	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	138	31	228	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
25	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	DI	70 MPa	88.76	136	41	226	2	2	3	3	1	2	2	1	1	
											Total			205		58		295					


REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO		PROYECTO :	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONEXIÓN FERROVIARIA EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUÁLAGUAYO										 INSTITUTO TECNOLÓGICO Huálaguayo			
SISTEMA	WGS-84	UBICACIÓN :	APAN ALTO - HUÁLAGUAYO - HUÁLAGUAYO													
	ZONA 17 S	TESTISTA:	Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ													
CÓDIGO	EG-02	FECHA:	Jun-24													

DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO			PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES CARTOGRAFIADAS															
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓGIC/ FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	CU	TIPOS	RESIST. COMP. UNIAX.	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERICUT (m)	ABERTURA (mm)	RUSOS	RELLENO		ALTERAC- METEOR.	AJUAR	CALIDAD DE INFORM.
											DIRECCION.							TIPO	DUREZA			
											Z / R	DIP	DD									
26	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	138	41	228	2	2	3	3	1	2	2	1	1
27	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	136	33	226	2	2	3	3	1	2	2	1	1
28	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	135	34	225	2	2	3	3	1	2	2	1	1
29	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	140	34	230	2	2	3	3	1	2	2	1	1
30	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	134	30	224	2	2	3	3	1	2	2	1	1
31	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D1	70 MPa	88.76	132	41	222	2	2	3	3	1	2	2	1	1
32	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	286	70	16	2	2	5	3	1	2	2	1	1
33	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	282	71	12	2	2	5	3	1	2	2	1	1
34	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	281	67	11	2	2	5	3	1	2	2	1	1
35	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	281	64	11	2	2	5	3	1	2	2	1	1
36	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	292	76	22	2	2	5	3	1	2	2	1	1
37	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	280	72	10	2	2	5	3	1	2	2	1	1
38	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	290	72	20	2	2	5	3	1	2	2	1	1
39	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	285	76	15	2	2	5	3	1	2	2	1	1
40	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	287	72	17	2	2	5	3	1	2	2	1	1
41	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	283	70	13	2	2	5	3	1	2	2	1	1
42	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	285	74	15	2	2	5	3	1	2	2	1	1
43	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	285	66	15	2	2	5	3	1	2	2	1	1
44	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	290	68	20	2	2	5	3	1	2	2	1	1
45	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	291	66	21	2	2	5	3	1	2	2	1	1
46	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	280	69	10	2	2	5	3	1	2	2	1	1
47	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	286	64	16	2	2	5	3	1	2	2	1	1
48	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	287	70	17	2	2	5	3	1	2	2	1	1
49	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	284	76	14	2	2	5	3	1	2	2	1	1
50	769094	9255436	3075	Fm. Cajamarca	2	2	2	D2	70 MPa	88.76	288	67	18	2	2	5	3	1	2	2	1	1
											Tahud			205	58	295						


REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO		PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PIEDRAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAYOC									
SISTEMA	W03-B4	UBICACIÓN:	APARILTO - HUALAYOC - HUALAYOC									
	ZONA 17.1	TESTA:	Barra, JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ									
CÓDIGO	EG-01	FECHA:	Jun-24									



DIS. No.	DATA GPS			MACED BOCCO				TIPOS	RESIST. COMP. UNMAX	ROD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	AMPLITUD (mm)	RUIDOS	RELLENO		ALTERAC. METEOR.	AGUA	CALIDAD DE INFORM.					
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓG. / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRAC.	GR				DIRECCION.	TIPO	DUREZA					TIPO	DUREZA								
																							Z / R	DIP	DD		
1	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 Mpa	90.3	283	77	13	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
2	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	285	71	16	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
3	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	280	74	10	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
4	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	281	80	11	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
5	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	287	78	17	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
6	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	282	79	12	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
7	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	284	77	14	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
8	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	278	74	8	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
9	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	287	73	17	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
10	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	283	76	13	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
11	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	E	70 MPa	90.3	278	75	8	3	2	3	2	1	2	2	1	1					
12	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	281	66	11	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
13	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	274	63	4	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
14	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	266	65	356	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
15	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	268	67	358	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
16	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	260	68	350	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
17	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	266	68	356	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
18	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	250	65	340	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
19	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	271	65	1	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
20	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	265	68	355	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
21	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	263	67	353	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
22	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	266	60	356	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
23	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	270	66	0	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
24	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	265	66	355	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
25	769085	9255546	3085	Pm. Cajamarca	2	2	1	DI	70 MPa	90.3	269	62	359	2	2	3	3	3	3	2	1	1					
											TALUD			283	46	13											

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO			PROYECTO :	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUAYBAYOC										 BENJAMIN RAMOS RAMOS <small>Geólogo</small>						
SISTEMA			UBICACIÓN :	APAN ALTO - HUAYBAYOC - HUAYBAYOC																
CÓDIGO			TEMATA :	Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ																
W03-B4			FECHA :	Jun-24																
ZONA 173																				
EG-03																				

DIL. Num	DATA GPS			MACIZO ROCOSO			ANÁLISIS DE TALUDES															
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓGICO / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GIR	TIPOS	RESIST. COMP. LINIAX	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS.	RELLENO		ALTERAC. METEOR.	AGUA	CALIDAD DE INFORM.
											DIRECCIÓN							TIPO	PUREZA			
											Z / R	DIP	DD									
De Extratf.											De Diaclass		Fm/F. Norma									
26	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	70 MPa	90.3	272	60	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1
27	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	70 MPa	90.3	268	63	358	2	2	3	3	3	3	2	1	1
28	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	70 MPa	90.3	276	65	6	2	2	3	3	3	3	2	1	1
29	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	70 MPa	90.3	266	59	356	2	2	3	3	3	3	2	1	1
30	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	70 MPa	90.3	274	65	4	3	2	5	1	3	3	3	1	1
31	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	182	28	272	3	2	5	1	3	3	3	1	1
32	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	170	32	260	3	2	5	1	3	3	3	1	1
33	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	184	24	274	3	2	5	1	3	3	3	1	1
34	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	176	28	266	3	2	5	1	3	3	3	1	1
35	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	179	33	269	3	2	5	1	3	3	3	1	1
36	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	184	23	274	3	2	5	1	3	3	3	1	1
37	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	176	28	266	3	2	5	1	3	3	3	1	1
38	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	177	32	267	3	2	5	1	3	3	3	1	1
39	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	186	23	276	3	2	5	1	3	3	3	1	1
40	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	183	28	273	3	2	5	1	3	3	3	1	1
41	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	185	29	275	3	2	5	1	3	3	3	1	1
42	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	186	31	276	3	2	5	1	3	3	3	1	1
43	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	179	27	269	3	2	5	1	3	3	3	1	1
44	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	181	23	271	3	2	5	1	3	3	3	1	1
45	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	177	32	267	3	2	5	1	3	3	3	1	1
46	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	184	24	274	3	2	5	1	3	3	3	1	1
47	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	180	32	270	3	2	5	1	3	3	3	1	1
48	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	184	22	274	3	2	5	1	3	3	3	1	1
49	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	178	30	268	3	2	5	1	3	3	3	1	1
50	769085	9255546	3085	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	70 MPa	90.3	186	31	276	3	2	5	1	3	3	3	1	1

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO		PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS ERALDES DE LA CONCESIÓN PEDIERAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAYUC		 INSTITUCIÓN N.º 12040 Huancayo
SISTEMA	WGS-84	UBICACIÓN:	APARALTO - HUALAYUC - HUALAYUC		
	ZONA 17 S	TESTA:	Barr. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ		
CÓDIGO	EG-04	FECHA:	30-21		

DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCCO			TIPOS	RESIST. COMP. UNIAS	ROD Trama	ORIENTACIÓN	ESPACIO (m)	PERIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS	RELLENO		ALTERAC-METEOR.	AGUA	CALIDAD DE DIFORM.										
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓG / FORMAC.	METEORIZACI ON	GRADO FRAC.									GR	TIPO				NO. 17	DIRECCION.	TIPO	DUREZA						
																								1=Fract	1 = Rto	1=Blas Regal	F= F. Norm	%	L 4,20
1	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	142	31	232	2	3	3	2	1	2	2	2	1							
2	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	145	34	235	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
3	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	141	35	231	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
4	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	137	32	227	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
5	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	135	29	225	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
6	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	146	34	236	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
7	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	144	32	234	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
8	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	138	34	228	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
9	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	141	29	231	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
10	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	143	32	233	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
11	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	E	77 MPa	93,71	139	28	229	2	3	3	2	1	2	2	2	2	1						
12	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	233	84	323	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
13	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	239	84	329	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
14	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	229	82	319	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
15	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	236	85	326	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
16	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	233	88	323	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
17	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	228	85	318	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
18	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	236	80	326	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
19	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	232	86	322	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
20	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	237	87	327	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
21	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	230	79	320	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
22	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	227	83	317	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
23	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	232	89	322	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
24	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	230	86	320	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
25	769081	9255470	3058	Fin. Cajamarca	2	2	1	DI	77 MPa	93,71	238	84	328	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1						
							TALLD				330	65	60																



SISTEMA	WGS 84	UBICACION:
	ZONA 17 E	OPERA ALTO - MORGANQUE - MORGANQUE
COORDENADA	83-04	FECHA:

DIS. No.	DATA GPS			MUESTRO BANCOS			TIPOS	RESIST. COMP. UNIAS	RES. Trans	ORIENTACION			ESPAZADO (m)	PERIODO (m)	AMBITOS (m)	NODOS	MUESTRO		ESTRUC. METEOR.	AGUA	CALIDAD DE INFORM.	
	ESTI	NORTE	COTA	LITOLOG. FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.				GR	DIRECCION						TIPO	FUERZA				
											Z	DIP										DD
26	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	77 MPa	93.71	235	82	325	2	2	3	2	1	2	2	2	1
27	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	77 MPa	93.71	236	83	326	2	2	3	2	1	2	2	2	1
28	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	77 MPa	93.71	235	83	325	2	2	3	2	1	2	2	2	1
29	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	77 MPa	93.71	232	81	322	2	2	3	2	1	2	2	2	1
30	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	77 MPa	93.71	228	88	318	2	2	3	2	1	2	2	2	1
31	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	322	55	52	2	2	3	2	1	2	2	2	1
32	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	327	60	57	2	2	3	2	1	2	2	2	1
33	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	316	54	46	2	2	3	2	1	2	2	2	1
34	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	327	49	57	2	2	3	2	1	2	2	2	1
35	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	316	60	46	2	2	3	2	1	2	2	2	1
36	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	311	52	41	2	2	3	2	1	2	2	2	1
37	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	323	58	53	2	2	3	2	1	2	2	2	1
38	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	318	59	48	2	2	3	2	1	2	2	2	1
39	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	320	54	50	2	2	3	2	1	2	2	2	1
40	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	327	52	57	2	2	3	2	1	2	2	2	1
41	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	317	57	47	2	2	3	2	1	2	2	2	1
42	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	315	57	45	2	2	3	2	1	2	2	2	1
43	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	327	55	57	2	2	3	2	1	2	2	2	1
44	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	310	51	40	2	2	3	2	1	2	2	2	1
45	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	315	55	45	2	2	3	2	1	2	2	2	1
46	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	321	60	51	2	2	3	2	1	2	2	2	1
47	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	325	52	55	2	2	3	2	1	2	2	2	1
48	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	327	55	57	2	2	3	2	1	2	2	2	1
49	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	322	50	52	2	2	3	2	1	2	2	2	1
50	769081	9255470	3058	Fm. Cajamarca	2	2	1	D2	77 MPa	93.71	325	52	55	2	2	3	2	1	2	2	2	1

TALLID


330 65 60

HMR 69


REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO			PROYECTO :	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC									
SISTEMA			UBICACIÓN :	APAN ALTO - HUALGAYOC - HUALGAYOC									
CÓDIGO			TESISTA :	Rsch. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ									
WGS 84			FECHA :	Jun-24									
ZONA 17 S													
PG-05													



DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO				TIPOS	RESIST. COMP. UNIAX	RCD Trama	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RUGOS	RELLENO		ALTERAC - METEOR	AGUA	CALIDAD DE INFORM.			
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓG / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GSI				DIRECCION.	TIPO	DUREZÁ					TIPO							
																		Z / R	DIP				DD	1 = Arcilloso	1 = Ninguna
4 = 0,2-0,06	4 = 10-20	4 = 1,0-5,0	4 = Ondulad-fina	4 = Oslidos	4 = Suave<5mm.	4 = Muy Alt	4 = Gotas																		
								1	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	132	33	222	3	3	3	2
2	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	131	35	221	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
3	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	136	27	226	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
4	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	131	33	221	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
5	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	127	27	217	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
6	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	138	34	228	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
7	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	125	34	215	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
8	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	135	30	225	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
9	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	128	36	218	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
10	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	132	37	222	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
11	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	136	35	226	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
12	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	E	75 Mpa	93	129	33	219	3	3	3	2	1	4	2	1	1			
13	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	313	57	43	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
14	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	307	56	37	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
15	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	311	62	41	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
16	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	309	56	39	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
17	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	315	59	45	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
18	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	315	58	45	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
19	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	316	59	46	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
20	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	308	61	38	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
21	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	307	61	37	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
22	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	312	57	42	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
23	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	315	60	45	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
24	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	314	59	44	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
25	769101	9255521	3058	Fm. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	316	57	46	3	2	3	2	1	4	2	1	1			
								TALUD				230	72	320											
																			RMR	74					

REGISTRO GEOLOGICO-GEOTECNICO		PROYECTO:	EVALUACION GEOMECANICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESION PEDIENAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAYOC										 INSTITUTO INRA (IIRTA) IIRTA/INRA	
SISTEMA	WGS-84	UBICACION:	APURILTO - HUALAYOC - HUALAYOC											
COORDENADAS	ZONA 17 S	TESTA:	Sra. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ											
	EG-01	FECHA:	Jun-24											

DES. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO																											
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓGIC/ FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GSI	TIPOS	RESIST. COMP. UNIAJ	RQD Tramo	ORIENTACION			ESPACIO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RISOS	RELLENO		ALTRAC-METED	ASIA	CALIDAD DE INFORM									
											DIRECCION							TIPO	DUREZA												
											Z/R	DIP	DD																		
1=Extrínf.	2=Oxalosa	3=Intrínf. Norm	4=Intrínf. Inversa	5=Intrínf. Direct	6=Microfalia	7=Subres.	8=Contacto	1=+2	2=2-0.5	3=0.5-0.2	4=0.2-0.06	5= < 0.06	1=+1	2=1-3	3=0.1-1.0	4=10-30	5= > 20	1=Maña	2=Hugosa	3=Ug. Rug	4=Onchada Rta	5=Escasa	1=Arcillos	2=Gr / Silc	3=Caron/Smm.	4=Oxidos	5=Arcas Tritur	1=Halterafa	2=Lig. Alt	3=Humedo	4=Entes
26	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	315	55	45	3	2	3	2	1	4	2	1	1									
27	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	311	52	41	3	2	3	2	1	4	2	1	1									
28	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	312	55	42	3	2	3	2	1	4	2	1	1									
29	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	307	57	37	3	2	3	2	1	4	2	1	1									
30	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D1	75 Mpa	93	313	53	43	3	2	3	2	1	4	2	1	1									
31	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	314	60	44	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
32	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	47	75	137	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
33	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	46	71	136	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
34	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	44	73	134	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
35	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	45	76	135	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
36	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	45	75	135	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
37	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	42	72	132	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
38	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	51	71	141	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
39	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	44	70	134	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
40	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	51	72	141	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
41	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	50	69	140	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
42	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	48	72	138	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
43	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	46	72	136	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
44	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	48	70	138	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
45	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	53	78	143	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
46	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	54	72	144	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
47	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	48	71	138	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
48	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	48	78	138	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
49	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	49	71	139	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
50	769101	9255521	3058	Fin. Cajamarca	2	3	1	D2	75 Mpa	93	42	78	132	3	1	3	2	1	4	2	1	1									
								TALLUD				230	72	320																	


REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO			PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUAYLAYOC													DEMANDA N° 01 (199) Lima/Perú
SISTEMA	WMS-84		UBICACIÓN:	APAN ALTO - HUAYLAYOC - HUAYLAYOC													
	ZONA 175		TESTA:	Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ													
CÓDIGO	EG-06		FECHA:	Jun-24													

DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO				TIPOS	RESIST. COMP. UNIAx	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RIGOS	RELLENO		ALTERAC-METTOR	AGUA	CALIDAD DE INFORM.	
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓGICO / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRAC.	GU				DIRECCION.							TIPO	DUREZA				
											E=Extratl.	D=Diadela	F=Fr. Norm										Z/R
																		1= Fresco	1= Alto				
1	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	130	34	220	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
2	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	131	38	221	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
3	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	133	38	223	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
4	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	130	35	220	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
5	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	127	34	217	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
6	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	125	38	215	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
7	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	129	37	219	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
8	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	132	32	222	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
9	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	124	38	214	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
10	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	133	32	223	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
11	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	131	32	221	2	3	4	2	1	4	2	1	1	
12	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	127	31	217	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
13	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	295	51	25	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
14	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	291	53	21	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
15	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	294	51	24	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
16	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	294	46	24	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
17	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	290	55	20	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
18	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	289	51	19	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
19	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	298	50	28	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
20	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	290	50	20	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
21	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	296	56	26	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
22	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	301	47	31	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
23	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	299	54	29	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
24	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	298	55	28	2	2	4	2	1	4	2	1	1	
25	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	291	53	21	2	2	4	2	1	4	2	1	1	

TALUD

305 55 35

RMR 74

REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO		PROYECTO:	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUAYGAYOC										 BENJAMIN RAMOS (1989) Licenciado	
SISTEMA	W05-M	UBICACIÓN:	APAM ALTO - HUAYGAYOC - HUAYGAYOC											
	ZONA 17 S	TERRESTRE:	Rsch. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ											
CÓDIGO	EG-06	FECHA:	Jun-24											

DIS. No.	DATA GPS			MACIZO ROCOSO				TIPOS	RESIST. COMP. URNAX	RQD Tramo	ORIENTACIÓN			ESPACIADO (m)	PERSIST (m)	ABERTURA (mm)	RIGOS	RELLENO		ALTERAC-METOR	AGUA	CALIDAD DE INFORM.		
	ESTE	NORTE	COTA	LITOLÓGICO / FORMAC.	METEORIZACION	GRADO FRACT.	GU				DIRECCION.							TIPO	DUREZA					
											E=Extratl.	D=Diadase	NO: 10										TIPO	
																								F=Fr. Norm
1= Fresco	1= Alto	1= Bloq Regul	F=Fr. Direc	From golpes	3= 5	2/ R	DIP	DD																
1	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	130	34	220	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
2	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	131	38	221	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
3	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	133	38	223	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
4	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	130	35	220	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
5	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	127	34	217	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
6	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	125	38	215	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
7	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	129	37	219	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
8	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	132	32	222	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
9	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	124	38	214	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
10	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	133	32	223	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
11	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	131	32	221	2	3	4	2	1	4	2	1	1		
12	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	E	80 MPa	90.9	127	31	217	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
13	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	295	51	25	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
14	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	291	53	21	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
15	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	294	51	24	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
16	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	294	46	24	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
17	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	290	55	20	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
18	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	289	51	19	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
19	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	298	50	28	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
20	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	290	50	20	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
21	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	296	56	26	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
22	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	301	47	31	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
23	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	299	54	29	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
24	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	298	55	28	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
25	769115	9255565	3057	Fm. Cajamarca	2	2	1	D1	80 MPa	90.9	291	53	21	2	2	4	2	1	4	2	1	1		
TALUD											305	55	35											

RMR 74

B. DATOS RMR ESTACIONES GEOMECÀNICAS

ESTACIÓN GEOMECÁNICA 01

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES								
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa				
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa	< 1MPa	
	Valor	15	12	7	4	2	1	0		
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%				
	Valor	20	17	13	8	3				
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm				
	Valor	20	15	10	8	5				
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			
		Valor	6	4	2	1	0			
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm			
		Valor	6	4	2	2	0			
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta			
Valor	6	5	3	1	0					
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relacion Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5			
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente humedas	humedas	goteando	Agua fluyendo			
	Valor	15	10	7	4	0				

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripcion	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR = 72

ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES								
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa				
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa	< 1MPa	
	Valor	15	12	7	4	2	1	0		
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%				
	Valor	20	17	13	8	3				
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm				
	Valor	20	15	10	8	5				
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			
		Valor	6	4	2	1	0			
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm			
		Valor	6	4	2	2	0			
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta			
Valor	6	5	3	1	0					
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relacion Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5			
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente humedas	humedas	goteando	Agua fluyendo			
	Valor	15	10	7	4	0				

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripcion	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR =

75

ESTACIÓN GEOMCÁNICA 03

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES								
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa				
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa	< 1MPa	
	Valor	15	12	7	4	2	1	0		
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%				
	Valor	20	17	13	8	3				
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm				
	Valor	20	15	10	8	5				
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m			
		Valor	6	4	2	1	0			
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave			
		Valor	6	5	3	1	0			
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm			
		Valor	6	4	2	2	0			
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta			
Valor	6	5	3	1	0					
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relacion Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5			
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente humedas	humedas	goteando	Agua fluyendo			
	Valor	15	10	7	4	0				

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripcion	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR =	78
-------	----

ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES						
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa		
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa
	Valor	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%		
	Valor	20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm		
	Valor	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m	
		Valor	6	4	2	1	0	
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	
		Valor	6	5	3	1	0	
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave	
		Valor	6	5	3	1	0	
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm	
		Valor	6	4	2	2	0	
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta	
Valor	6	5	3	1	0			
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relacion Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5	
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente húmedas	húmedas	goteando	Agua fluyendo	
	Valor	15	10	7	4	0		

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripcion	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR = 69

ESTACIÓN GEOMECAÁNICA 05

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES							
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa			
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa	< 1MPa
	Valor	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%			
	Valor	20	17	13	8	3			
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm			
	Valor	20	15	10	8	5			
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
		Valor	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave		
		Valor	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm		
		Valor	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
Valor	6	5	3	1	0				
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relación Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente húmedas	húmedas	goteando	Agua fluyendo		
	Valor	15	10	7	4	0			

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR = 74

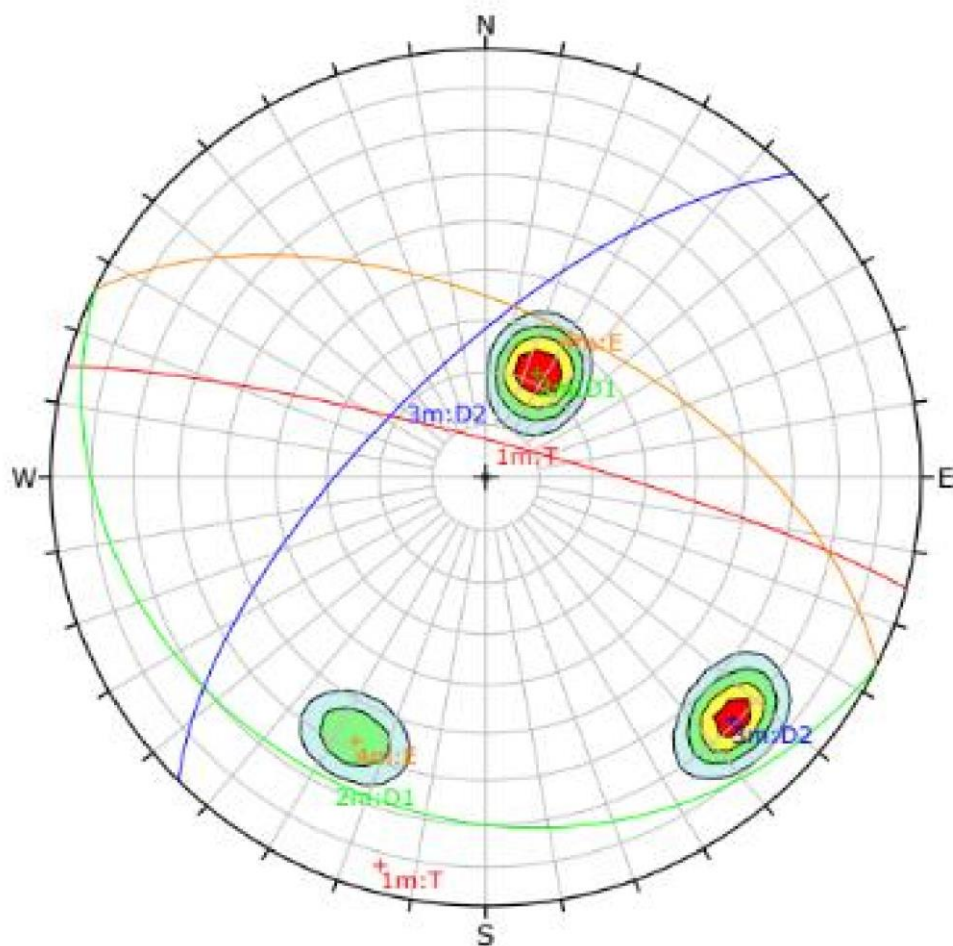
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES						
1	Resistencia de la roca intacta	Ensayo carga puntual	> 10MPa	4 - 10 Mpa	2 - 4 Mpa	1 - 2 Mpa		
		Compresión simple	> 250 MPa	100 - 250 Mpa	50 - 100 Mpa	25 - 50 Mpa	5 - 25 Mpa	1 - 5 Mpa
	Valor	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD	90 - 100%	75 - 90%	50 - 75%	25 - 50%	< 50%		
	Valor	20	17	13	8	3		
3	Espaciado de las discontinuidades	> 2 m	0,6 - 2 m	0,2 - 0,6 m	6 - 20 cm	< 6 cm		
	Valor	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m	
		Valor	6	4	2	1	0	
		Abertura	Nada	< 0,1 mm	0,1 - 1,0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	
		Valor	6	5	3	1	0	
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugoso	ondulada	Suave	
		Valor	6	5	3	1	0	
		Relleno	Ninguno	Relleno duro < 5 mm	Relleno duro > 5 mm	Relleno blando < 5 mm	Relleno blando > 5 mm	
		Valor	6	4	2	2	0	
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta	
Valor	6	5	3	1	0			
5	Flujo de agua en las discontinuidades	Relacion Pagua/ Pprinc	0	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5	
		Condiciones generales	Completamente secas	ligeramente húmedas	húmedas	goteando	Agua fluyendo	
	Valor	15	10	7	4	0		

Valoración RMR	100 a 81	80 a 61	60 a 41	40 a 21	Menor a 20
Clasificación N°	I	II	III	IV	V
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala

RMR = 74

C. DATOS DIPS



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00

Contour Data		Pole Vectors	
Maximum Density		34.24%	
Contour Distribution		Fisher	
Counting Circle Size		1.0%	

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	83	15	T
2m	22	106	D1
3m	69	315	D2
4m	58	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

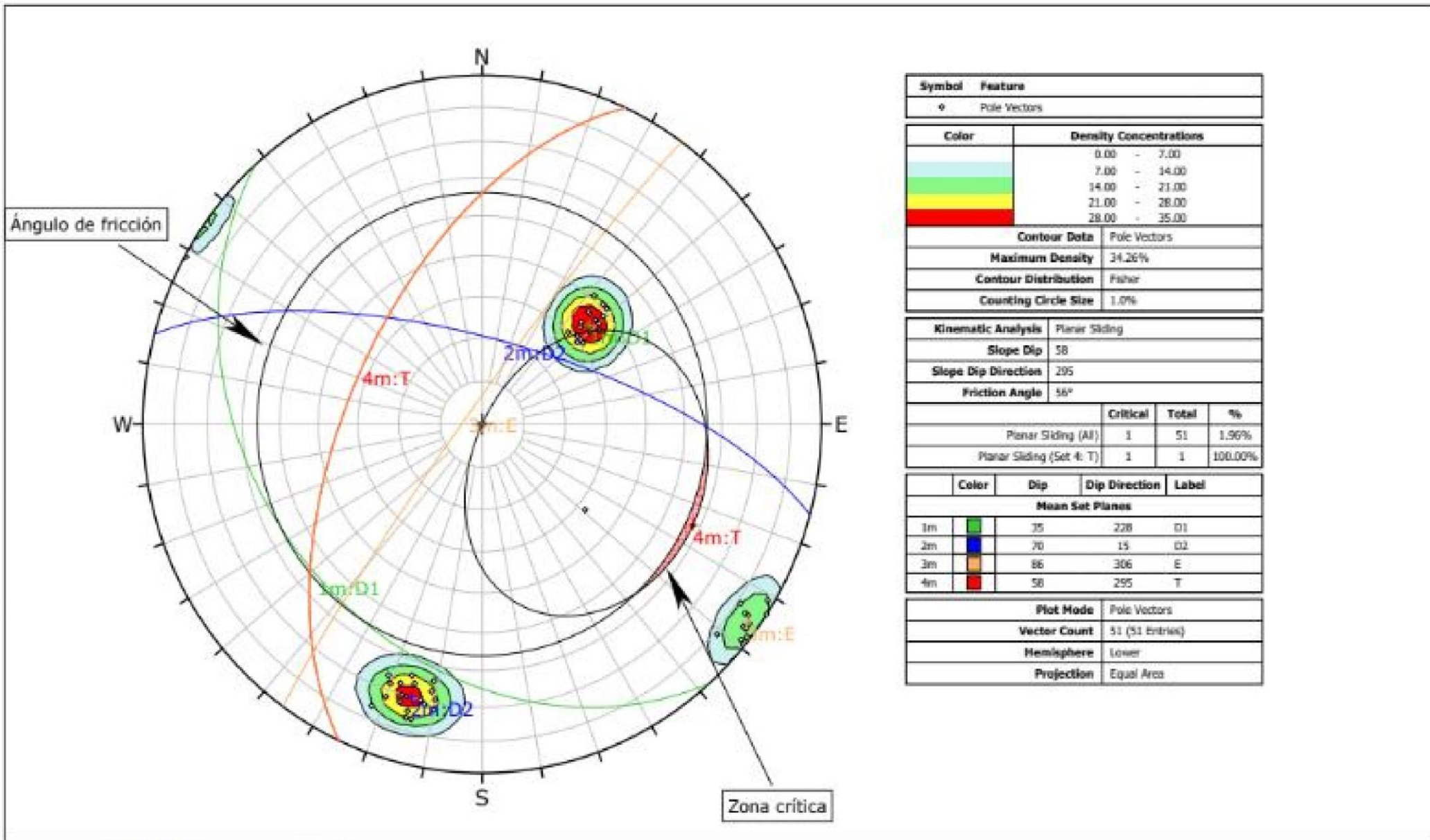


TESIS: EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO: ESTACIÓN GEOMECÁNICA 01

TESISTA: Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

FECHA: JULIO 2024



Symbol	Feature
•	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	58
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	1	51	1.96%
Planar Sliding (Set 4: T)	1	1	100.00%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	35	228	D1
2m	70	15	D2
3m	86	306	E
4m	58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

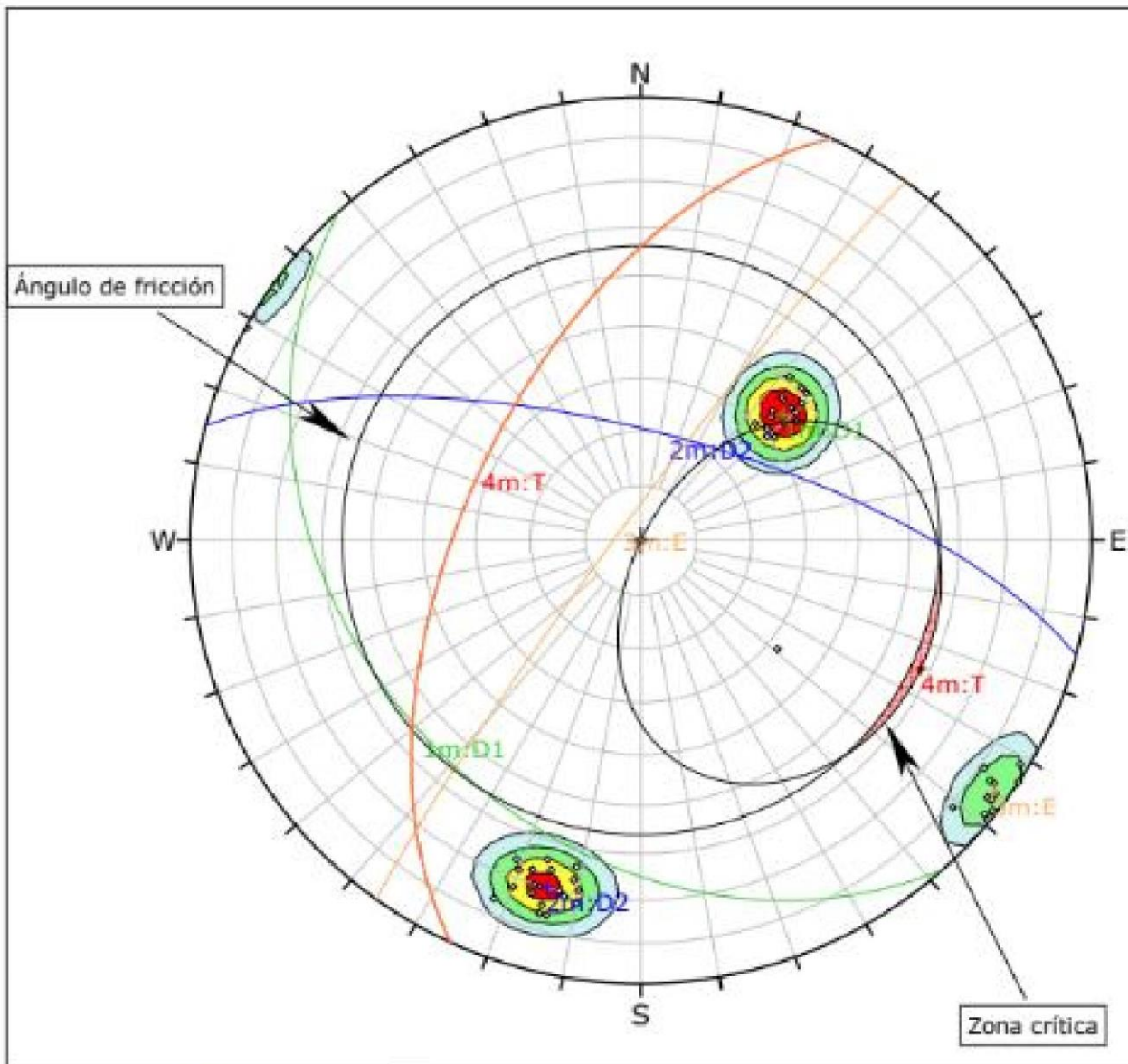


TESIS:
EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02

TESISISTA:
Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS:
ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR.



Symbol	Feature
•	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Light Green	0.00 - 7.00
Yellow	7.00 - 14.00
Orange	14.00 - 21.00
Red	21.00 - 28.00
Dark Red	28.00 - 35.00

Contour Delta	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	58		
Slope Dip Direction	295		
Friction Angle	56°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	1	51	1.96%
Planar Sliding (Set 4: T)	1	1	100.00%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	35	228	D1
2m	70	15	D2
3m	86	306	E
4m	58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

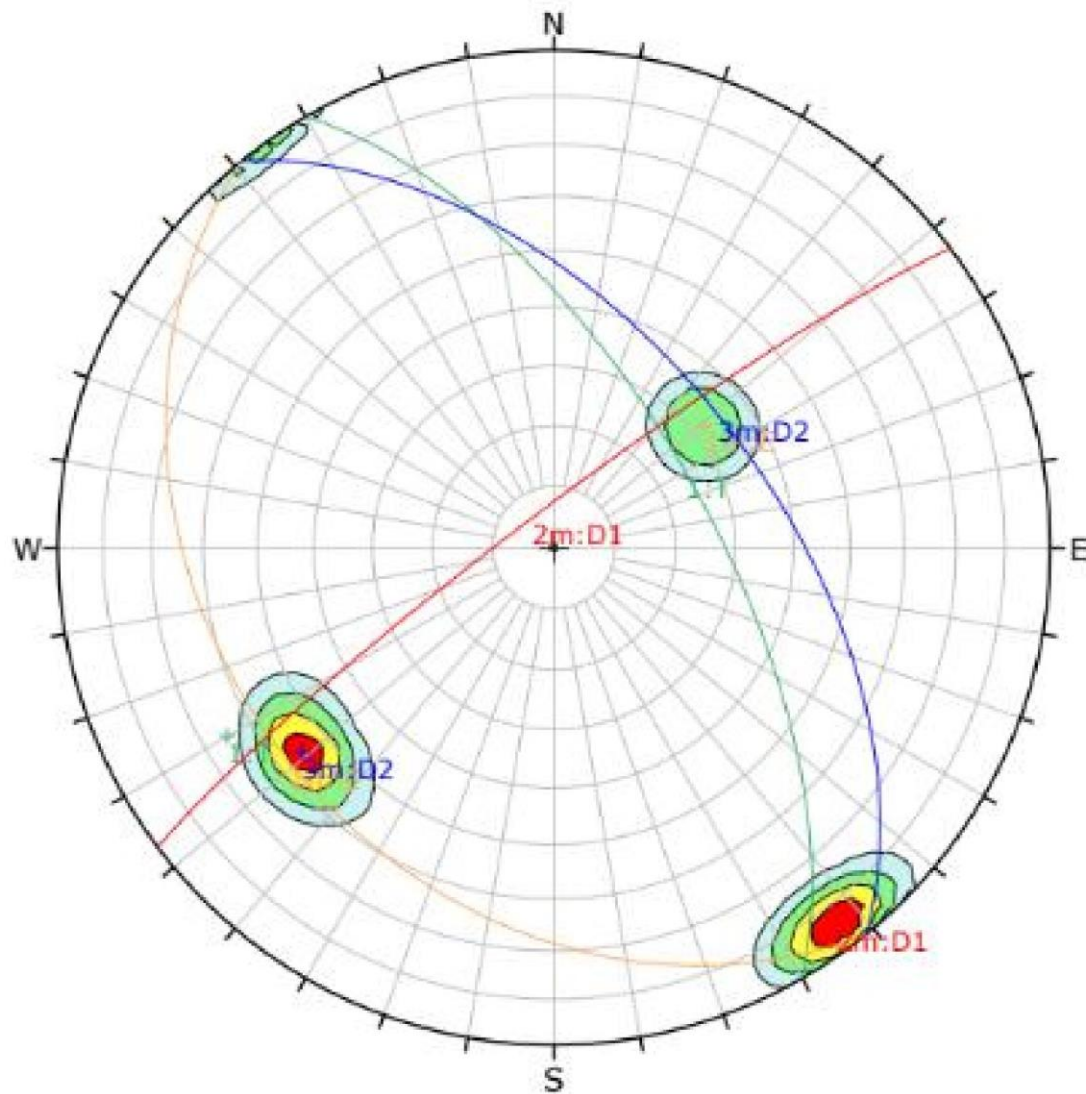


TESIS: **EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC**

ESTAD: **ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02**

TESISTA: **Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ**

ANÁLISIS: **ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR**



Color	Density Concentrations		
	0.00 - 7.00		
	7.00 - 14.00		
	14.00 - 21.00		
	21.00 - 28.00		
	28.00 - 35.00		
Contour Data			
Maximum Density	34.26%		
Contour Distribution	Fisher		
Counting Circle Size	1.0%		
Pole Vectors			
Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	65	60	T
Mean Set Planes			
1m	33	231	E
2m	84	323	D1
3m	55	51	D2
Plot Mode		Pole Vectors	
Vector Count		50 (50 Entries)	
Hemisphere		Lower	
Projection		Equal Area	

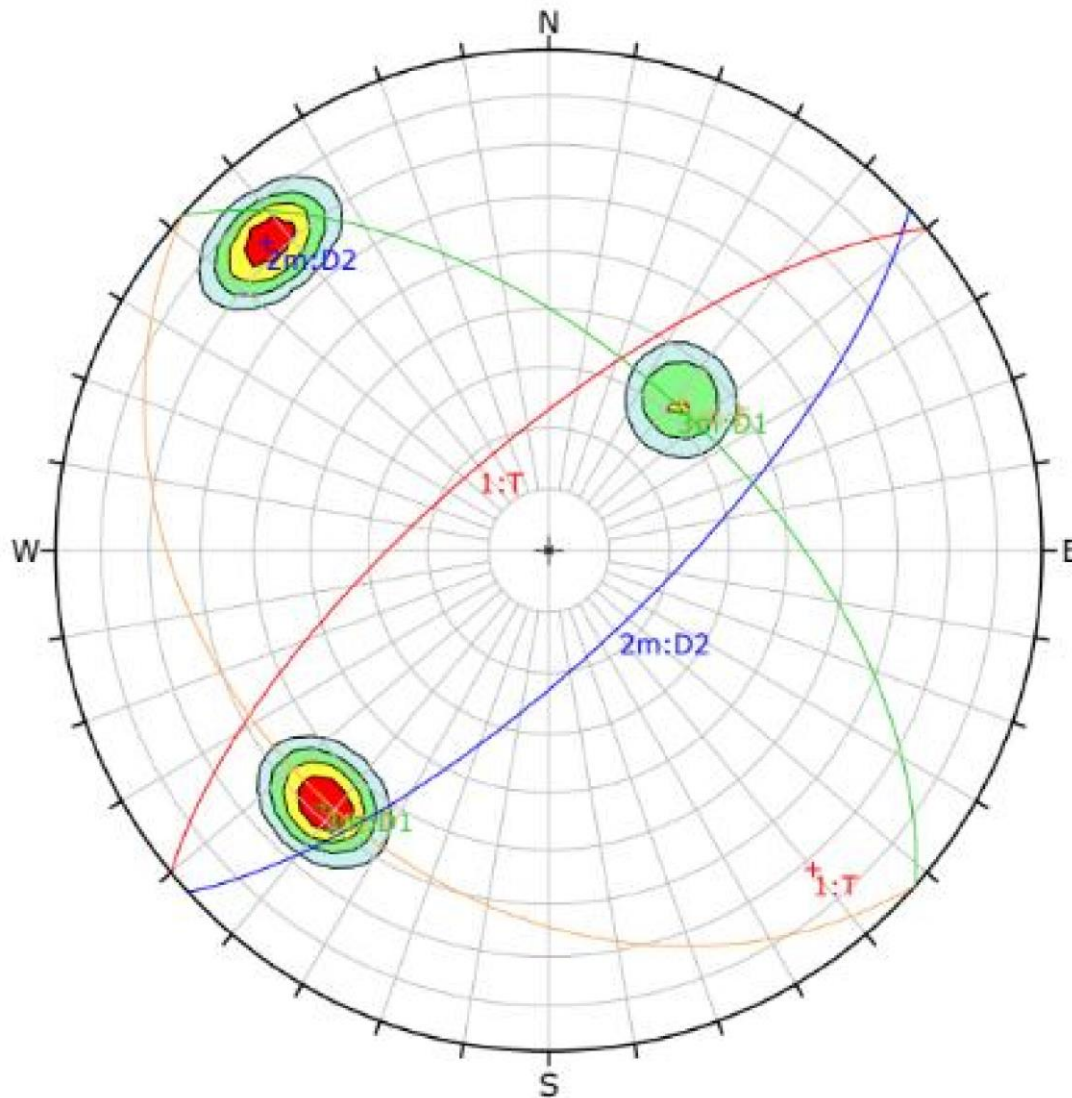


TESIS: EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO: ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04

TESISTA: Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

FECHA: JULIO 2024



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.20
	7.20 - 14.40
	14.40 - 21.60
	21.60 - 28.80
	28.80 - 36.00

Contour Data		Pole Vectors
Maximum Density	35.33%	
Contour Distribution	Fisher	
Counting Circle Size	1.0%	

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1		72	320	T
Mean Set Planes				
1m		33	222	E
2m		73	137	D2
3m		58	42	D1

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

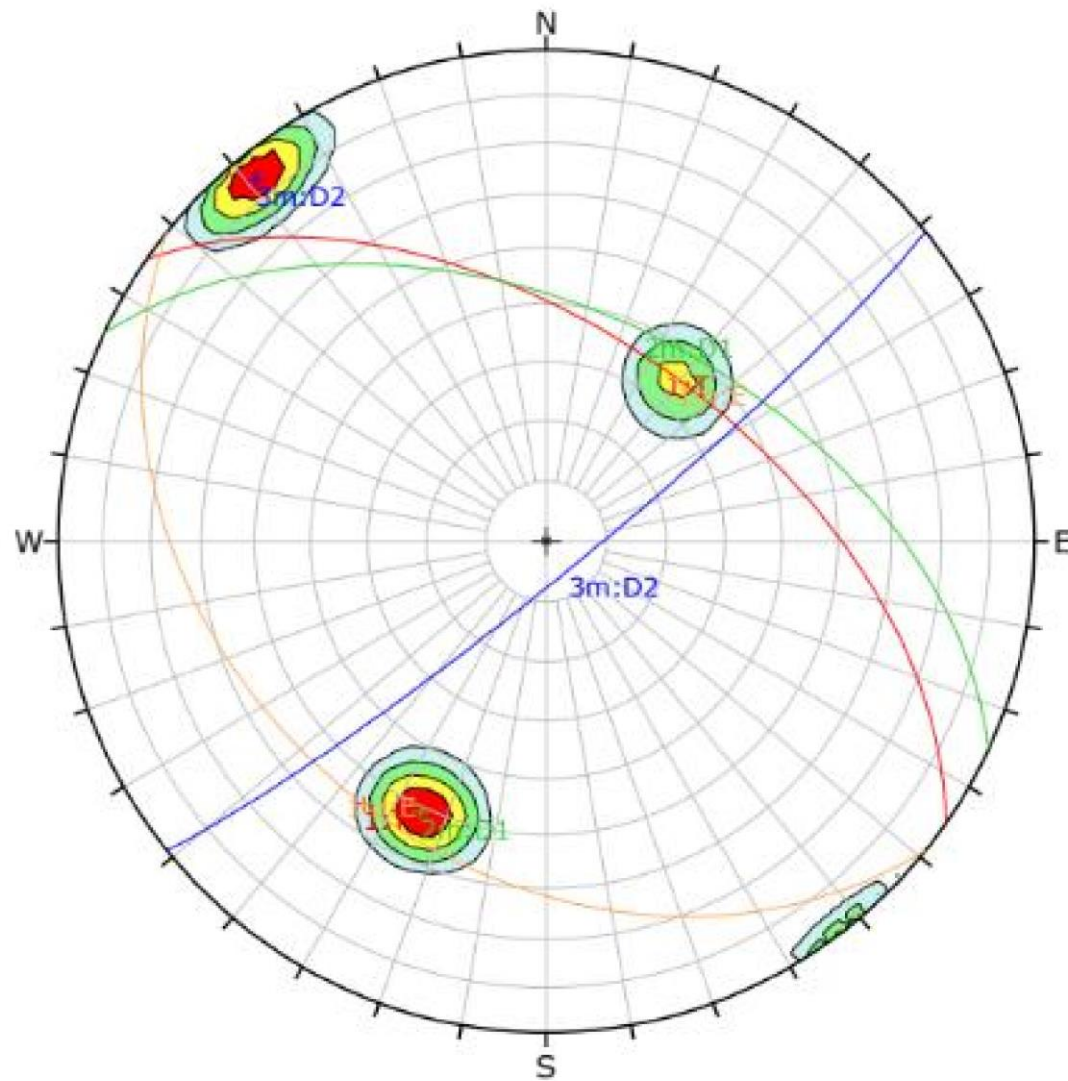
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 05

TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

FECHA:

JULIO 2024



Color	Density Concentrations			
	0.00 - 7.00			
	7.00 - 14.00			
	14.00 - 21.00			
	21.00 - 28.00			
	28.00 - 35.00			
Contour Data Pole Vectors				
Maximum Density	34.72%			
Contour Distribution	Fisher			
Counting Circle Size	1.0%			
Color	Dip	Dip Direction	Label	
User Planes				
1		55	35	T
Mean Set Planes				
1m		35	219	E
2m		51	25	D1
3m		84	141	D2
Plot Mode		Pole Vectors		
Vector Count		50 (50 Entries)		
Hemisphere		Lower		
Projection		Equal Area		



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06

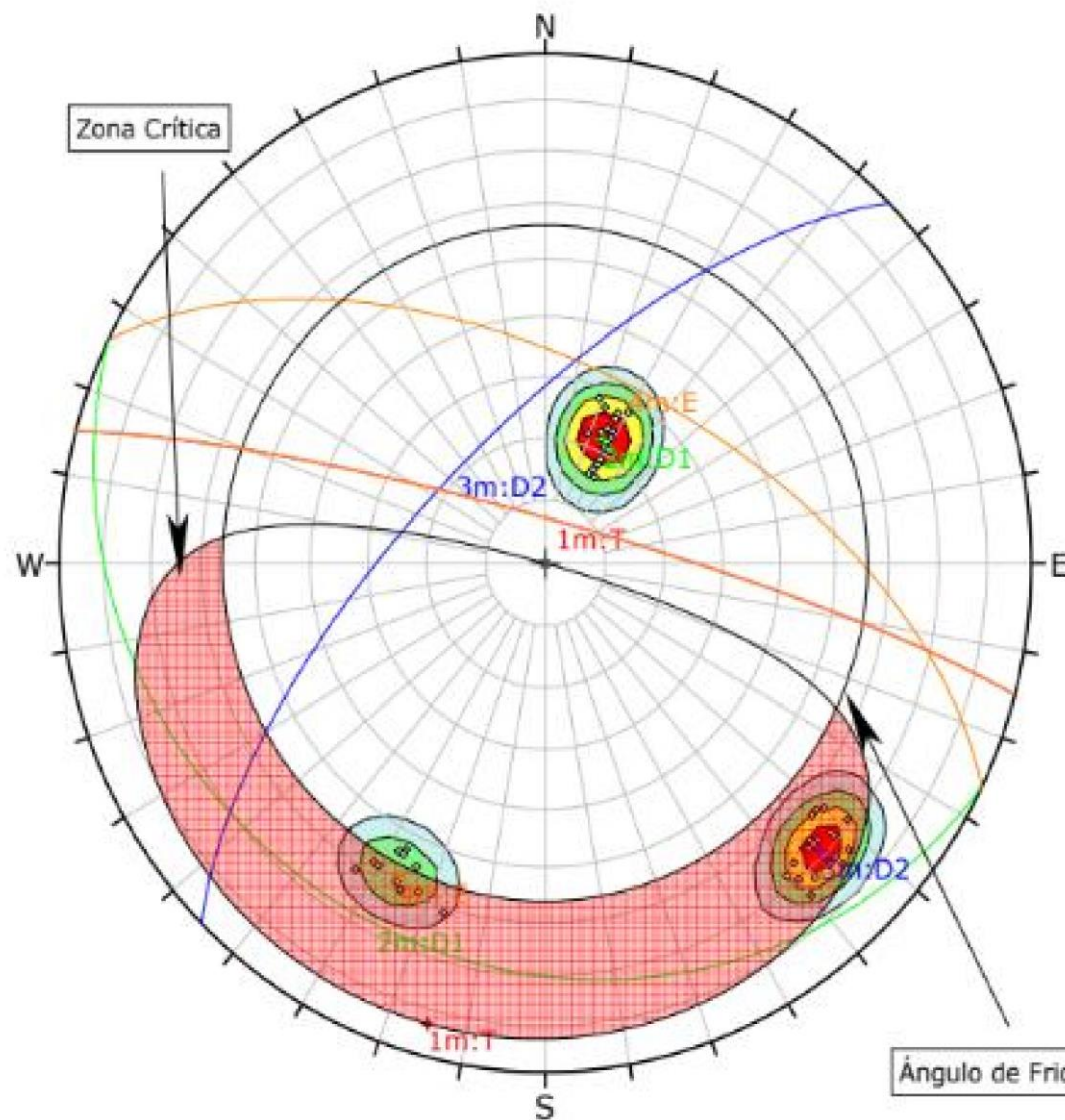
TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

FECHA:

JULIO 2024

D. ANÁLISIS CINEMÁTICO DISP ROTURA PLANAR



Symbol	Feature
◊	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	83
Slope Dip Direction	15
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	28	51	54.90%
Planar Sliding (Set 1: T)	1	1	100.00%
Planar Sliding (Set 3: D2)	19	19	100.00%
Planar Sliding (Set 4: E)	8	12	66.67%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Red	83	15	T
2m	Green	22	206	D1
3m	Blue	69	315	D2
4m	Orange	58	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

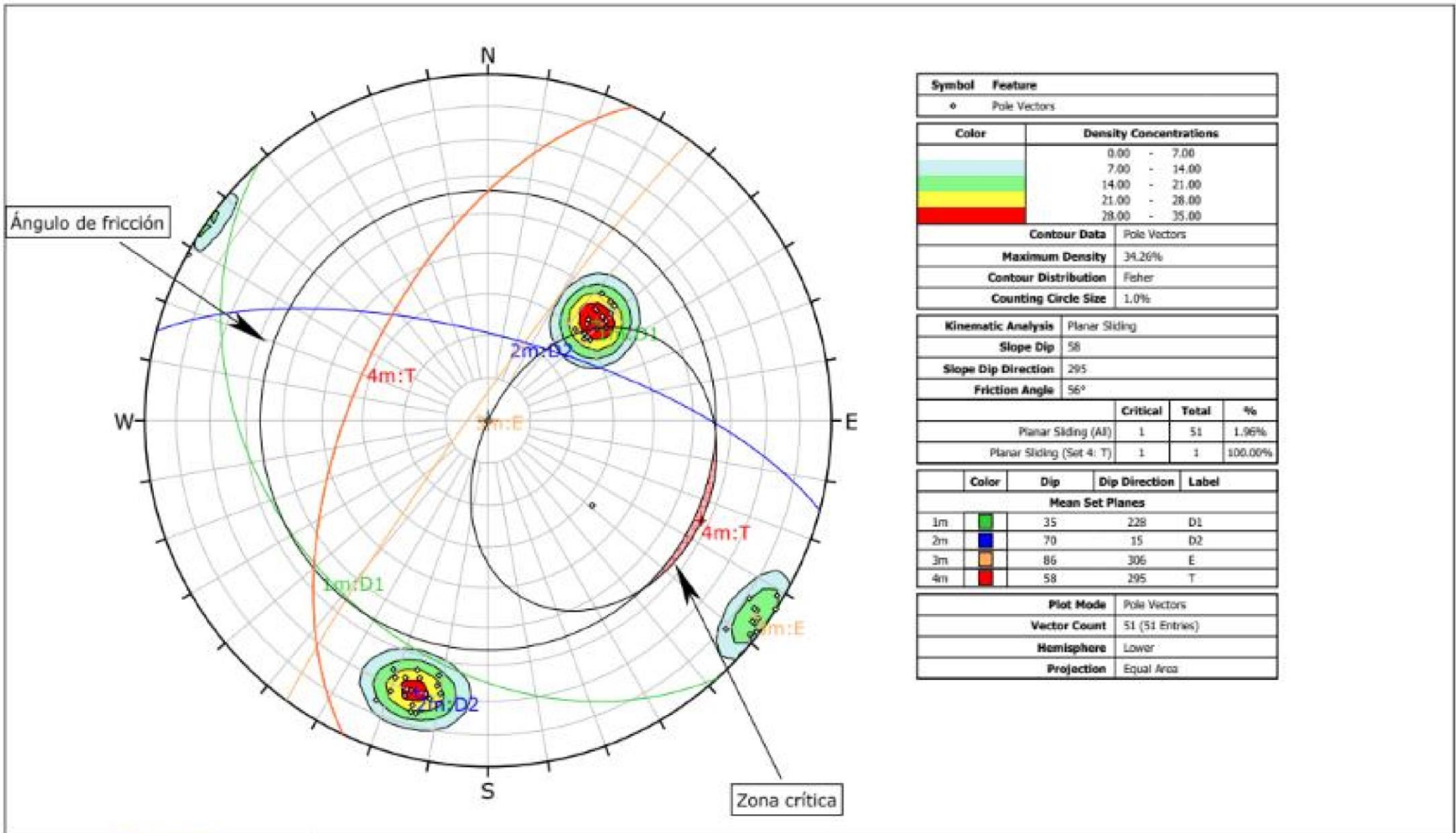
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 01

TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS:

ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

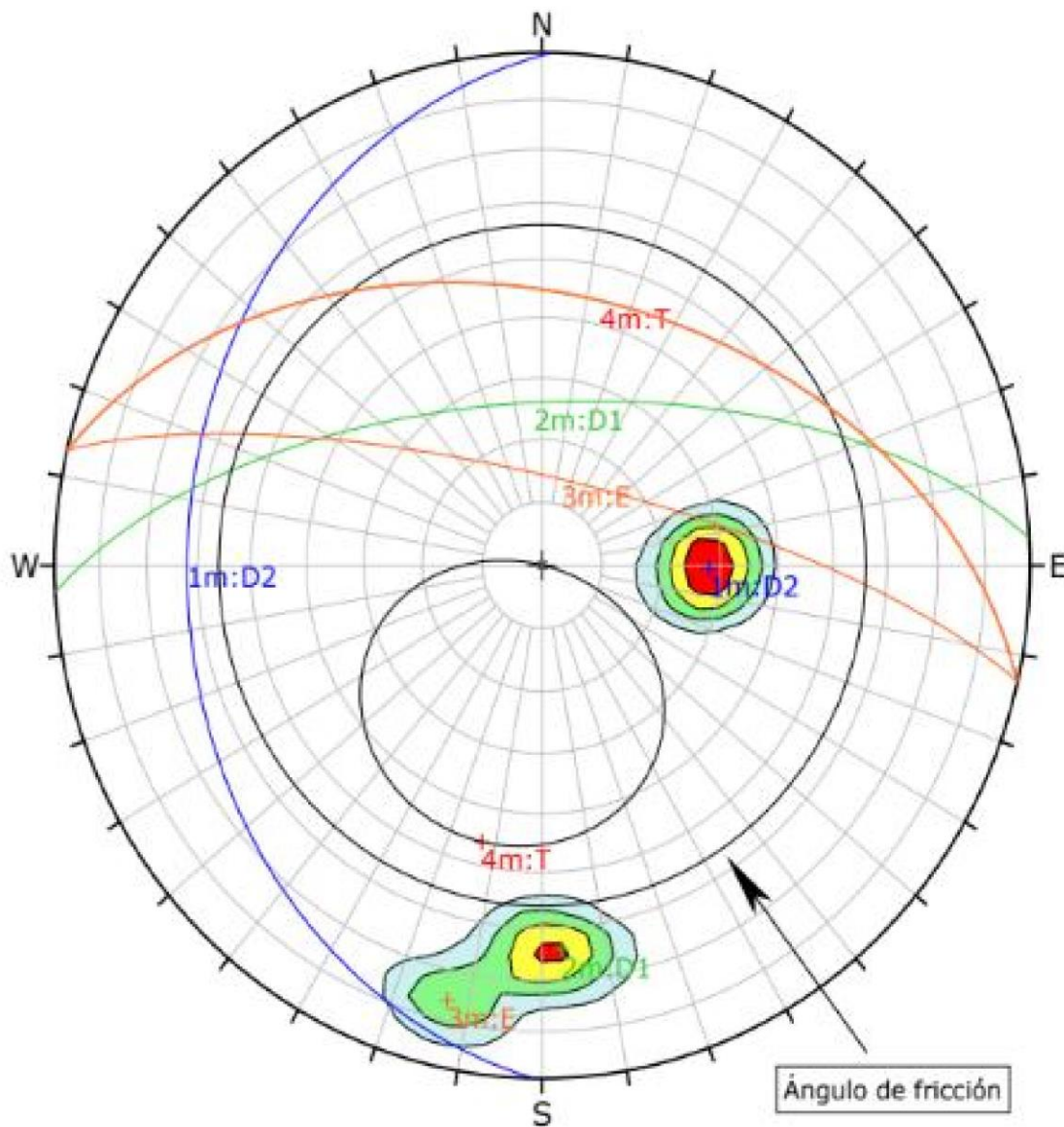
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02

TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS:

ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.20
	7.20 - 14.40
	14.40 - 21.60
	21.60 - 28.80
	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.15%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	46		
Slope Dip Direction	13		
Friction Angle	56°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	51	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Blue	28	271	D2
2m	Green	64	357	D1
3m	Orange	76	13	E
4m	Red	46	13	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO

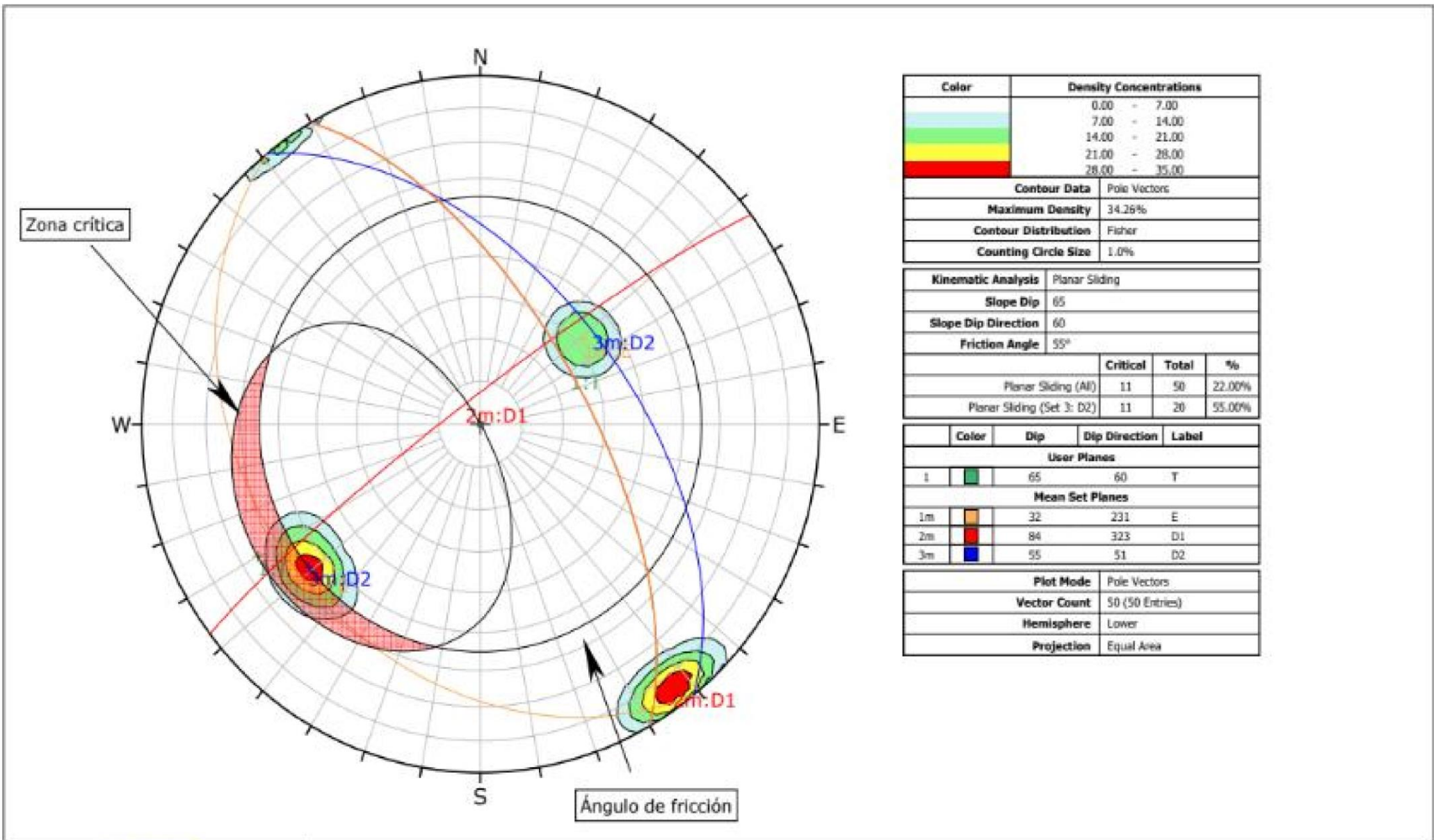
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 03

TESISTA

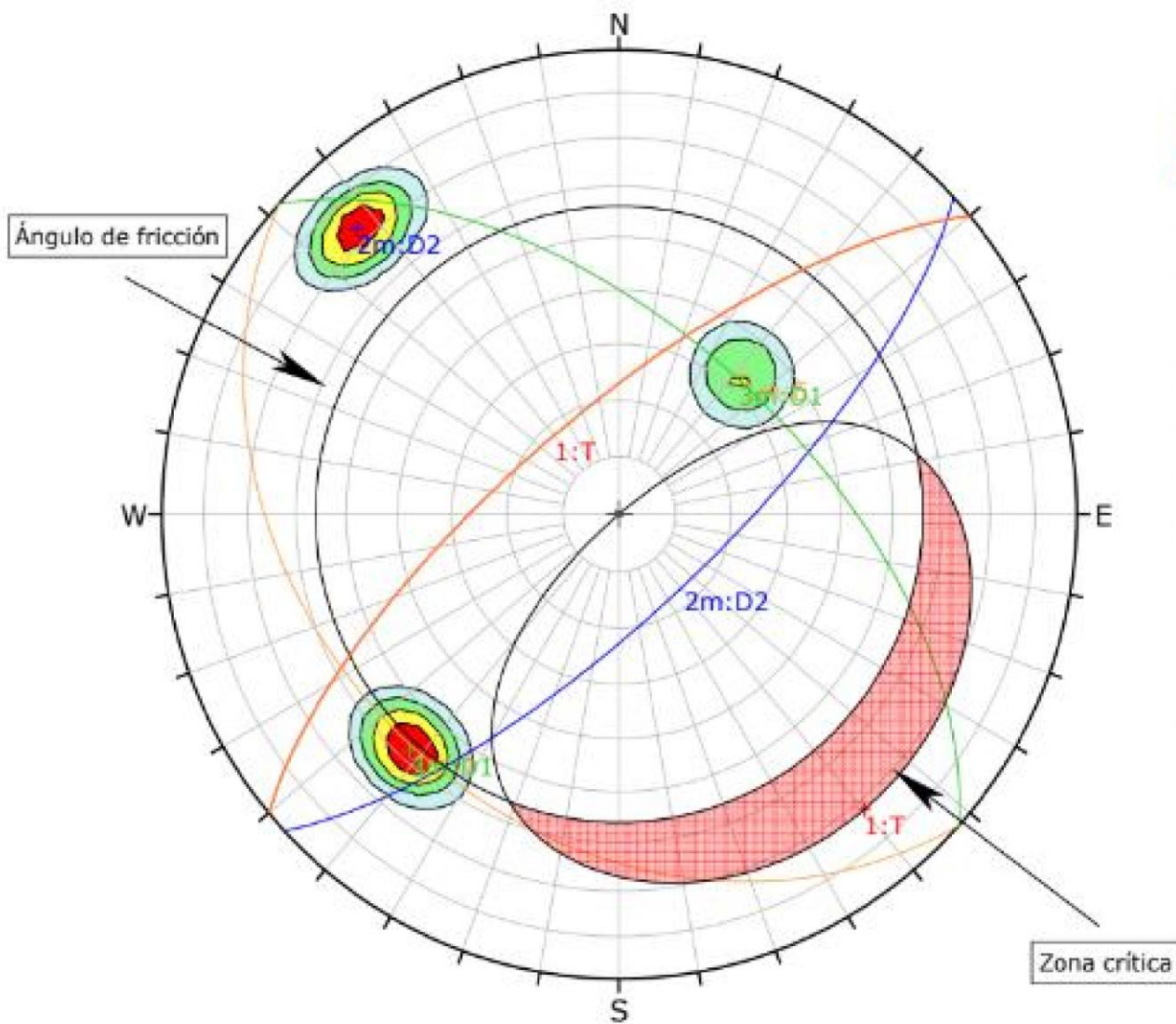
Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS

ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR



TESIS: **EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC**
 TIPO: **ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04**
 TESISISTA: **Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ**
 ANÁLISIS: **ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR**



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.20
	7.20 - 14.40
	14.40 - 21.60
	21.60 - 28.80
	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	72
Slope Dip Direction	320
Friction Angle	55°

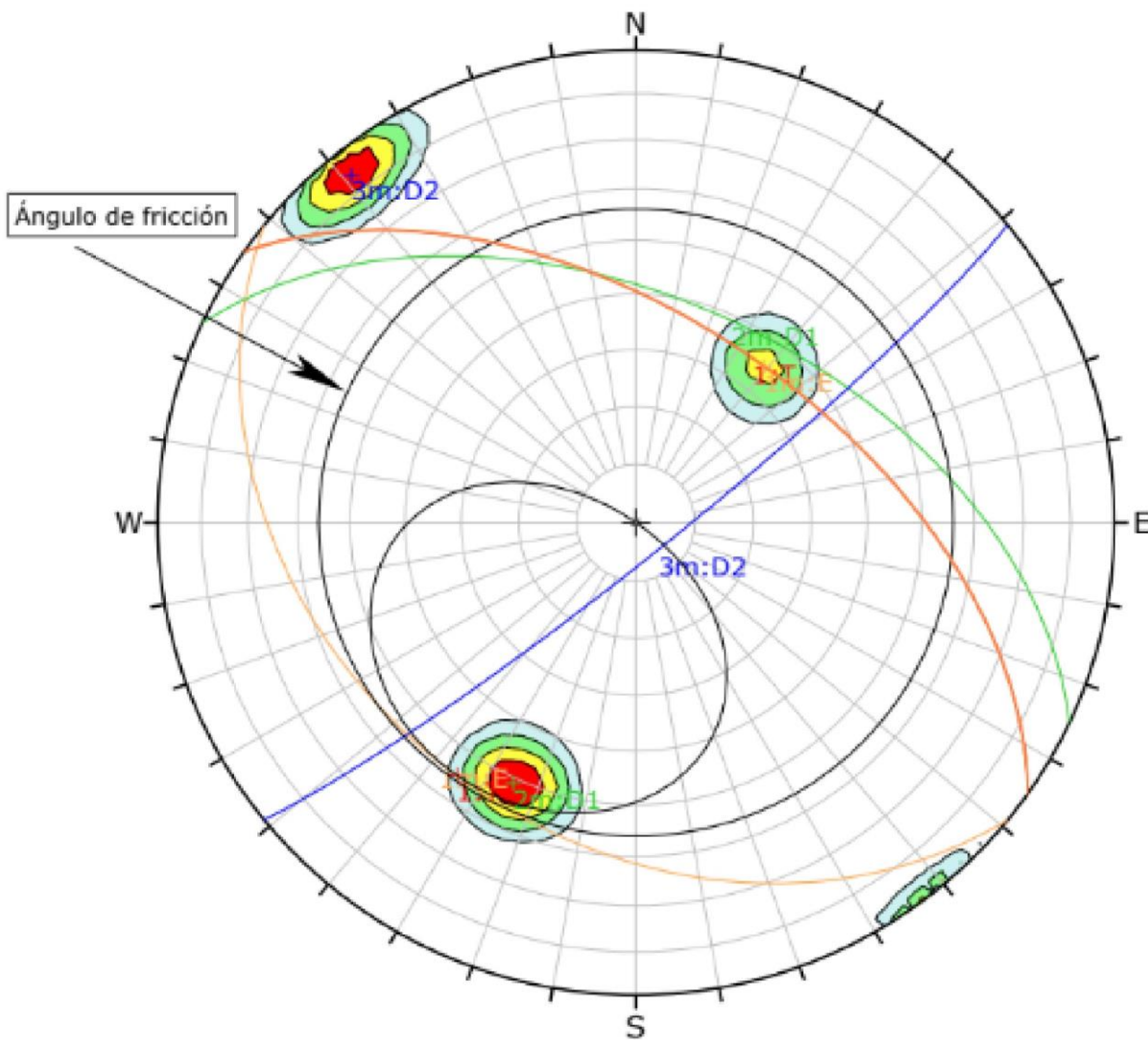
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	50	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	Red	72	320	T
Mean Set Planes				
1m	Orange	33	222	E
2m	Blue	73	137	D2
3m	Green	58	42	D1

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:	EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC
TIPO:	ESTACIÓN GEOMECÁNICA 05
TESISTA:	Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ
ANÁLISIS:	ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR



Color	Density Concentrations
	0.00 - 7.00
	7.00 - 14.00
	14.00 - 21.00
	21.00 - 28.00
	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.72%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Planar Sliding
Slope Dip	55
Slope Dip Direction	35
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	50	0.00%

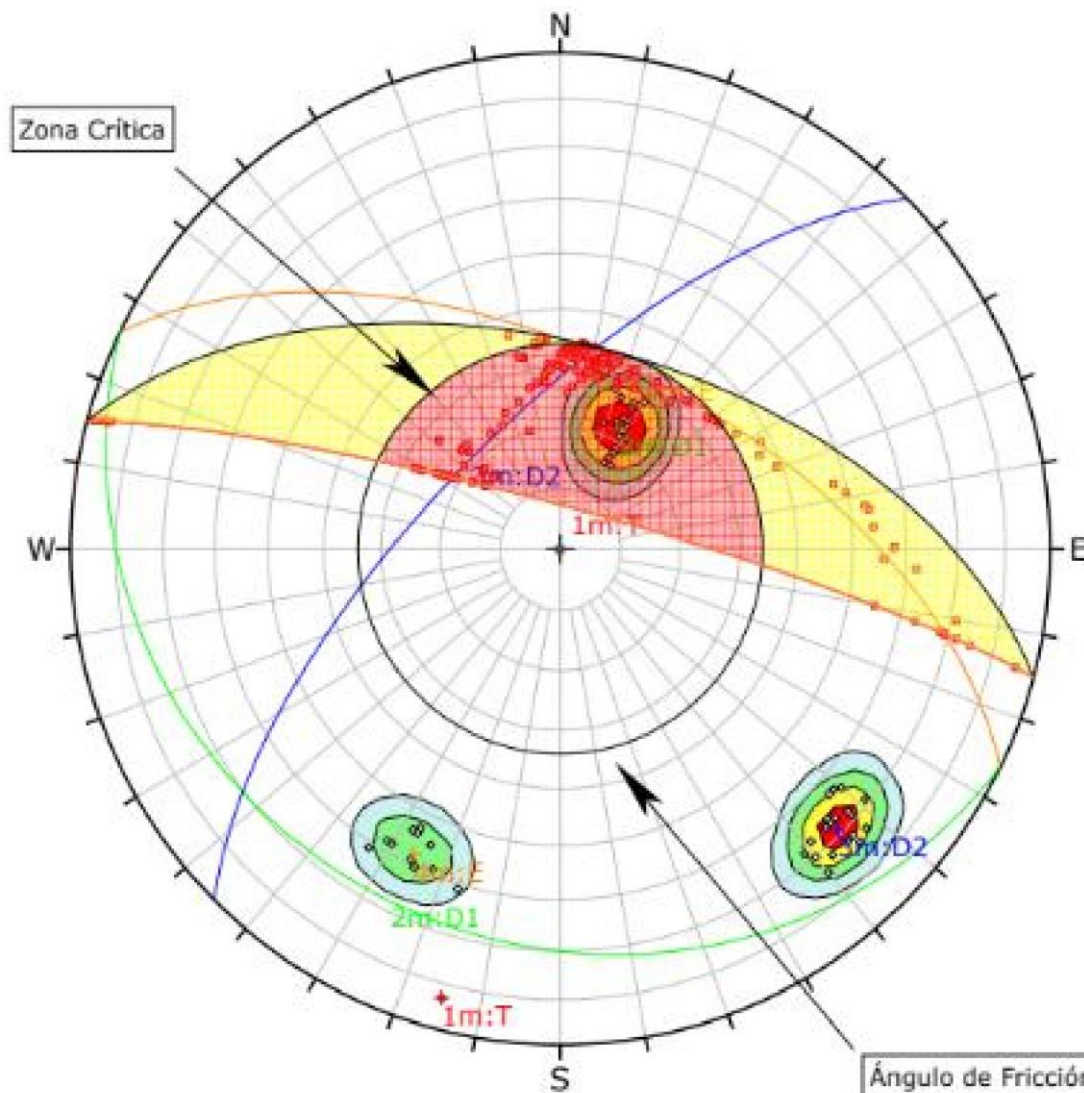
Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	55	35	T
Mean Set Planes			
1m	35	219	E
2m	51	25	D1
3m	84	141	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS: EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC
TIPO: ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06
TESISTA: Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ
ANÁLISIS: ANÁLISIS POR ROTURA PLANAR

E. ANÁLISIS CINEMÁTICO DISP ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
•	Pole Vectors
•	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.24%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	83
Slope Dip Direction	15
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	229	1274	17.97%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	83	15	T
2m	22	206	D1
3m	69	315	D2
4m	56	26	E

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1274
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

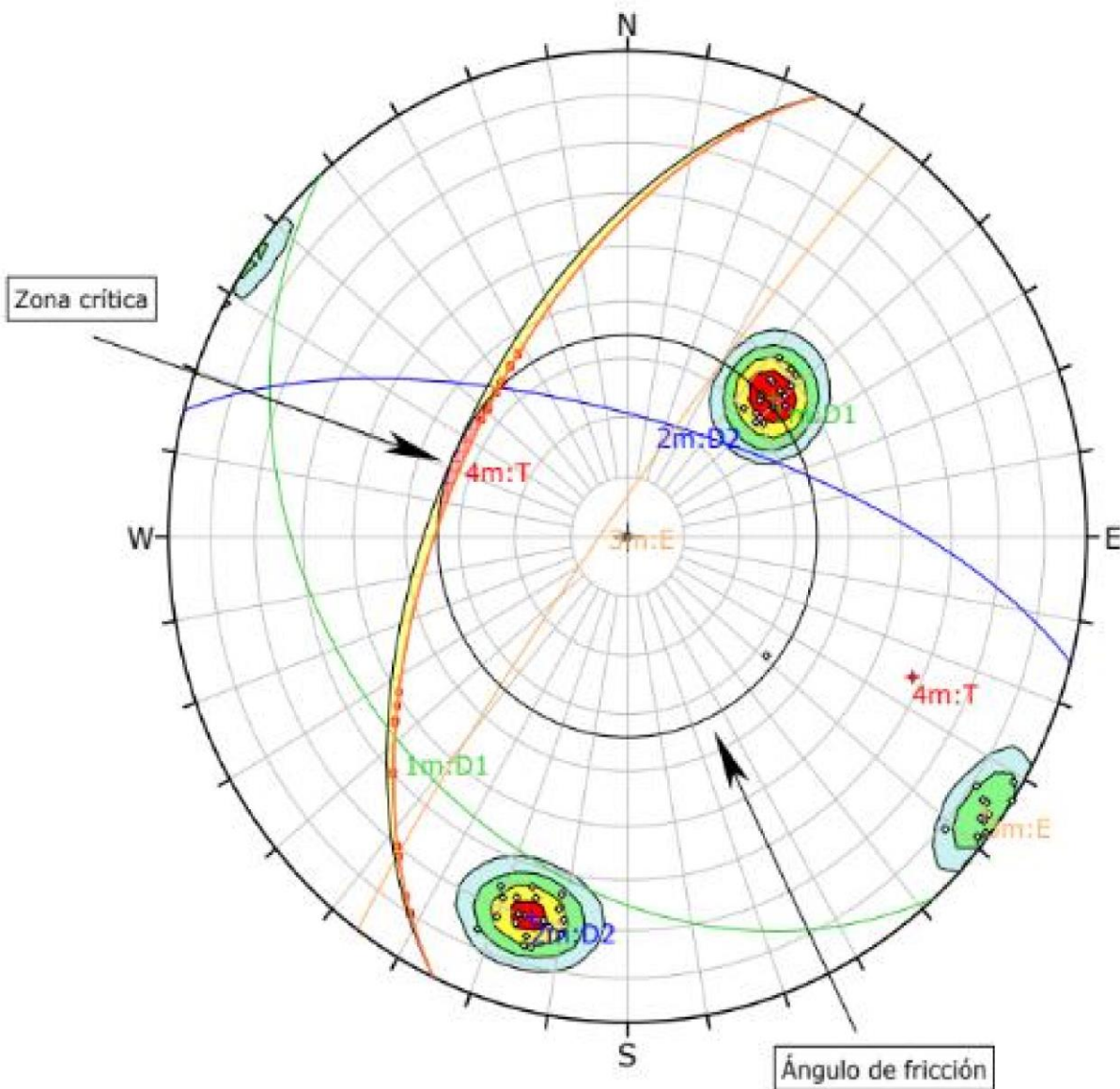
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 01

TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS:

ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
○	Pole Vectors
★	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	58
Slope Dip Direction	295
Friction Angle	50°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	29	1273	2.28%

Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes			
1m	35	228	D1
2m	70	15	D2
3m	86	306	E
4m	58	295	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1273
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO:

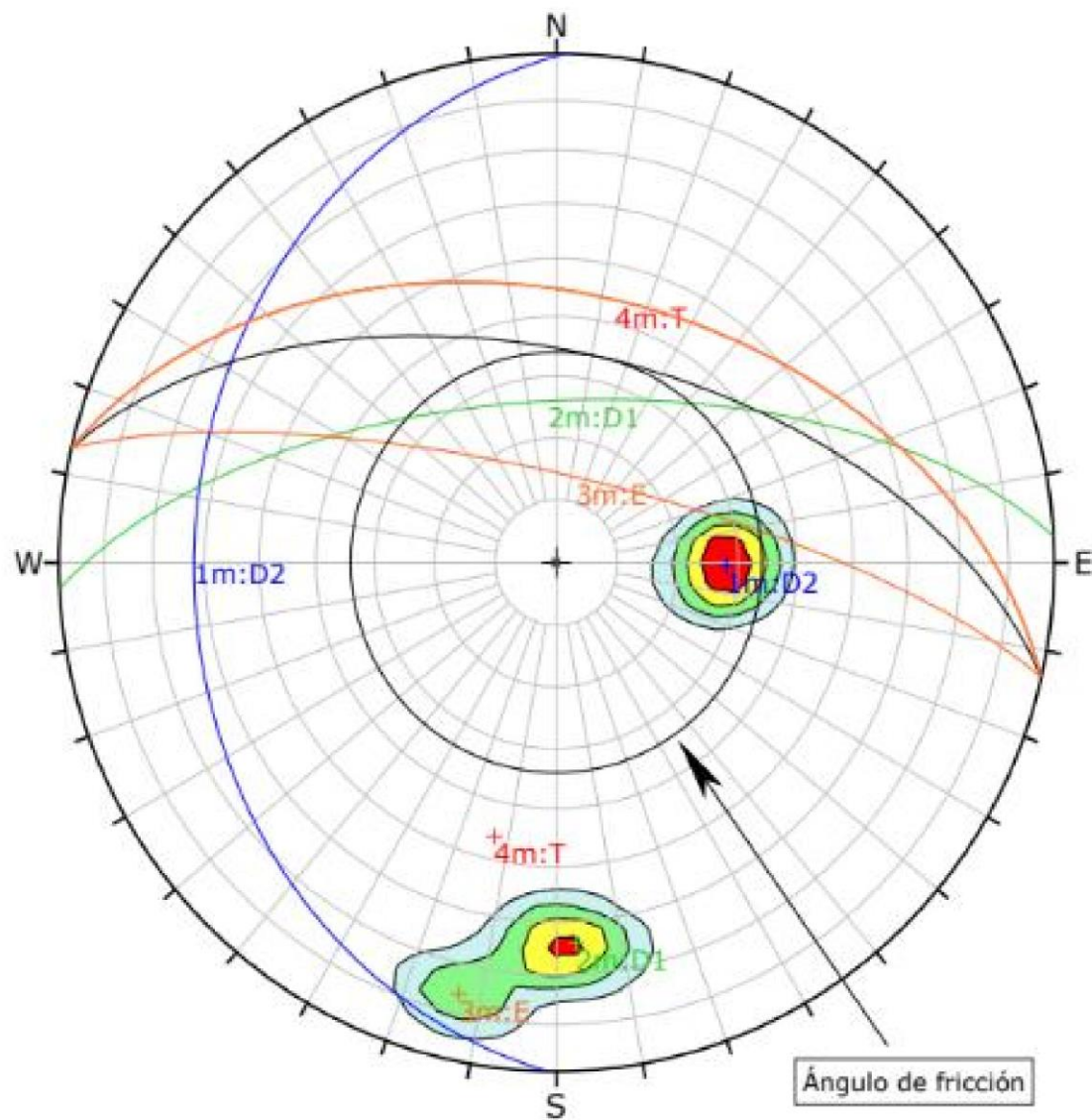
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 02

TESISTA:

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS:

ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.20
Light Green	7.20 - 14.40
Yellow	14.40 - 21.60
Orange	21.60 - 28.80
Red	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.15%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	46
Slope Dip Direction	13
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	1271	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	Blue	28	271	D2
2m	Green	64	357	D1
3m	Orange	76	13	E
4m	Red	46	13	T

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1271
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO

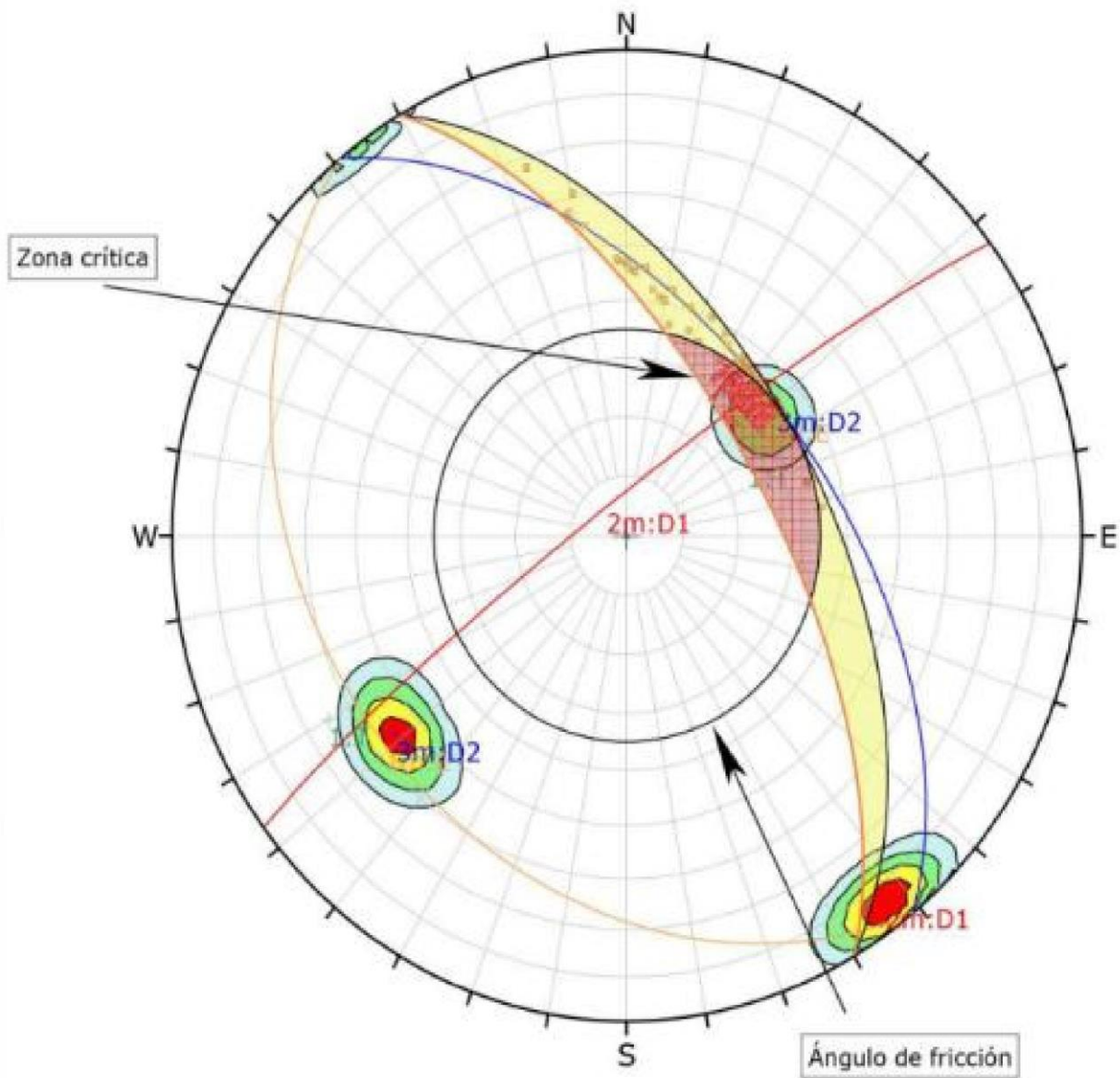
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 03

TESISTA

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS

ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
●	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.26%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	65
Slope Dip Direction	60
Friction Angle	55°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	264	1223	21.59%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	65	60	T
Mean Set Planes			
1m	32	231	E
2m	84	323	D1
3m	55	51	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1223
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area

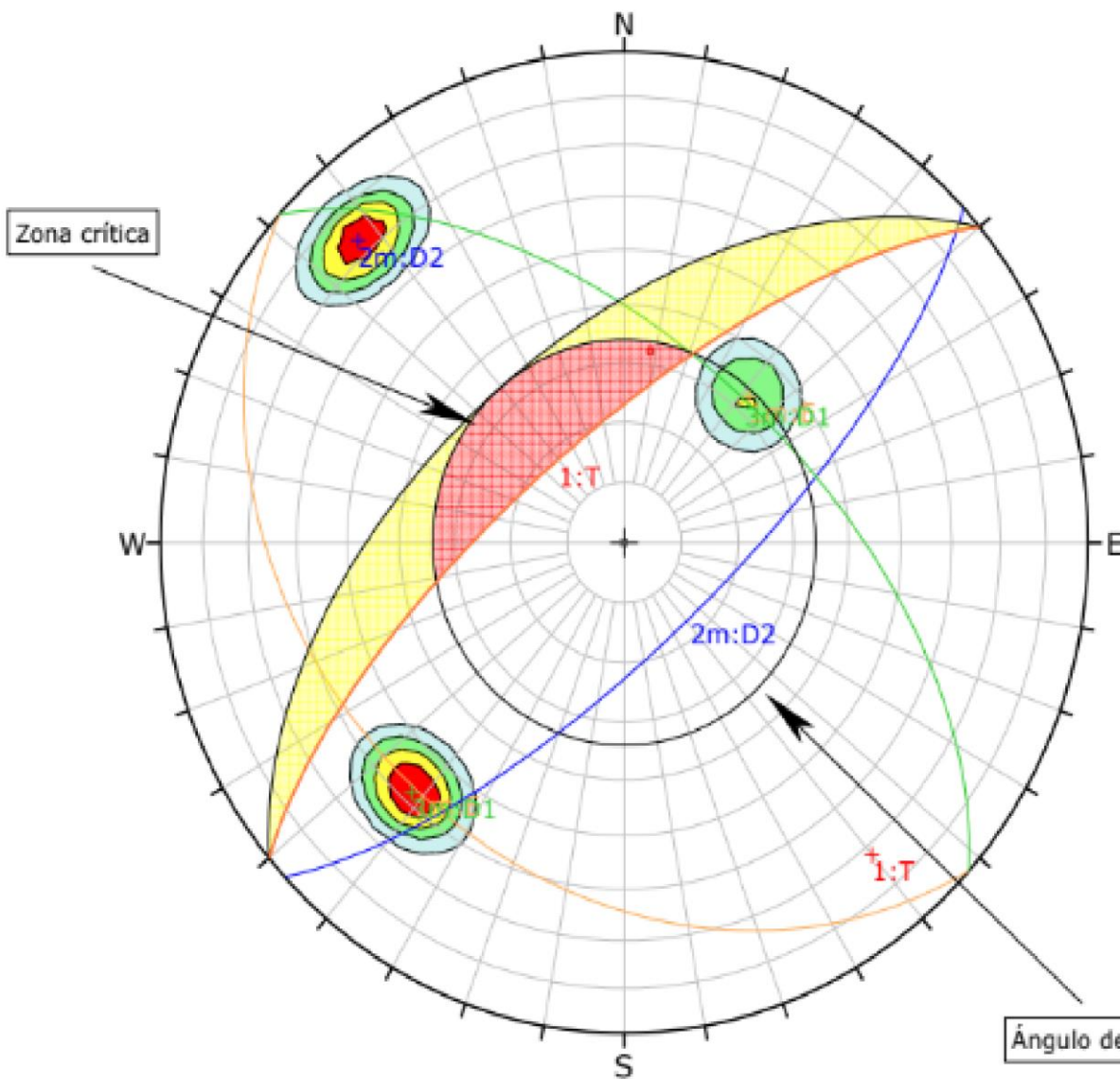


TESIS: EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO: ESTACIÓN GEOMECÁNICA 04

TESISTA: Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS: ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.20
Light Green	7.20 - 14.40
Yellow	14.40 - 21.60
Orange	21.60 - 28.80
Red	28.80 - 36.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	35.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	72
Slope Dip Direction	320
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	1	1225	0.08%

Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes			
1	72	320	T
Mean Set Planes			
1m	33	222	E
2m	73	137	D2
3m	58	42	D1

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1225
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO

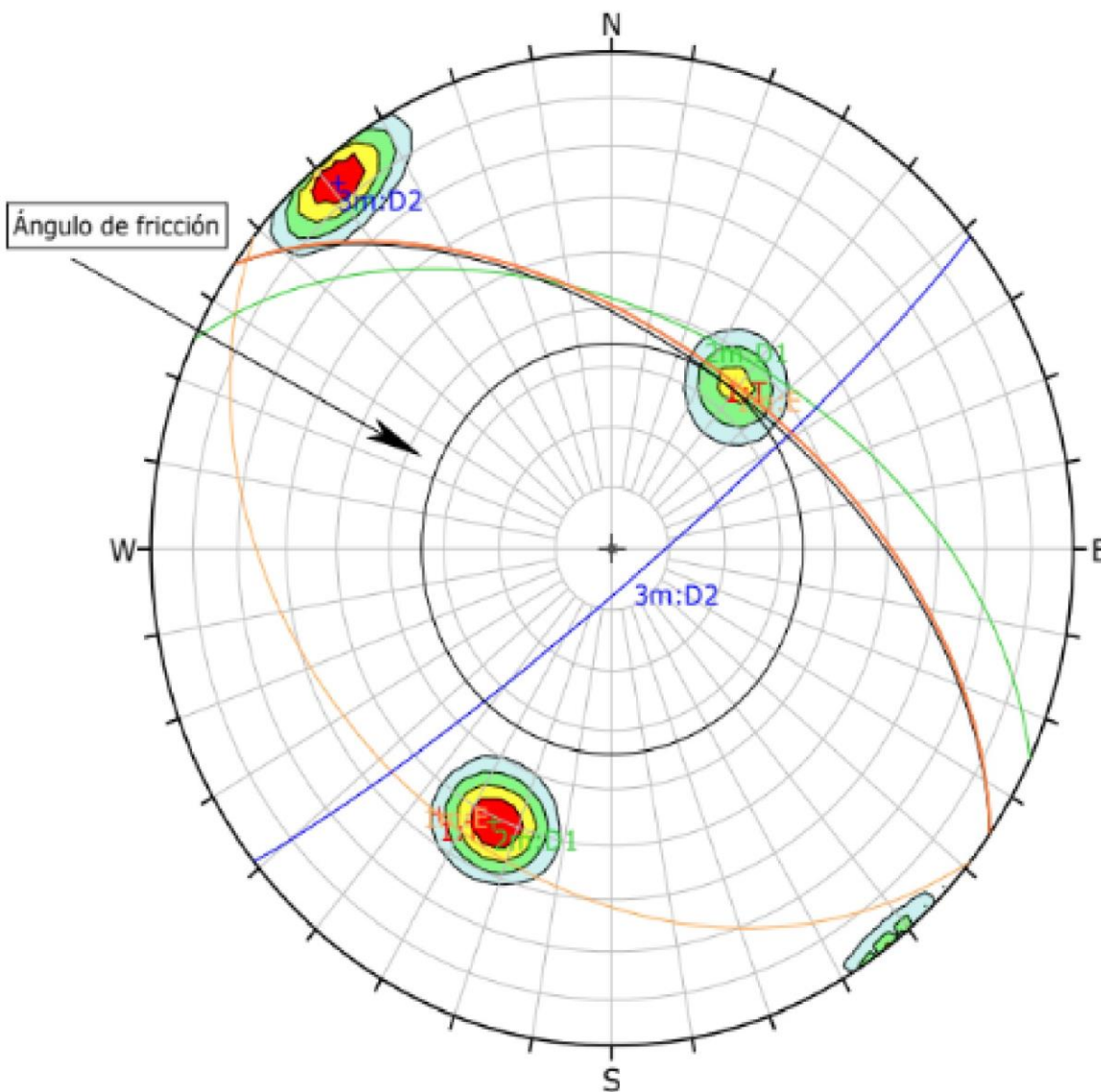
ESTACIÓN GEOMECÁNICA 05

TESISTA

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS

ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



Symbol	Feature
•	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
Light Blue	0.00 - 7.00
Light Green	7.00 - 14.00
Yellow	14.00 - 21.00
Orange	21.00 - 28.00
Red	28.00 - 35.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	34.72%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	55
Slope Dip Direction	35
Friction Angle	56°

	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	1223	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
User Planes				
1	Red	55	35	T
Mean Set Planes				
1m	Orange	35	219	E
2m	Green	51	25	D1
3m	Blue	84	141	D2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	50 (50 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	1223
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Area



TESIS:

EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

TIPO

ESTACIÓN GEOMECÁNICA 06

TESISTA

Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ

ANÁLISIS

ANÁLISIS POR ROTURA EN CUÑA



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN		
Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

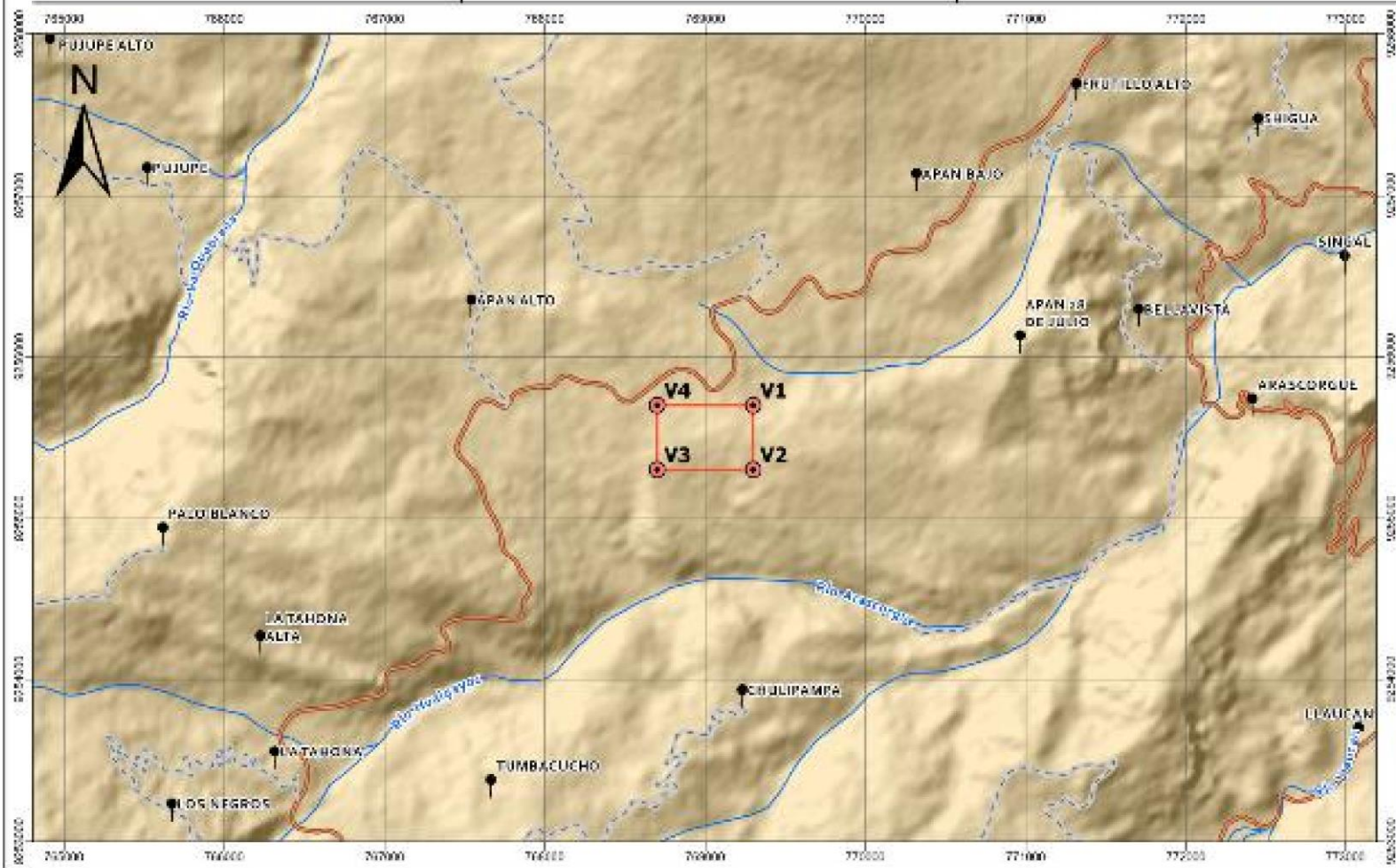
SIMBOLOGÍA

- Centros Poblados
- vértices
- Red Vial Nacional
- Red Vial Vednal
- Ríos
- Zona



1:30,000

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

TÍTULO PROFESIONAL
 EVALUACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS TALUDES DE LA CONDESA DE PEDREGAL EN EL
 CANTÓN Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

MAPI:	UBICACION	M - 01	
TESISTA:	Bach. JORGE LUIS BAYOS VASQUEZ		
ASESOR:	MCL. ROBERTO GONZALEZ GONZALEZ YMA		
FECHA:	11/03/2018		



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN		
N°	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

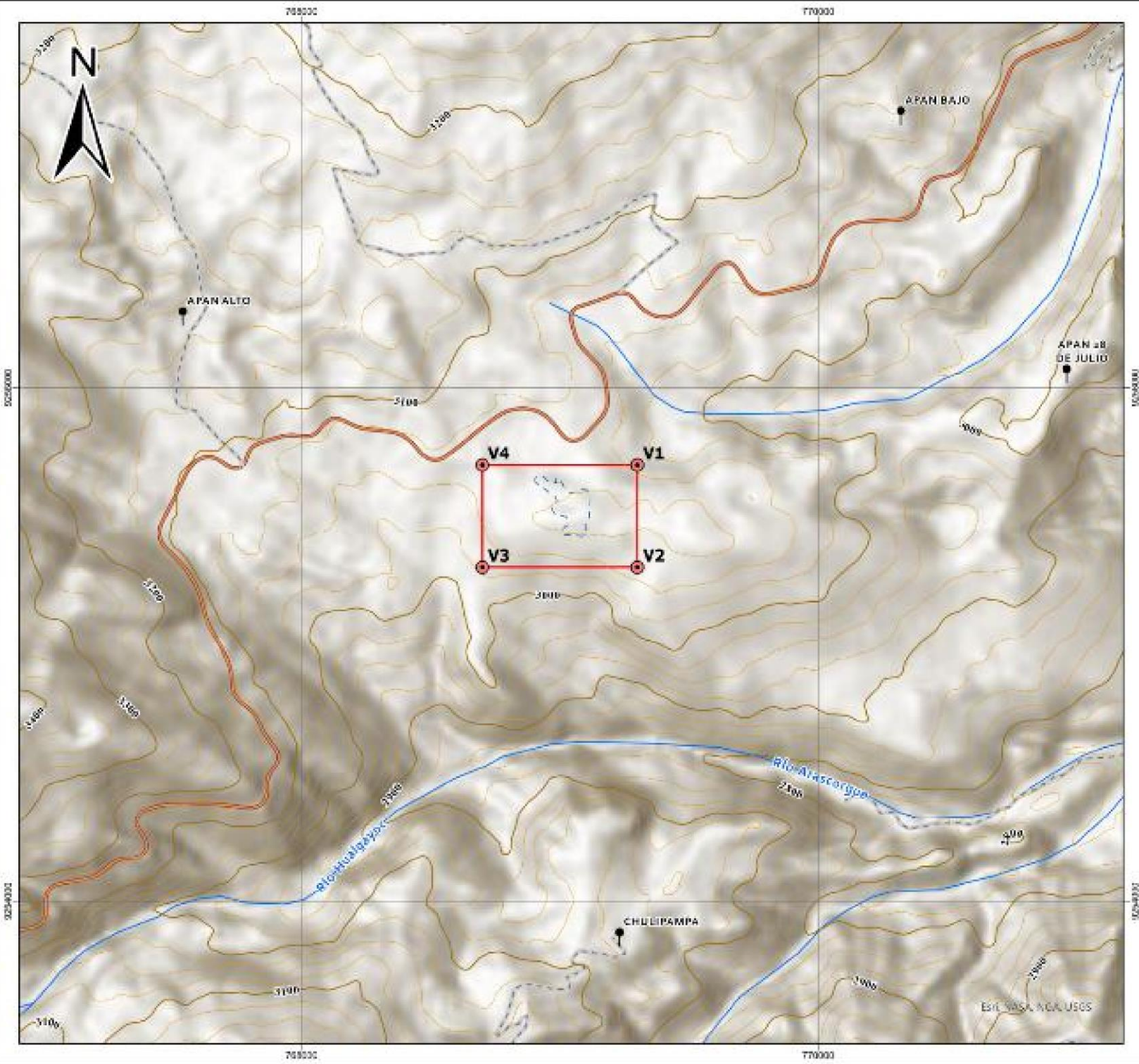
SIMBOLOGÍA	
	Vértices
	Red Vial Nacional
	Zona
	Carrera



1:2,500

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS TERCER PROFESIONAL	
EVALUACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN FEDERICAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC	
MATR: SATELITAL	M - 02
TITULAR: DR. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ	
ASISTENTE: MGR. ROBERTO BENÍGNO RODRÍGUEZ TORAL	
ESCALA: 1:2500	Cajamarca, Perú



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

SIMBOLOGÍA

- Centros Poblados
- Vértices
- Red Vía Vecinal
- Red Vía Nacional
- Ríos
- Zona
- Contorno
- Curvas menores (25m)
- Curvas mayores (100m)

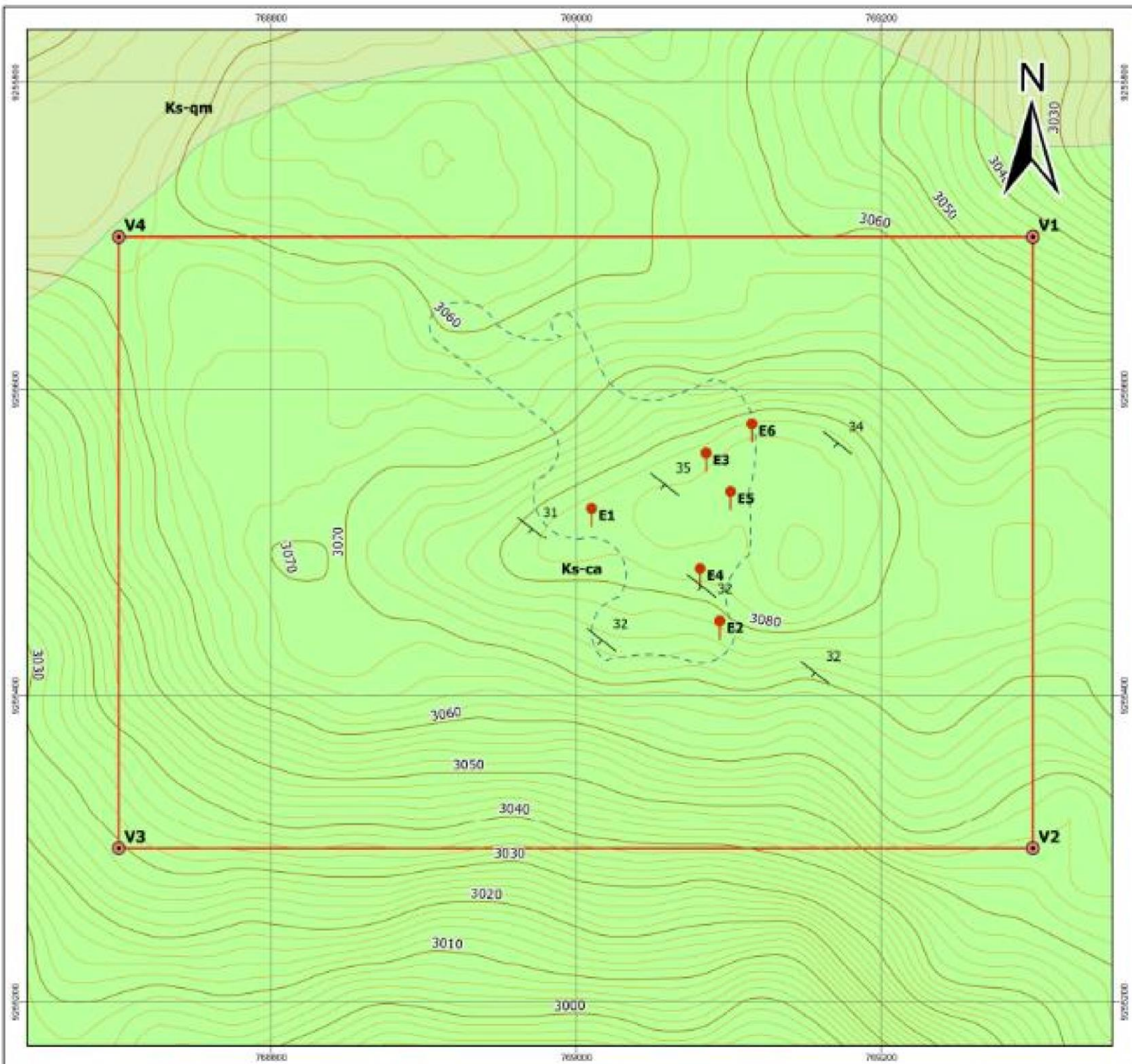


1:15,000

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
 TESIS PROFESIONAL
 EVALUACIÓN GEOMÁTICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUAMAYO

MAPA:	MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES	M - 03	
TÍTULO:	Red. 3D EN UN RUMBO UTM		
AUTOR:	MSc. ROBERTO SERAFÍN DE LA FUENTE		
EDICIÓN:	1 - 2024		



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

N°	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

SIMBOLOGÍA

- Estaciones Geomecánicas
- Vértices
- Zona
- Curvas menores (2m)
- Curvas mayores (10m)
- Cantero
- buzamiento

LEYENDA

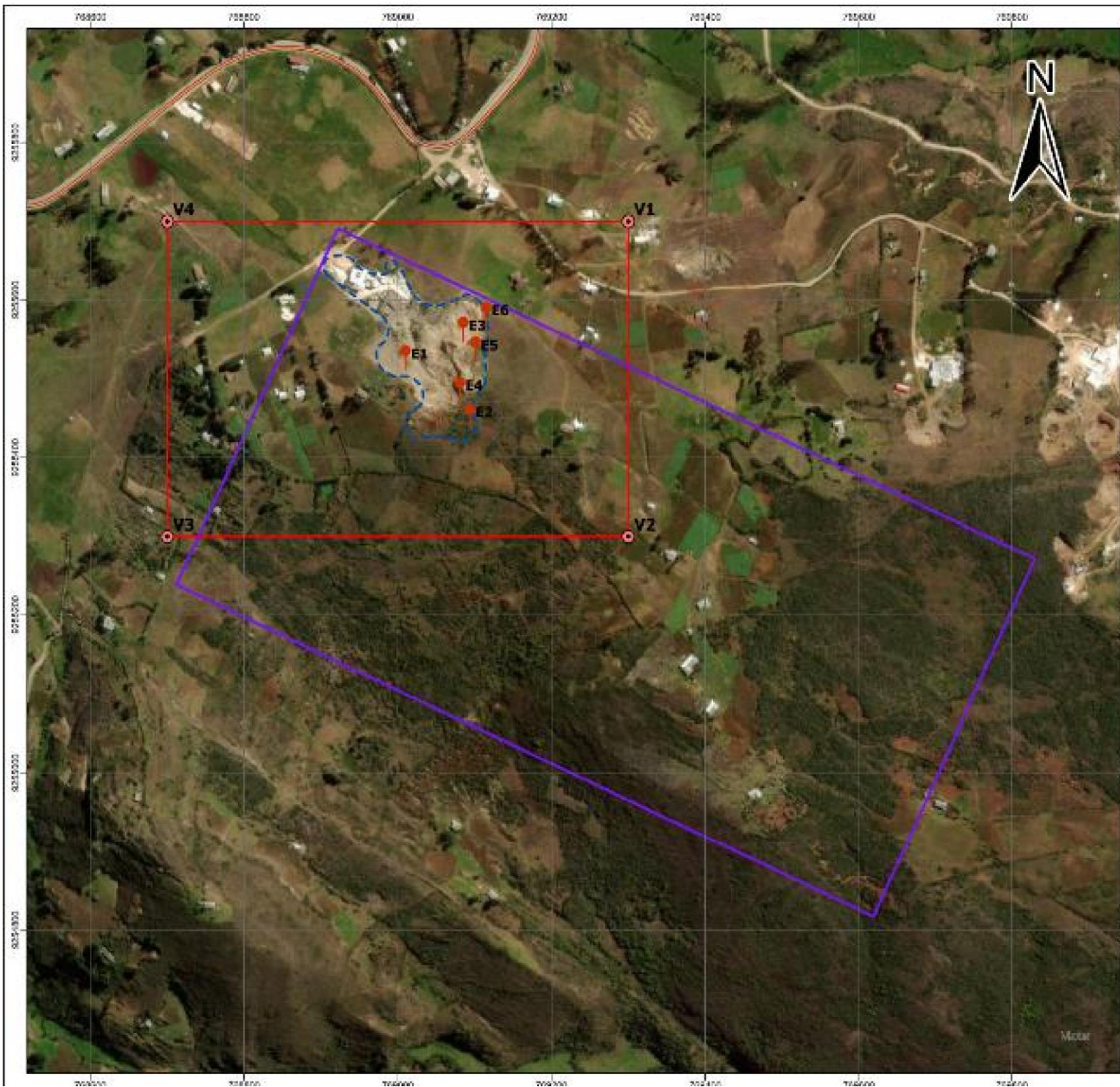
- Ks-ca: Formación Capamarca
- Ks-qm: Formación Quilquihán Mujarrán



Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
Proyección: Transversa de Mercator
Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS
TESIS PROFESIONAL
EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PROPIETARIA EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

MAPA: GEOLÓGICO	M - 04	
TESISTA: Ing. JORGE LUIS RAMOS VAREZ		
ASESOR: MCL. ROBERTO SEVERINO GONZALEZ YANA		
ESCALA: 1 : 2 500	Cajamarca, Perú	



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

SIMBOLOGÍA

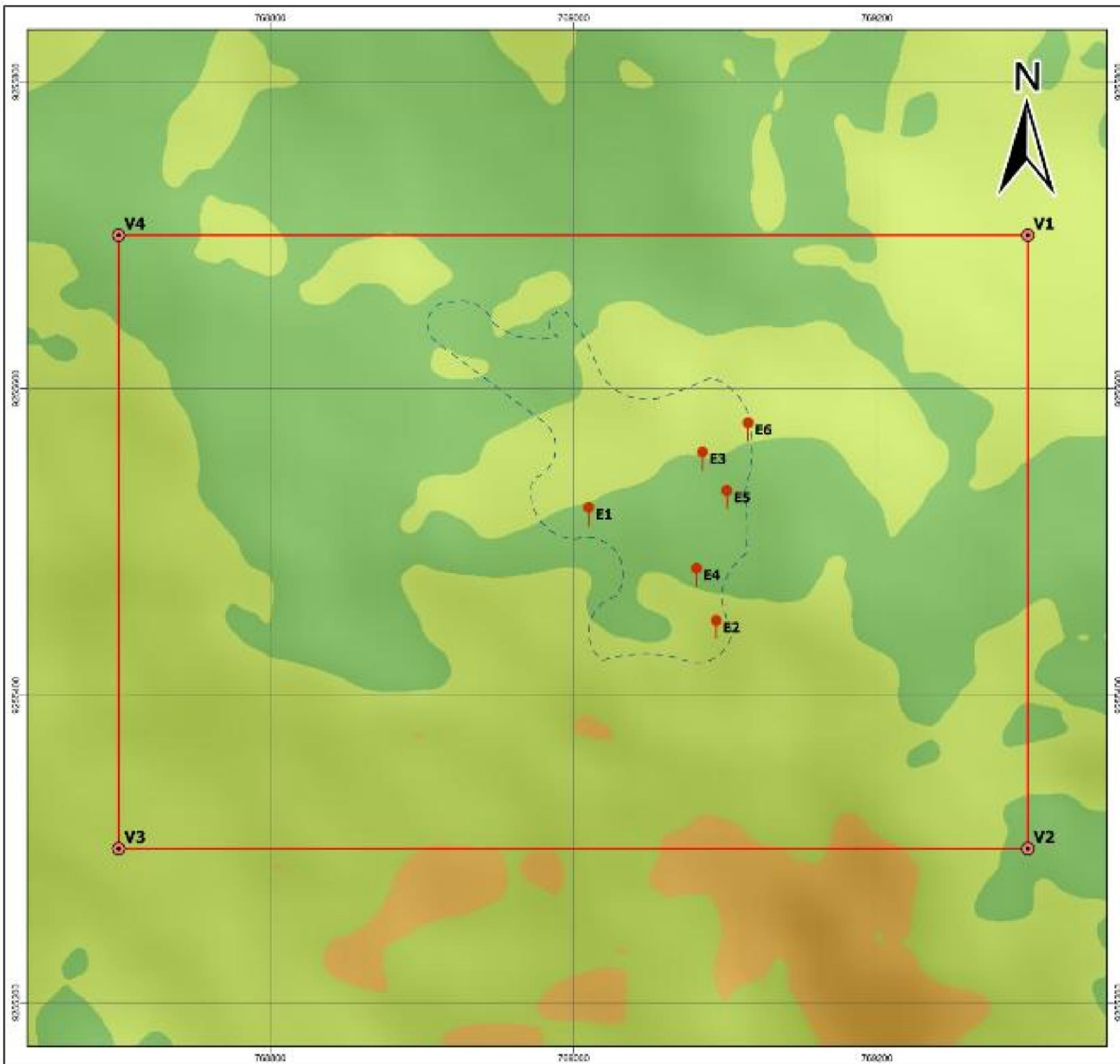
- Vértices
- Estaciones Geomecánicas
- Red Vial Nacional
- Zona
- Cantera
- Concesión Minera



1:5,000

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS TESIS PROFESIONAL EVALUACION GEOMECANICA DE LOS TALUDES DE LA CONDESÓN PEDREGAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAYOS	
TEMA: ZONA DE INVESTIGACION Y AREA DE EXPLOTACION	M - 05
TITULAR: RUIZ, JOSE LUIS RAMOS VASQUEZ ASesor: ING. ROBERTO SVERINO GONZALES YANA ESCALA: 1:7.500	



COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

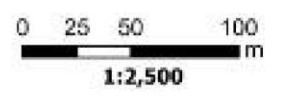
SIMBOLOGÍA

- Estaciones Geomecánicas
- Vértices
- Zona
- Canteras

UNIDADES MORFOGENÉTICAS

- 0° - 8°: Plúvica
- 9° - 20°: Lluvial
- 20° - 50°: Ladera
- >50°: Escarpes

Fuente: Rodríguez (2016)

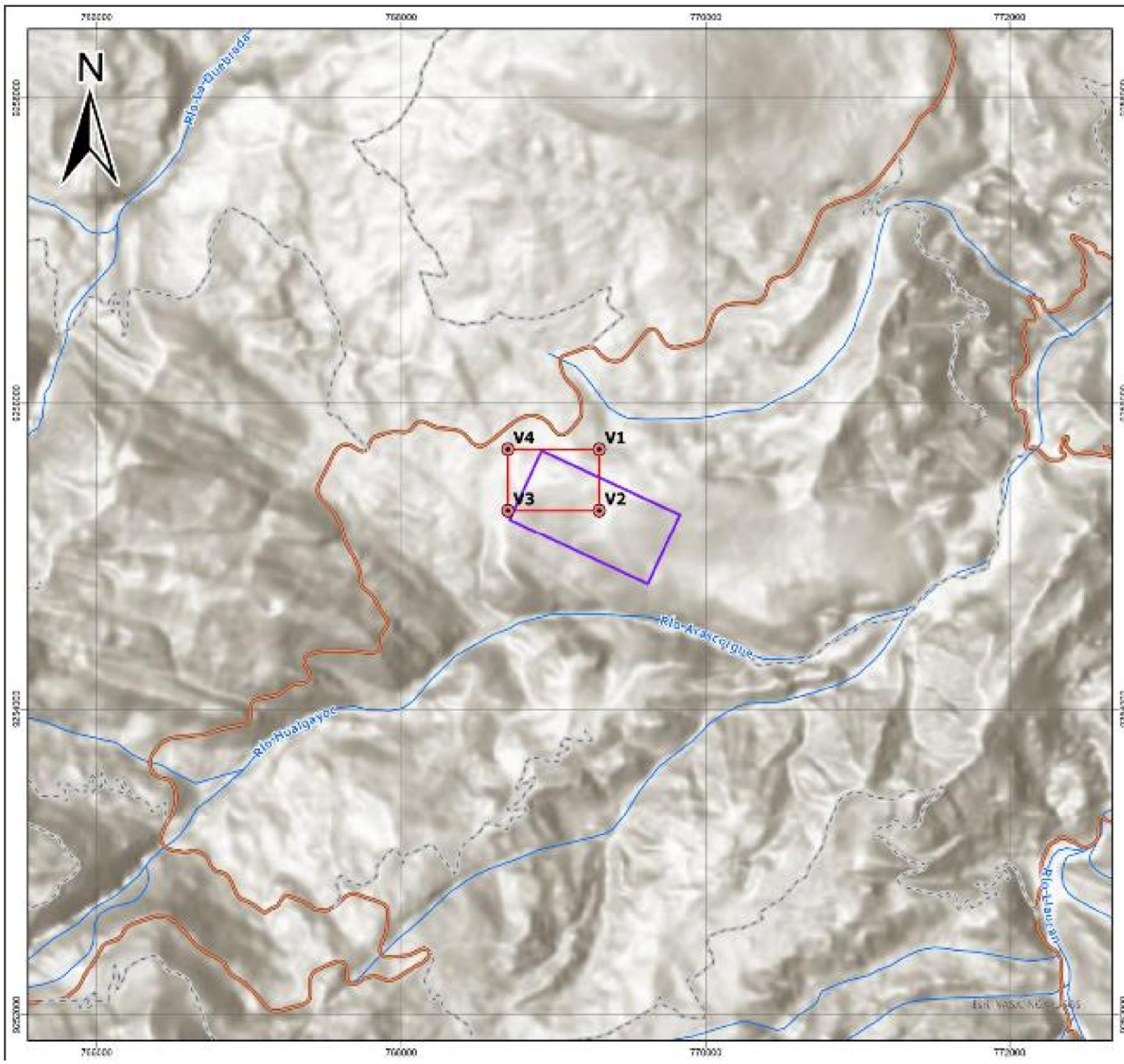


Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
Proyección: Transversa de Mercator
Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
TESIS PROFESIONAL

REALIZACIÓN SEMBRACION DE LOS TALLOS DE LA COMISIÓN FEDERAL DEL R. DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALCAYO.

TÍTULO: UNIDADES MORFOGENÉTICAS	M - 06	
TESISTA: Bach. JORGE LUIS RAMOS VÁSQUEZ		
ASESOR: MGL. ROBERTO SEVERINO GONZALES YANA		
BOCALA: 17 2 300 Cajamarca, Perú		

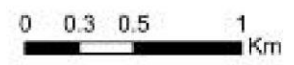


COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

SIMBOLOGÍA

- Vértices
- Red Val Vedral
- Red Val Nacional
- Ríos
- Zona
- Concesión Minera

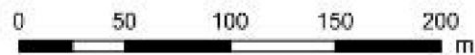
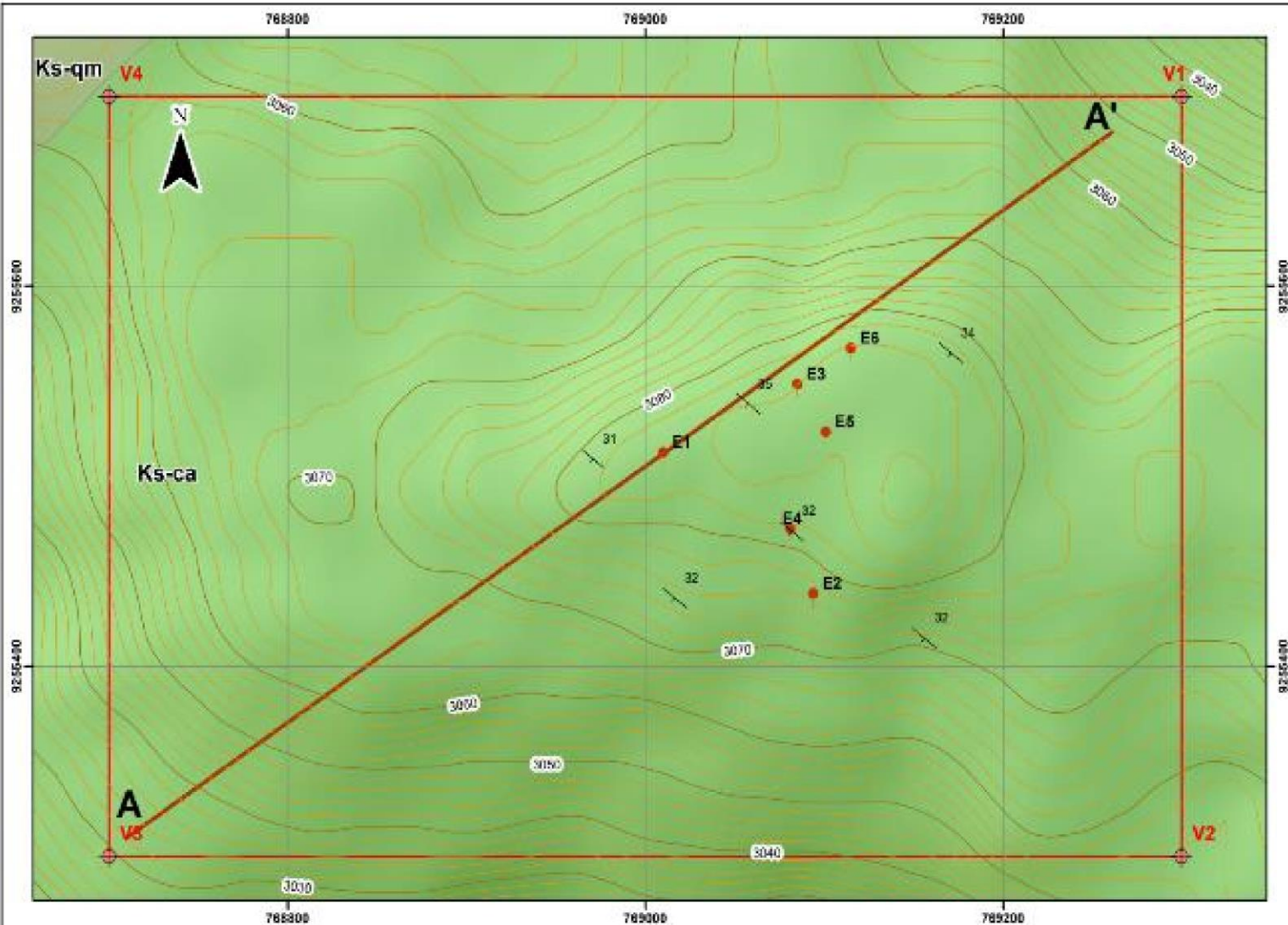


1:25,000

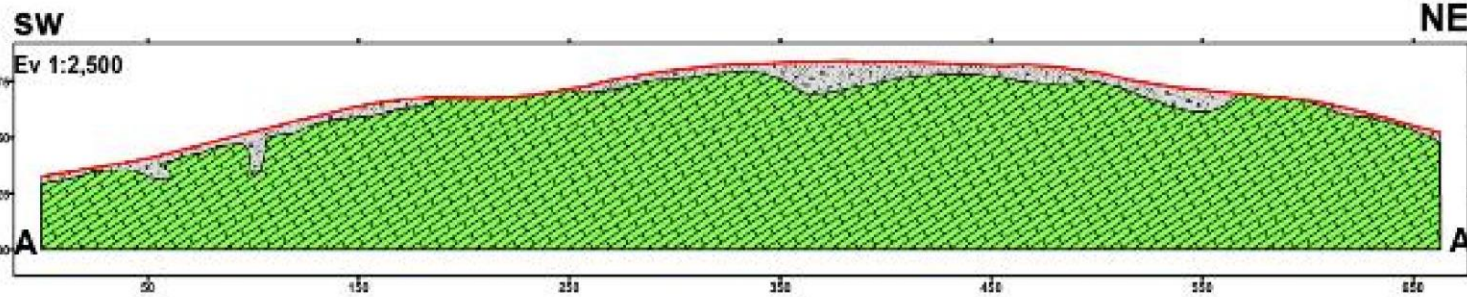
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS
TESIS PROFESIONAL
 EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS TALUDES DE LA CONCESIÓN PROFESIONAL EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALGAYOC

NOMBRE: DRENALIS	M - 07
TÍTULO: No. 11911 LUIS ROMERO VARGAS P	
ASESOR: ING. ROBERTO SEVERINO GONZALEZ YANA	
FECHA: 11/20/2023 Cajamarca, Perú	



1:2,500



Eh 1:2,500

COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

Nº	E	N
1	769300	9255700
2	769300	9255300
3	768700	9255300
4	768700	9255700

SIMBOLOGÍA

Type	Description
	Curvas menores (2m)
	Curvas mayores (10m)
	Inclinación
	Vértices
	Estaciones geométricas
	Zona
	Línea de Perfil A - A'

LEYENDA

	Ks-ca: Formación Cajamarca
	Ks-qm: Formación Culquián Mujarón

Sistemas de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 17S
 Proyección: Transversa de Mercator
 Datum: WGS 1984

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS			
Tesis Profesional			
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS			
DISTRITO Y PROVINCIA DE HUALAYBAC			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> TÍTULO: PERFE. GEOLOGICO TEMA: ROL DE LOS LÍQUIDOS ASESOR: M.C. ROBERTO SANCHEZ GONZALEZ WALK ESCALA: 1:2,500 Cajamarca, Perú </td> <td style="width: 50%; text-align: right;"> M - 08 </td> </tr> </table>		TÍTULO: PERFE. GEOLOGICO TEMA: ROL DE LOS LÍQUIDOS ASESOR: M.C. ROBERTO SANCHEZ GONZALEZ WALK ESCALA: 1:2,500 Cajamarca, Perú	M - 08
TÍTULO: PERFE. GEOLOGICO TEMA: ROL DE LOS LÍQUIDOS ASESOR: M.C. ROBERTO SANCHEZ GONZALEZ WALK ESCALA: 1:2,500 Cajamarca, Perú	M - 08 		