Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Unidad de Posgrado

"Caracterización geomecánica del macizo rocoso aplicado al análisis de estabilidad de taludes en el yacimiento Jésica, Ocuviri - Lampa - Puno - 2015 - 2016"

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Geología mención en Geotecnia

AUTOR

Editta HERRERA CARRANZA

ASESOR

Lloyd Williams SOLÓRZANO POMA

Lima, Perú

2020

Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Herrera, E. (2020). *Caracterización geomecánica del macizo rocoso aplicado al análisis de estabilidad de taludes en el yacimiento Jésica, Ocuviri - Lampa - Puno - 2015 - 2016*. Tesis para optar Magíster en Geología mención en Geotecnia. Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

Código ORCID del autor	https://orcid.org/0000-0003-1147-428X
DNI o pasaporte del autor	44763972
Código ORCID del asesor	https://orcid.org/0000-0002-5827-2450
DNI o pasaporte del asesor	40078403
Grupo de investigación	"—"
Agencia financiadora	Perú Aruntani S.A.C.
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Puno. Latitud: 15° 15' 16.39036'' S Longitud: 76° 49' 20.08583'' W
Año o años que abarcó la investigación.	2015 al 2019
Disciplinas OCDE	http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.02 http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.06

Nota: tomar en cuenta la forma de llenado según las precisiones colocas en la web.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/archivos/documentos/recepcion_investigacion/Hoja%20de%20metadatos%20co mplementarios_30junio.pdf

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, a los veintiocho días del mes de septiembre del año 2020, siendo las 10:00 horas, se reúnen los suscritos Miembros del Jurado Examinador de Tesis, nombrado mediante Dictamen Nº 000045/UPG-FIGMMG/2020 del 17 de septiembre del 2020, con la finalidad de evaluar la sustentación virtual al amparo de la Directiva de la UNMSM aprobada con Resolución Rectoral N°01357-R-20 de la siguiente tesis:

TITULO

«CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI – LAMPA – PUNO – 2015 – 2016»

Que, presenta la Bach. **EDITTA HERRERA CARRANZA,** para optar el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GEOLOGÍA CON MENCIÓN EN GEOTECNIA.**

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente Nº 04188/FIGMMG/2015 del 15 de junio del 2015, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento General de Estudios de Posgrado», aprobado con Resolución Rectoral Nº 04790-R-18 del 08 de agosto del 2018.

Luego de la Sustentación, se procede con la calificación de la Tesis, de acuerdo al procedimiento respectivo y se registra en el acta correspondiente en conformidad al Art. 100 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

MUY BUENA (17)

Habiendo sido aprobada la sustentación virtual de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER EN GEOLOGÍA CON MENCIÓN EN GEOTECNIA** a la Bach. **EDITTA HERRERA CARRANZA.**

Siendo las 11:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

MG. VÍCTOR ABEL TOLENTINO YPARRAGUIRRE
Presidente

DR. SAMUEL ISMAEL QUISCA ASTOCAHUANA
Secretario

MG. ENRIQUE GUADALUPE GÓMEZ
Miembro

MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA
Asesor

DEDICATORIA

A nuestro Creador por brindarme sabiduría.

A mis padres Arnulfo y Angélica, a mis hermanos Edgar y Eduin quienes son mi motivación y me brindan su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica, Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por permitirme seguir avanzando en mi desarrollo profesional.

Al Mg. Lloyd Williams Solórzano Poma por el asesoramiento durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la empresa minera Aruntani, por haberme permitido trabajar con excelentes profesionales y por brindar las facilidades para el acceso a la información de campo y gabinete.

Índice General

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática 1

1.2. Formulación del Problema 2

1.2.1. Problema General 2
1.2.2. Problemas Específicos 3
1.3. Justificación Teórica 3

1.4. Justificación Práctica 4

1.5. Objetivos de la Investigación 5

1.5.1. Objetivo General 5
1.5.2. Objetivos Específicos 5

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación 6

2.2. Bases Teóricas 17

2.2.1. Yacimiento Epitermal 17
2.2.2. Alteraciones Hidrotermales 19
2.2.3. Clasificación Geomecánica Rock Mass Rating (RMR) 22
2.2.4. Clasificación Geomecánica de Romana Slope Mass Rating (SMR) 24
2.2.5. Análisis Cinemático 26
2.2.6. Análisis de Estabilidad 29
2.2.7. Criterios de Rotura 33
2.2.8. Análisis de Estabilidad del Macizo Rocoso Anisotrópico 38
2.3. Marco Conceptual o Glosario 47

2.4. Descripción de la zona de estudio 49

2.4.1. Ubicación 49
2.4.2. Clima y Vegetación 49
2.4.3. Geología Regional 50
2.4.4. Geología Local 54
2.4.5. Geología Estructural 57
2.4.6. Geología Económica 58
2.4.7. Características Geométricas del Tajo Abierto Jésica 58
2.4.8. Nivel Freático 61
2.4.9. Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico 61

CAPÍTULO 3:HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis General 74

3.2. Hipótesis Específicas....74

3.3. Identificación de Variables 74

3.4. Operacionalización de Variables....75

3.5. Matriz de Consistencia 75

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA

4.1. Tipo y Diseño de Investigación 78

4.2. Unidad de Análisis 79

4.3. Población de Estudio 79

4.4. Tamaño de Muestra....80

4.5. Selección de Muestra 84

4.6. Técnicas de Recolección de Datos 84

4.7. Análisis e Interpretación de la Información....85

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados 87

5.1.1. Alteraciones Hidrotermales....87

5.1.2. Caracterización del Macizo Rocoso....91

5.1.3. Clasificación del Macizo Rocoso 105

5.1.4. Análisis cinemático de talud de banco 106

5.1.5. Análisis de Estabilidad de Taludes Globales – comportamiento isotrópico del macizo rocoso....108

5.1.6. Análisis de Estabilidad de Taludes Globales - macizo rocoso direccional (anisotrópico)....110

5.2. Prueba de Hipótesis 112

5.2.1. Hipótesis General....112

5.2.2. Hipótesis Específicas 117

5.3. Presentación de Resultados 133

CONCLUSIONES 135

RECOMENDACIONES....136

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....137

ANEXOS....140

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. **Parámetros para obtener el RMR_{89} (BIENIAWSKI, 1989)** *23*
Cuadro 2. **Parámetros de corrección F1, F2, F3 y F4 de la clasificación SMR (modificado de Romana, 1985).** *26*
Cuadro 3. **Métodos de análisis de estabilidad de taludes.** *32*
Cuadro 4. **Criterios de aceptabilidad en taludes de un tajo abierto** *33*
Cuadro 5. **Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción superficial y de las fuentes continentales.** *63*
Cuadro 6. **Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción intermedias y profundas.** *64*
Cuadro 7. **Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas** *67*
Cuadro 8. **Aceleraciones máximas esperadas en el proyecto** *72*
Cuadro 9. **Operacionalización de Variables.** *76*
Cuadro 10: **Matriz de Consistencia** *77*
Cuadro 11: **Ubicación de taladros diamantinos** *80*
Cuadro 12: **Ubicación de estaciones geomecánicas** *82*
Cuadro 13. **Metodología de recolección de datos.** *85*
Cuadro 14. **Correlación caracterización del macizo rocoso y RMR.** *92*
Cuadro 15. **Resumen de los parámetros RMR_{89}, por tipo de alteración en óxidos.** *101*
Cuadro 16. **Resumen de los parámetros RMR_{89}, por tipo de alteración en sulfuros.** *102*
Cuadro 17. **Orientación de las discontinuidades por dominio estructural.** *102*
Cuadro 18. **Resultados de RMR, por tipo de alteración en óxidos.** *105*
Cuadro 19. **Resultados de RMR, por tipo de alteración en sulfuros.** *105*
Cuadro 20. **Propiedades geomecánicas del macizo rocoso en óxidos** *106*
Cuadro 21. **Propiedades geomecánicas del macizo rocoso en sulfuros.** *106*
Cuadro 22. **Orientación de taludes en cada dominio estructural** *107*
Cuadro 23. **Resultados de SMR, por sectores en óxidos.** *108*
Cuadro 24. **Resultados de SMR, por sectores en sulfuros.** *108*
Cuadro 25. **Resultados del análisis de estabilidad – macizo rocoso isotrópico (Falla Circular).** *109*
Cuadro 26. **Resultados del análisis de estabilidad – macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).** *111*
Cuadro 27. **Datos para la correlación de la hipótesis general en óxidos.** *113*
Cuadro 28. **Datos para la correlación de la hipótesis general en sulfuros.** *113*
Cuadro 29. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP) por tipo de alteración hidrotermal en óxidos.** *114*
Cuadro 30. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP) por tipo de alteración hidrotermal en sulfuros.** *115*
Cuadro 31. **Datos para la correlación de la hipótesis específica 1 en óxidos.** *118*
Cuadro 32. **Datos para la correlación de la hipótesis específica 1 en sulfuros.** *118*
Cuadro 33. **Correlación alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR) en óxidos.** *119*
Cuadro 34. **Correlación alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR) en sulfuros.** *119*
Cuadro 35. **Datos para la correlación entre el RMR y el factor de seguridad - hipótesis específica 2 en óxidos.** *122*
Cuadro 36. **Datos para la correlación entre el RMR y el factor de seguridad - hipótesis específica 2 en sulfuros.** *123*
Cuadro 37. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE) en óxidos.** *124*

Cuadro 38. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE) en sulfuros.** *124*
Cuadro 39. **Datos para la correlación del análisis de estabilidad isotrópico y anisotrópico - hipótesis específica 3 en óxidos.** *129*
Cuadro 40. **Datos para la correlación del análisis de estabilidad isotrópico y anisotrópico - hipótesis específica 3 en sulfuros.** *130*
Cuadro 41. **Correlación análisis de estabilidad isotrópico y análisis de estabilidad anisotrópico en óxidos.** *131*
Cuadro 42. **Correlación análisis de estabilidad isotrópico y análisis de estabilidad anisotrópico en sulfuros.** *131*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. ***Secciones esquemáticas de la configuración volcanotectónica, epitermal y tipos de mineralización asociada.*** *Sillitoe & Hedenquist, 2003. ..... 18*
Figura 2. ***Zoneamiento típico de alteración para un depósito de alta sulfuración.*** *Modificado de Stoffregen, 1987, Gonzales, 2008. ..... 20*
Figura 3. ***Tipos de roturas en macizos rocosos y su representación estereográfica.*** *Tomás et al, 2002, p.7. ..... 29*
Figura 4. ***Envolvente de Mohr-Coulomb en función de las tensiones normal y tangencial.*** *Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6529?locale-attribute=en..... 34*
Figura 5. ***Representación del criterio de rotura de Hoek y Brown, en el espacio de tensiones normal y tangencial.*** *Hoek et al., 2002. ..... 36*
Figura 6. ***Diagramas polares que ilustran el efecto de las familias de discontinuidad paralelas al talud en la resistencia al corte del macizo rocoso.*** *Karzulovic & Read, 2009. ..... 39*
Figura 7. ***Representación simplificada de los efectos de los bloques de roca intacta.*** *Modificado de Wittke, 1990. ..... 40*
Figura 8. ***Línea de superficie de falla y discontinuidad equivalente para taludes de roca.*** *Modificado de Karzulovic, 2006. ..... 41*
Figura 9. ***Rotura planar a través de discontinuidades coplanares y bloques de roca intacta****. Karzulovic & Read, 2009. ..... 42*
Figura 10. ***Representación de la orientación de las discontinuidades****. Karzulovic & Read, 2009. ..... 43*
Figura 11. ***Representación de la zona de transición de una discontinuidad.*** *Karzulovic & Read, 2009. ..... 44*
Figura 12. ***Representación de la resistencia direccional del macizo rocoso****. Karzulovic & Read, 2009. ..... 45*
Figura 13. ***Factor de seguridad de talud de roca, para diferentes condiciones de resistencia del macizo rocoso.*** *Karzulovic & Read, 2009. ..... 47*
Figura 14. ***Plano de ubicación.*** *Elaboración propia 52*
Figura 15. ***Plano de geología regional.*** *Elaboración propia 53*
Figura 16. ***Columna estratigráfica esquemática del yacimiento Jésica.*** *Área de Geología Aruntani, 2012. ..... 54*
Figura 17. ***Vista en planta del tajo abierto Jésica.*** *Elaboración propia 59*
Figura 18. ***Secciones topográficas del tajo abierto Jésica.*** *Elaboración propia. 60*
Figura 19. ***Ley de atenuación para sismos de subducción.*** *Casaverde y Vargas (1979) 69*
Figura 20. ***Ley de atenuación para sismos continentales.*** *McGuire (1974) 70*
Figura 21. ***Curva de peligro sísmico para aceleración horizontal máxima.*** *VECTOR (2006) 71*
Figura 22. ***Diseño de la investigación.*** *Elaboración propia 78*
Figura 23. ***Ubicación de estaciones geomecánicas y taladros diamantinos.*** *Elaboración propia 83*
Figura 24. ***Unidades geotécnicas del tajo abierto Jésica.*** *Elaboración propia ... 89*
Figura 25. ***Secciones geotécnicas del tajo abierto Jésica.*** *Elaboración propia . 90*
Figura 26. ***Variación del RMR en función del RQD – zona de óxidos.*** *Elaboración propia. 93*
Figura 27. ***Variación del RMR en función del RQD – zona de sulfuros.*** *Elaboración propia. 94*
Figura 28. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Clay Pirita.*** *Elaboración propia. 95*
Figura 29. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Clay Pirita.*** *Elaboración propia. 96*

Figura 30. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Clay.*** *Elaboración propia.* 97
Figura 31. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Alunita.*** *Elaboración propia.* 98
Figura 32. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Granular.*** *Elaboración propia.* 99
Figura 33. ***Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Masiva.*** *Elaboración propia.* 100
Figura 34. ***Dominios estructurales.*** *Elaboración propia* 104
Figura 35. ***Gráfico de dispersión para la hipótesis general en óxidos.*** *Elaboración propia.* 116
Figura 36. ***Gráfico de dispersión para la hipótesis general en sulfuros.*** *Elaboración propia.* 116
Figura 37. ***Gráfico de correlación para la hipótesis específica 1 en óxidos.*** *Elaboración propia.* 121
Figura 38. ***Gráfico de correlación para la hipótesis específica 1 en sulfuros.*** *Elaboración propia.* 121
Figura 39. ***Correlación para la hipótesis específica 2 en óxidos.*** *Elaboración propia.* 126
Figura 40. ***Correlación para la hipótesis específica 2 en sulfuros.*** *Elaboración propia.* 127
Figura 41. ***Correlación lineal para la hipótesis específica 3 – zona de óxidos.*** *Elaboración propia.* 132
Figura 42. ***Correlación lineal para la hipótesis específica 3 – zona de sulfuros.*** *Elaboración propia.* 133

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Estudio de Peligro Sísmico – Salidas del Programa RISK.

Anexo B: Logueo de taladros diamantinos.

Anexo C: Estaciones geomecánicas.

Anexo D: Ensayos de laboratorio.

Anexo E: Análisis estereográfico por dominios estructurales.

Anexo F: Análisis cinemático.

Anexo G: Análisis de estabilidad física talud global – Falla Circular.

Anexo H: Análisis de estabilidad física talud global – Falla No Circular.

Anexo I: Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal – macizo rocoso isotrópico (Falla Circular).

Anexo J: Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal – macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).

RESUMEN

Esta investigación se originó debido a la necesidad de conocer el grado de relación existente entre la caracterización del macizo rocoso y el análisis de estabilidad de taludes en el tajo abierto Jésica, ubicado en el distrito de Ocuviri, provincia de Lampa, región Puno.

La tesis evalúa los diferentes tipos de alteración hidrotermal, sus características geomecánicas y su distribución en los distintos sectores del tajo abierto Jésica. Luego se realizó el análisis de estabilidad física a nivel de talud global, utilizando el software Slide versión 6.0, considerando al macizo rocoso isotrópico y anisotrópico, teniendo en cuenta las discontinuidades paralelas o semiparalelas al talud.

Se determinó que entre el tipo de alteración hidrotermal y la calidad del macizo rocoso existe correlación positiva muy fuerte.
Asimismo se ha determinado que la calidad del macizo rocoso influye significativa y positivamente en la estabilidad de taludes.
El factor de seguridad disminuye hasta un 24% en óxidos y 29 % en sulfuros si se aplica el método anisotrópico, a mayor calidad del macizo rocoso (RMR), mayor es la disminución del factor de seguridad anisotrópico respecto al factor de seguridad isotrópico.

Palabras clave: macizo rocoso, estabilidad de taludes, isotrópico, anisotrópico.

ABSTRACT

This investigation originates due to the need to know the grade of relationship between the rock mass characterization and the slope stability analysis in the Jesica open pit, located in the district of Ocuviri, province of Lampa, Puno region.

The thesis evaluates the different hydrothermal alteration types, its geomechanical characteristics and its distribution in every sector of Jesica open pit. Then the physical stability analysis was performed for global slope using the Slide version 6.0 software, considering the isotropic and anisotropic rock mass, taking into account parallel and semi-parallel discontinuities to the slope.

It has been determined that: there is a very strong positive correlation between the hydrothermal alteration type and the rock mass quality.
It has also been determined that rock mass quality influences significantly and positively in the slope stability.
The factor of safety decreases up to 24% in oxides and 29% in sulfides if is applies the anisotropic method, to higher rock mass quality (RMR), higher is the decrease of the anisotropic factor of safety respect to isotropic factor of safety.

Key words: rock mass, slope stability, isotropic, anisotropic.

CAPÍTULO 1
INTRODUCIÓN

1.1. Situación Problemática

El Yacimiento Jésica es del tipo epitermal de alta sulfuración, el cual se encuentra en la etapa de operación. Según el estudio de estabilidad de taludes (DCR Ingenieros, 2008), el tajo abierto Jésica tiene un diseño de taludes uniforme, sin hacer diferencias por tipo de alteración hidrotermal. Además el modelo de alteraciones del tajo abierto Jésica ha sido actualizado mas no así el estudio de estabilidad física de taludes. La información existente es muy genérica, por lo que se requiere mayor investigación y el procesamiento adecuado de la información para optimizar los taludes.

Según la literatura existente, son escasas las investigaciones que interrelacionen el tipo de alteración hidrotermal, la caracterización del macizo rocoso y la estabilidad de taludes. La más cercana investigación corresponde a Ale (2012), quien realizó la tesis “Influencia de la alteración hidrotermal en la calidad del macizo rocoso en taludes de tajos abiertos”, el autor investigó el grado de alteración en las alteraciones hidrotermales argilitización, potásica, filítica, clorítica y skarnización; estas alteraciones hidrotermales no corresponden a un yacimiento epitermal de alta sulfuración, sino a yacimientos tipo pórfido.

El yacimiento Jésica se formó en la era Cenozoica, período Neógeno, época Mioceno, conformado básicamente por

andesitas porfiríticas grises pertenecientes a la formación Sillapaca (14 Ma) sub unidad Andesita Lamparasi, con intercalaciones subhorizontales de tobas piroclásticas. En cuanto a las alteraciones hidrotermales, predomina de la sílice masiva craquelada y la sílice granular considerando lixiviación y sílice vuggy, la presencia de sílice alunita principalmente en la zona oeste y este del yacimiento, mientras que en los bordes del cuerpo mineralizado aumenta la presencia de sílice alunita, arcillas a argílico.

Se realizará el análisis de estabilidad en función a la caracterización geomecánica por tipo de alteración hidrotermal, considerando un macizo rocoso isotrópico y anisotrópico, de esta manera se obtendrán los dominios estructurales y así quedará delimitado el tajo tanto para la etapa de operación así como para la etapa de cierre y se darán las recomendaciones para mantener taludes estables en el post cierre.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Qué importancia tiene la caracterización geomecánica del macizo rocoso por tipo de alteración hidrotermal para determinar la calidad del macizo rocoso y el análisis de estabilidad de taludes, en el yacimiento Jésica de alta sulfuración explotado a tajo abierto, en Ocuviri – Lampa – Puno- 2015 -2016?

1.2.2. Problemas Específicos

1: ¿En qué medida influye el tipo de alteración hidrotermal de la roca, en la calidad del macizo rocoso?

2: ¿En qué medida la calidad del macizo rocoso influye en la estabilidad de taludes?

3: ¿Cuánto disminuye el factor de seguridad en talud, si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico?

1.3. Justificación Teórica

El yacimiento Jésica es de tipo alta sulfuración, explotado a tajo abierto, para lo cual se pretende caracterizar el macizo rocoso aplicando los métodos de clasificación Rock Mass Rating (RMR) y Slope Mass Rating (SMR) y determinar la relación existente entre el tipo de alteración hidrotermal y la calidad del macizo rocoso.

Se determinará la importancia de las características de la roca y las discontinuidades en la clasificación Slope Mass Rating (SMR).

Además se realizará el análisis de estabilidad a nivel de talud global, por tipo de alteración hidrotermal, usando el software Slide del paquete Rocscience.

1.4. Justificación Práctica

Debido a que el yacimiento Jésica se encuentra en la etapa de operación y se encuentra explotando mineral en la parte media inferior del tajo, y posteriormente pasará a la etapa de cierre, se requiere garantizar la estabilidad de los taludes, durante las etapas de operación de la mina, cierre y post cierre.

El trabajo se realizará para delimitar los dominios estructurales del tajo abierto Jésica y realizar el análisis de estabilidad física, de esta manera se estará dando cumplimiento a las normas legales, y contar con la información necesaria ante cualquier organismo fiscalizador.
La información le será de utilidad a la empresa minera, para dejar taludes estables, minimizando el riesgo de inestabilidad, evitando sanciones innecesarias.

Según reglamento nacional, Decreto Supremo N° 024-2016- EM (2016), establece lo siguiente:
‘’Para realizar toda actividad minera se deberá contar con estudios y sus respectivas actualizaciones sobre: geología, geomecánica, geotecnia, hidrología, hidrogeología, estabilidad de taludes, parámetros de diseño, […]’’ (Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016, Art. 33).
En las etapas de exploración y explotación, incluyendo la preparación y desarrollo de la mina, los titulares de actividad minera deberán cumplir con
a) ‘’El diseño de acuerdo con las características geomecánicas del depósito considerando altura y talud de bancos, gradientes y ancho de rampas, talud de operación y talud final del tajo, […] ’’ (Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016, Art. 262).

‘’La pendiente general del tajo será establecida bajo condiciones pseudoestáticas asumiendo las máximas aceleraciones sísmicas y lluvias para un periodo de retorno de cien (100) años’’ (Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016, Art. 264).

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Determinar la importancia de la caracterización geomecánica del macizo rocoso por tipo de alteración hidrotermal para determinada la calidad del macizo rocoso y el análisis de estabilidad de taludes, en la explotación de un yacimiento de alta sulfuración explotado a tajo abierto.

1.5.2. Objetivos Específicos

1: Determinar en qué medida influye el tipo de alteración de la roca, en la calidad del macizo rocoso

2: Determinar en qué medida la calidad del macizo rocoso influye en la estabilidad de taludes.

3: Determinar cuánto disminuye el factor de seguridad si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico, utilizando el software Slide.

CAPÍTULO 2
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación

En el Perú existen muy pocas investigaciones que se encuentren relacionadas al tema, en el extranjero se han realizado algunas investigaciones en otros tipos de yacimientos. A continuación se cita trabajos de otros lugares relacionados al tema de investigación.

Ale, J (2012). "Influencia de la alteración hidrotermal en la calidad del macizo rocoso en taludes de tajos abiertos". Tesis para optar el Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Geotécnica, Universidad Nacional de Ingeniería.

La tesis tiene por objetivo encontrar una relación de la influencia de la alteración hidrotermal en la calidad del macizo rocoso en un yacimiento mineral, desde el punto de vista geomecánico a partir de la resistencia compresiva de la roca intacta, y el impacto de esta alteración en el diseño de los taludes de un tajo abierto. (Ale, 2012, p.8)

Asimismo, el autor indica que se realizó una agrupación de los casos analizados según litología como sigue: rocas piroclásticas, rocas lávicas, rocas sub-volcánicas, rocas

intrusivas, gneises, areniscas, cuarcitas y rocas calcáreas. En cada uno de estos grupos realizó una comparación y correlación entre el *grado de alteración* y la *resistencia a la compresión uniaxial*, mediante regresiones lineales, parabólicas, exponenciales y potenciales. (Ale, 2012, p.85)

El autor toma como muestra las rocas que han sido alteradas hidrotermalmente, el análisis se realiza usando el parámetro *grado de alteración de la roca,* donde se ha ''seguido la metodología propuesta en 1981 por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM), variando el grado de alteración de I a VI'' (Ale, 2012, p.85). Luego realiza el análisis de estabilidad estático para una toba alterada hidrotermalmente, obteniendo la relación entre *grado de alteración* y *factor de seguridad* en taludes de 15°, 20°, 25° y 30°. El resultado es ''que el *factor de seguridad* aumenta en valor de manera exponencial para valores de *grado de alteración* VA altos'' (Ale, 2012, p.86).

En los anexos se revisó que el *grado de alteración* se aplicó a las alteraciones hidrotermales argilitización, potásica, filítica, clorítica y skarnización.

La investigación citada, constituye un buen referente en terminología de macizos rocosos y el método de regresión que será utilizado para el análisis de información en la presente tesis, en la presente investigación de se realizará la correlación entre el *tipo de alteración hidrotermal* (sílice masiva, sílice granular, sílice alunita, sílice clay pirita, clay pirita) del yacimiento Jésica (yacimiento epitermal) y la *estabilidad de taludes*, asimismo en el análisis de estabilidad se considerará el macizo rocoso isotrópico y anisotrópico.

Aniya, R (2008). “Sistema para la evaluación de estabilidad de taludes en obras de ingeniería. Investigación en casos prácticos”. Tesis para optar el grado académico de magister en geología mención geotecnia, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Esta tesis presenta dos objetivos, el primero proporcionar una herramienta práctica que permita de una manera rápida y sencilla efectuar una calificación de la estabilidad de cualquier talud y el segundo uniformizar la terminología en cuanto a estabilidad de taludes se refiera, ya que se utilizan indistintamente los términos estable, muy estable, inestable, etc. sin llegar a precisar cada término, debido a que se desarrolla cualitativamente; dando lugar a que para un analista es por ejemplo medianamente estable, para otro analista puede ser inestable. La recolección de datos lo realizó directamente en campo y también ensayos de laboratorio. En esta tesis el autor llega a la conclusión de que el sistema de evaluación de taludes propuesto constituye una herramienta práctica para definir el grado de estabilidad de cualquier talud, ya sea en roca o suelo y en cualquier lugar, para proyectos de obras de ingeniería a niveles de perfil o prefactibilidad.

De esta investigación se rescata la metodología del análisis, en el caso de la investigación en el tajo abierto Jésica se obtendrán rangos de factores de seguridad por tipo de alteración y ángulos de taludes.

Donders, H (2009). “The Relationship between Rock Mass Conditions and Alteration and Weathering in the Lower Hamersley Group Iron Formations, Western Australia”. Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias en Ingeniería Geológica en la Universidad de Canterbury,

Australia. El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un método para estimar la estabilidad de taludes del tajo abierto en las minas de hierro en la provincia de Hamersley a través del análisis geoquímico y mineralógico de las rocas. La recolección de datos corresponde en primer lugar, a la revisión de la literatura para evaluar la geología de la provincia de Hamersley. En segundo lugar, se estudiaron técnicas de clasificación de masas de roca. Se realizó el mapeo utilizando el método Slope Mass Ratings (SMR), y también se estudiaron taladros diamantinos. Se tomaron muestras de cada área de estudio para proporcionar las muestras de laboratorio para análisis geoquímico y mineralógico.
Las investigaciones geotécnicas en las minas RTIO (The Rio Tinto Iron Ore Company) muestran que el BIF (Banded Iron Formation) y pizarra generalmente empeoran en resistencia de la roca intacta, RQD, el espaciado y condición de juntas, y durabilidad con la alteración.

De esta tesis se aplicará el método de mapeo de taludes Slope Mass Rating (SMR) en taludes y el logueo de taladros diamantinos.

Kafle, Kumud Raj (2010). “Slope Mass Rating in Middle Mountain of Nepal: A Case Study on Landslide at Rabi Vdc Opi Village, Kavre”. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology, 6*(2), 28-38.
El objetivo de la investigación fue realizar el análisis de estabilidad de taludes de la villa Rabi Opi, tomaron datos de campo y muestras para análisis de laboratorio. El valor calculado de SMR es 34, lo que indica que se encuentra en la clase IV (malo), inestable en falla planar y puede producirse grandes cuñas y se debe tomar medidas correctivas en el talud.

Se tomará en cuenta para la toma de datos aplicando el método Slope Mass Rating (SMR).

Luay, Y., Ali, A., Mustafa, A., Usama, T. (2014). "The Application of Rock Mass Rating and Slope Mass Rating Systems on Rock Slopes of Al-Salman Depression, South Iraq". *Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 10*(1), 93-106. Se ha aplicado un método empírico que utiliza la clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) y la clasificación Slope Mass Rating (SMR) sobre la base de observaciones y mediciones de campo y pruebas de laboratorio para estimar la resistencia de la masa rocosa y evaluar la estabilidad de las rocas en taludes que forman los bordes de la depresión de Al-Salman, localizada a 130 kilómetros al suroeste de la ciudad de Samawa, al sur de Irak. Este procedimiento es beneficioso para comprender mejor la influencia de los parámetros de resistencia de la roca y el mecanismo de falla en los análisis de estabilidad de taludes y procesos de extracción a cielo abierto y canteras.
Las observaciones de campo y las mediciones se llevaron a cabo en siete sitios a lo largo de los bordes de la depresión de Al-Salman, donde se han producido algunas fallas en taludes de la roca. Los siete sitios estudiados comprenden las pendientes rocosas del miembro intermedio de la Formación Dammam (Eoceno medio), que consiste en la alternancia de calizas dolomíticas blancas, grises y amarillentas, ocasionalmente, calcáreas nummulíticas y calcáreas.
Según las clasificaciones de Bieniawiski (1989) y Romana (1993), los cálculos de las calificaciones RMR y SMR de las pendientes rocosas estudiadas muestran que la mayoría de los sitios estudiados de la Depresión Al-Salman son de Clase II (en SMR), Que se describieron como; Bueno, condición estable, pero algunas fallas de bloque podrían ocurrir en estas laderas

naturales. Aunque sólo las pendientes de roca en el sitio 4 se clasifican como Clase III y se describen como Normal, Parcialmente Estable, pero está cerca de la Clase II porque su valor SMR es 59.

De esta investigación se tomará como referencia la aplicación de los métodos de clasificación Rock Mass Rating (RMR) y Slope Mass Rating (SMR).

Md Monir Hossain (2011). ***"Stability Analysis of Anchored Rock Slopes against Plane Failure Subjected to Surcharge and Seismic Loads"***. Esta tesis fue presentada para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Edith Cowan, Australia.
El objetivo de este trabajo es estudiar el análisis de estabilidad de taludes de roca considerando anclaje en fallas planas sometidas a cargas sísmicas. Entre las conclusiones se tiene que el factor de seguridad de un talud de roca aumenta con un aumento tanto del ángulo de resistencia al corte como de la cohesión del material de la junta. La tasa de aumento del factor de seguridad es mayor con un aumento del ángulo de resistencia al cizallamiento, mientras que permanece constante para cualquier aumento de la cohesión. Se observa que para el análisis de estabilidad de las pendientes de las rocas, es esencialmente necesario considerar valores realistas de todos los parámetros basados en las condiciones de campo reales.

Este estudio sirve como referencia para el análisis anisotrópico que se va a realizar a los taludes del tajo abierto Jésica, donde se incluyen los datos de cohesión y ángulo de resistencia al corte de las discontinuidades.

Mira, A., Alcántara A., Gutierrez, F. (2013) “Caracterización geomecánica y análisis de la estabilidad del talud sur del macizo rocoso de Monteagudo (Murcia, España)” GEOGACETA, 54, 2013 Sociedad Geológica de España.

Mira et al. (2013), mencionan que:

> Con el objetivo de conocer el grado de estabilidad del macizo rocoso de Monteagudo (Murcia) y el potencial peligro de desprendimiento de rocas en su talud sur, realizaron un estudio de estabilidad del mismo usando las técnicas geológicas de cartografía detallada, determinaron las características necesarias para su clasificación geomecánica según el criterio del Slope Mass Rating (SMR) y el análisis de la orientación de las juntas. Han definido cuatro (4) familias de juntas en un macizo rocoso de buena calidad y concluyen que no es probable que se produzca rotura de tipo planar, aunque sí de tipo en cuña, pero de manera esporádica y aislada máxime cuando se sitúa en zona sísmica. (pp. 151-154)

Al igual que estudios anteriores, se tomará como referencia la aplicación del método Slope Mass Rating (SMR).

Prasad Aryal, Krishna (2006): en su tesis doctoral, “Slope Stability Evaluations by Limit Equilibrium and Finite Element Methods” para optar el grado académico de doctor en la facultad de ciencia y tecnología de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noruega, trata de explicar las evoluciones del análisis estabilidad de taludes realizados por los métodos de equilibrio límite (LE) que son los comúnmente usados y los métodos de elementos finitos (FE). El estudio utiliza dos (2)

software (SLOPE/W y SLIDE) basados en LE y un software (PLAXIS) basado en FE. La principal diferencia entre estos dos (2) enfoques de análisis es que los métodos LE se basan en la estática de equilibrio, mientras que los métodos FE utilizan la relación de *stress-strain* o ley constitutiva.

Para cumplir con uno de los objetivos del estudio, se comparan los métodos LE basado en el factor de seguridad (FOS) obtenido para varias combinaciones de carga. La comparación es principalmente basada en geometría simplificada del talud y asume parámetros de entrada. Entre los métodos de LE, Bishop Simplificado (BS), Janbu simplificado (JS) y métodos de Janbu GPS se comparan con el método Morgenstern-Price (M-PM). Los dos últimos métodos satisfacen equilibrios de fuerza y momento. Además, el M-PM permite una función de la variable fuerza interslice. Estos métodos LE están bien establecidos desde hace muchos años, es por ello que se utilizan en la práctica para el análisis de estabilidad. Simplicidad y relativamente buenos resultados son las ventajas de estos métodos.

Por otra parte, la M-PM se ha comparado con los resultados de los análisis de FE. En comparación con los análisis FE (PLAXIS), los análisis de LE (M-PM) pueden calcular FOS superior 5 – 14%, dependiendo de las condiciones de un talud seco y una ladera completamente saturada con las distribuciones de presión de poro hidrostático. Esto ha encontrado una de las ventajas en simulaciones de FE. Un estudio del parámetro muestra que la aplicación de un ángulo de dilatancia positiva en análisis puede mejorar significativamente el FOS (4 – 10%). En contraste, la optimización de superficie cortante en el análisis LE (M-PM SLOPE/w) resulta en menor FOS, y así reducir al mínimo la diferencia de FOS en comparación con análisis de FE. Así, la optimización de la superficie de corte (SS) circular en el análisis

de LE y la aplicación del ángulo de dilatancia en los análisis de FE pueden proporcionar muy buen acuerdo en FOS manteniendo las variaciones menos del 5%.

De esta tesis se resume que si se va a trabajar con el método de equilibrio límite, se recomienda utilizar el método Morgenstern –Price (M-PM). Este método será utilizado en el análisis de falla de talud global en los taludes del tajo abierto Jésica.

Rodey, D (2010). "Engineering Geological Characterization and Slope Stability Assessment of Whitehall Quarry, Waikato". Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias de Ingeniería Geológica en la Universidad de Canterbury. El objetivo general de esta tesis es desarrollar un modelo ingeniero - geológico de la cantera de Whitehall, mediante investigaciones de campo y laboratorio, enfocándose en lo siguiente: parámetros de suelos y rocas, hidrogeología, discontinuidades.
Se ha identificado una cuña al noroeste de la cantera, para lo cual se hicieron ensayos de laboratorio, mapeo de taludes tomando datos de discontinuidades cuya orientación es la mayor diferencia de los dos (2) dominios identificados. En el análisis cinemático de la cuña se obtuvo un factor de seguridad de 0.97, considerado marginalmente inestable, por lo cual se implementó monitoreo geotécnico.

De esta investigación se rescata el análisis de estabilidad de la falla en cuña, que parte de un análisis cinemático, este tipo de análisis se realizará en el estudio del tajo abierto Jésica.

Samaptika Mohanty (2013). "Classification on Jointed Rock Mass". Tesis para optar el grado académico de maestro en

tecnología de la Ingeniería Civil, en el Instituto Nacional de Tecnología, Rourkela-769008, Odisha, India. El objetivo de esta investigación es obtener un modelo anisotrópico en laboratorio usando los materiales "*plaster of Paris" y "lime plaster",* en los cuales se realizan ensayos de compresión uniaxial con una discontinuidad y con dos discontinuidades en diferentes ángulos 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, así como para roca intacta. La resistencia a la compresión anisotrópica de estos especímenes depende de la orientación de la junta β° con respecto a la dirección del esfuerzo principal mayor, la máxima resistencia a la compresión se ha encontrado a 90° y la mínima a 30°.
Además se realizan ensayos de corte directo para ambos materiales, obteniendo el ángulo de fricción y la cohesión, a partir del ángulo de fricción se obtuvo el factor de rugosidad (joint strength), para predecir el factor de junta (Arora,1987), se determinó que a medida que aumenta el número de juntas, la resistencia a la compresión anisotrópica disminuye.

De esta investigación se toma como referencia la variación de los resultados de resistencia de la roca según la orientación de las discontinuidades, en el tajo abierto Jésica se realiza el análisis de estabilidad anisotrópico para diferentes ángulos de talud, tomando en cuenta el ángulo de fricción que se obtiene de los ensayos de corte directo.

Siddique, T et al. (2015). "Slope mass rating and kinematic analysis of slopes along the national highway-58 near Jonk, Rishikesh, India". Este trabajo fue presentado para la revista de Mecánica de Rocas e Ingeniería Geotécnica. El objetivo es realizar el mapeo de taludes y el análisis cinemático en la autopista nacional 58 Jonk, Rishikesh, India. La evaluación de la calidad de la masa rocosa implica evaluación cualitativa y

cuantitativa de los taludes. Este estudio se centra en la caracterización de masas de roca por Rock Mass Rating (RMR), Slope Mass Rating (SMR) y Landslide Susceptibility Score (LSS), los valores indican que los taludes presentan baja a moderada vulnerabilidad al deslizamiento.
Los valores de RMR oscilan entre 49 y 58 que indica masa de roca en buena calidad. Para la región de estudio, valor SMR varía de 66 a 70, lo que indica que pueden ocurrir algunas fallas en bloque que requieran sostenimiento ocasional.

De esta investigación se tomarán los métodos de clasificación del macizo rocoso Rock Mass Rating (RMR) y Slope Mass Rating (SMR).

Sobarzo, V., Villalobos, F. y King, R. (2011). "Estudio de la estabilidad de taludes en roca meteorizada de la formación Quiriquina". Obras y Proyectos 9, 38-48, Revista de Ingeniería Civil es publicada por el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. En este artículo se estudia la estabilidad de taludes en rocas sedimentarias meteorizadas existentes en la ciudad de Concepción. En primer lugar se realiza una descripción geológica de la roca sedimentaria perteneciente a la formación Quiriquina, mediante la utilización de mapas e información geológica disponible. Luego se presentan resultados de ensayos de corte directo realizados en el laboratorio, lo cual permite determinar valores de parámetros resistentes de la arenisca perteneciente a la formación Quiriquina. Finalmente se analiza la estabilidad de taludes en arenisca por medio de métodos de equilibrio límite. Se analizan los casos de falla plana y falla de cuña usando los valores de los parámetros obtenidos en los ensayos de laboratorio. Se concluye que además de la importancia de la determinación adecuada de

valores de cohesión y ángulo de fricción en condiciones residuales y saturadas, resulta fundamental la determinación previa de las posibles superficies de falla.

En la tesis, se utilizará el método de equilibrio límite para el análisis de estabilidad de taludes.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Yacimiento Epitermal

White & Hedenquist (1995), indican que los depósitos epitermales según Lindgren (1933), se forman en profundidades someras, lo cual está basado en la reconstrucción geológica, mineralogía del yacimiento, y texturas asociadas. Posteriormente dicha teoría se ha refinado con datos de inclusiones fluidas, que indican que los yacimientos epitermales se forman en rango de <150ºC a 320ºC y desde la superficie hasta 1 km a 2 km de profundidad. En el ambiente de baja sulfuración, los fluidos mineralizantes son los típicamente aprovechados mediante la perforación en sistemas geotérmicos activos (Henley y Ellis, 1983). El pH casi neutro y los fluidos reducidos forman minerales de sulfuro de baja sulfuración (Barton y Skinner, 1979). En contraste, los sistemas de alta sulfuración y sus minerales de estado de sulfuración relativamente alta están asociados con fluidos ácidos y oxidados formados en el ambiente magmático-hidrotermal adyacente a los volcanes jóvenes (Ransome, 1907; Hedenquist et al., 1994).

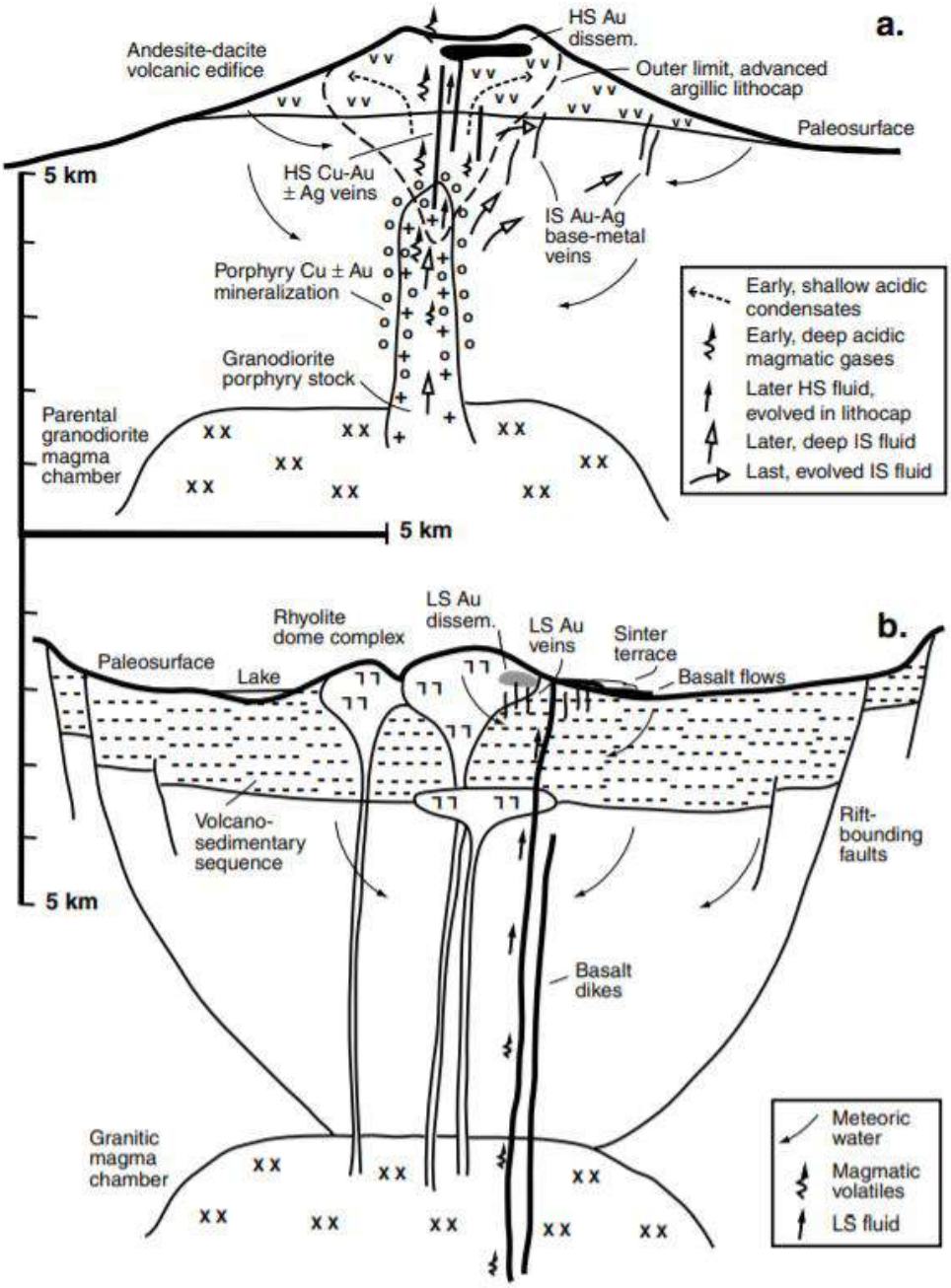


Figura 1. **Secciones esquemáticas de la configuración volcanotectónica, epitermal y tipos de mineralización asociada.** Sillitoe & Hedenquist, 2003.

En la Figura 1, se muestran los esquemas para los depósitos epitermales de alta y baja sulfuración. En la Figura 1.a, se observa un arco volcánico calco-alcalino, mostrando la relación entre los yacimientos epitermales (alta sulfuración, sulfuración intermedia) y los depósitos tipo pórfido, es necesario aclarar que

todo el esquema mostrado no necesariamente se va a encontrar en todos los depósitos. Los volátiles magmáticos tempranos son absorbidos en las aguas subterráneas dentro del edificio volcánico para producir fluidos ácidos para la generación de la litocapa sobreyaciendo a la intrusión que la produjo. Más tarde, fluidos menos ácidos dan lugar a la mineralización se sulfuración intermedia. El fluido de sulfuración intermedia al fluir por la litocapa lixiviada, evoluciona a fluido de alta sulfuración, donde se produce la mineralización diseminada o en vetas dependiendo de la naturaleza de la permeabilidad estructural o litológica. Los fluidos de alta sulfuración pueden evolucionar a fluidos de sulfuración intermedia durante las etapas tardías, lo cual está corroborado por las transiciones laterales de mineralización de alta sulfuración y sulfuración intermedia.

En la Figura 1.b, se muestra el esquema de un yacimiento de baja sulfuración, un rift con volcanismo bimodal y depósitos de baja sulfuración; la neutralización profunda de volátiles magmáticos, típicamente reducidos, resulta en fluidos de baja sulfuración, mineralización de baja sulfuración en vetas poco profundas o diseminado y formación de sinter relacionado al proceso.

2.2.2. Alteraciones Hidrotermales

La alteración hidrotermal es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en térmicos químicos y termales, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. En efecto, la temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología.

Generalmente las alteraciones que acompañan a un depósito epitermal de alta sulfuración muestran un cambio en la mineralización de la zona profunda a la somera la cual se desarrolla en un cambio de cuarzo-sericita (alteración fílica), pasando por cuarzo-diquita (alteración argílica) y/o cuarzo-pirofilita (alteración argílica avanzada) hacia cuarzo residual en sílice oqueroso y cuarzo alunita ya en los niveles superficiales (Sillitoe, 1999). La zonación horizontal de las alteraciones es muy similar a la vertical, ocurre de la alteración cuarzo-alunita hacia cuarzo-pirofilita/diquita/caolinita, pasando por alteración argílica y por último alteración propilítica (Figura 2) (Sillitoe, 1999).

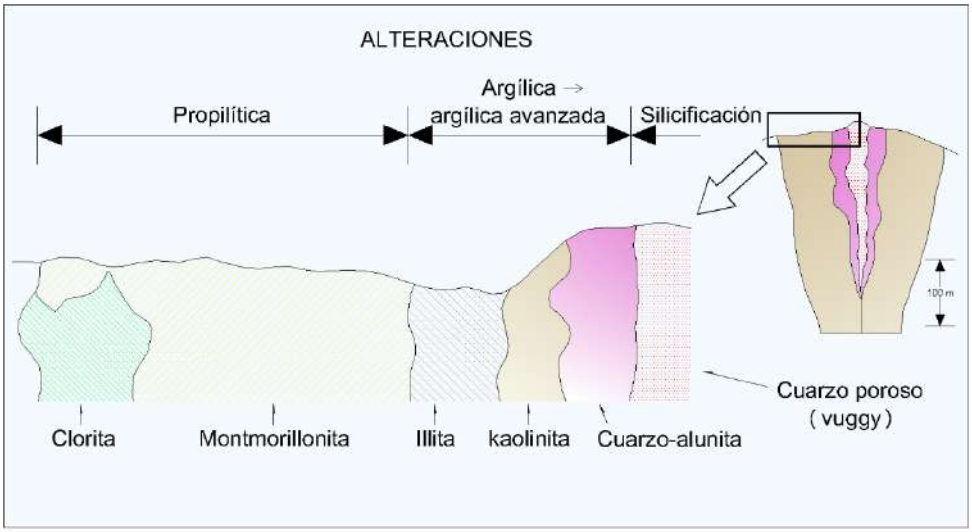


Figura 2. **Zoneamiento típico de alteración para un depósito de alta sulfuración.** Modificado de Stoffregen, 1987, Gonzales, 2008.

La sílice oquerosa “vuggy” se forma en estructuras sub-verticales y unidades litológicas favorables y permeables, a menudo sub-horizontales, según Thomsen (2015) la sílice vuggy se forma en el núcleo del yacimiento de alta sulfuración, donde los fluidos hidrotermales extremadamente ácidos (ph<2) calientes lixivian cristales dejando principalmente solo sílice. La

textura “vuggy” o cavernosa proporciona una permeabilidad secundaria importante para una mineralización posterior.

La sílice masiva se forma generalmente en depósitos piroclásticos debido a que se constituyen como grandes acuíferos; al ascender fluidos hidrotermales de bajo pH y mezclarse con las aguas meteóricas de baja temperatura y pH casi neutro se produce la deposición de sílice masiva (Sillitoe, 1996).

La sílice alunita es formada por fluidos ácidos con pH menor a 4 (Corbett and Leach, 1997) y en respuesta a la progresiva neutralización y enfriamiento de los fluidos hidrotermales ácidos. Representa un ataque hidrolítico extremo de las rocas en que incluso se rompen los fuertes enlaces del aluminio en los silicatos originando sulfato de aluminio (alunita) en condiciones de bajo pH (menores de 1 a 3.5) y óxidos de aluminio (diásporo).

La sílice granular es porosa, poco compactada y de textura sacaroide, se forma debido a la lixiviación ácida y generalmente se encuentra en los niveles más altos del sistema. El azufre nativo es un constituyente común en esta alteración.

Alteración Argílico Avanzado se forma alrededor de la alteración de sílice, manifiesta ensambles de alunita (k, Ca) / natroalunita + pirofilita + dickita + kaolinita + zunyita + diaspora. El pH en que se forman varía de 1 a 3.5; esta alteración puede ser coetánea con la mineralización (Deyell et al., 2005).

2.2.3. Clasificación Geomecánica Rock Mass Rating (RMR)

El método de clasificación Rock Mass Rating (RMR), fue desarrollado por Bieniawski en 1973, fue revisado y actualizado en 1974, 1975, 1976, 1979, 1989 y 2014, es un sistema de clasificación de macizos rocosos aplicado a túneles y taludes a cielo abierto.

El parámetro que define la clasificación es el denominado índice RMR_{89}, que indica la calidad del macizo rocoso en cada dominio estructural a partir de los siguientes parámetros:

1.-Resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa. (Cuadro 1).

2.-Grado de fracturación del macizo rocoso (RQD Rock Qality Designation). (Cuadro 1).

3.-Espaciado de las discontinuidades. (Cuadro 1).

4.-Condición de las discontinuidades, (Cuadro 1), el cual consiste en considerar los siguientes parámetros:

- Abertura de las caras de la discontinuidad.
- Continuidad o persistencia de la discontinuidad.
- Rugosidad.
- Alteración de la discontinuidad.
- Relleno de las discontinuidades.

5.-Presencia del agua, en un macizo rocoso, el agua tiene gran influencia sobre su comportamiento, la descripción utilizada para este criterio son: completamente seco, húmedo, agua a presión moderada y agua a presión fuerte (Cuadro 1).

Para obtener el Índice RMR se suma las cinco (5) variables o parámetros calculados, eso da como resultado un valor índice (RMR_{89} básico), cuyo valor varía de 0 a 100, donde un valor próximo a 100 representa un macizo rocoso de mejor calidad y un valor cercano a cero indica macizos rocosos muy débiles.

Cuadro 1. **Parámetros para obtener el RMR_{89} (BIENIAWSKI, 1989)**

RMR =RMR básico (Bieniawski, 1989)										
Parámetros				**Intervalos**						
1	Resistencia a la compresión simple de la roca intacta		UCS (MPa)	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	<25 1-5	<1
			Valoración	**15**	**12**	**7**	**4**	**2**	**1**	**0**
2	Designación de calidad de la roca		RQD (%)	100-90	90-75	75-50	50-25	<25		
			Valoración	**20**	**17**	**13**	**8**	**3**		
3	Espaciamiento entre discontinuidades		(mm)	>2000	2000-600	600-200	200-60	<60		
			Valoración	**20**	**15**	**10**	**8**	**5**		
4	Condición de las discontinuidades	a	Longitud (persistencia/continuidad)	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m		
			Valoración	**6**	**4**	**2**	**1**	**0**		
			Separación (apertura)	Ninguna	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm		
			Valoración	**6**	**5**	**4**	**1**	**0**		
			Rugosidad	Muy rugoso	Rugoso	Ligeramente Rugoso	Suave	Cizallado		
			Valoración	**6**	**5**	**3**	**1**	**0**		
			Relleno (mm)	Ninguno	Duro <5 mm	Duro >5 mm	Suave <5 mm	Suave >5 mm		
			Valoración	**6**	**4**	**2**	**2**	**0**		
		o	Alteración	Inalterado	Ligeramente alterado	Moderadamente alterado	Altamente alterado	Descompuesto		
			Valoración	**6**	**5**	**3**	**1**	**0**		
		b	Condición general	Superficies muy rugosas, no continuas, sin separación, paredes inalteradas.	Superficies ligeramente rugosas separación <1 m, paredes ligeramente alteradas.	Superficies ligeramente rugosas separación <1 m, paredes altamente alteradas.	Superficies continuas, cizalladas o relleno <5 mm de espesor o separación de 1 a 5 mm.	Relleno suave >5 mm de espesor o separación >5 mm, persistentes.		
			Valoración	**30**	**25**	**20**	**10**	**0**		
5	Condición de agua subterránea		Ratio de presión de poros	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
			Condición general	Completamente seco	Húmedo	Mojado	Goteando	Fluyendo		
			Valoración	**15**	**10**	**7**	**4**	**0**		

Fuente. Modificado de Bieniawski (1989)

En el Cuadro 1, se observa los cinco (5) parámetros que son necesarios para determinar el índice RMR_{89}, o la calidad del macizo rocoso según el sistema de clasificación RMR_{89}. En el parámetro 4, la condición de las discontinuidades, se puede valorar usando las valoraciones de **a** o **b**, generalmente se da las valoraciones representadas en **a** (longitud, separación, rugosidad, relleno y alteración), sin embargo Bieniawski (1989) indica que algunas de estas condiciones pueden ser mutuamente excluyentes y en ese caso se puede usar directamente la descripción **b**.

Con la valoración obtenida la suma de los parámetros del 1 al 5, se obtiene el índice RMR, el cual permitirá clasificar el macizo rocoso Muy Pobre clase V (<20), Pobre clase IV (21-40), Regular clase III (41-60), Buena clase II (61-80) y Muy Buena clase I (81-100).

El RMR_{14} desarrollado por Bieniawski en el 2014, complementa parámetros del RMR_{89} en aplicación para túneles, lo cual no es objeto de la presente investigación.

2.2.4. Clasificación Geomecánica de Romana Slope Mass Rating (SMR)

La clasificación geomecánica Slope Mass Rating (SMR) fue desarrollada por Romana en 1985 y ha tenido actualizaciones, el SMR se obtiene a partir del índice RMR_{89} de Bieniawski (1989).

Romana, Serón & Montalar (2001), indica que:

> El valor del índice SMR, se obtiene sumando al RMR básico un “factor de ajuste”, función de la orientación de las juntas (y producto de tres subfactores, F1·F2·F3) y un “factor de excavación” (F4) que depende del método de excavación.

La expresión es la siguiente.

$SMR = RMR_{89} + (F1 \cdot F2 \cdot F3) + F4$

donde: el RMR_{89} es el RMR básico desarrollado por Bieniawski en 1989, se obtiene de acuerdo con lo descrito en el *Cuadro 1. Parámetros para obtener el RMR_{89} (BIENIAWSKI, 1989)*, considerando valores de clasificación de cinco parámetros (i) resistencia a la compresión simple de roca intacta, (ii) R.Q.D.

(medido o estimado), (iii) espaciado de las discontinuidades, (iv) condiciones de las discontinuidades, (v) presencia de agua subterránea.

F1 representa el paralelismo entre la orientación de las discontinuidades (αj) y del talud (αs). (Cuadro 2).

$$F_1 = (1 - \sin A)^2$$

Donde “A” es el ángulo entre la dirección de buzamiento del talud y la discontinuidad.

F2 está dado por el buzamiento de la discontinuidad (βj). (Cuadro 2).

$$F_2 - \mathrm{tg}^2\, \beta_j$$

F3 representa la relación entre los buzamientos del talud (βs) y las discontinuidades (βj), se toma de Bieniawski, 1976. (Cuadro 2).

F4 es un factor de ajuste por el método de excavación empleado (Cuadro 2).

En el Cuadro 2, se observan los valores para F1, F2, F3 y F4, los cuales serán reemplazados en la ecuación:

$SMR = RMR_{89} + (F1 \cdot F2 \cdot F3) + F4$

Romana, Serón y Montalar (2001) indican que no se obtuvieron valores SMR menores a 10, lo cual indicaría que físicamente no son factibles. El valor SMR permitirá clasificar el macizo rocoso como Totalmente Inestable clase V (<20), Inestable clase IV (21-40), Parcialmente Inestable clase III (41-60), Estable clase II (61-80) y Totalmente Estable clase I (81-100).

Cuadro 2. **Parámetros de corrección F1, F2, F3 y F4 de la clasificación SMR (modificado de Romana, 1985).**

SMR = RMR_{89} + (F1 x F2 x F3)+ F4 (ROMANA, 1985)					
Factores de ajuste de discontinuidades (F1 , F2 , F3)	***αj = dirección de buzamiento de la discontinuidad βj = buzamiento de la discontinuidad***				
	αs =dirección de buzamiento del talud βs = buzamiento del talud				
	MUY FAVORABLE	*FAVORABLE*	*NORMAL*	*DESFAVORABLE*	*MUY DESFAVORABLE*
Falla Plana |αj-αs| = *Falla Vuelco |αj-αs-180º| =*	*> 30º*	*30º - 20º*	*20º - 10º*	*10º - 5º*	*< 5º*
F1	***0.15***	***0.4***	***0.7***	***0.85***	***1***
Relación	**F1 = (1- sen |αj-αs|)2**				
| βj | =	*< 20 º*	*20º-30º*	*30º-35º*	*35º-45º*	*>45º*
***F2** Falla Plana*	***0.15***	***0.4***	***0.7***	***0.85***	***1***
***F2** Falla Vuelco*	***1***				
Relación	**F2 = tg 2 βj**				
Falla Plana βj-βs =	*>10º*	*10º-0º*	*0º*	*0º-(-10º)*	*<(-10º)*
Falla Vuelco βj+βs =	*< 110º*	*110º-120º*	*>120º*	-	-
F3	***0***	***-6***	***-25***	***-50***	***-60***
Relación	**F3 VALORES DE AJUSTE DE BIENIAWSKI 1976 PARA LA ORIENTACIÓN DE JUNTAS**				
F4 Factor de ajuste por método de excavación	**F4 = Valores empíricos por método de excavación**				
	Talud natural	*Precorte*	*Voladura suave*	*Voladura normal o excavación mecánica*	*Voladura deficiente*
F4	***15***	***10***	***8***	***0***	***-8***

Fuente. Romana, Serón y Montalar (2001, p.396)

2.2.5. Análisis Cinemático

Según Tomás, Ferreiro Prieto, Sentana Gadea y Díaz Ivorra (2002), en el artículo publicado en el XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica Santander, España **"Aplicaciones de la proyección estereográfica en ingeniería geológica",** indica que:

La proyección estereográfica proporciona una herramienta fundamental en el campo de la ingeniería geológica. Su principal interés estriba en el hecho de que con ella podemos representar orientaciones (dirección) e inclinación (buzamiento o inmersión) preferentes de elementos que en la naturaleza no se presentan con desarrollos geométricos perfectos, como es el caso de un estrato, donde el plano de techo y de muro presentan irregularidades puntuales aunque con una tendencia general. Además este tipo de representación permite medir los ángulos de forma directa. Entre sus aplicaciones más importantes se encuentra el reconocimiento de juegos de diaclasas en un afloramiento rocoso, la determinación de la dirección y el buzamiento de un estrato, la determinación del tipo de rotura en un movimiento de ladera. (Tomás et al., 2002, p.1)

En el estudio de taludes excavados en macizos rocosos suele ser muy útil la determinación de las discontinuidades existentes para su posterior representación estereográfica junto con la representación del propio talud. Observando las orientaciones de los juegos de discontinuidades y del talud puede llegarse a deducir mediante un análisis sencillo cual será el tipo de rotura predominante (Figura 3). Además, la proyección estereográfica nos permitirá en algunos de estos casos obtener las magnitudes angulares necesarias para el cálculo del factor de seguridad del talud. Al representar en proyección estereográfica la orientación del talud y de las discontinuidades existentes en el mismo se puede llegar a intuir un tipo de rotura plana (Figura 3.a.) Siempre que exista alguna familia de discontinuidades de dirección similar a la del talud pero buzamiento menor que este. La dirección del movimiento tras producirse la rotura será perpendicular a la

dirección del talud y en el sentido de buzamiento del mismo. (Tomás et al., 2002, p.7)

Si se representa en proyección estereográfica la orientación del talud a estudiar y de los juegos de diaclasas existentes en el mismo podremos estimar la posibilidad de ocurrencia de una rotura en cuña cuando existen dos familias de discontinuidades con direcciones oblicuas respecto a la dirección del talud. La posible rotura en cuña (Figura 3.b) quedará comprendida entre la intersección de las dos familias de discontinuidades. La dirección de avance de la cuña será la de la línea de intersección de ambos planos de discontinuidad, cuya inmersión y dirección se obtienen directamente de la representación estereográfica. Si una vez representados los datos de las familias de discontinuidades observamos que existen dos familias de discontinuidades con direcciones subparalelas a las del talud, una de ellas con un buzamiento muy suave y en el mismo sentido que el talud y una segunda familia con un gran buzamiento opuesto al del talud y ligeramente perpendicular al juego anterior, la primera familia delimitará los bloques rocosos y proporcionará la superficie sobre la que deslizarán o girarán los bloques en función del buzamiento que posean, generando un tipo de rotura con vuelco (Figura 3.c). (Tomás et al., 2002, p.8)

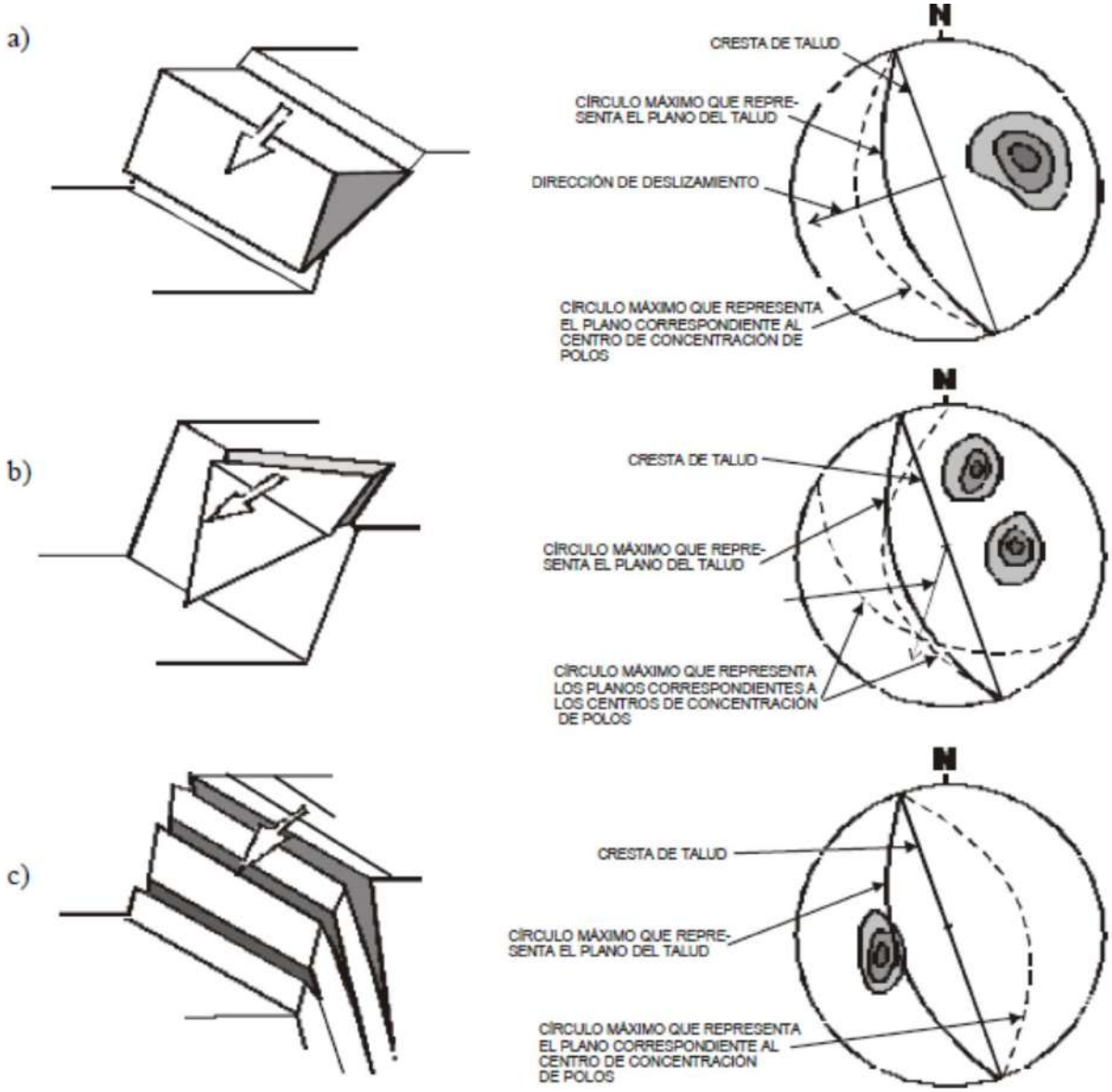


Figura 3. **Tipos de roturas en macizos rocosos y su representación estereográfica.** Tomás et al, 2002, p.7.

2.2.6. Análisis de Estabilidad

La definición de factor de seguridad comúnmente aplicada al caso de fallas por deslizamiento en un talud, es la de relación entre fuerzas resistentes y fuerzas deslizantes que actúan a lo largo de la superficie del potencial deslizamiento, así que un

factor de seguridad mayor de 1 indica estabilidad del talud y un valor menor de 1 indica inestabilidad del talud. (Perri, 2008)
En la práctica también se establecen los valores mínimos aceptables para el factor de seguridad, los cuales, generalmente en función de la importancia de la obra a la que pertenece el talud, se fijan entre 1.10 y 1.50. (Perri, 2008)

Modelos de Análisis de Estabilidad. Es práctica común en ingeniería definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc. Sin embargo, no todos los factores que afectan la estabilidad de un talud se pueden cuantificar para incluirlos en un modelo matemático. Por lo tanto, hay situaciones en las cuales un enfoque matemático no produce resultados satisfactorios. A pesar de las debilidades de un determinado modelo, determinar el factor de seguridad asumiendo superficies probables de falla, permite al Ingeniero tener una herramienta muy útil para la toma de decisiones. (Suárez Díaz, 1988, p.117)

Condiciones Drenadas o No Drenadas. Las fallas de los taludes pueden ocurrir en condiciones drenadas o no drenadas. Si la inestabilidad es causada por cambios en la carga, tal como la remoción de materiales de la parte baja del talud o aumento de las cargas en la parte superior, en suelos de baja permeabilidad, estos pueden no tener tiempo suficiente para drenar durante el tiempo en el cual ocurre el cambio de carga. En ese caso se dice que las condiciones son no drenadas. Generalmente, los suelos tienen permeabilidades suficientes

para disipar las presiones de poro en exceso y se comportan en condiciones drenadas. (Suárez Díaz, 1988, p.117)

Equilibrio Límite y Factor de Seguridad. El análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación.
El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.
El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han mejorado los sistemas de Dovelas desarrollados a inicios del siglo XX y existe Software muy fácil de utilizar. Generalmente, los métodos (Cuadro 3) son de iteración y cada uno de los métodos posee un cierto grado de precisión. (Suárez Díaz, 1988, pp.121-122)

Criterios de aceptabilidad para factores de seguridad en taludes. Los factores mínimos de seguridad en un tajo abierto se muestran en el Cuadro 4, los cuales están definidos de acuerdo a la escala del talud, y la consecuencia de falla, se observa que a escala de talud de banco el FS mínimo es de 1.1 en condiciones estáticas, mientras que en condiciones pseudoestáticas no aplica el análisis para talud de banco debido a que es mejor evaluar mediante un análisis cinemático. Para talud interrampa y global el FS mínimo estático varía de 1.15 a 1.5 y el FS pseudoestático mínimo varía de 1.0 a 1.1.

Cuadro 3. **Métodos de análisis de estabilidad de taludes.**

Método	Superficie de Falla	Equilibrio	Características
Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)	Circulares	De fuerzas	Este método no tiene en cuenta las fuerzas entre las dovelas y no satisface equilibrio de fuerzas, tanto para la masa deslizada como para dovelas individuales. Sin embargo, este método es muy utilizado por su procedimiento simple. Muy impreciso para taludes planos con alta presión de poros. Factores de seguridad bajos. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el número de incógnitas. La solución es sobredeterminada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio para una dovela. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Janbú Simplificado (Janbú 1968)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Al igual que Bishop asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobredeterminada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos. Sin embargo, Janbú utiliza un factor de corrección Fo para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Sueco Modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Supone que las fuerzas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Los factores de seguridad son generalmente altos. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma de superficie de falla	De fuerzas	Asume que las fuerzas entre partículas están inclinados a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas. Esta simplificación deja una serie de incógnitas y no satisface el equilibrio de momentos. Se considera el más preciso de los métodos de equilibrio de fuerzas. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Spencer (1967)	Cualquier forma de superficie de falla	De momentos y fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma de superficie de falla	De momentos y fuerzas	Asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas se asume que varía de acuerdo a una función arbitraria. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Sarma (1973)	Cualquier forma de superficie de falla	De momentos y fuerzas	Asume que las magnitudes de las fuerzas verticales siguen un sistema predeterminado. Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. Esto permite desarrollar una relación entre el coeficiente sísmico y el factor de seguridad. El factor de seguridad estático corresponde al caso de cero coeficiente sísmico. Satisface todas las condiciones de equilibrio; sin embargo, la superficie de falla correspondiente es muy diferente a la determinada utilizando otros procedimientos más convencionales. (Suárez Díaz, 1988, p.122)
Elementos finitos	Cualquier forma de superficie de falla	Analiza esfuerzos y deformaciones	‘‘Satisface todas las condiciones de esfuerzo. Se obtienen esfuerzos y deformaciones en los nodos de los elementos, pero no se obtiene un factor de seguridad’’ (Suárez Díaz, 1988, p.122).
Espiral logarítmica	Espiral logarítmica	De momentos y fuerzas	‘‘Existen diferentes métodos con diversas condiciones de equilibrio’’ (Suárez Díaz, 1988, p.122).

Fuente. Suarez Díaz, 1998, p.122.

Cuadro 4. **Criterios de aceptabilidad en taludes de un tajo abierto**

Criterios de aceptabilidad Factores de seguridad típicos usados en la industria minera			
Escala del talud	**Consecuencia de Falla**	**FS (mínimo) estático**	**FS (mínimo) pseudoestático**
Banco	Baja-Alta	1.1	NA
Inter-rampa	Baja-Alta	1.15-1.2	1.00
	Media	1.2	1.00
	Alta	1.2-1.3	1.10
Global	Baja	1.2-1.3	1.00
	Media	1.3	1.05
	Alta	1.3-1.5	1.10

Fuente. Wesseloo & Read, 2009, p.235.

2.2.7. Criterios de Rotura

González de Vallejo et al. (2002), indica que:

La resistencia de la matriz rocosa isótropa se puede evaluar mediante los criterios de rotura de Mohr- Coulomb y de Hoek y Brown. La principal diferencia entre ambos es que el primero es un criterio lineal y el segundo no lineal, más adecuado al comportamiento mecánico real de las rocas. (p.160)

Criterio de rotura lineal de Mohr-Coulomb.

González de Vallejo et al. (2002), indica que:

Este criterio expresa la resistencia al corte a lo largo de un plano en un estado triaxial de tensiones, obteniéndose la relación entre los esfuerzos normal y tangencial actuantes en el momento de la rotura mediante la expresión matemática. (p.160)

$T= c +\sigma_n \tan\varphi$

Donde:

- c y φ son la cohesión y el ángulo de fricción.
- T y σ_n son las tensiones tangencial y normal que actúan en el plano de rotura.

En la Figura 4, se muestra la representación del criterio de Mohr-Coulomb en función de los esfuerzos normal y tangencial, la ecuación de la superficie de rotura es la ecuación de la recta tangente a todos los círculos de falla.

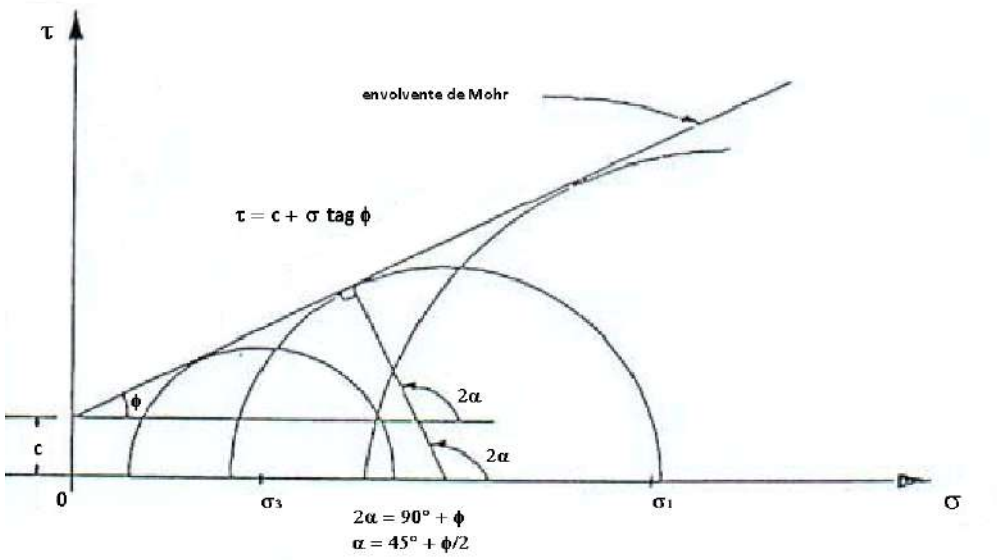


Figura 4. **Envolvente de Mohr-Coulomb en función de las tensiones normal y tangencial.** Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6529?locale-attribute=en

De la figura anterior se determina que:

El dominio elástico viene representado por la envolvente de Mohr. Por lo tanto, los puntos del suelo con estado tensional por debajo de dicha envolvente están en un estado elástico mientras que los que se sitúan encima se encuentran en rotura. (Ros, 2008, p.19)

Edelbro, C (2004), en el desarrollo de la tesis de licenciatura “Evaluation of Rock Mass Strength Criteria” indica que la

mayoría de softwares desarrollados para el análisis de mecánica de suelos y rocas proporciona el modelo constitutivo de Mohr-Coulomb para la simulación del comportamiento plástico. Sin embargo no existe un método directo generalmente aceptado para estimar los parámetros de Mohr – Coulomb (cohesión y fricción) de un macizo rocoso. Por lo antes mencionado, se vuelve interesante evaluar los parámetros utilizando un análisis de regresión lineal de la envolvente de falla no lineal de Hoek y Brown, lo cual permitiría utilizar el criterio de Hoek-Brown como entrada para el análisis numérico.

En el desarrollo de la presente tesis el uso del criterio de Mohr- Coulomb se limita a suelos, mas no al macizo rocoso, para el cual se utilizó el criterio Hoek y Brown Generalizado, descrito a continuación.

Criterio de rotura no lineal de Hoek y Brown Generalizado. Es un criterio no lineal, puramente empírico, que permite valorar la rotura de un medio rocoso mediante la introducción de las principales características geológicas y geotécnicas.

Ros (2008), menciona que:

La versión original del criterio de rotura de Hoek y Brown fue introducida en el 1980 (Hoek y Brown, 1980a; Hoek y Brown, 1980b) desde entonces su uso se ha generalizado en el ámbito de la mecánica de rocas, el criterio ha sufrido varias modificaciones así como la introducción de nuevos parámetros para definir el estado del material, y nuevas propuestas para obtener la caracterización del macizo, la última en 2002 (Hoek et al., 2002). (pp. 19-20)

En la Figura 5 se representa las tensiones de rotura para el criterio de rotura de Hoek y Brown.

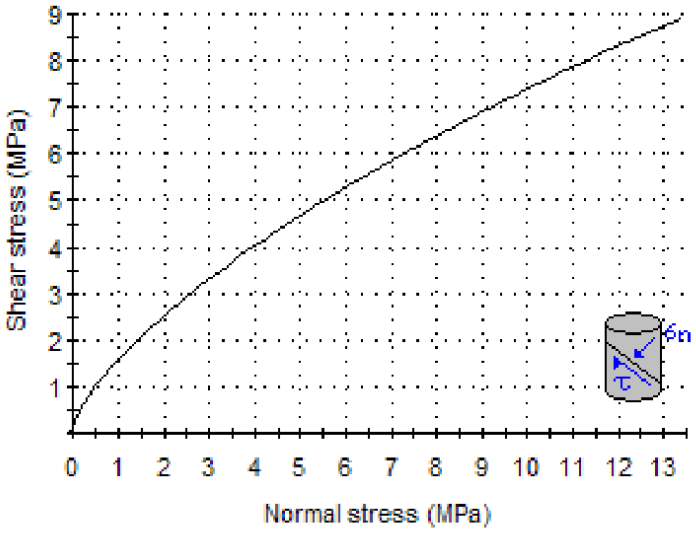


Figura 5. ***Representación del criterio de rotura de Hoek y Brown, en el espacio de tensiones normal y tangencial.*** *Hoek et al., 2002.*

En la Figura 5 se observa que ''la función que define el dominio elástico es no lineal. Los estados de tensiones encima de la curva están en rotura, mientras que los interiores están en el dominio elástico'' (Ros, 2008, p.20). El criterio original de Hoek y Brown se expresa como:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m\frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^{0.5} \qquad (1)$$

Donde:

''σ'_1 y σ'_3, son las tensiones principales mayor y menor en el momento de rotura'' (Ros, 2008, p.20).

''σ_{ci}, es la resistencia a compresión uniaxial del material intacto'' (Ros, 2008, p.20).

''m y *s* son las constantes del material, que dependen de las propiedades de la roca y del grado de fracturación de la roca antes de

someterla a las tensiones de rotura'' (Ros, 2008, p.21). *s* = 1 para roca intacta.

Hoek introdujo el concepto de criterio de Hoek-Brown Generalizado en el que la forma de la curva de la tensión principal o la envolvente de Mohr podría ajustarse por medio de un coeficiente variable a , en lugar del término de la raíz cuadrada de la ecuación 1. (Hoek, Carranza-Torres & Corkum, 2002, p.2)

El criterio de Hoek-Brown Generalizado, se expresa con la siguiente ecuación:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci}\left(m_b\frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s\right)^a \qquad (2)$$

m_b es un valor reducido de la constante del material m_i y está dado por:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{\mathrm{GSI} - 100}{28 - 14D}\right) \qquad (3)$$

Donde ''GSI (Geological Strength Index) es un sistema de caracterización del macizo rocoso'' (Marinos, Marinos, & Hoek, 2007). *s* y a son constantes del macizo rocoso expresadas así:

$$s = \exp\left(\frac{\mathrm{GSI} - 100}{9 - 3D}\right) \qquad (4)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(\mathrm{e}^{-\mathrm{GSI}/15} - \mathrm{e}^{-20/3}\right) \qquad (5)$$

D es denominado *factor de disturbancia,* ''es un factor que depende del grado de alteración al que ha sido sometido el macizo rocoso por los efectos de las voladuras o por la relajación de esfuerzos'' (Hoek, et al., 2002, p.2). En un tajo abierto, el factor *D*, varía desde 0.7 hasta 1.0 (Hoek et al., 2002), de acuerdo a lo siguiente:

D=1.0 Voladura de producción: ‘’Los taludes en las grandes minas a cielo abierto sufren alteraciones significativas debido a las grandes voladuras de producción y también debido a la relajación de tensiones al retirar el estéril de recubrimiento’’ (Hoek et al., 2002, p.6).

D=0.7 Excavación mecánica: ‘’En algunas rocas blandas la excavación puede llevarse a cabo mediante el ripado y empuje con tractores de orugas y el grado de afección a los taludes será menor’’ (Hoek et al., 2002, p.6).

2.2.8. Análisis de Estabilidad del Macizo Rocoso Anisotrópico

Karzulovic & Read (2009) explican la importancia de la orientación de las discontinuidades sub paralelas al talud en el análisis de estabilidad de taludes de la siguiente manera:

Los criterios de resistencia como el criterio de Hoek-Brown asumen que el macizo rocoso está formado por un grupo isotrópico de piezas de roca intactas, con discontinuidades estrechamente separadas para las que no existe una dirección de falla preferida, lo que raramente es el caso. Es posible definir la fuerza de cizallamiento direccional para el macizo rocoso tal como sigue.

1. Definir la resistencia a la rotura básica o isotrópica del macizo rocoso mediante el criterio Hoek-Brown generalizado y definir valores equivalentes para la cohesión y el ángulo de fricción de la roca. Esta resistencia básica es la misma en todas las direcciones y en un diagrama polar define un círculo (Figura 6).

2. Si no hay conjuntos de discontinuidad (fallas y/o juntas) paralelos a la pendiente, se puede suponer que la resistencia al

corte del macizo rocoso es isotrópica y corresponde a la resistencia básica definida en (1).

3. Si hay uno o más conjuntos de discontinuidad paralelos a la pendiente, la resistencia al corte del macizo rocoso no puede ser asumida isotrópico, porque el macizo rocoso es más débil en la dirección de estas discontinuidades. Por lo tanto, la resistencia a la rotura del macizo rocoso es mucho menor en la dirección de estas discontinuidades y define una curva con forma de mariposa en un diagrama polar (Figura 6). En la dirección normal a las discontinuidades, la resistencia al cizallamiento será igual a la resistencia de masa de roca básica definida en (1) y en la dirección paralela a las discontinuidades será igual a la resistencia al corte de las discontinuidades. La resistencia al corte de las discontinuidades se puede definir de acuerdo con el siguiente procedimiento:

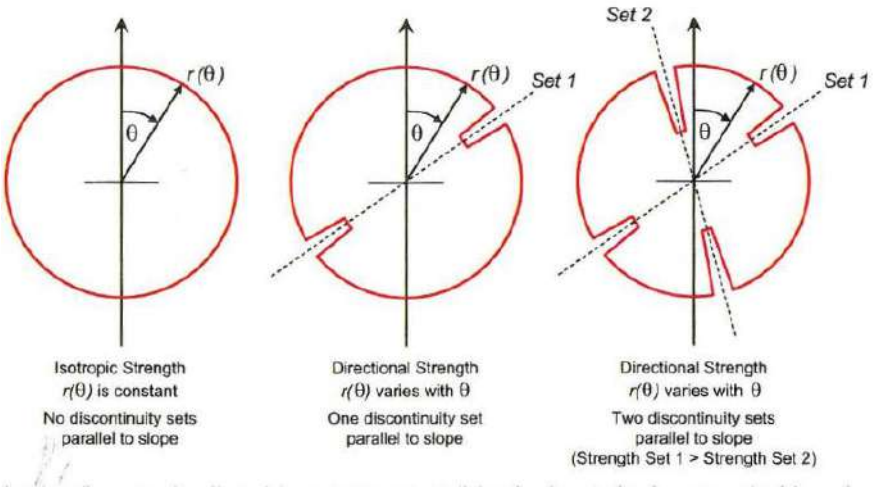


Figura 6. **Diagramas polares que ilustran el efecto de las familias de discontinuidad paralelas al talud en la resistencia al corte del macizo rocoso.** Karzulovic & Read, 2009.

- Si las discontinuidades son persistentes y pueden asumirse continuas para el talud estudiado, entonces la resistencia al corte de las discontinuidades puede evaluarse mediante ensayos de laboratorio de corte directo o compresión triaxial, y se puede definir los valores para la cohesión y el ángulo de fricción de las discontinuidades.
- Si las discontinuidades no son persistentes y su continuidad es interrumpida por bloques de roca intacta (véase las Figuras 7 y 8), su resistencia al corte aumentará considerablemente. A menos que se tenga en cuenta el efecto de los bloques de roca intacta, la resistencia al corte de las discontinuidades será subestimada. Se pueden encontrar discusiones detalladas en Jennings (1970, 1972), Einstein et al. (1983) y Wittke (1990). En una pendiente de roca con discontinuidades no persistentes, una superficie de falla puede ocurrir a través de una combinación de discontinuidades y bloques de roca intacta (Figura 8). Se puede asignar una "discontinuidad equivalente" a este discontinuidad (Figura 8) y se asignan parámetros de resistencia al corte “equivalentes”.

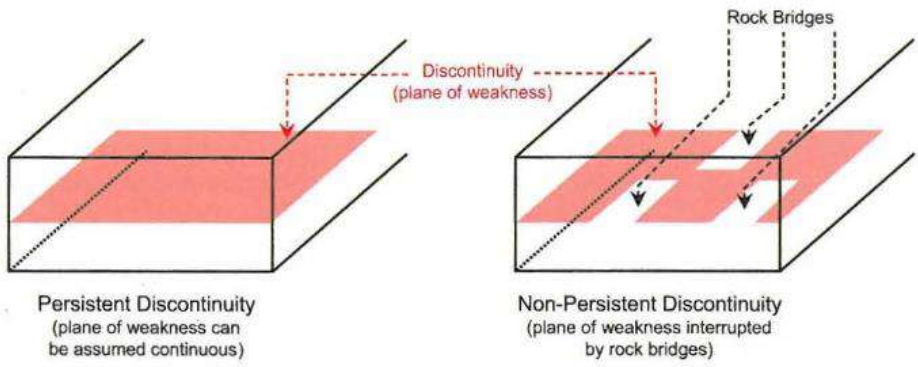


Figura 7. **Representación simplificada de los efectos de los bloques de roca intacta.** Modificado de Wittke, 1990.

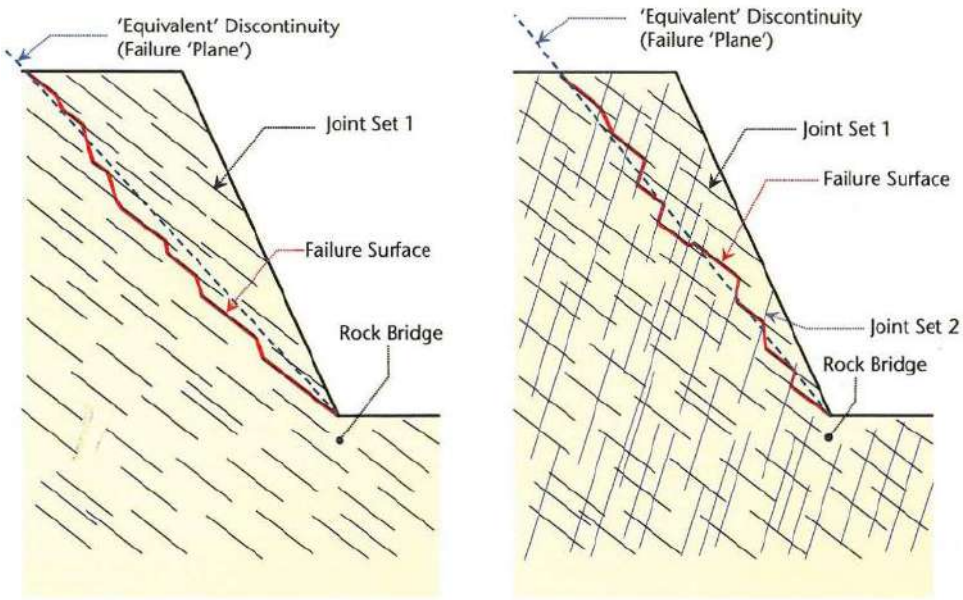


Figura 8. **Línea de superficie de falla y discontinuidad equivalente para taludes de roca.** Modificado de Karzulovic, 2006.

La definición de estos parámetros equivalentes de resistencia al corte se puede hacer usando soluciones de forma cerrada (por ejemplo Jennings 1972). El caso más simple es una ruptura planar a través de juntas coplanares y bloques de roca intactos, como se muestra en Figura 9.

En este caso se pueden calcular los parámetros de resistencia equivalentes (Jennings 1972):

$$C_{eq} = (1\text{-}k)C + kC_j \qquad \text{(ecuación 1)}$$

$$\tan(\varphi_{eq}) = (1\text{-}k)\tan(\varphi) + k\tan(\varphi_j) \qquad \text{(ecuación 2)}$$

Donde C_{eq} y φ_{eq} son la cohesión y el ángulo fricción de la discontinuidad equivalente, C y φ son la cohesión y el ángulo fricción de la discontinuidad de los bloques de roca intacta, C_j y φ_j son la cohesión y el ángulo de fricción de las discontinuidades contenidas en la masa rocosa (juntas) y *k* es el coeficiente de continuidad a lo largo del plano de ruptura dado por:

$$k = \frac{\sum lj}{\sum lj + \sum lr}$$

(ecuación 3)

Donde lj y lr son las longitudes de las discontinuidades y bloques de roca intacta.

Como se ha descrito por Jennings (1972), estas ecuaciones contienen una serie de suposiciones implícitas importantes y se vuelven mucho más complejas en el caso de las discontinuidades no coplanares y/o un macizo rocoso con dos conjuntos de discontinuidad paralelos a la orientación de la pendiente (Figura 8).

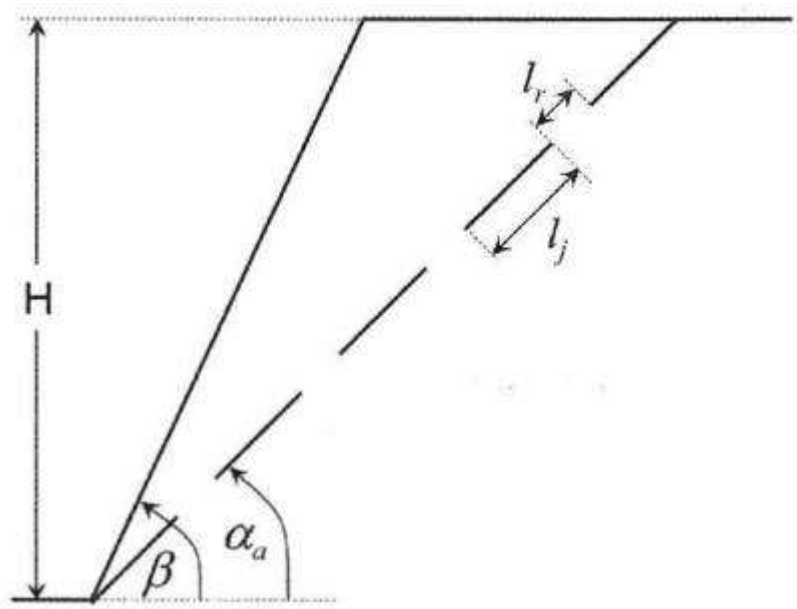


Figura 9. **Rotura planar a través de discontinuidades coplanares y bloques de roca intacta**. Karzulovic & Read, 2009.

4. Una vez definida la resistencia al corte de las discontinuidades (discontinuidades persistentes) o discontinuidades equivalentes (discontinuidades no persistentes que contienen bloques de

roca intacta), se puede definir la resistencia direccional del macizo rocoso como sigue.

- Para cada una de las familias sub paralelas a la orientación del talud debe determinarse el valor más probable de su buzamiento aparente en la sección del talud, α_α, y la posible variación de este valor, $\Delta\alpha_\alpha$. En la mayoría de los casos en los que se dispone de buenos datos estructurales, $\Delta\alpha_\alpha$ es aproximadamente ±5°, pero cuando los datos son insuficientes, puede ser mucho mayor.

- Como se muestra en la Figura 10, estos valores se usan para definir las direcciones donde la resistencia corresponde a la resistencia de las discontinuidades (si son persistentes) o discontinuidades equivalentes (si no son persistentes y contienen bloques de roca intacta).

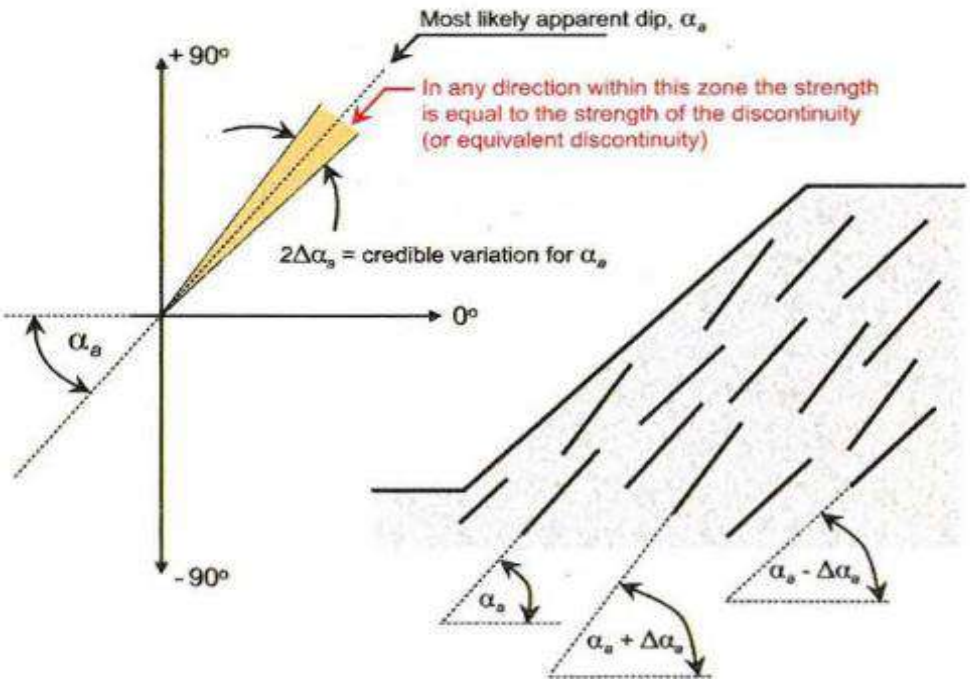


Figura 10. **Representación de la orientación de las discontinuidades**. Karzulovic & Read, 2009.

Algunas discontinuidades como las fallas pueden tener una zona de alteración asociada a ellas, y la resistencia de esta zona puede ser más débil que la resistencia de la roca. Como se muestra en la Figura 11, es posible incluir zonas de transición con una resistencia intermedia entre las de la discontinuidad y el macizo rocoso.

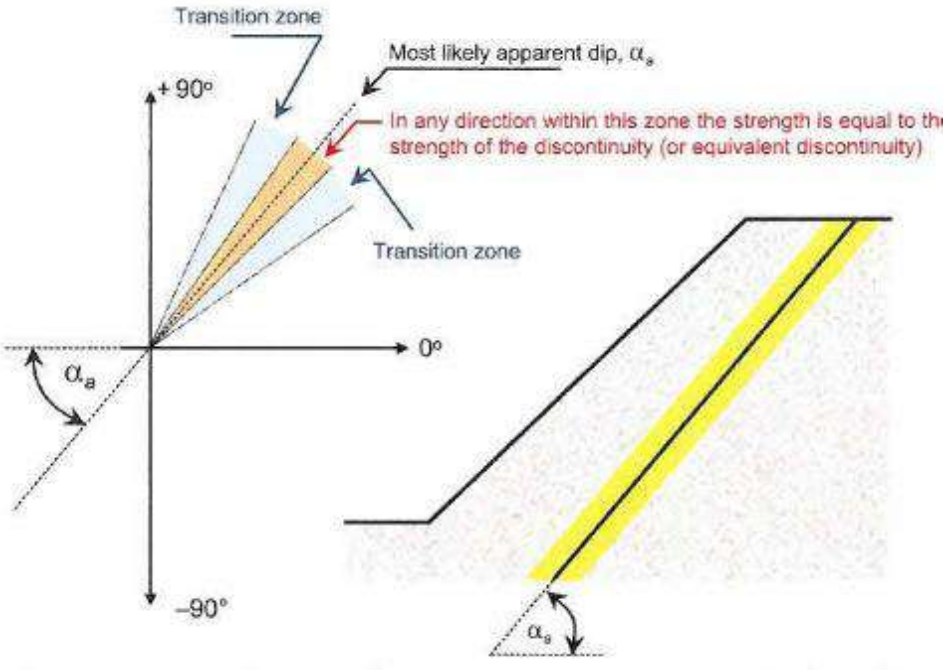


Figura 11. **Representación de la zona de transición de una discontinuidad.** Karzulovic & Read, 2009.

$$C_{tz} = k_t C + (1 - k_t) C_j \qquad \text{(ecuación 4)}$$

$$\tan(\varphi_{tz}) = k_t \tan(\varphi) + (1 - k_t) k \tan(\varphi_j) \qquad \text{(ecuación 5)}$$

Donde C_{tz} y φ_{tz} son la cohesión y el ángulo de fricción de la zona de transición, C y φ son la cohesión y el ángulo de fricción del macizo rocoso y C_j y φ_j son la cohesión y la fricción de la discontinuidad y *k* es el coeficiente de transición que varía entre 0 y 1 dependiendo de las características de la zona de transición. Por ejemplo, en el caso que la zona de transición

presente alteración sericítica intensa *k* probablemente esté entre 0.5 y 0.7, mientras si la alteración sericítica es débil a moderada k probablemente se encuentre entre 0.7 y 0.9. El tamaño de la zona de transición debe ser estimado considerando el espesor de la zona de alteración asociada con la discontinuidad, pero típicamente valores de 10° son usados para definir la zona de transición.

Estas resistencias se traslapan para definir la resistencia direccional del macizo rocoso, como se ilustra en la Figura 12, para el caso de un macizo rocoso que contiene dos familias de discontinuidad. Las discontinuidades de la familia 1 no son persistentes e incluyen bloques de roca intacta mientras las discontinuidades de la familia 2 son persistentes y tienen una zona de alteración asociada.

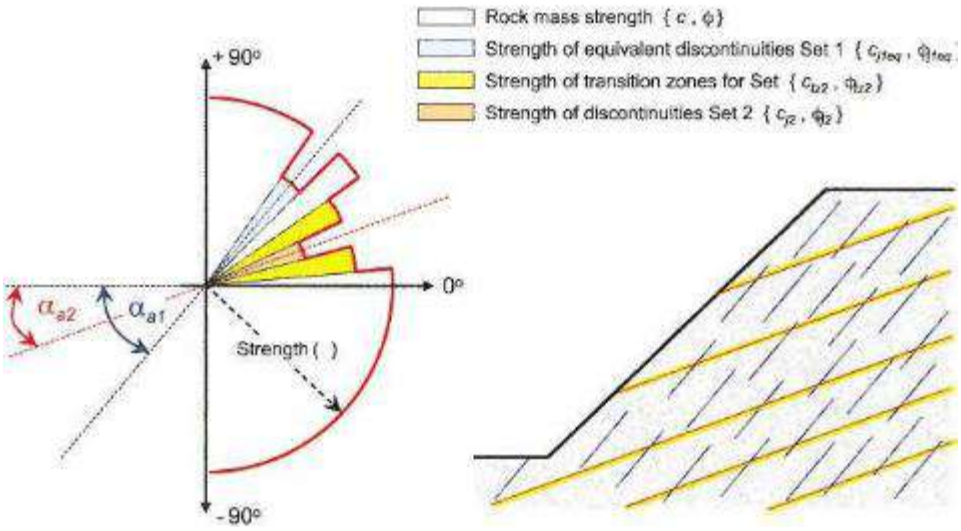


Figura 12. **Representación de la resistencia direccional del macizo rocoso**. Karzulovic & Read, 2009.

Una vez que la resistencia del macizo rocoso está definida, el análisis de estabilidad de taludes puede llevarse a cabo. La importancia de considerar la dirección de la resistencia del macizo rocoso con discontinuidades sub paralelas al talud es ilustrada en la Figura 13, para el caso de 200.0 m de talud de roca con 55° de inclinación, con una grieta de tensión a 20.0 m de profundidad y condiciones secas.

En la Figura 13, los ejemplos, fueron procesados usando el software SLIDE, asumiendo que la resistencia del macizo rocoso está definida por una cohesión de 400 kPa y ángulo de fricción de 35°, mientras que la resistencia de las discontinuidades no persistentes está definida por una cohesión de 150 kPa y ángulo de fricción de 30°.

Si no se presentan familias de discontinuidades sub paralelas al talud, la resistencia del macizo rocoso es isotrópico y el factor de seguridad es 1.29 (Caso 1). Si hay una familia de discontinuidades sub paralela al talud, buzando 65° hacia el pit, la resistencia del macizo rocoso es direccional (es decir, más débil en la dirección de la discontinuidad) y el factor de seguridad decrece a 1.15 (Caso 2). Si la familia de discontinuidades buza 35° hacia el pit, el factor de seguridad decrece aún más a 0.99 (Caso 3). Si hay 02 familias de discontinuidades sub paralelas buzando 35° y 65° hacia el pit, la resistencia al macizo rocoso es más débil en 2 direcciones y el factor de seguridad decrece a 0.88 (Caso 4).

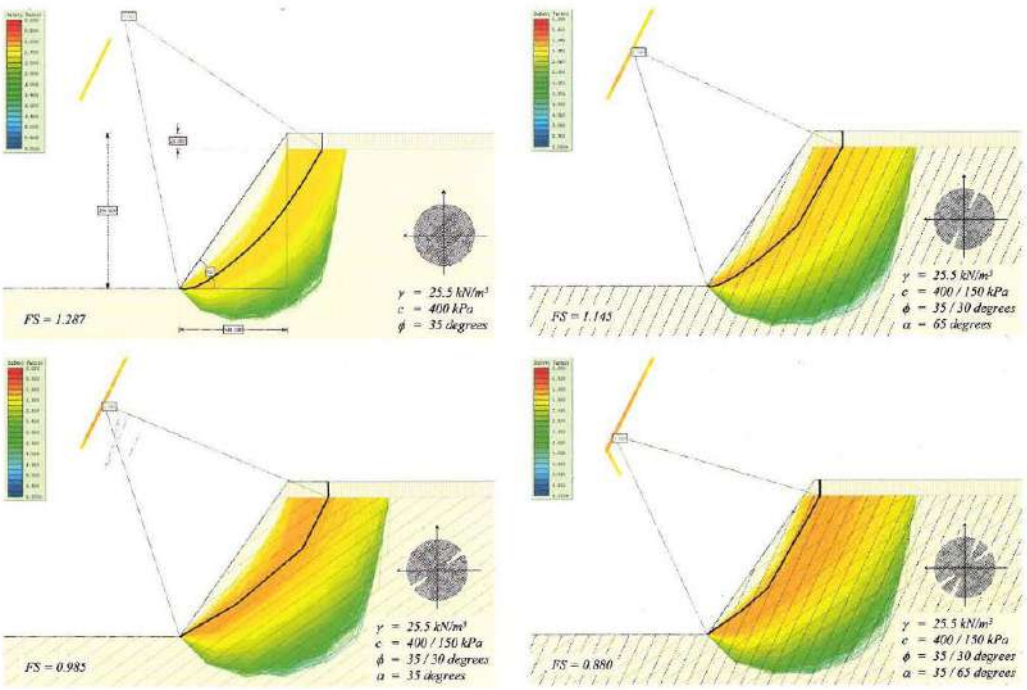


Figura 13. **Factor de seguridad de talud de roca, para diferentes condiciones de resistencia del macizo rocoso.** Karzulovic & Read, 2009.

2.3. Marco Conceptual o Glosario

a. **Anisotrópico.** Un cuerpo anisotrópico es aquel cuyas propiedades varían dependiendo de la dirección en la que son estudiados o medidos.

b. **Cohesión.** La cohesión de una roca es la fuerza de la unión ejercida entre las partículas de minerales; la cohesión en una discontinuidad, estará en función de las características del relleno existente en la discontinuidad.

c. **Discontinuidad.** Plano de origen mecánico o sedimentario en un macizo rocoso, con una resistencia a la tracción nula o muy baja. Las discontinuidades generan comportamientos no continuos de la matriz rocoso y normalmente anisótropo.

d. **Macizo rocoso.** Conjunto de matriz rocosa y discontinuidades. Conjunto de bloques separados por discontinuidades. Medio heterogéneo y discontinuo, cuyas propiedades no son posibles determinarlas en un laboratorio sino que los datos deben ser medidos in situ.

e. **Falla circular.** Es una falla sin control estructural, también se le conoce como deslizamiento rotacional, es producido por la intersección de múltiples familias de discontinuidades, cuya orientación es distinta para cada tipo de familia, dejando el macizo rocoso muy fracturado sin direcciones preferenciales de deslizamiento, perdiendo la cohesión.

f. **Falla no circular.** Es una falla con control estructural (diaclasas, estratificación, fallas, etc.), lo cual da una dirección preferencia de deslizamiento, condicionado a la cohesión y fricción de la superficie predeterminada de falla.

g. **Fricción.** La fricción es el rozamiento existente entre partículas; en las discontinuidades, la fricción está relacionada con la rugosidad y representa la resistencia al corte de las mismas, debido a que la cohesión puede ser no representativa.

h. **Isotropía.** Esta propiedad considera igualdad de características elásticas, cualquiera sea la dirección estudiada.

i. **Roca.** Constituido por material geológico afectado por procesos de mineralización alteración e intemperismo.

j. **Roca intacta.** Material rocoso sin discontinuidades, o bloques rocosos entre discontinuidades.

k. **Suelo.** Conjunto de partículas sólidas, sueltas o poco cementadas.

l. **Talud:** Se define como talud a una masa de suelo o roca con una superficie externa inclinada con respecto a la horizontal. Cuando el talud se forma de manera natural, sin la intervención del hombre, se denomina ladera natural o simplemente ladera. (Seguridad Minera, 2018)

2.4. Descripción de la zona de estudio

2.4.1. Ubicación

El Yacimiento Jésica está ubicado al sureste del territorio peruano, entre las coordenadas UTM DATUM WGS84 E303590 al E304600 y N8312300 al N8313100 y las cotas 4770 y 5050 msnm, correspondiendo a un cuerpo elongado de mineral E-W de 1000 m x 700 m x 280 m de profundidad, siendo un depósito del tipo epitermal de alta sulfuración. Políticamente se encuentra ubicado en el distrito de Ocuviri, provincia de Lampa, región de Puno (Figura 14).

2.4.2. Clima y Vegetación

El clima es frígido debido a su ubicación geográfica, con temperaturas que varían entre 6 a 20 °C, y mínimas por debajo de 0 ºC. La precipitación pluvial en la zona es marcadamente estacional, ocurriendo con mayor intensidad en forma de lluvias,

nevadas y granizo entre los meses de diciembre a marzo. La velocidad del viento varía de 0.6 y 11.0 m/s en una dirección predominante SSE.

La vegetación predominante consta de pajonal de Puna contrastada con suelos y un estrato de arbustos de distribución parchada y zonas de bofedales.

2.4.3. Geología Regional

La información geológica regional, fue obtenida de los estudios realizados por INGEMMET en 1993 para realizar el proyecto integrado del Sur. Asimismo, se han revisado los estudios anteriores realizados por las empresas consultoras Gramsa (2015), Bradley - MDH (2013), DCR (2008) y Vector (2008).

Grupo Tacaza: Regionalmente se diferencia tres (3) subgrupos: inferior, medio y superior, los cuales se describen a continuación:

Subgrupo inferior; consiste de sedimentos clásticos continentales, constituido principalmente de tufos gris blanquecinos de naturaleza riolítica, andesítica y dacitas con intercalaciones menores de aglomerados, areniscas y brechas volcánicas grises.

Subgrupo medio; constituido principalmente de tufos riolíticos.

Subgrupo superior; consiste de coladas andesíticas y tufos brechoides, constituido principalmente por derrames de naturaleza andesítica y dacítica con horizontes de brechas polimetálicas afectados por grados de disturbación y alteración.

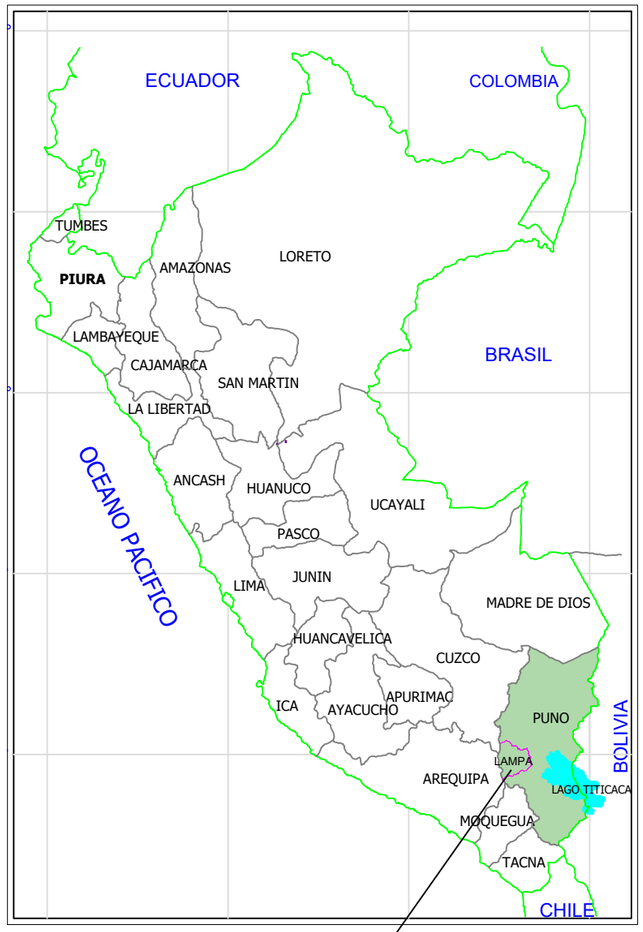
Este grupo pertenece al Paleógeno - Neógeno y aflora en la zona oeste del área de estudio. Estas secuencias han sufrido un plegamiento de menor intensidad que en el Norte.

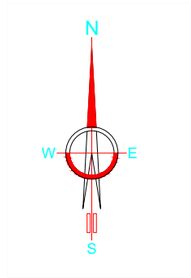
Grupo Palca: Consiste en tres secuencias diferenciadas: en la base se tiene ignimbritas con clastos polimícticos gruesos angulares, seguido de tobas blanquecinas de composición riolítica a riodacítica y finalmente se tiene lava de composición andesítica.
Este grupo pertenece al Neógeno y aflora en la zona noroeste del área de estudio.

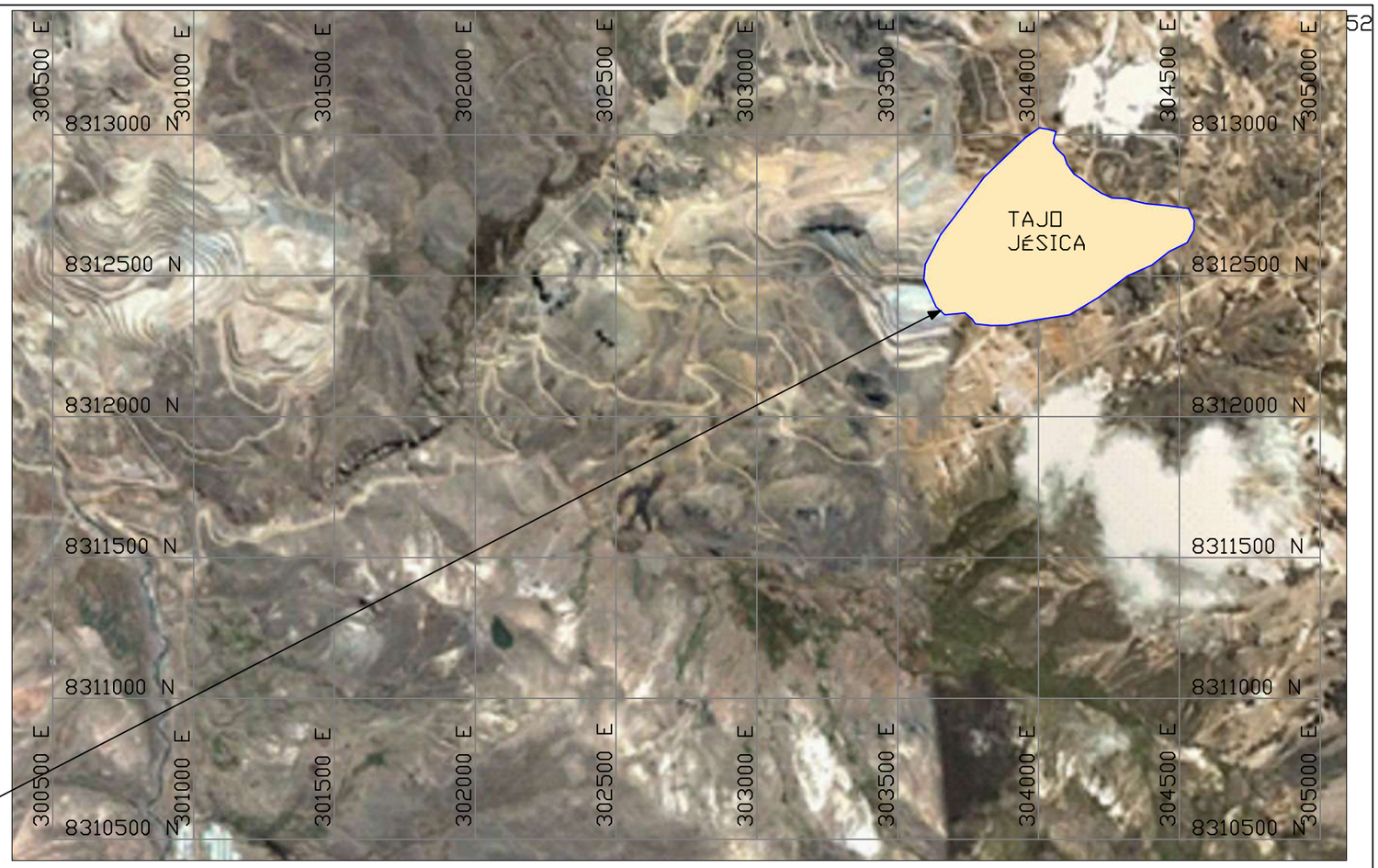
Grupo Sillapaca: Consiste en tres secuencias de composición andesítica; en la base se tiene los volcanoclásticos Rescatada conformado por material clástico en un ambiente sedimentario, en la parte media se tiene al volcánico Lamparasi conformado por niveles clásticos intercalados con niveles de lapilli, finalmente se tiene la lava Lamparasi conformada por secuencias de composición andesítica.
Este grupo pertenece al Mioceno (Neógeno) y aflora en el área del proyecto y al este del mismo.

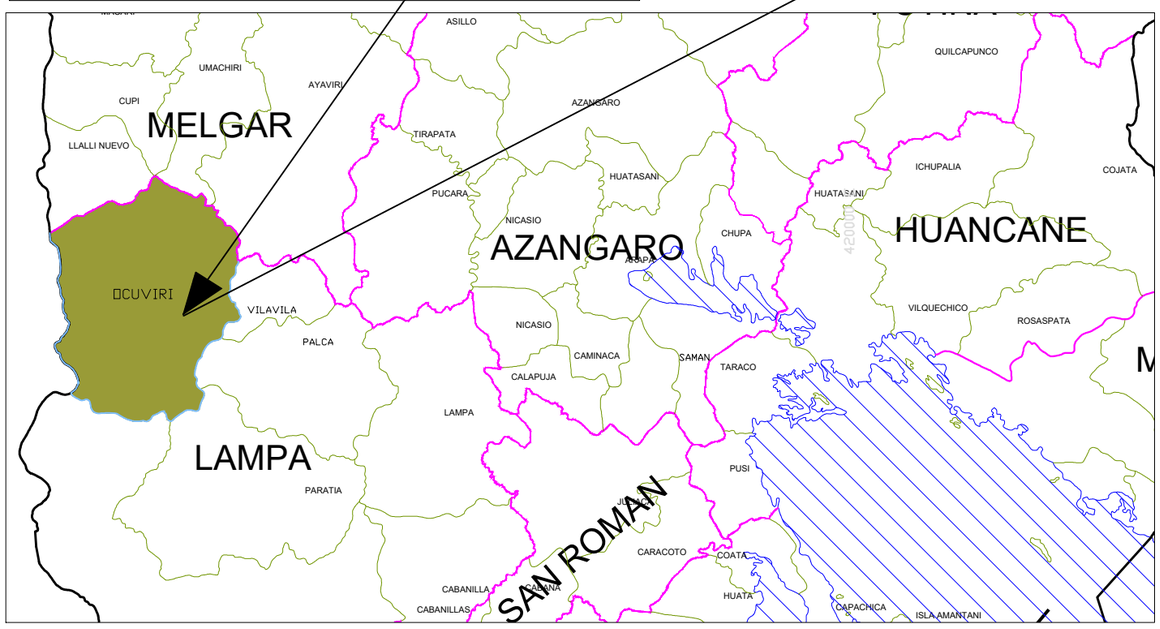
Depósitos cuaternarios recientes: Los depósitos cuaternarios recientes están conformados principalmente por depósitos fluvioglaciares y morrénicos que se distribuyen en el curso medio y superior de las quebradas Azufrine y Huarucani; al este de la zona del proyecto.

El plano de geología regional de muestra en la Figura 15.









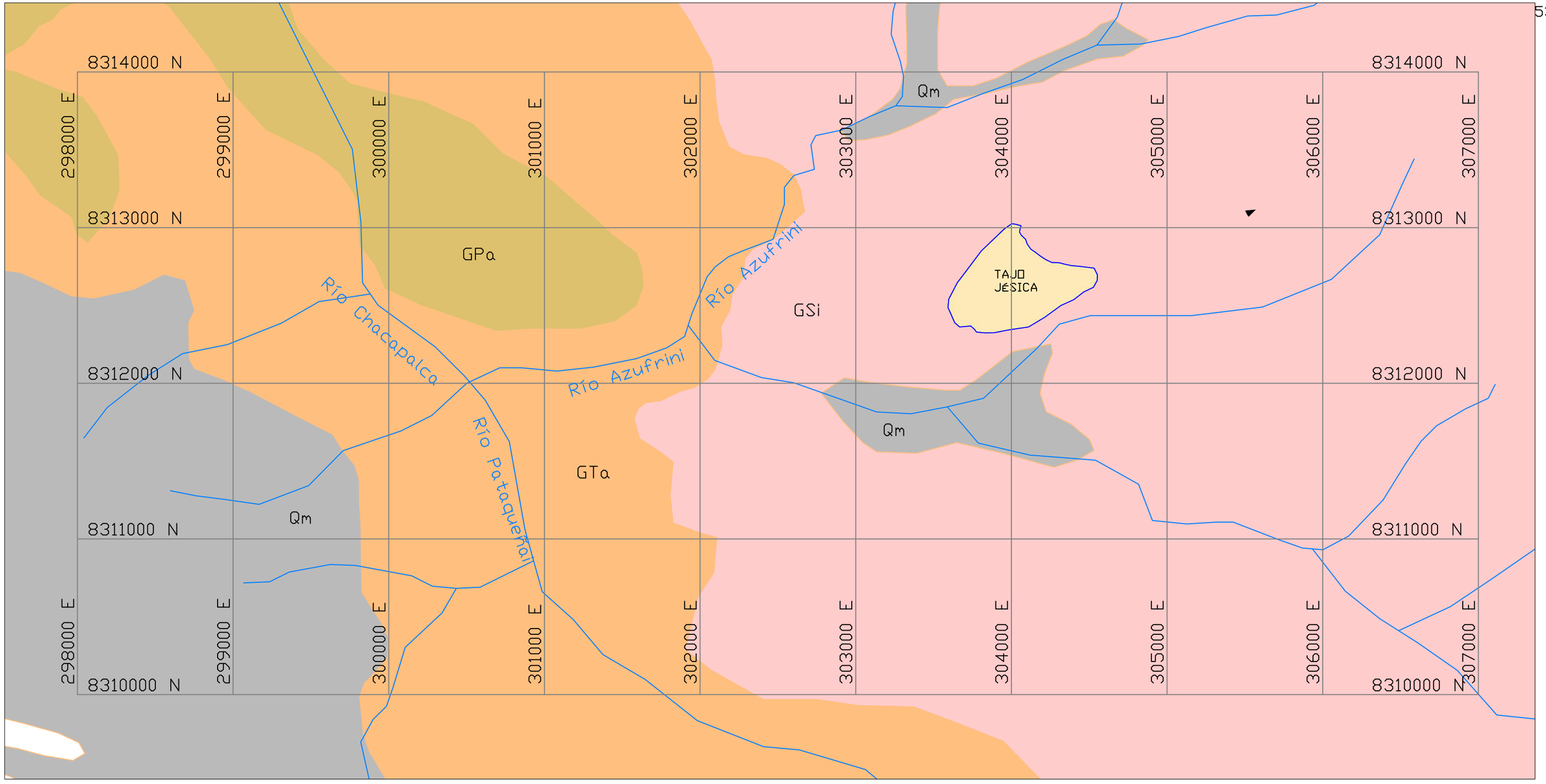
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

PLANO DE UBICACIÓN

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA Nº: **14**



ERA	PERIODO	EPOCA	DESCRIPCION
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Q-m: Morrenas
	Neógeno	Mioceno	GSi: Grupo Sillapaca GPa: Grupo Palca
	Paleógeno	Oligoceno	GTa: Grupo Tacaza

Ríos

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

PLANO DE GEOLOGÍA REGIONAL

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA N°: 15

2.4.4. Geología Local

El área de estudio se emplaza en un yacimiento con sistema hidrotermal con mineralización consistente en brechas hidrotermales, siendo su centro principal de alteración el cerro Quimsachota que pertenece a la subunidad Andesita Lamparasi, de acuerdo al informe del análisis de estabilidad física realizado por GRAMSA (2015). En la Figura 16, se observa un esquema de la columna estratigráfica de yacimiento Jésica.

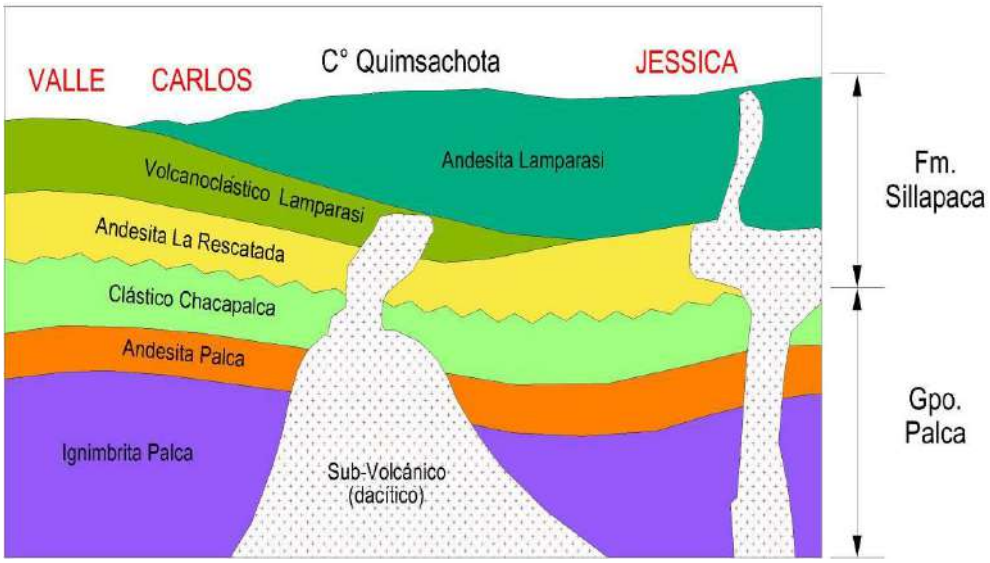


Figura 16. **Columna estratigráfica esquemática del yacimiento Jésica.** Área de Geología Aruntani, 2012.

Formaciones y unidades litológicas. De arriba hacia la base tenemos:

Formación Sillapaca:

- **Lava Lamparasi,** es una gruesa secuencia andesítica que no presenta flow banding y es localmente vescicular.

Es de matriz grisácea y presenta fenos de plagioclasas que gradan a granos gruesos al tope. Este nivel puede llegar a tener 300.0 m de espesor y se ubica sobre los 4,900.0 msnm. Se observa al NE del área del Proyecto Valle. (Rondan, 2014, p.61)

- Los **Volcanoclásticos Lamparasi**, conforman una sub-unidad que se caracteriza por presentar niveles clásticos intercalados con niveles de tufo lapilli presentando una matriz de textura sandstone. Este nivel se encuentra alterado en Valle y presenta espesores de hasta 100.0 m, en esta secuencia se hospeda la mineralización. (Rondan, 2014, p. 61)
  En el tajo abierto Jésica, esta unidad ha sufrido intensa alteración hidrotermal, generando permeabilidad secundaria y es donde se hospeda la mineralización.

- **Volcanoclásticos Rescatada,** ‘’es una secuencia delgada (10.0 m) de material clástico fino bandeado dentro de un ambiente sandstone’’ (Rondan, 2014, p. 60). Se observan estructuras de pirita orientados según bandeamiento de la roca.

- **Andesita Rescatada, ‘’**se caracteriza por presentar flow banding, textura vescicular, plagioclasas orientadas y presentar matriz marrón rojiza’’ (Rondan, 2014, p. 60).

Formación Palca:

- **Clásticos Chacapalca:** ‘’Potencia 50-150 m. Material volcanoclástico retrabajado. Se caracteriza por presentar clastos subredondeados clasificados en una matriz

verdosa. Se observa esta secuencia al Este del Cerro Ajanani'' (Rondan, 2014, p. 59).

- **Lava Andesita Palca:** ''Es una secuencia delgada, afanítica, de coloración gris oscuro que se caracteriza por presentar vesículas orientadas de hasta 5.0 cm de longitud, y también plagiocasas aciculares'' (Rondan, 2014, p. 59).

- **Clásticos Fino Palca:** ''Material clástico que se caracteriza por presentar líticos de tamaño fino a medio. La matriz es de coloración marrón rojizo y generalmente se le encuentra fresco. Potencia promedio de unos 15.0 m de potencia'' (Rondan, 2014, p. 58).

- **Ignimbrita Palca:**

  Es la base de toda la columna estratigráfica. Es una roca piroclástica que se caracteriza por presentar clastos polimícticos gruesos angulares, dacíticos y andesíticos. La matriz es rosada a blanquecina, débilmente silicificada y con presencia de biotita y fenos de plagiocasas. (Rondan, 2014, p. 58)

Litología:

Conformada básicamente por andesíticas porfiríticas grises pertenecientes a la formación Sillapaca (14 Ma) sub unidad Andesita Lamparasi, con intercalaciones subhorizontales de tobas piroclásticas. Estas secuencias de rocas volcánicas fueron cortadas por un sub volcánico dacítico pre mineral, la que sirvió para originar desorden estructural en el área y originar fracturamiento y espacios abiertos por donde ascenderían subverticalmente brechas hidrotermales freáticas. (Rondan, 2014, pp. 54-55)

Alteraciones: La alteración hidrotermal hizo que del macizo rocoso original presente cambios en su composición mineralógica según el grado de intensidad, modificando sus propiedades físicas, elásticas y de resistencia, así también, el grado de fracturamiento. Estas modificaciones influyen en la determinación de los valores empíricos de los diferentes parámetros que toman en cuenta los índices de clasificación geomecánica.

Para el análisis de estabilidad de taludes del tajo abierto Jésica, se realizó la zonificación con base en las alteraciones hidrotermales presentes, donde se definió el predominio de la sílice masiva craquelada y la sílice granular considerando lixiviación, la presencia de sílice alunita principalmente en la zona oeste y este del yacimiento, mientras que en los bordes del cuerpo mineralizado aumenta la presencia de sílice clay y clay.

2.4.5. Geología Estructural

De la revisión de información se tiene que los sistemas estructurales principales a escala regional son los N30°W; paralelo al rumbo andino y N70°E; proveniente de los flancos occidentales, DCR (2008).

Durante el mapeo de taludes, mediante el registro de las estaciones geomecánicas, no se identificaron fallas menores dentro del área del tajo abierto Jésica, no obstante se determinó que uno de los sistemas principales tiene orientación E-W que determinan la elongación del cuerpo mineralizado, principalmente dominado por estructuras N70-80° E, trasandino, cortando a estructuras N30° W, paralelas al rumbo andino.

2.4.6. Geología Económica

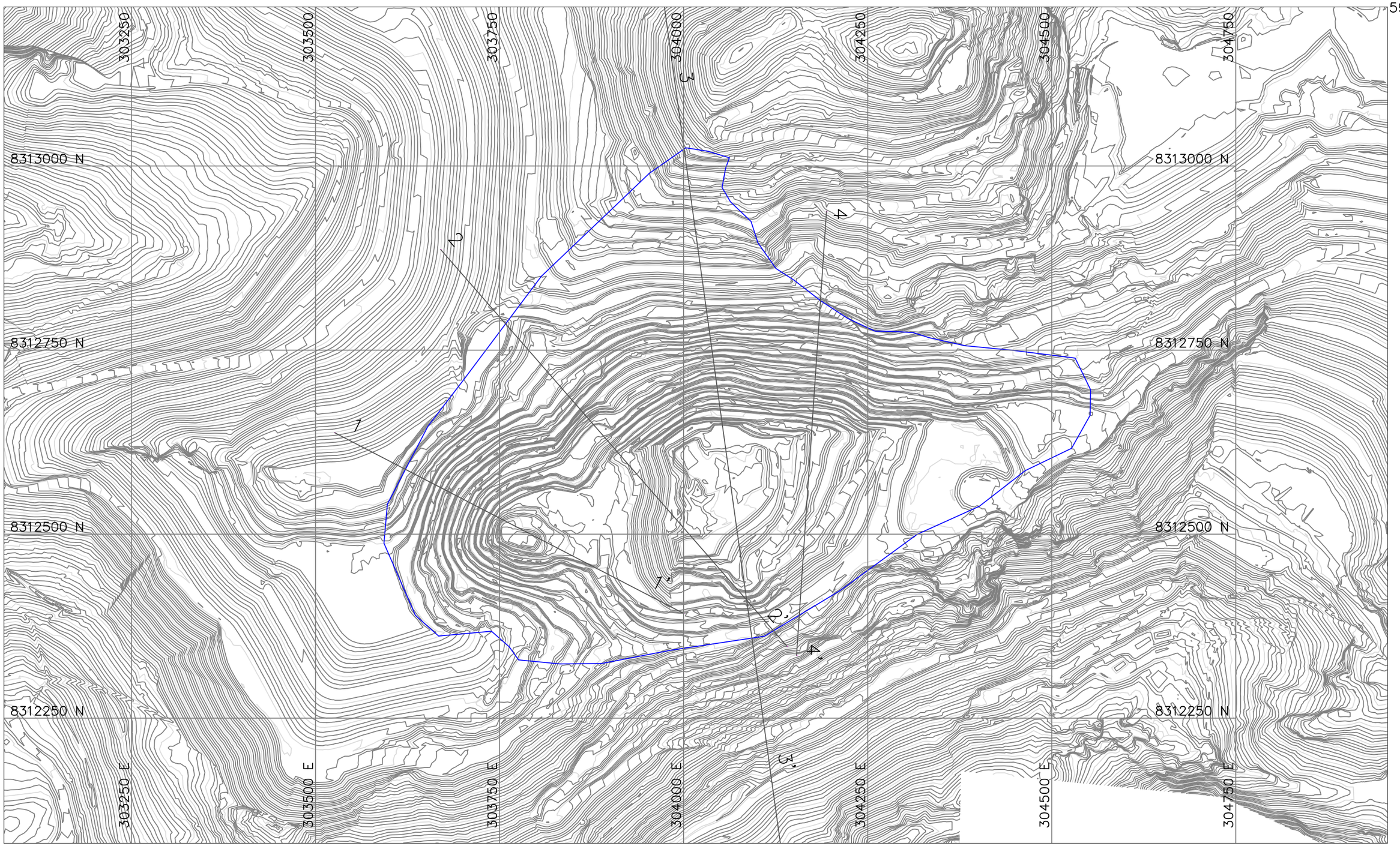
En el yacimiento Jésica, se tiene afloramientos principalmente de lavas andesíticas y tobas de textura fina, la mineralización aurífera está relacionada a sílice masiva, sílice granular, las que han sufrido brechamiento hidrotermal con halos de crackle brecha. Por el lineamiento preexistente N80°E que se prolonga hasta los tajos explotados anteriormente en la zona de Valle, se produjo el ascenso de un cuerpo subvolcánico félsico cortando a la secuencia volcánica. Esto provocó intenso fracturamiento y los espacios abiertos sirvieron de canales por donde ascendieron fluidos magmáticos, originando explosiones freáticas y alteración hidrotermal.

Zona de Óxidos / Sulfuros. La mineralización de oro se encuentra en zona de óxidos la cual está comprendida desde los niveles superiores 5,050.00 msnm hasta los 4,870.00 msnm en la zona oeste y 4,770.00 msnm en la parte central del tajo abierto. Por debajo de esta cota está gradando hacia la zona de sulfuros, donde también se presenta la mineralización, los sulfuros primarios asociados con el oro son la pirita, la marcasita y en menor cantidad la arsenopirita, la enargita se encuentra en profundidad y no está relacionada directamente a la mineralización aurífera.

2.4.7. Características Geométricas del Tajo Abierto Jésica

Altura de bancos	: 8.0 m
Ángulo de banco	: 54° a 65°
Ángulo global	: 26° a 42°
Altura máxima del talud	: 280.0 m

En las Figuras 17 y 18, se puede apreciar el plano con vista en planta y las secciones del tajo abierto Jésica.



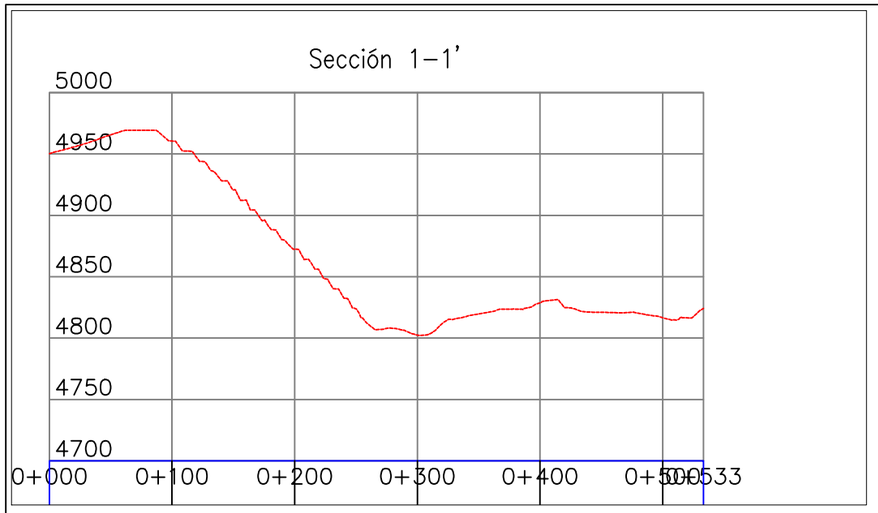
LEYENDA

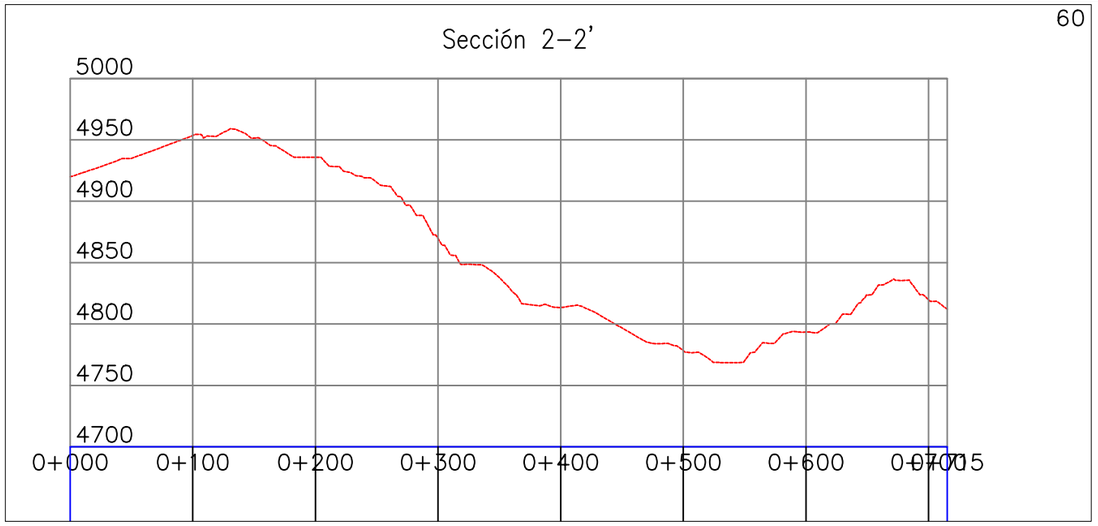
1 1' Secciones de análisis

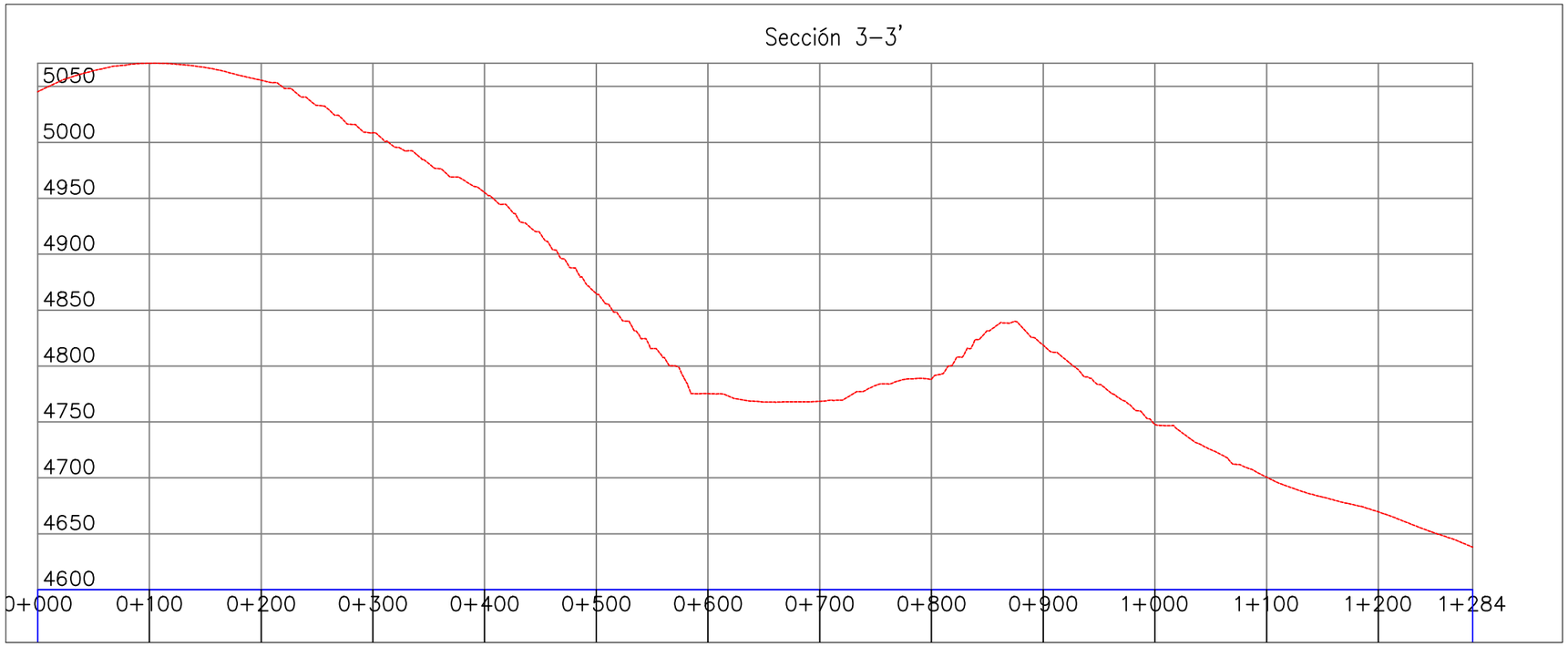
Límite del tajo Jésica

Topografía actual

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS **UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA**			
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA **UNIDAD DE POSGRADO**			
TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**			
VISTA EN PLANTA DEL TAJO ABIERTO JÉSICA			
ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA N°: **17**







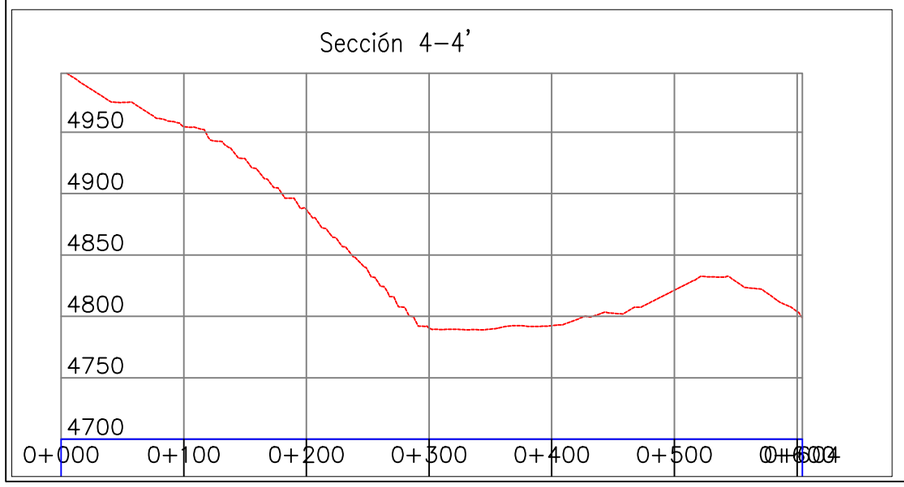
Características geométricas

Altura de banco: 8.0 m

Talud de banco: 54° a 65°

Talud global: 26° a 42°

Altura máxima: 280.0 m



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

SECCIONES TOPOGRÁFICAS DEL TAJO ABIERTO JÉSICA

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA N°: **18**

2.4.8. Nivel Freático

El nivel freático se encuentra 50.0 m por debajo del fondo del tajo abierto Jésica, el cual no afecta a las paredes del tajo abierto, por lo cual no fue considerado en el análisis de estabilidad de taludes. Lo antes mencionado es concordante con lo presentado en estudio hidrogeológico por la empresa consultora VECTOR en el 2008, donde se observa que las aguas subterráneas fluyen hacia las quebradas aledañas y no hacia el interior del tajo abierto Jésica.

2.4.9. Análisis de Peligro Sísmico Probabilístico

El peligro sísmico es una medida de la probabilidad que el sismo más fuerte que puede ocurrir en una zona, en un cierto número de años, exceda (o no exceda) un determinado nivel de intensidad sísmica (intensidad, aceleración, velocidad, etc.). Cornell (1968) propuso una metodología para realizar el análisis de peligro sísmico probabilísticamente, esta metodología fue sistematizada por Mc Guire (1974) en su programa de cómputo RISK, el cual es ampliamente usado en la actualidad, convirtiéndose en una herramienta básica para este análisis. El método está dividido en dos (2) partes, la primera parte consiste en la ‘’determinación y caracterización de las fuentes sismogénicas que definen la sismicidad de la región en estudio, para esto es necesario revisar la actividad sísmica del pasado y analizar las características tectónicas de la región’’ (Geofrontier, s.f.). La segunda parte consiste en ‘’determinan los parámetros sísmicos de cada una de las fuentes sismogénicas y con la ayuda de leyes de atenuación sísmica definidas para cada tipo de fuente, se determinan los valores probables de intensidades

sísmicas que pueden esperarse en un determinado lugar'' (Geofrontier, s.f.).

En general, el término intensidad se hace extensivo a cualquier otra característica de un sismo, tal como su magnitud, la aceleración máxima, el valor espectral de la velocidad, el valor espectral del desplazamiento del suelo, el valor medio de la intensidad Mercalli Modificada u otro parámetro de interés para el diseño ingenieril. (Castillo y Alva, 1993)

Evaluación y caracterización de las fuentes sismogénicas. La determinación de las fuentes sismogénicas se basa en el mapa de distribución de epicentros, así como en las características tectónicas del área de influencia. ''Las fuentes de subducción modelan la interacción de las Placas Sudamericana y de Nazca. Las fuentes continentales están relacionadas con la actividad sísmica superficial andina. La determinación de estas fuentes se basa en conceptos regionales de sismotectónica '' (Castillo y Alva, 1993).

La empresa consultora VECTOR en el 2006, realizó el estudio de peligro sísmico para el área del proyecto ARASI, donde utilizaron fuentes sismogénicas establecidas por Castillo y Alva (1993) en el estudio de evaluación del peligro sísmico en el Perú.

''En el Perú, los sismos de mayor magnitud tienen su origen en la superficie de fricción existente entre las placas de Nazca y Sudamericana" (Tavera, et al., 2014, p. 9). Las fuentes de subducción superficiales, intermedias y profundas tienen profundidades focales promedio de 50.0, 100.0 y 600.0 Km respectivamente.

El Cuadro 5 presenta las coordenadas geográficas de las fuentes sismogénicas de subducción superficiales y continentales y el Cuadro 6 presenta las coordenadas para las fuentes de subducción intermedias y profundas establecidas para el territorio peruano.

Cuadro 5. **Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción superficial y de las fuentes continentales.**

FUENTES	Coordenadas Geográficas (°)			
FUENTE 1	-80.29	+02.00	-78.32	+02.00
	-81.39	-00.97	-79.65	-01.21
	-81.52	-2.39	-80.19	-2.5
FUENTE 2	-82.00	-03.39	-80.17	-03.45
	-82.00	-06.83	-80.67	-05.42
	-81.17	-09.00	-79.27	-07.90
FUENTE 3	-81.17	-09.00	-79.27	-07.90
	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE 4	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
FUENTE 5	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53
	-71.85	-19.87	-69.21	-19.00
	-71.85	-22.00	-69.21	-22.00
FUENTE 6	-77.50	+01.58	-76.92	+01.19
	-79.83	-01.65	-78.90	-02.53
	-79.96	-02.46	-78.97	-03.43
	-80.92	-02.96	-80.79	-03.44
FUENTE 7	-78.28	-08.20	-77.86	-08.07
	-77.21	-10.47	-76.83	-10.23
FUENTE 8	-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
FUENTE 9	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
	-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
FUENTE 10	-76.92	+01.19	-76.50	+ 01.00
	-78.90	-02.53	-77.35	-02.40
	-79.10	-05.20	-77.00	-04.77
FUENTE 11	-79.10	-05.20	-75.10	-04.33
	-76.34	-10.67	-74.17	-09.33
	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
FUENTE 12	-74.76	-13.13	-72.48	-11.40
	-68.12	-16.13	-67.76	-13.80

Fuente. Castillo, 1993.

Cuadro 6. **Coordenadas geográficas de las fuentes de subducción intermedias y profundas.**

FUENTES	Coordenadas Geográficas (°)			
FUENTE 13	-78.73	+02.00	-76.00	+01.82
	-81.00	-00.67	-79.59	-02.55
	-81.00	-03.07	-79.20	-03.07
FUENTE 14	-81.00	-03.07	-79.20	-03.07
	-81.93	-05.73	-78.60	-04.00
	-79.80	-08.13	-77.17	-06.53
FUENTE 15	-79.80	-08.13	-77.17	-06.53
	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
FUENTE 16	-76.38	-14.30	-73.86	-12.46
	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
FUENTE 17	-73.28	-16.87	-71.21	-14.40
	-70.86	-18.80	-68.93	-15.73
	-70.38	-22.00	-67.98	-22.00
FUENTE 18	-79.59	-02.55	-77.50	-00.73
	-78.60	-04.00	-75.51	-02.06
	-77.17	-06.53	-75.27	-05.33
FUENTE 19	-77.17	-06.53	-75.27	-05.33
	-73.86	-12.46	-72.03	-11.13
FUENTE 20	-72.31	-06.67	-71.00	-06.33
	-71.14	-11.30	-69.69	-10.93

Fuente. Castillo, 1993.

Análisis estadístico de recurrencia. Según lo mencionado por Alva y Escalaya, un método para cuantificar la relación de recurrencia de los eventos sísmicos fue propuesto originalmente por Ishimoto – Ida en 1939 y adecuado posteriormente por Richter en 1958.

La expresión define la correlación existente entre el número de sismos N que ha igualado o superado una magnitud M en una fuente sismogénica y la magnitud. La correlación viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{Log } N = a - bM$$

Donde:
N = número de sismos de magnitud M o mayor por unidad de tiempo.

a, b = parámetros que dependen de la región.

La expresión anterior también se puede describir como:
$N=T_o.e^{-ßM}$

Donde:
T_o = 10 a, es el número de sismos por unidad de tiempo con M mayor a 0

ß = b.ln 10

Para este análisis se ha utilizado el catálogo sísmico revisado y actualizado del Instituto Geofísico del Perú (IGP), y completado hasta el año 2005 con los datos del Centro Nacional de Información Sísmica (NEIC). Para la realización del análisis estadístico de recurrencia se ha utilizado información a partir de 1963, en la cual, para evitar la eliminación de eventos que presentan un solo tipo de magnitud, se han calculado las magnitudes mb o Ms respectivamente, utilizando la relación propuesta por Castillo (1993), de manera de utilizar cualquiera de ellas para homogenizar la muestra de datos.

$$m_b = 3.30 + 0.40\ M_s$$

VECTOR en el análisis estadístico de los parámetros de recurrencia utilizó el método de mínimos cuadrados, considerando los datos de 1963 - 2005. Este método ''ajusta la recta sobre la magnitud mínima de homogeneidad, incluida la máxima magnitud observada, normalizando el aporte que hacen los sismos de diferentes magnitudes'' (Castillo y Alva, 1993).

El parámetro μ es la tasa media anual de ocurrencia de eventos mayores o iguales que la magnitud mínima de homogeneidad. Para determinar la tasa μ se utiliza una variación del Diagrama de Gutemberg y Richter, que consiste en dibujar un número acumulativo de eventos mayores a una determinada magnitud versus el tiempo. De estos gráficos se determinaron la

magnitud mínima de homogeneidad (Mmin) y la tasa μ. La magnitud mínima de homogeneidad corresponderá al gráfico cuyo diagrama acumulativo versus tiempo muestre un comportamiento lineal y monótonamente creciente. La tasa μ es la pendiente de la curva acumulativa de eventos mayores o iguales a Mmin. (Castillo y Alva, 1993)

Mmax es la magnitud máxima probable que puede ser liberada como energía sísmica (McGuire, 1976). Para su determinación se consideró que el evento más grande que ocurrió en la fuente en el pasado, es el máximo sismo que ha de ocurrir en el futuro. (Castillo y Alva, 1993)

‘’Para determinar las profundidades representativas de los hipocentros en las zonas sismogénicas se hizo un trabajo estadístico del cálculo de frecuencias de sismos versus profundidad’’ (Catillo & Alva, 1993). El Cuadro 7 presenta los parámetros de recurrencia utilizados para las fuentes sismogénicas, para el caso de la zona de estudio las fuentes de mayor incidencia son las fuentes de subducción superficiales F4 y F5, las fuentes continentales F8, F9 y F12, y las fuentes de subducción intermedia F16 y F17.

Cuadro 7. **Parámetros sismológicos de las fuentes sismogénicas**

FUENTE	Ms						PROF. (KM)
	a	b	Mmin	Mmax	BETA	TASA	
F1	2.8246	-0.3465	3.0	8.1	0.80	2.10	50.0
F2	4.4235	-0.5850	3.0	7.9	1.02	4.60	40.0
F3	3.9288	-0.4640	3.0	8.0	0.87	4.67	40.0
F4	4.7119	-0.6724	3.5	8.2	1.57	2.82	50.0
F5	4.0795	-0.5150	3.8	8.2	1.34	8.40	45.0
F6	2.6729	-0.3675	3.0	7.4	0.85	1.58	50.0
F7	2.2523	-0.4252	3.0	7.4	0.98	0.16	40.0
F8	2.2693	-0.3801	3.0	7.0	1.05	1.28	40.0
F9	2.8589	-0.4117	3.0	7.5	0.95	0.90	60.0
F10	3.0014	-0.3906	3.0	7.3	0.90	1.19	50.0
F11	3.5895	-0.4137	3.5	7.1	1.41	9.98	35.0
F12	2.9835	-0.5127	3.3	7.1	0.50	0.46	40.0
F13	2.9425	-0.4862	3.0	6.9	1.12	1.05	100.0
F14	3.3598	-0.5235	3.0	6.5	0.98	2.95	100.0
F15	3.2729	-0.4094	3.5	7.2	1.40	1.14	105.0
F16	4.3456	-0.5941	3.3	7.2	1.02	1.04	100.0
F17	5.5016	-0.6874	3.0	7.5	1.58	5.94	120.0
F18	3.4705	-0.3954	3.5	7.5	1.27	10.33	140.0
F19	4.2500	-0.5643	3.8	7.0	1.54	5.66	150.0
F20	3.0267	-0.3635	3.8	7.5	0.87	1.20	600.0

Fuente. Vector, 2006.

Leyes de Atenuación. La aceleración máxima que puede generar un sismo futuro en una localidad determinada depende no solo de su magnitud y de la distancia entre el foco y el sitio en estudio, sino que además depende de la atenuación con la distancia y de las condiciones locales en el sitio de interés. La atenuación depende de dos (2) fenómenos principales llamados atenuación geométrica y atenuación mecánica. La atenuación geométrica se refiere al proceso de dispersión de la energía a medida que se aleja de la fuente y la atenuación mecánica involucra el proceso de fricción intergranular que se origina en la transmisión del estado de esfuerzos. Dadas las dificultades físico matemáticas que impone el proceso de atenuación, se han recurrido a la interpretación semi-empírica de datos de aceleración registrados a diferentes distancias focales para

magnitudes conocidas, estableciéndose una expresión de la forma siguiente:

$$a = b_1 e^{b2M} (R+b_3)^{-b4}$$

Donde:

a = aceleración horizontal máxima en cm/seg^2

b_1, b_2, b_3, b_4 = constantes obtenidas por regresión

M = magnitud en función de las ondas superficiales

R = distancia epicentral en kilómetros.

En el Perú los datos de registros de aceleraciones son escasos. No existe información de eventos generados en la zona continental, sin embargo es notorio que la atenuación del movimiento sísmico es marcadamente diferente que la de los sismos de subducción.

Se han utilizado dos (2) leyes de atenuación de aceleraciones, la primera es la propuesta por Casaverde y Vargas (1980), la que ha sido empleada para las fuentes asociadas al mecanismo de subducción. Esta ley está basada en los registros acelerográficos de las componentes horizontales de diez (10) sismos peruanos registrados en Lima y alrededores. (Castillo y Alva, 1993)

En la Figura 19 se presentan las curvas de esta ley de atenuación, cuya expresión es la siguiente:

$$a = 68.7 e^{0.8Ms} (R+25)^{-1.0}$$

Donde:

a = aceleración en cm/seg^2

Ms = magnitud en función de las ondas superficiales

R = distancia hipocentral en kilómetros.

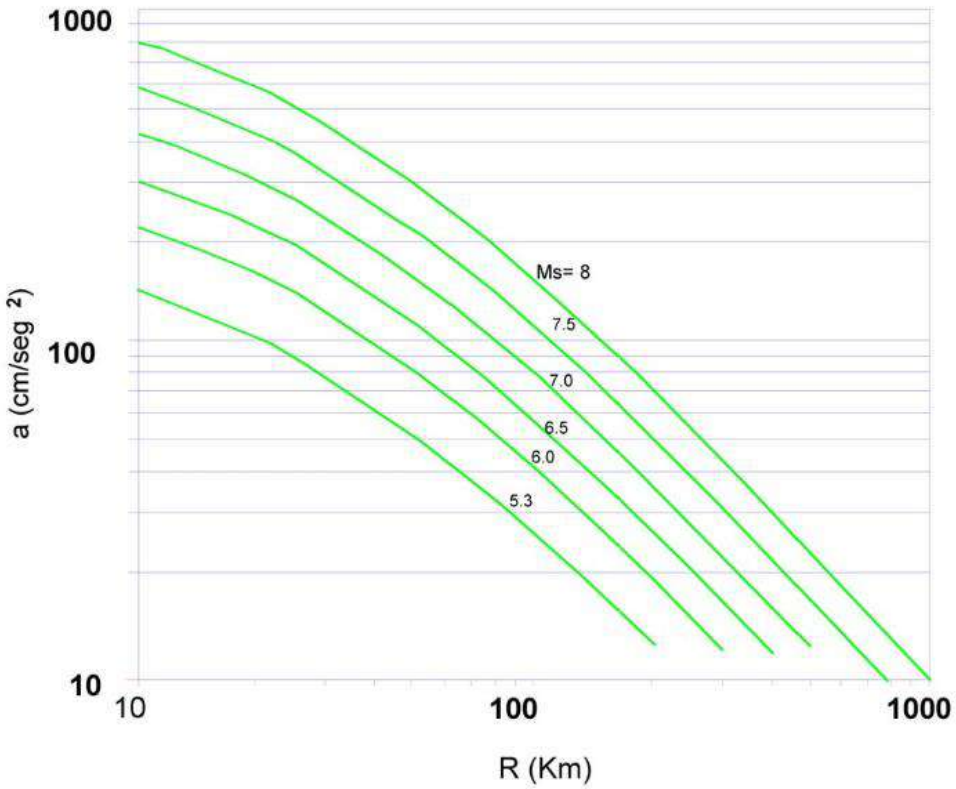


Figura 19. **Ley de atenuación para sismos de subducción.** *Casaverde y Vargas (1979)*

Castillo y Alva (1993) indican que: la segunda ley de atenuación utilizada es la propuesta por McGuire (1974) para la costa Oeste de los Estados Unidos (Figura 20) y ha sido empleada para las fuentes asociadas a sismos continentales''. Esta ley se expresa de la siguiente manera:

$$a = 472 * 10^{0.28Ms}(R+25)^{-1.3}$$

Que expresada logarítmicamente resulta:

$$\text{Ln } a = 6.156 + 0.64\, Ms - 1.30 \ln(R+25)$$

Donde:

a = aceleración en cm/s^2

Ms = magnitud en función de las ondas superficiales

R = distancia hipocentral en kilómetros.

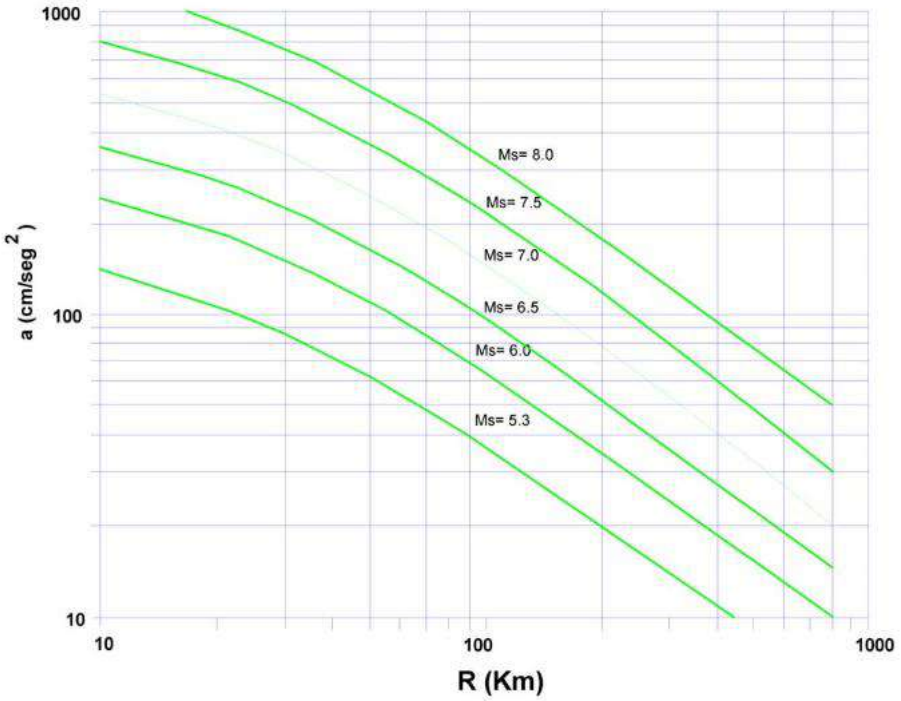


Figura 20. **Ley de atenuación para sismos continentales.** *McGuire (1974)*

Determinación del peligro sísmico. El peligro sísmico del área del proyecto fue determinado utilizando el programa de cómputo RISK desarrollado por McGuire (1976), con datos de la ley de atenuación de aceleraciones de Casaverde y Vargas (1980) para los sismos de subducción y de McGuire (1974) para los sismos continentales. Fueron utilizadas las fuentes sismogénicas definidas por Castillo (1993) y los parámetros de recurrencia determinados en este estudio con la base de datos actualizada del Catálogo Sísmico del IGP – NEIC hasta el año 2005. La evaluación del peligro sísmico se realizó en un punto representativo de la ubicación del proyecto, con coordenadas 70º49’ de Longitud Oeste y 15º15’ de Latitud Sur.

De los resultados obtenidos del programa RISK, se observan los valores de aceleraciones horizontales máximas esperadas en la roca base para los puntos analizados, para eventos con

periodos de retorno desde 30.0 hasta 1,000.0 años. Ver anexo A: Estudio de Peligro Sísmico – Salidas del Programa RISK.

La Figura 21 presenta la curva de peligro sísmico para aceleraciones sísmicas horizontales en el punto central del área del proyecto, para los periodos de retorno indicados, cuyos valores se muestran en el Cuadro 8.

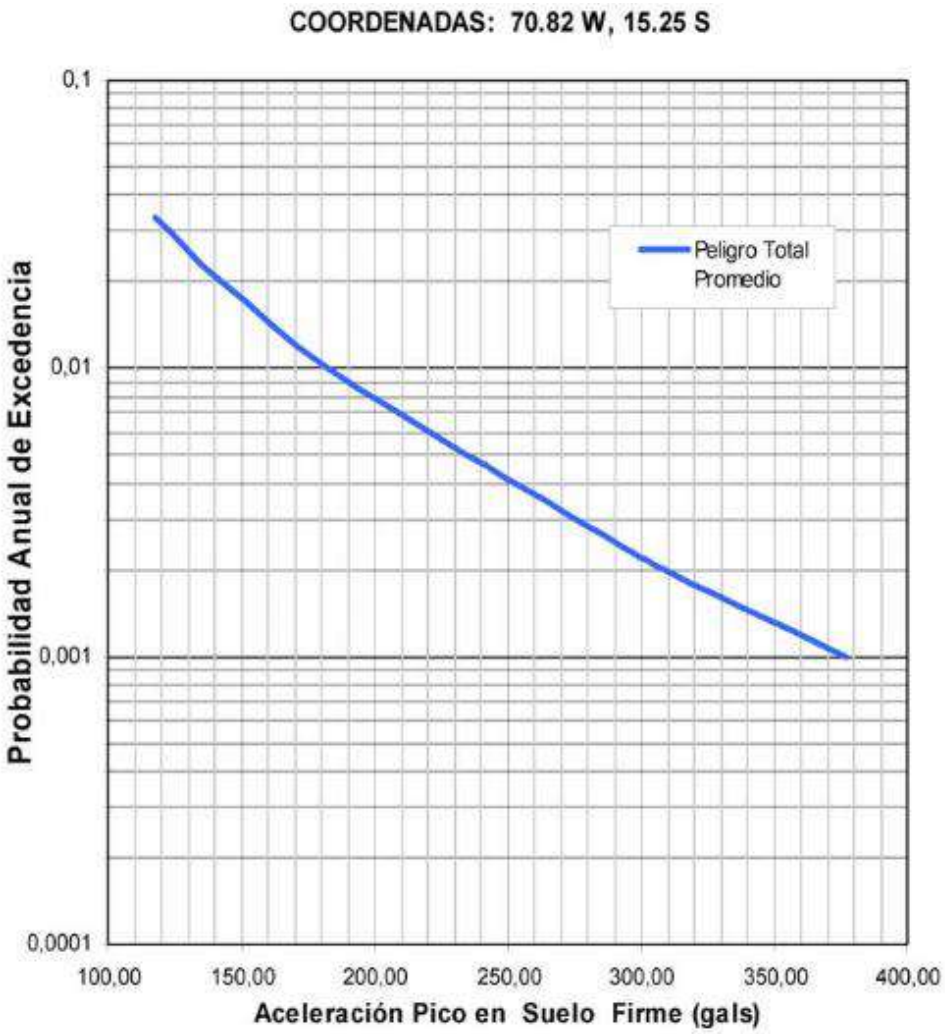


Figura 21. **Curva de peligro sísmico para aceleración horizontal máxima.** *VECTOR (2006)*

Cuadro 8. **Aceleraciones máximas esperadas en el proyecto**

Tr (años)	30	50	100	200	400	475	1,000
amax (cm/s^2)	117.98	141.9	182.38	234.41	289.75	304.61	376.88

Fuente. Vector, 2006.

Coeficiente sísmico. La Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos Sólidos de Mina, recomienda que el coeficiente sísmico a ser utilizado en el análisis en la condición pseudoestática de diseño de taludes, sea obtenido como una fracción que varía entre 1/2 a 2/3 el valor de la aceleración pico del terreno (Eerik A. Rennat, 1997).

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers, USACE, Hynes-Griffin y Franklin, 1984; Federal Highway Administration, 1997) sugiere el uso de un coeficiente sísmico igual al 50% de la aceleración pico de diseño.

La normativa peruana sobre taludes (E050 y C.E. 020), no expresa recomendación alguna respecto a qué fracción del PGA corresponde el coeficiente sísmico a emplear en el análisis pseudoestático de estabilidad física de taludes. Sin embargo, es muy común en el medio utilizar el criterio del 50% del PGA.

El Artículo 264 del “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería” establece que ‘’la pendiente general o talud global de un tajo abierto será establecida bajo condiciones pseudoestáticas asumiendo las máximas aceleraciones sísmicas y lluvias para un período de retorno de 100 años’’ (Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016, Art. 264). Lo antes mencionado complementado con el corto tiempo de exposición que tendrá el tajo abierto durante su operación, se consideraría un PGA asociado a 100 años de periodo de retorno (10% de

probabilidad de excedencia para un tiempo de exposición no mayor a 10 años).

A partir de las recomendaciones mencionadas, el coeficiente sísmico para el análisis de estabilidad física de taludes en condición de operación (actual) sería de 0.09, siendo este valor la mitad de la aceleración pico partícula (PGA) promedio para un periodo de retorno de 100 años, sin embargo debido a que los taludes del tajo abierto estarán expuestos en un tiempo posterior al período de operación, se realizó la evaluación de la estabilidad física en condición de cierre, donde el coeficiente utilizado fue de 0.16 considerando un periodo de retorno de 475 años, que corresponde a estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor de aceleración propuesto de 10%. Lo anterior significa que en la zona del proyecto la aceleración horizontal máxima del sismo de diseño será de 0.31g.

CAPÍTULO 3
HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis General

El tipo de alteración hidrotermal influye significativamente en la calidad del macizo rocoso y la estabilidad de taludes.

3.2. Hipótesis Específicas

1: El tipo de alteración hidrotermal influye positiva y significativamente en la calidad del macizo rocoso.

2: La calidad del macizo rocoso influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes.

3: El factor de seguridad de los taludes disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico.

3.3. Identificación de Variables

Las variables generales identificadas son las siguientes:

Variable Independiente (Causa):
Alteración hidrotermal

Variables Dependientes (Efecto):
Calidad del macizo rocoso.
Análisis de estabilidad de taludes

3.4. Operacionalización de Variables

La operacionalización de variables se muestra en el Cuadro 9.

3.5. Matriz de Consistencia

La matriz de consistencia se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 9. **Operacionalización de Variables.**

CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JESICA, OCUVIRI – LAMPA – PUNO – 2015 - 2016				
VARIABLES		**DEFINICIÓN NOMINAL O CONCEPTUAL**	**DEFINICIÓN REAL DIMENSIONES SUBVARIABLES**	**DEFINICIÓN OPERACIONAL O INDICADORES**
VARIABLE INDEPENDIENTE	ALTERACIÓN HIDROTERMAL	La alteración hidrotermal es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en térmicos químicos y termales, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. En efecto, la temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología. Generalmente las alteraciones que acompañan a un depósito epitermal de alta sulfuración muestran un cambio en la mineralización de la zona profunda a la somera la cual se desarrolla en un cambio de cuarzo-sericita (alteración fílica), pasando por cuarzo-diquita (alteración argílica) y/o cuarzo-pirofilita (alteración argílica avanzada) hacia cuarzo residual en sílice oqueroso y cuarzo alunita ya en los niveles superficiales (Sillitoe, 1999). La zonación horizontal de las alteraciones es muy similar a la vertical, ocurre de la alteración cuarzo-alunita hacia cuarzo-pirofilita/diquita/caolinita, pasando por alteración argílica y por último alteración propilítica (Figura 2) (Sillitoe, 1999). En los yacimientos de alta sulfuración, denominados también del tipo “sulfato-ácido” o cuarzo-alunita, la caracterización del macizo rocoso está diferenciado por el tipo de alteración hidrotermal, que es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en térmicos químicos y termales, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. Aunque la composición litológica inicial tiene una influencia en la mineralogía secundaria (hidrotermal), su efecto es menor que el debido a la permeabilidad, temperatura y composición del fluido. En efecto, la temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología. (Aguglia, 2019)	**1.- Alteración hidrotermal.** La alteración hidrotermal en el área del tajo Jésica, es generada por la acción residual de las intrusiones de brechas hidrotermales, afectando directamente en diferente grado al mismo cuerpo intrusivo, así como a la roca huésped circundante (Andesita Lamparasi). Se reconoce un patrón de alteración muy bien definido, consiste en una zona central de sílice masiva, luego sílice granular-vuggy y sílice alunita, que pasa a una alteración sílice clay y clay.	**Tipo Alteración hidrotermal.** Clay Pirita (CP) Sílice Clay Pirita (SCP) Sílice Clay (SC), Sílice Alunita (SA) Sílice Granular (SG) Sílice Masiva (SM).
VARIABLES DEPENDIENTES	CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	**Clasificación Geomecánica Rock Mass Rating (RMR)** El método de clasificación Rock Mass Rating (RMR), fue desarrollado por Bieniawski en 1973, fue revisado y actualizado en 1974, 1975, 1976, 1979, 1989 y 2014, es un sistema de clasificación de macizos rocosos aplicado a túneles y taludes a cielo abierto.	**1.-Resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa.** **2.-Grado de fracturación del macizo rocoso (RQD)** **3.-Espaciado de las discontinuidades.** **4.-Condición de las discontinuidades** **5.-Presencia del agua en un macizo rocoso**	**Tipo de macizo rocoso según clasificación RMR** Pobre clase V (<20) Pobre clase IV (21-40) Regular clase III (41-60) Buena clase II (61-80) Muy Buena clase I (81-100).
		Análisis de estabilidad de taludes La definición de factor de seguridad comúnmente aplicada al caso de fallas por deslizamiento en un talud, es la de relación entre fuerzas resistentes y fuerzas deslizantes que actúan a lo largo de la superficie del potencial deslizamiento, así que un factor de seguridad mayor de 1 indica estabilidad del talud y un valor menor de 1 indica inestabilidad del talud. En la práctica también se establecen los valores mínimos aceptables para el factor de seguridad, los cuales, generalmente en función de la importancia de la obra a la que pertenece el talud, se fijan entre 1.10 y 1.50. (Perri, 2008) En el estudio de taludes excavados en macizos rocosos suele ser muy útil la determinación de las discontinuidades existentes para su posterior representación estereográfica junto con la representación del propio talud.	**1.- Análisis cinemático (orientación de talud y de las discontinuidades).** **2.-Propiedades del macizo rocoso por tipo de alteración.** **3.-Análisis de estabilidad isotrópico.** **4.-Análisis de estabilidad anisotrópico.**	El análisis de estabilidad de taludes está en función de la orientación del talud con respecto a las discontinuidades y a su vez de la calidad del macizo rocoso y altura de talud que determina el tipo de análisis a realizar. El análisis de estabilidad se resume en el factor de seguridad estable > 1, inestable <1.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10: **Matriz de Consistencia**

CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI – LAMPA – PUNO – 2015 - 2016				
PROBLEMAS	***OBJETIVOS***	***HIPÓTESIS***	***VARIABLES***	***TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS***
GENERAL	*GENERAL*	*GENERAL*		
Problema General: *¿Qué importancia tiene la caracterización geomecánica del macizo rocoso por tipo de alteración hidrotermal para determinar la calidad del macizo rocoso y el análisis de estabilidad de taludes, en el yacimiento Jésica de alta sulfuración explotado a tajo abierto, en Ocuviri – Lampa – Puno- 2015 -2016?*	***Objetivo General:*** *Determinar la importancia de la caracterización geomecánica del macizo rocoso por tipo de alteración hidrotermal para determinada la calidad del macizo rocoso y el análisis de estabilidad de taludes, en la explotación de un yacimiento de alta sulfuración explotado a tajo abierto.*	***Hipótesis General:*** *El tipo de alteración hidrotermal influye significativamente en la calidad del macizo rocoso y la estabilidad de taludes.*	***Variable Independiente:*** *Alteración hidrotermal* ***Variable Dependiente:*** *Calidad del macizo rocoso y estabilidad de taludes.*	*Modelo geológico de alteraciones hidrotermales.* *Caracterizar el macizo rocoso y determinar de la calidad del macizo rocoso utilizando el sistema de clasificación RMR.* *Uso del software Slide para el análisis de estabilidad de taludes.*
ESPECÍFICOS	*ESPECÍFICOS*	*ESPECÍFICAS*		
Problema Específico 1: *¿En qué medida influye el tipo de alteración hidrotermal de la roca, en la calidad del macizo rocoso?*	***Objetivo Específico 1:*** *Determinar en qué medida influye el tipo de alteración de la roca, en la calidad del macizo rocoso.*	***Hipótesis Específica 1:*** *El tipo de alteración hidrotermal influye positiva y significativamente en la calidad del macizo rocoso.*	***Variable Independiente:*** *Alteración hidrotermal.* ***Variable Dependiente:*** *Calidad del macizo rocoso.*	*Mapeo geológico de los taludes del tajo Jésica y modelo de alteraciones.* *Caracterizar el macizo rocoso y determinar de la calidad del macizo rocoso utilizando el sistema de clasificación RMR.*
Problema Específico 2: *¿En qué medida la calidad del macizo rocoso influye en la estabilidad de taludes?*	***Objetivo Específico 2:*** *Determinar en qué medida la calidad del macizo rocoso influye en la estabilidad de taludes.*	***Hipótesis Específica 2:*** *La calidad del macizo rocoso influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes.*	***Variable Independiente:*** *Calidad del macizo rocoso* ***Variable Dependiente:*** *Estabilidad de taludes.*	*Determinación de la calidad del macizo rocoso utilizando el sistema de clasificación RMR.* *Uso del software Slide para el análisis de estabilidad de taludes isotrópico.*
Problema Específico 3: *¿Cuánto disminuye el factor de seguridad en talud, si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico?*	***Objetivo Específico 3:*** *Determinar cuánto disminuye el factor de seguridad si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico, utilizando el software Slide.*	***Hipótesis Específica 3:*** *El factor de seguridad de los taludes disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico.*	***Variable Independiente:*** *análisis de estabilidad anisotrópico.* ***Variable Dependiente:*** *Factor de seguridad.*	*Uso del software Slide para el análisis de estabilidad de taludes anisotrópico.*

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4
METODOLOGÍA

4.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación a realizar es de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, transeccional de alcance descriptivo - correlacional. (Figura 22).

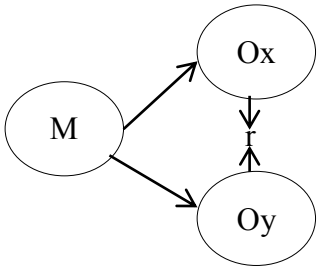


Figura 22. **Diseño de la investigación.** Elaboración propia

El enfoque es cuantitativo, debido a que se recolectan datos numéricos, los mismos que son tratados en cuadros estadísticos.

El diseño de la investigación es no experimental ya que no existe creación ni manipulación de variables, se desarrolla observando el yacimiento epitermal de alta sulfuración Jésica como un fenómeno ya existente y tal como se presenta en su contexto natural.

El diseño de la investigación es de tipo transeccional ya que la información es recolectada en un tiempo único con el propósito de describir la variable estudiada y analizar su presencia, incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, Fernández, Baptista 2006).

Se trata de una investigación de nivel descriptivo - correlacional debido a que se recolecta y evalúa datos sobre diversas dimensiones del fenómeno a investigar; para este caso el yacimiento epitermal de alta sulfuración Jésica ubicado en el sur del Perú.

4.2. Unidad de Análisis

La unidad de análisis para el presente estudio son las rocas y las discontinuidades del tajo abierto Jésica.

4.3. Población de Estudio

La población está determinada por el macizo rocoso del tajo abierto Jésica, el cual es un yacimiento epitermal de tipo alta sulfuración ubicado en el distrito de Ocuviri, provincia de Lampa, región de Puno.

Este yacimiento Jésica se formó en la era Cenozoica, período Neógeno, época Mioceno, conformado básicamente por andesitas porfiríticas grises pertenecientes a la formación Sillapaca (14 Ma) sub unidad Andesita Lamparasi, con intercalaciones subhorizontales de tobas piroclásticas. En cuanto a las alteraciones hidrotermales, predomina de la sílice

masiva craquelada y la sílice granular y sílice vuggy, la presencia de sílice alunita, en los bordes del cuerpo mineralizado aumenta la presencia de sílice clay, sílice clay pirita y clay.

El término epitermal deriva de la clasificación de Lindgren (1933) y se refiere a los yacimientos epitermales se forman en rango de <150ºC a 320ºC y desde la superficie hasta 1 km a 2 km de profundidad. (White & Hedenquist, 1995)

4.4. Tamaño de Muestra

Se realizó el logueo geomecánico en once (11) sondajes diamantinos, tomando datos de parámetros de roca intacta y discontinuidades con base en el criterio de Bieniawski, 1989. Ver anexo B: Logueo de taladros diamantinos.
El resumen de los sondajes diamantinos se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11: **Ubicación de taladros diamantinos**

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84		Cota (msnm)	Azimut (°)	Buzamiento (°)	Profundidad (m)
	Este	Norte				
JES-116	303780	8312507	4824	275	-45	150.00
JES-117	303696	8312499	4881	275	-78	172.00
JES-118	303772	8312508	4824	300	-35	90.90
JES-119	303784	8312502	4824	250	-45	102.00
JES-120	303782	8312588	4881	005	-40	100.00
JES-121	303727	8312558	4880	010	-45	75.00
JEN-42	304457	8312762	5024	010	-61	375.10
JEN-43	304440	8312766	5035	005	-35	191.40
JEN-44	304402	8312775	5066	095	-57	300.30
JEN-45	304400	8312775	5066	095	-75	268.30
JEN-46	304410	8312843	5071	025	-43	143.20

Fuente: **Elaboración propia**

Así mismo se realizaron ochenta (80) estaciones geomecánicas, cuyo resumen se muestra en el Cuadro 12. Ver anexo C: Estaciones geomecánicas.

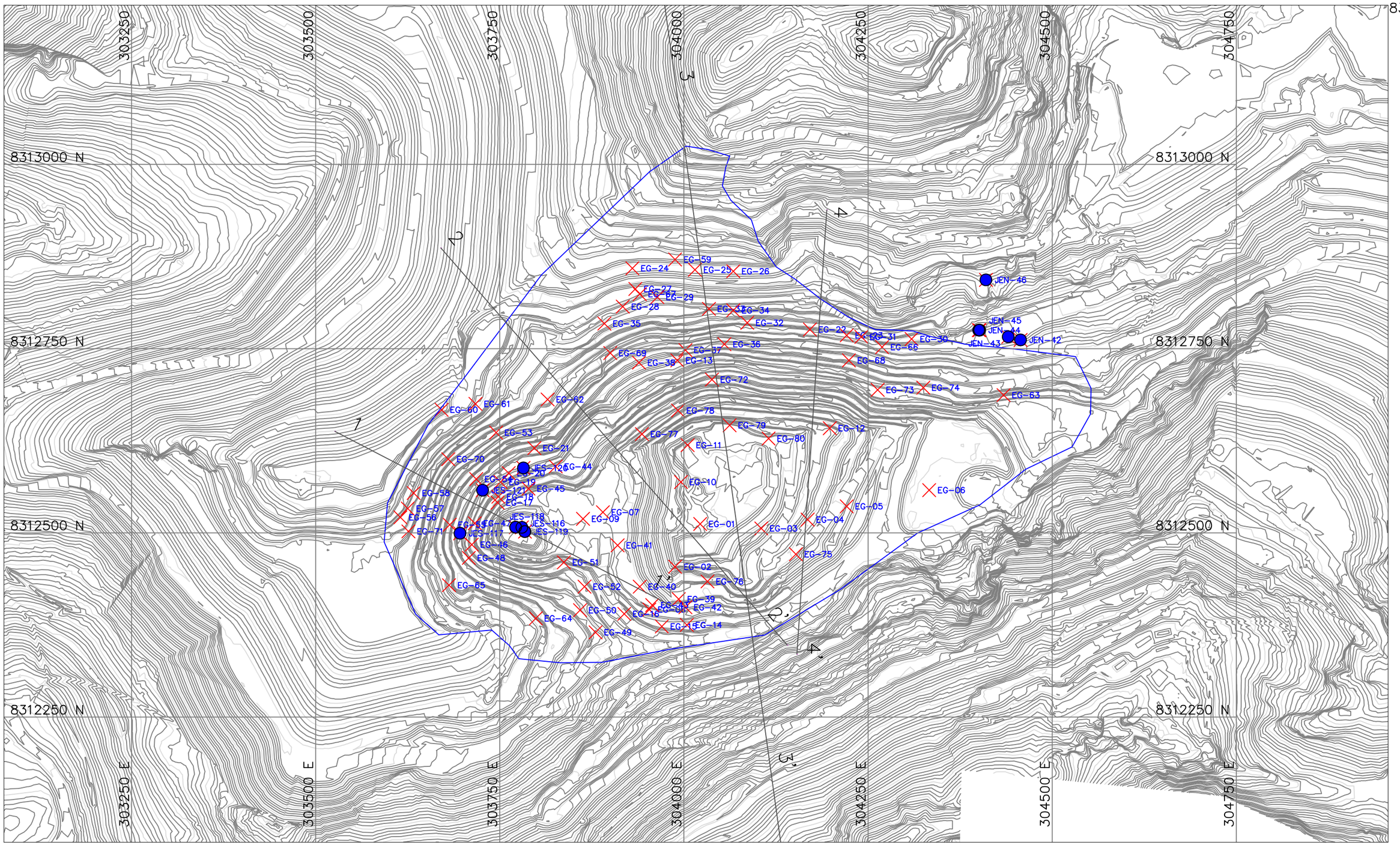
En los taludes del tajo abierto Jésica, el tamaño de muestra se determinó por el tipo de alteración presente en los dominios estructurales, Este, Oeste y Sur. Se consideraron el número de estaciones geomecánicas por tipo de alteración, según el detalle siguiente: Sílice Alunita (25 estaciones), Sílice Clay Pirita (20 estaciones) Sílice Granular (13 estaciones), Sílice Masiva (7 estaciones) Sílice Clay (5 estaciones), Cay Pirita (10 estaciones).

La ubicación de las estaciones geomecánicas y los taladros diamantinos se puede observar en la Figura 23.

Cuadro 12: **Ubicación de estaciones geomecánicas**

Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Este	Norte	Alteración	Estación	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Este	Norte	Alteración
EG-01	304022	8312512	SG	EG-41	303910	8312483	CP
EG-02	303988	8312454	SA	EG-42	304002	8312399	SA
EG-03	304105	8312506	SG	EG-43	303957	8312402	SCP
EG-04	304168	8312518	SG	EG-44	303826	8312590	SG
EG-05	304221	8312536	SG	EG-45	303789	8312560	SCP
EG-06	304333	8312558	SM	EG-46	303712	8312484	SCP
EG-07	303890	8312528	SCP	EG-47	303716	8312513	CP
EG-08	303953	8312396	SCP	EG-48	303708	8312466	SCP
EG-09	303863	8312519	SG	EG-49	303880	8312365	SCP
EG-10	303996	8312569	SM	EG-50	303859	8312395	CP
EG-11	304005	8312619	SM	EG-51	303837	8312460	SA
EG-12	304198	8312642	SM	EG-52	303865	8312427	SCP
EG-13	303991	8312734	CP	EG-53	303745	8312636	CP
EG-14	304004	8312375	SA	EG-54	303718	8312573	SCP
EG-15	303970	8312373	CP	EG-55	303682	8312511	SCP
EG-16	303919	8312390	CP	EG-56	303615	8312521	SA
EG-17	303747	8312541	SCP	EG-57	303625	8312533	SG
EG-18	303748	8312549	SG	EG-58	303633	8312554	CP
EG-19	303751	8312569	CP	EG-59	303988	8312871	SA
EG-20	303762	8312581	SCP	EG-60	303671	8312667	SC
EG-21	303797	8312615	SCP	EG-61	303717	8312675	SC
EG-22	304171	8312776	SA	EG-62	303815	8312681	SCP
EG-23	304221	8312768	CP	EG-63	304434	8312687	SA
EG-24	303930	8312859	SCP	EG-64	303799	8312384	SA
EG-25	304015	8312857	SCP	EG-65	303681	8312429	SC
EG-26	304067	8312855	SA	EG-66	304269	8312752	SA
EG-27	303934	8312831	SA	EG-67	303940	8312824	SA
EG-28	303917	8312807	SA	EG-68	304224	8312734	SA
EG-29	303964	8312820	SA	EG-69	303900	8312744	SCP
EG-30	304309	8312763	SA	EG-70	303680	8312600	SC
EG-31	304241	8312766	SA	EG-71	303626	8312502	SC
EG-32	304086	8312785	SA	EG-72	304038	8312708	SG
EG-33	304034	8312804	SA	EG-73	304263	8312694	SG
EG-34	304067	8312802	SCP	EG-74	304325	8312697	SA
EG-35	303892	8312784	SCP	EG-75	304152	8312471	SM
EG-36	304055	8312756	SA	EG-76	304032	8312434	SA
EG-37	304002	8312748	SCP	EG-77	303943	8312634	SG
EG-38	303939	8312731	SA	EG-78	303992	8312666	SM
EG-39	303993	8312410	SG	EG-79	304062	8312646	SA
EG-40	303940	8312427	SG	EG-80	304115	8312628	SM

Fuente: **Elaboración propia**



LEYENDA

1 — 1' Secciones de análisis

Límite del tajo Jésica

EG-70 Estación geomecánica

JES-116 Taladros diamantinos

Topografía actual

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

UBICACIÓN DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS Y TALADROS DIAMANTINOS

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA N°: **23**

4.5. Selección de Muestra

Para el mapeo de taludes, el muestreo es de tipo probabilístico aleatorio estratificado, debido a que el muestreo se realiza en función del tipo de alteración hidrotermal del modelo geológico del yacimiento Jésica. La distribución de la muestra es proporcional al área de cada tipo de alteración hidrotermal.

El logueo geomecánico de sondajes diamantinos, se aplica a todos los 11 sondajes diamantinos ejecutados por el área de Geología. Ver anexo B: Logueo de taladros diamantinos.

En el muestreo de rocas para ensayo de laboratorio se utiliza el muestreo no probabilístico intencional, debido a que se envían muestras al laboratorio para corroborar datos de roca intacta, obtenidos por otros métodos en campo. Ver anexo D: Ensayos de laboratorio.

4.6. Técnicas de Recolección de Datos

Los datos fueron recogidos directamente en el lugar de estudio, mediante el registro de datos de resistencia del macizo rocoso (Cuadro 13).

Cuadro 13. **Metodología de recolección de datos.**

Recolección de datos		
Qué datos son necesarios	***Con qué instrumentos recogemos la información***	***Dónde, cuándo y cómo se obtiene la información***
Características del macizo rocoso. *Datos de resistencia de la roca.* *Datos de las discontinuidades del macizo rocoso*	*Los datos se obtuvieron directamente en campo, utilizando los materiales básicos para mapeo geomecánico.*	*La toma de datos se realizó en el macizo rocoso del tajo abierto Jésica, ubicado en Ocuviri – Lampa – Puno, durante los años 2015-2017, mediante la observación, medición y recolección de muestras.*

Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis e Interpretación de la Información

En la presente tesis se realizó un análisis cuantitativo de los datos, usando las pruebas estadísticas paramétricas del Coeficiente de correlación de Pearson y el Coeficiente de Determinación, para lo cual se utilizó el programa estadístico conocido como SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), el programa mencionado es uno de los que tiene mayor uso en Estados Unidos así como en América Latina.

El Coeficiente de Correlación de Pearson ‘’es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón’’ (Hernández, Fernández, y

Baptista, 2010, p.311). Es utilizado para medir el grado de asociación de dos (2) variables siempre y cuando ambas sean cuantitativas. El coeficiente “r” de Pearson puede variar de -1.00 a +1.00, ‘’el signo indica la dirección de la correlación (positiva o negativa); y el valor numérico indica la magnitud de la correlación’’ (Hernández et al., 2010, p.312).

Hernández et al. (2010), describen lo siguiente:

0.00 = No existe correlación alguna entre las variables.
+-0.10 = Correlación (positiva/negativa) muy débil.
+-0.25 = Correlación (positiva/negativa) débil.
+-0.50 = Correlación (positiva/negativa) media.
+-0.75 = Correlación (positiva/negativa) considerable.
+-0.90 = Correlación (positiva/negativa) muy fuerte.
+-1.00 = Correlación (positiva/negativa) perfecta. (p.312)

El Coeficiente de Determinación, se define como el cuadrado del coeficiente de correlación, se entiende como una proporción de variabilidades. El modelo expresado en una ecuación tiene un a juste perfecto cuando el valor es de 1, por lo cual para que el modelo explique al menos el 50% del comportamiento de las variables debe tener por lo menos un coeficiente de determinación (R^2) de 0.5.

Creswell (2005) señala que un coeficiente de determinación (R^2) entre 0.66 y 0.85 ofrece una buena predicción de una variable respecto de la otra variable; y por encima de 0.85 implica que ambas variables miden casi el mismo concepto subyacente, son “cercanamente” un constructo semejante. (Hernández et al., 2010, p.314).

CAPÍTULO 5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

5.1.1. Alteraciones Hidrotermales

Las alteraciones hidrotermales presentes en el tajo abierto Jésica, son las siguientes:

- Clay Pirita (CP): Presente en la zona de sulfuros, es la alteración que presenta propiedades de macizo rocoso menores a las demás.

- Sílice Clay Pirita (SCP): Presente en la zona de sulfuros, las características del macizo rocoso no son las más bajas sin embargo siguen siendo menores a las alteraciones presentes en óxidos y sulfuros.

- Sílice Clay (SC): Presente en la zona de óxidos y sulfuros, las características del macizo rocoso mejoran en la zona de sulfuros.

- Sílice Alunita (SA): Presente en la zona de óxidos y sulfuros, las características del macizo rocoso son mejores en la zona de sulfuros.

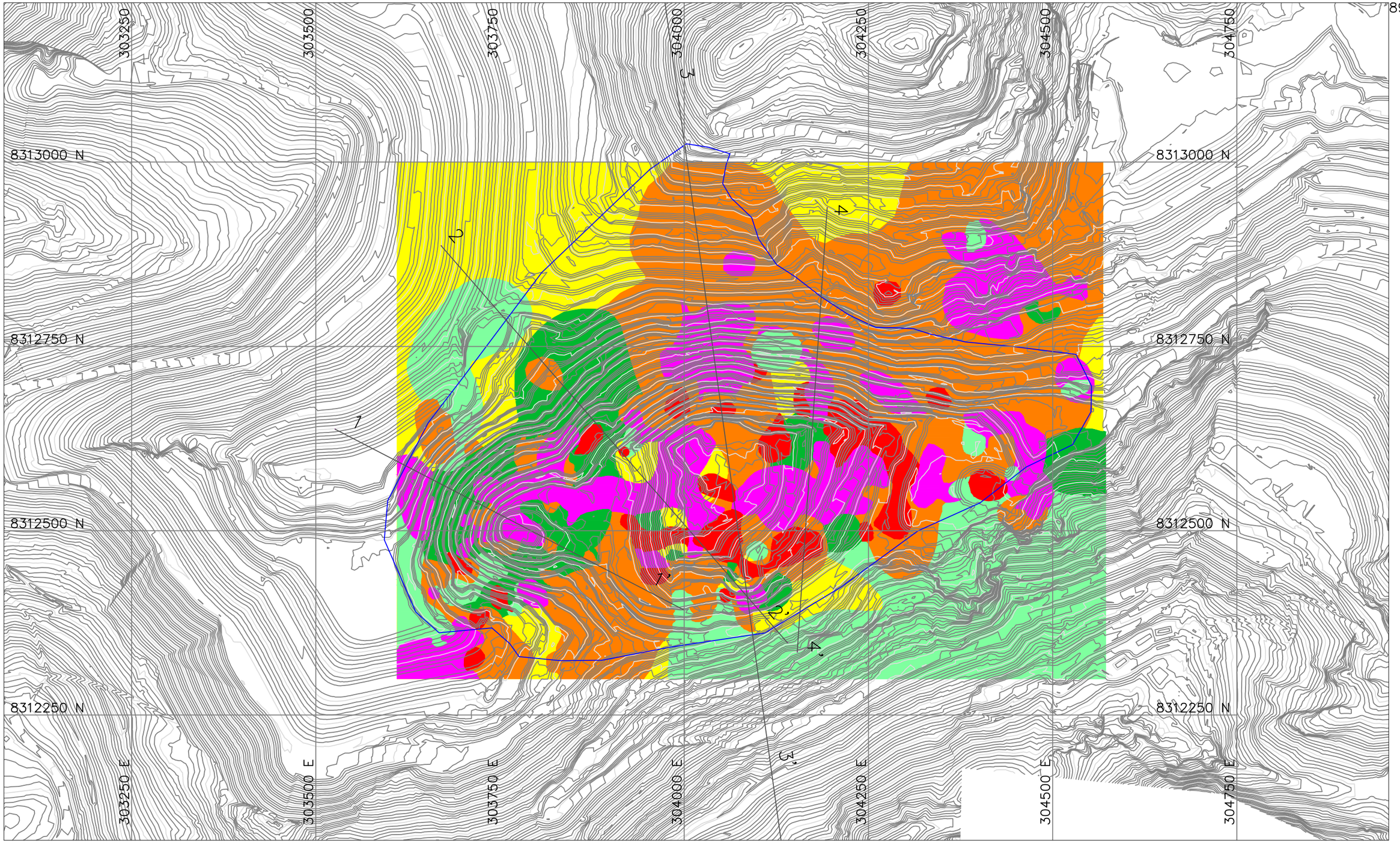
- Sílice Granular (SG): Presente en la zona de óxidos y sulfuros, las características del macizo rocoso son mejores en la zona de sulfuros.

- Sílice Masiva (SM): Presente en la zona de óxidos y sulfuros, las características del macizo rocoso son mejores en la zona de sulfuros.

Los dominios geotécnicos del tajo abierto Jésica, están representados por las alteraciones hidrotermales antes mencionadas.

En las Figuras 24 y 25, se observa que la alteración Sílice Alunita es predominante en dirección noreste a suroeste del tajo abierto Jésica, mientras que la alteración Sílice Clay Pirita predomina en el sector Oeste, la alteración Sílice Granular se ubica en la zona central junto con la Sílice Masiva, las alteraciones Sílice Clay y Clay Pirita se ubican principalmente en las zonas periféricas del tajo.

Cabe precisar, que el tajo abierto Jésica existe la zona de transición entre óxidos y sulfuros, denominada zona de mixtos; las propiedades del macizo rocoso de la zona de mixtos es similar a la zona de sulfuros; por lo cual, para efectos del desarrollo de la presente investigación, la zona de mixtos está incluida en la zona de sulfuros.



LEYENDA

1 — 1' Secciones de análisis
Límite del tajo Jésica
Topografía actual

Sílice Masiva
Sílice Alunita
Sílice Granular
Sílice Clay
Sílice Clay Pirita
Clay Pirita

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

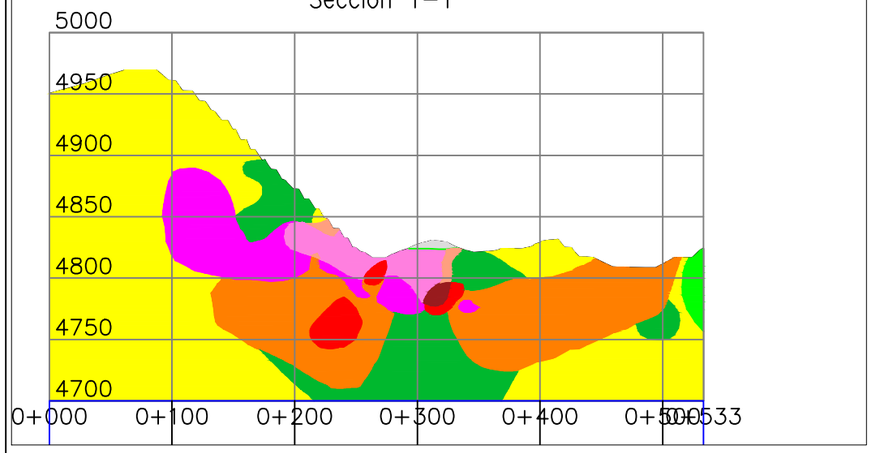
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

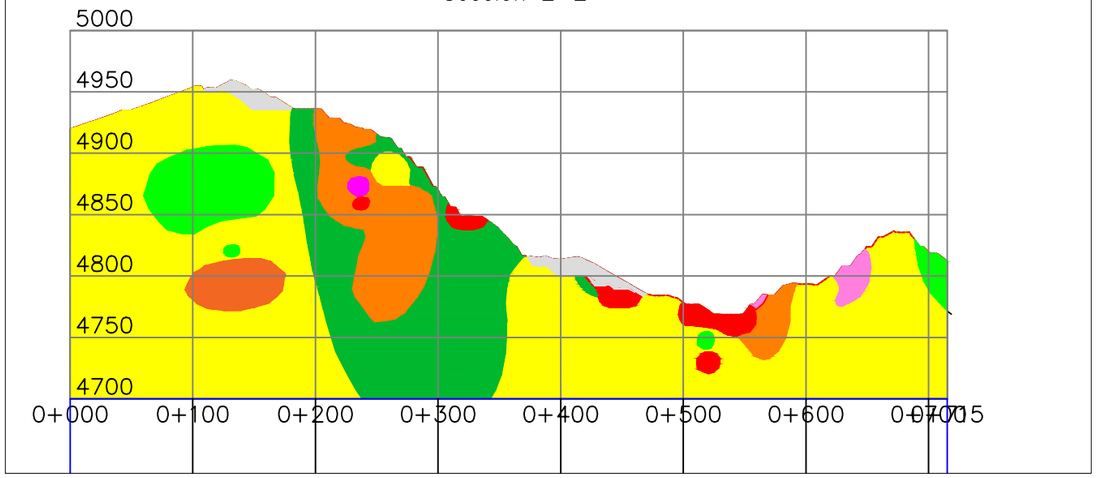
UNIDADES GEOTÉCNICAS DEL TAJO ABIERTO JÉSICA

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA Nº: **24**

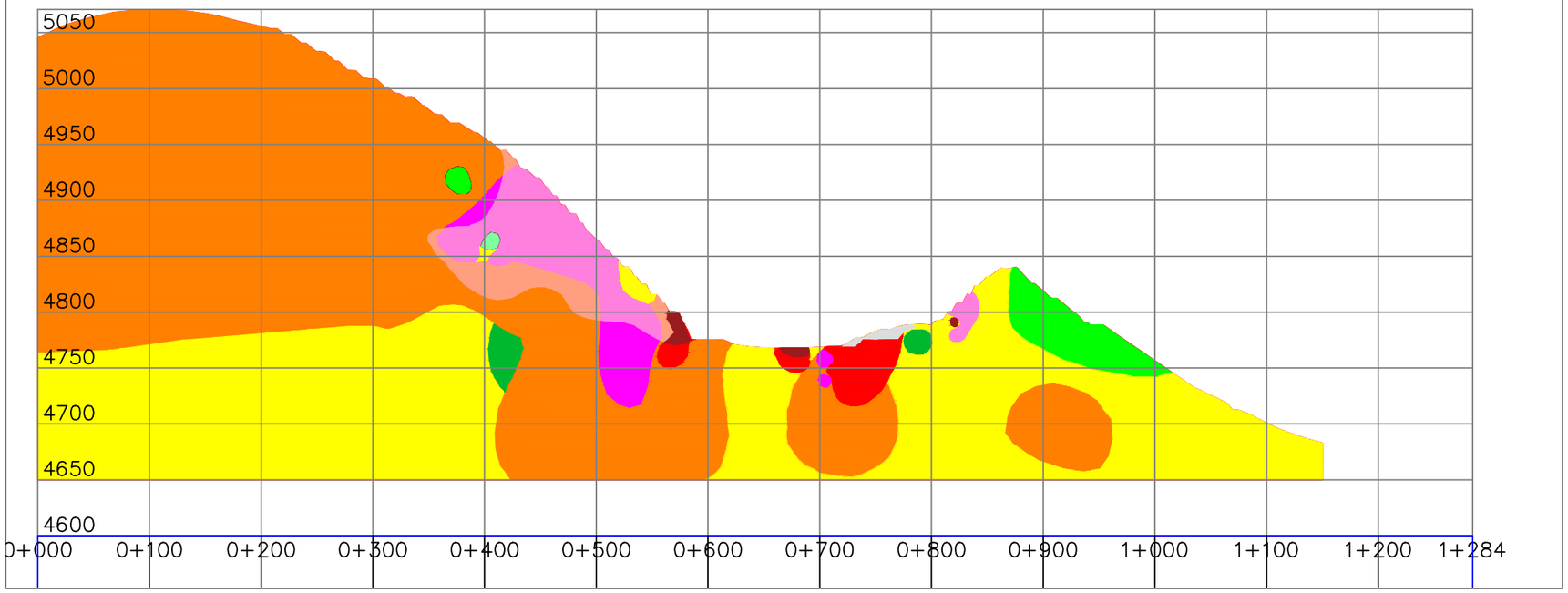
Sección 1–1'



Sección 2–2'



Sección 3–3'



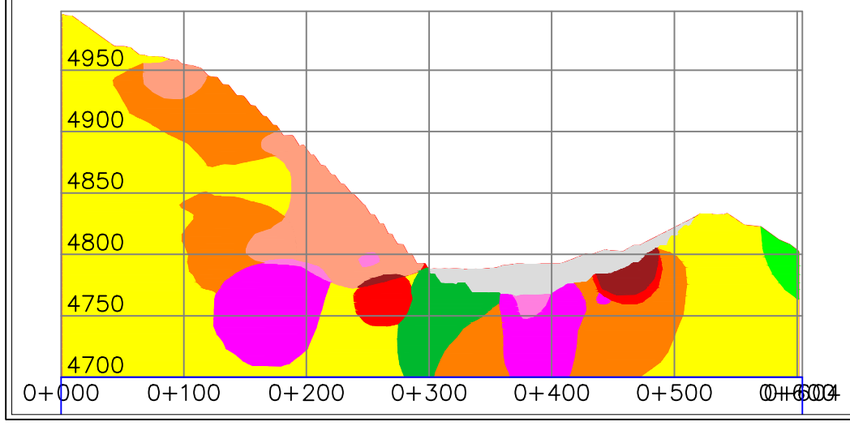
LEYENDA

Desmonte de mina

Sulfuros
- Sílice Masiva
- Sílice Alunita
- Sílice Granular
- Sílice Clay
- Sílice Clay Pirita
- Clay Pirita

Óxidos
- Sílice Masiva
- Sílice Alunita
- Sílice Granular
- Sílice Clay

Sección 4–4'



Características geométricas

Altura de banco: 8.0 m

Talud de banco: 54° a 65°

Talud global: 26° a 42°

Altura máxima: 280.0 m

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
UNIDAD DE POSGRADO

TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**

SECCIONES GEOTÉCNICAS DEL TAJO ABIERTO JÉSICA

ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA N°: **25**

5.1.2. Caracterización del Macizo Rocoso

Para la caracterización del macizo rocoso, se realizó el logueo geomecánico de once (11) taladros diamantinos y el mapeo geomecánico de taludes, considerando ochenta (80) estaciones geomecánicas distribuidas en el área expuesta del tajo abierto Jésica. Así mismo se realizaron ensayos en el laboratorio de mecánica de rocas de TECSUP.

Los datos registrados para caracterizar el macizo rocoso fueron los siguientes:

Resistencia a la Compresión Simple de la Matriz Rocosa (UCS). La resistencia a la compresión de la roca intacta es un parámetro significativo a la hora de realizar la caracterización del macizo rocoso, se obtuvo mediante el Martillo Schmidt y ensayos de compresión uniaxial en el laboratorio de mecánica de rocas. La resistencia a la compresión simple, no es un parámetro determinante en la caracterización del macizo rocoso.

Grado de Fracturamiento del Macizo Rocoso (RQD). El RQD, se obtuvo directamente en el mapeo de taludes y el logueo geomecánico de taladros diamantinos. Se realizó el análisis estadístico, observando que existe una correlación lineal entre el RQD y el RMR, en todas las alteraciones. En la Figura 26, se observa la variación de RMR en función del RQD en óxidos, mientras que en la Figura 27 se observa la variación de RMR en función del RQD en sulfuros.

En la caracterización del macizo rocoso se observó que existe una correlación lineal del RMR en función del RQD, por lo que se realizó un análisis de regresión lineal jerárquica, considerando el RQD como principal parámetro de caracterización del macizo rocoso para la determinación de la calidad del macizo rocoso RMR.

En el Cuadro 14, se aprecia que para el modelo de regresión lineal jerárquica probado con las cinco (5) variables de caracterización del macizo rocoso para la obtención del RMR, el RQD explica el 82.7 % de la varianza del RMR (R cuadrado 0.827).

El puntaje de la prueba de Durbin-Watson indica que hay independencia de errores (1.401), el mismo que se encuentra entre 1 y 3, por lo cual se acepta el supuesto.

Cuadro 14. **Correlación caracterización del macizo rocoso y RMR.**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.909[a]	.827	.827	4.53110	
2	1.000[b]	1.000	1.000	.00000	1.401

a. Predictores: (Constante), RQD

b. Predictores: (Constante), RQD, WC, UCS, JC, FF

c. Variable dependiente: RMR

Fuente. Elaboración propia.

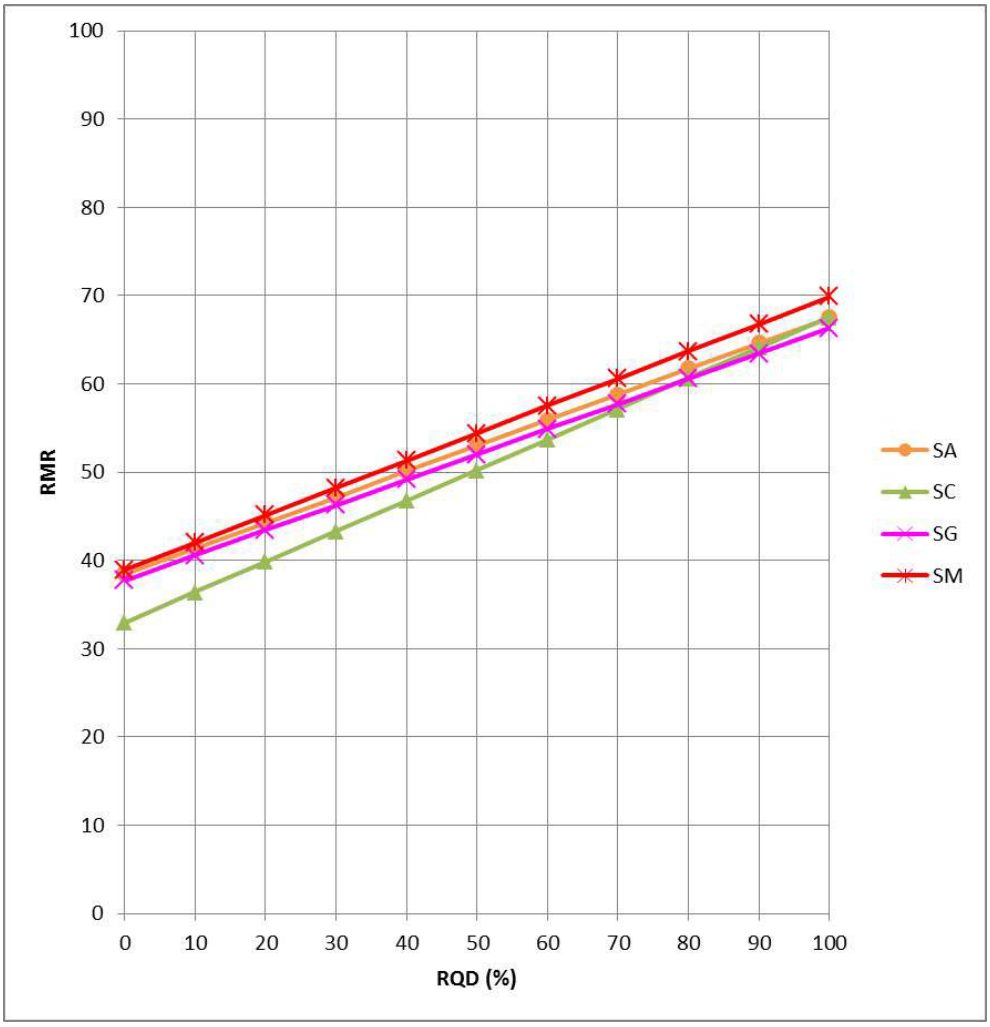


Figura 26. **Variación del RMR en función del RQD – zona de óxidos.** Elaboración propia.

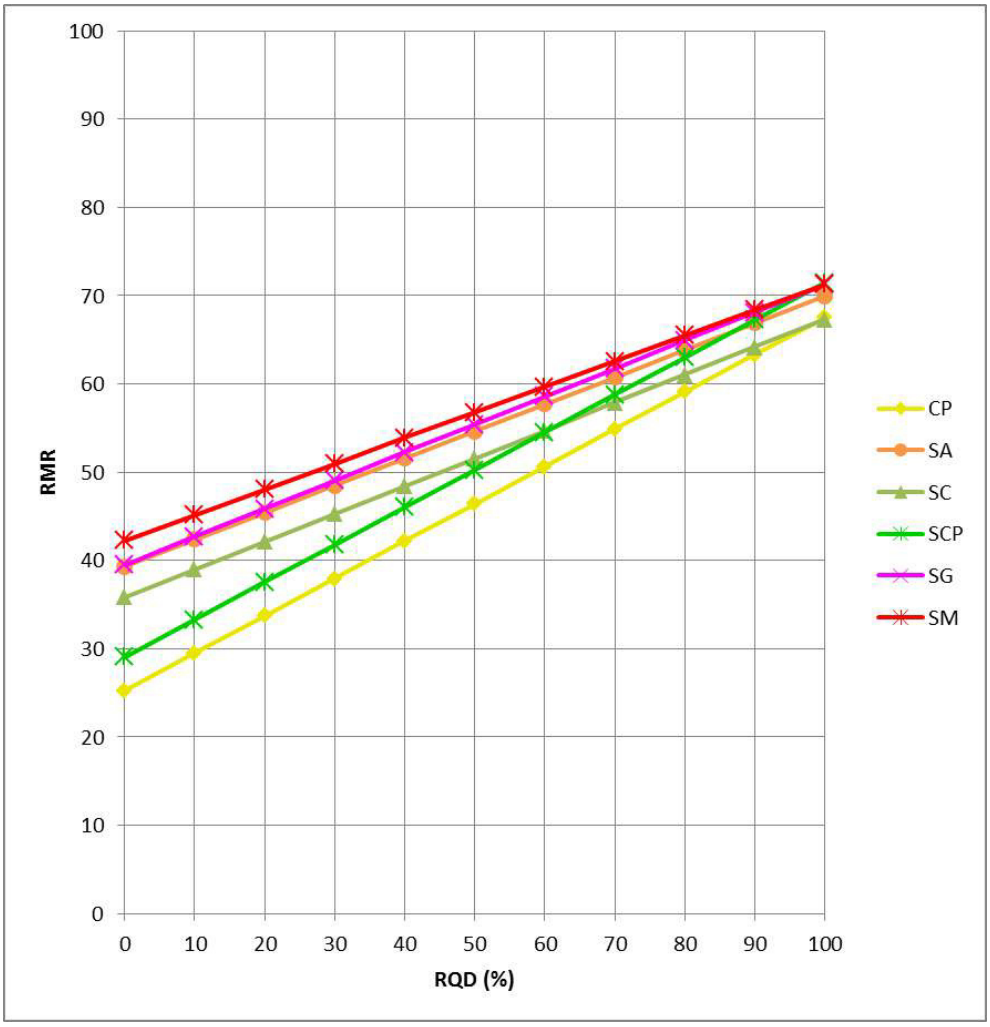


Figura 27. **Variación del RMR en función del RQD – zona de sulfuros.** Elaboración propia.

A partir del RMR, se puede representar el GSI de cada alteración hidrotermal presente en el tajo abierto Jésica en función del RQD, tal como se muestra en las Figuras 28, 29, 30, 31, 32 y 33, de acuerdo del tipo de regresión lineal que es el más ajustado a los datos.

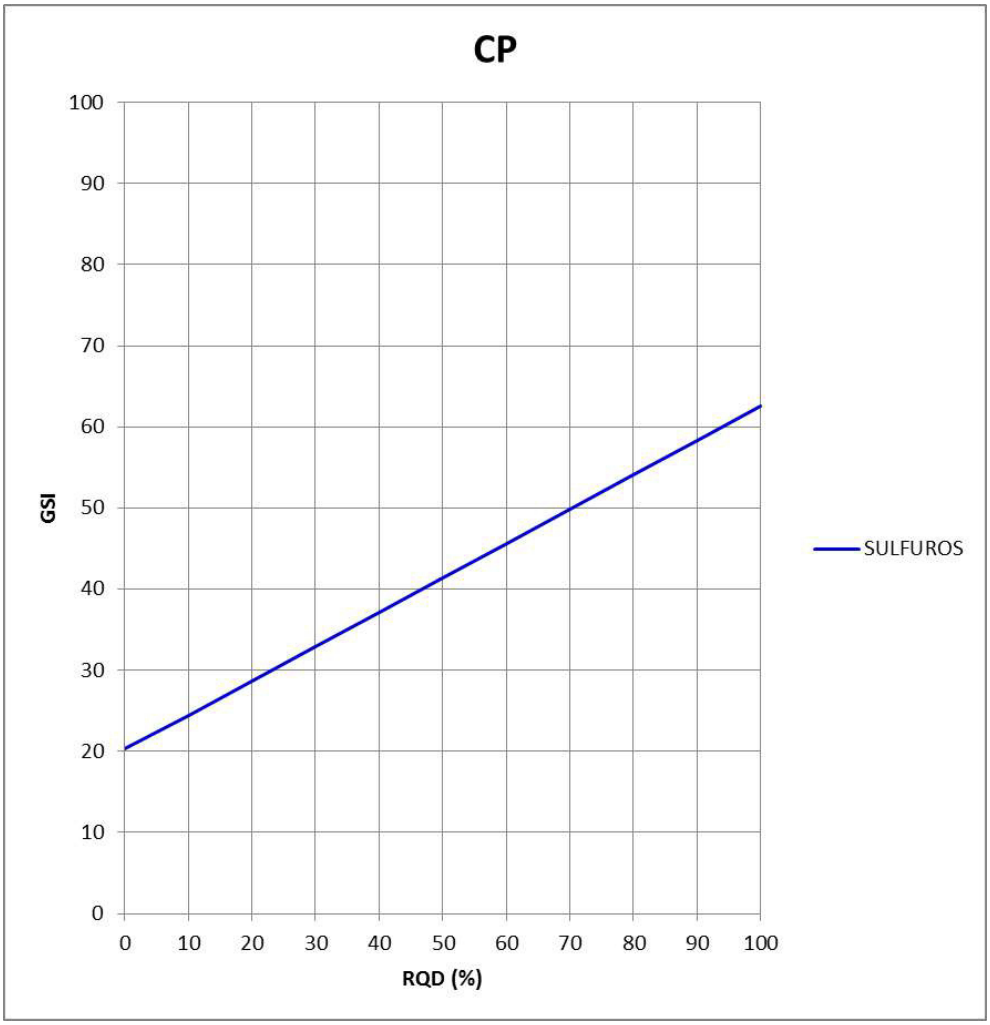


Figura 28. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Clay Pirita.** Elaboración propia.

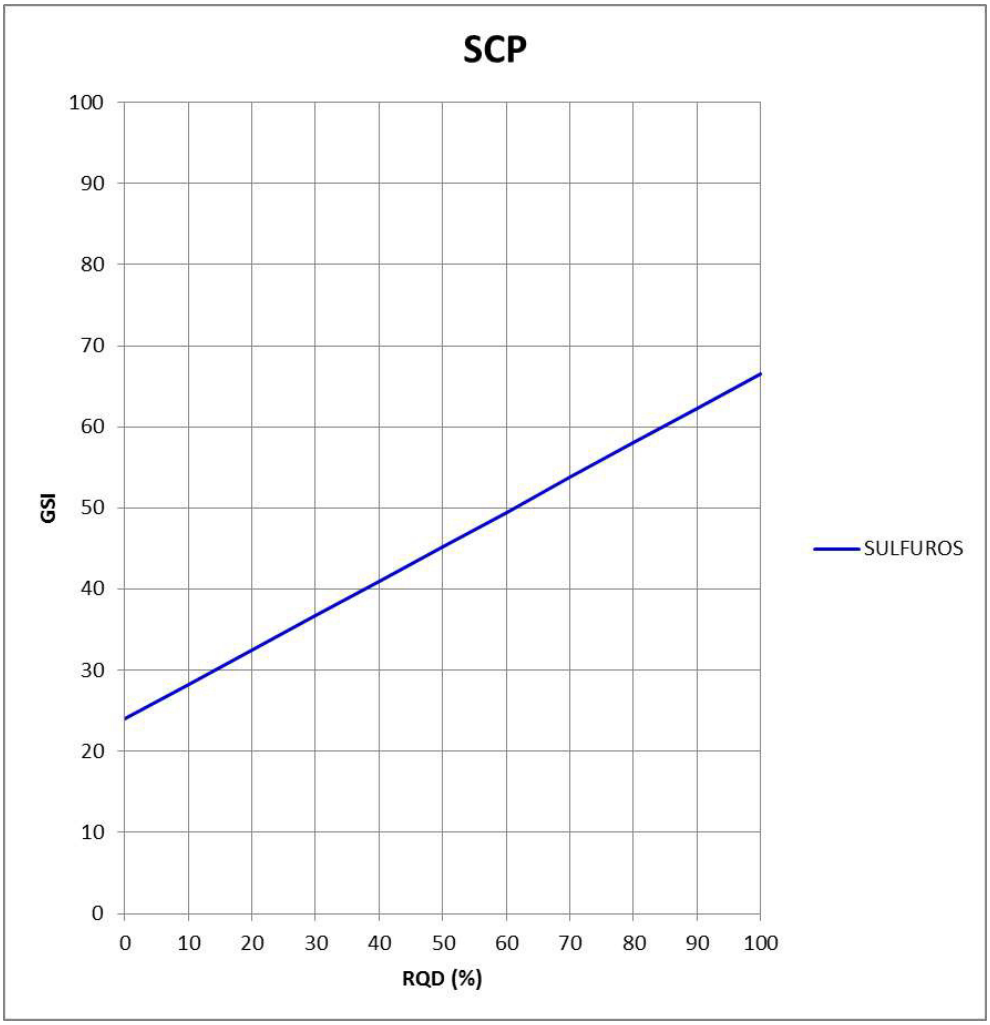


Figura 29. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Clay Pirita.** Elaboración propia.

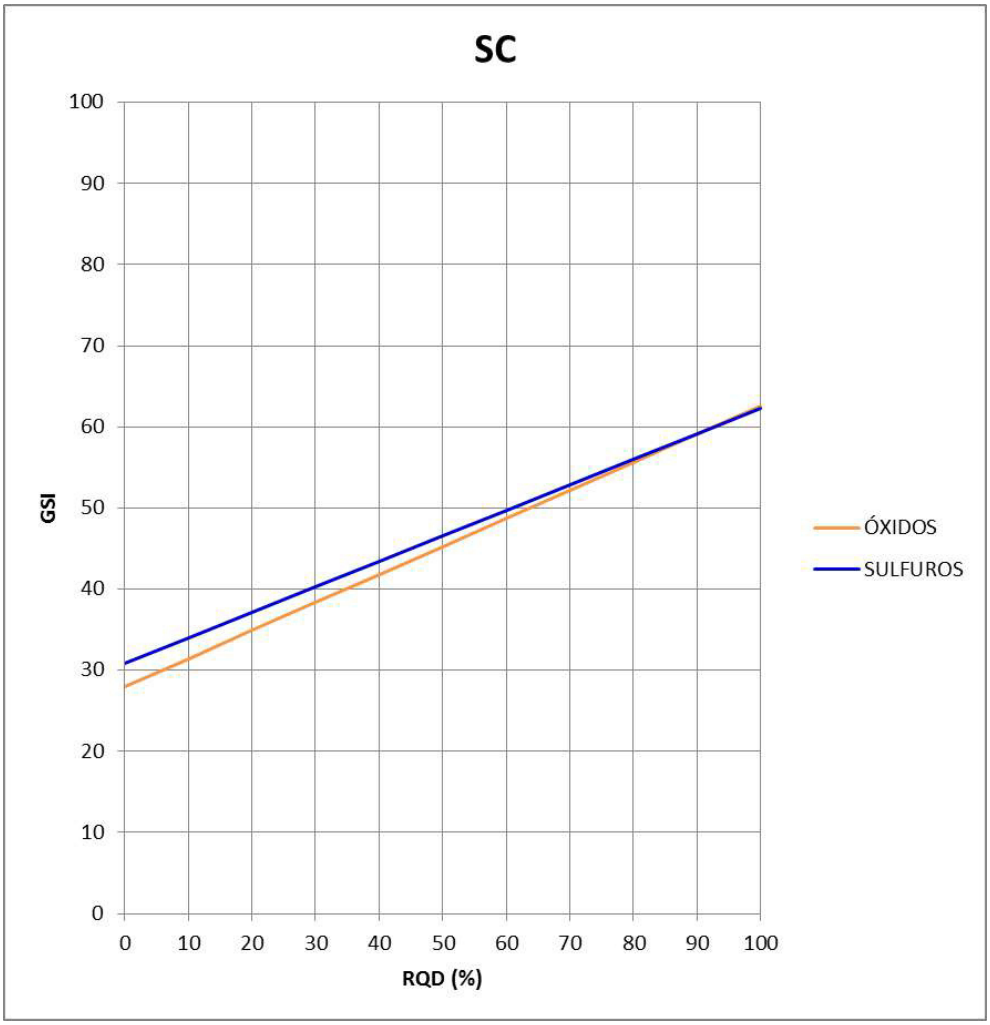


Figura 30. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Clay.** Elaboración propia.

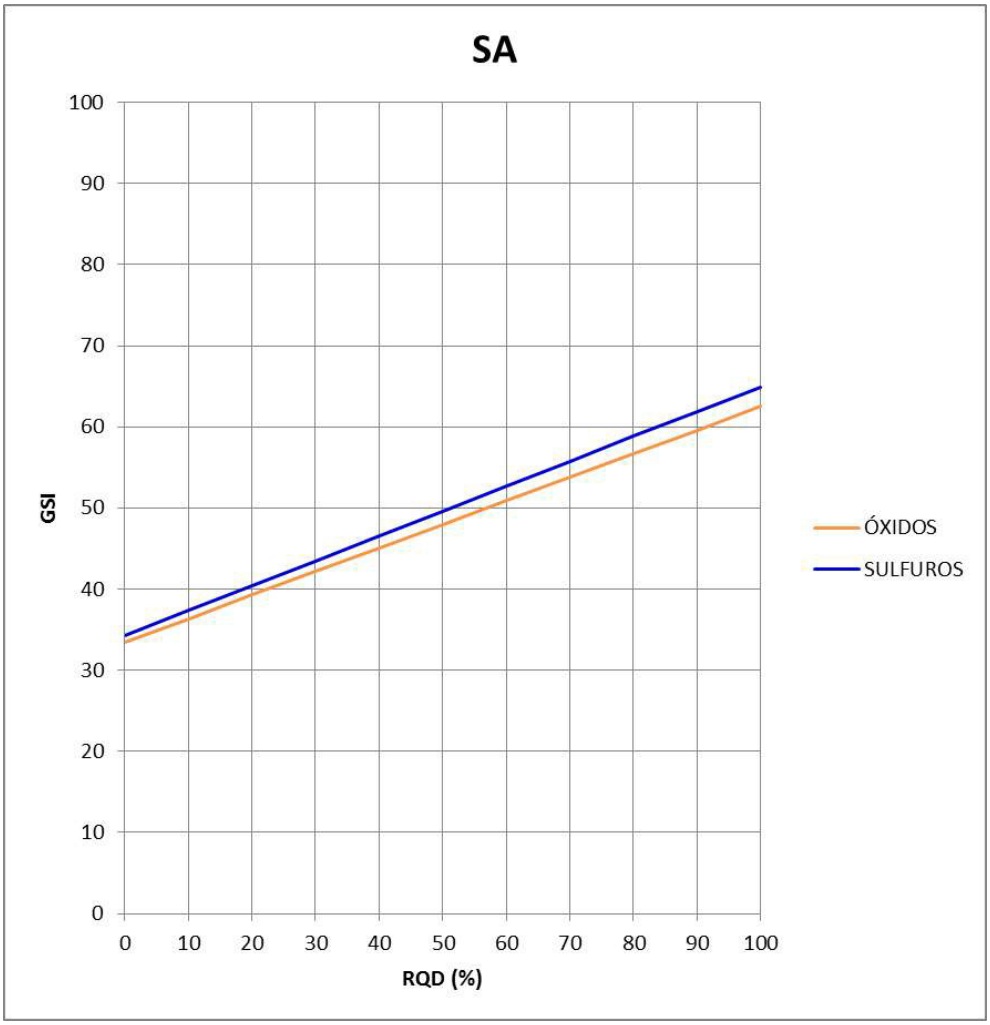


Figura 31. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Alunita.** Elaboración propia.

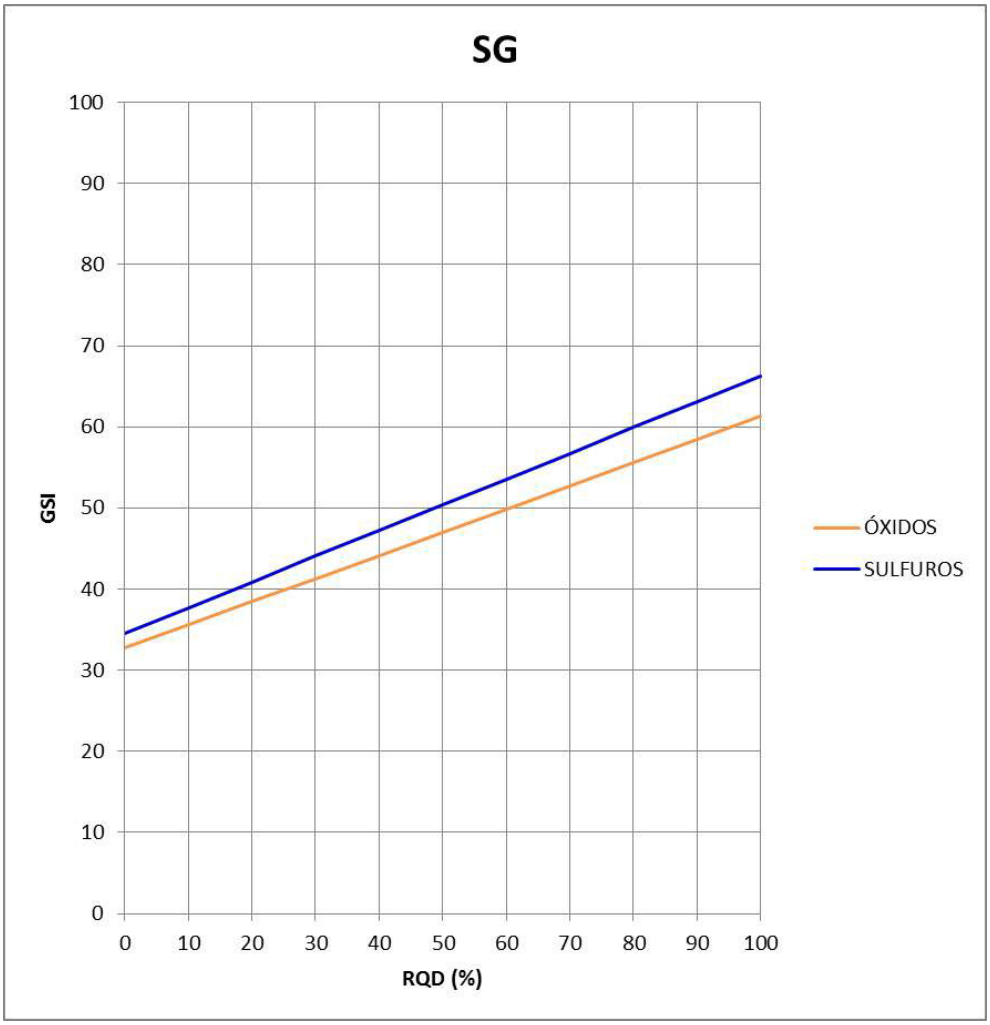


Figura 32. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Granular.** Elaboración propia.

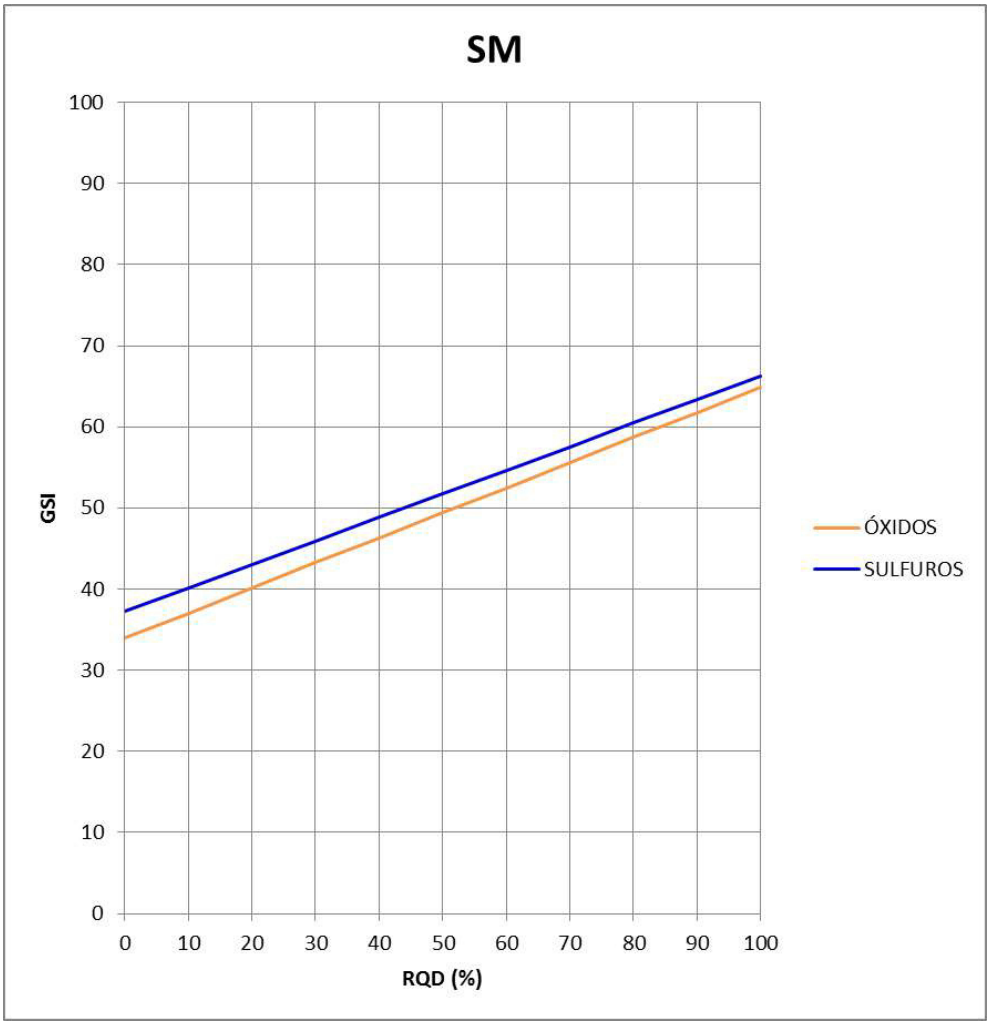


Figura 33. **Variación del GSI en función del RQD – alteración Sílice Masiva.** Elaboración propia.

Espaciado de las Discontinuidades (FF). El espaciamiento, se obtuvo directamente en el mapeo de taludes y el logueo geomecánico de taladros diamantinos.

Condiciones de las Discontinuidades (JC). Para este parámetro se requiere considerar las características siguientes:

- Abertura o separación de las caras de la discontinuidad.
- Continuidad o persistencia de la discontinuidad.
- Rugosidad de las caras de la discontinuidad.

- Alteración de la discontinuidad.
- Relleno de las discontinuidades.

Presencia del Agua (WC). En el macizo rocoso, durante el mapeo de taludes no se identificó presencia de agua, en el logueo de los taladros diamantinos se identificaron zonas húmedas en profundidad.

Con base en las características antes mencionadas, se realizó el resumen de parámetros para cada tipo de alteración en la zona de óxidos y sulfuros. La condición de agua no se considera, debido a que es independiente del tipo de alteración. En los Cuadros 15 y 16 se muestran los parámetros de los óxidos y sulfuros respectivamente, observando que para una misma alteración en la zona de sulfuros mejoran las características del macizo rocoso, respecto a la zona de óxidos.

Cuadro 15. **Resumen de los parámetros RMR_{89}, por tipo de alteración en óxidos.**

ALTERACIÓN			PARÁMETROS RMR_{89}			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	UCS	RQD (%)	Fract/m	JC
Sílice Clay	SC	1	63.67	40.76	11.46	11.43
Sílice Granular	SG	2	60.43	38.93	13.52	13.00
Sílice Masiva	SM	3	73.42	42.78	13.18	13.72
Sílice Alunita	SA	4	54.55	60.75	8.39	14.08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16. **Resumen de los parámetros RMR_{89}, por tipo de alteración en sulfuros.**

ALTERACIÓN			PARÁMETROS RMR_{89}			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	UCS	RQD (%)	Fract/m	JC
Clay Pirita	CP	1	18.50	34.96	15.25	9.16
Sílice Clay Pirita	SCP	2	38.26	37.25	10.70	10.60
Sílice Clay	SC	3	42.94	58.42	8.42	13.79
Sílice Granular	SG	4	59.72	61.61	7.44	16.06
Sílice Alunita	SA	5	65.85	68.91	5.47	15.08
Sílice Masiva	SM	6	99.49	62.99	6.49	16.31

Fuente: Elaboración propia

Orientación de las Discontinuidades. Se determinó tres (3) dominios estructurales, mediante el análisis cinemático en Dips 6.0, estas orientaciones sirven para la clasificación SMR y el análisis de estabilidad anisotrópico. La orientación de las discontinuidades se obtuvo del mapeo de ochenta (80) estaciones geomecánicas. En el Cuadro 17, se observan las familias de discontinuidades en cada dominio estructural.

Cuadro 17. **Orientación de las discontinuidades por dominio estructural.**

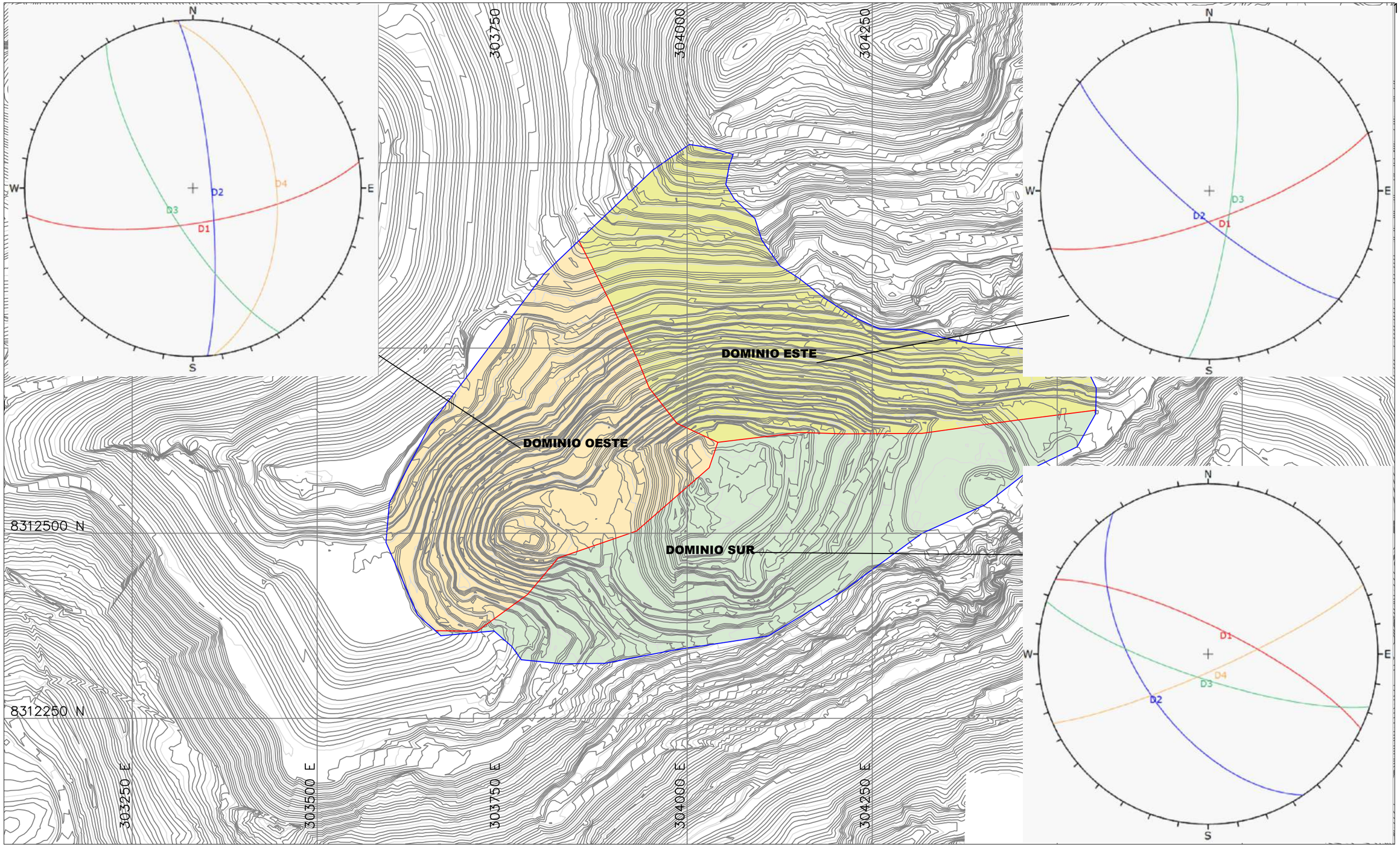
DOMINIO ESTRUCTURAL	FAMILIA DE DIACLASAS Buzamiento/Dirección de Buzamiento	
Dominio estructural Oeste	73/ 171	D1
	81/ 085	D2
	75/ 239	D3
	49/ 083	D4
Dominio estructural Este	76/ 160	D1
	78/ 220	D2
	79/ 097	D3
Dominio estructural Sur	77/ 026	D1
	56/ 236	D2
	78/ 198	D3
	82/ 156	D4

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 34, se observan los dominios estructurales Este, Oeste y Sur. Así también en el anexo E: Análisis estereográfico por dominios estructurales, se observan las principales familias de discontinuidades por cada dominio estructural.

Factor de disturbancia D. la perforación y voladura influyen en la caracterización del macizo rocoso, dicho valor forma parte del criterio de rotura de Hoek y Brown Generalizado.

De acuerdo a lo descrito en las bases teóricas, en el presente trabajo de investigación se consideró el factor de disturbancia D =0.9, debido a que los taludes del tajo abierto Jésica, estuvieron sometidos a voladuras de producción controladas, mediante taladros buffer y taladros de pre-corte.



LEYENDA

1 1' Secciones de análisis

Límite del tajo Jésica

Topografía actual

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS **UNIVERSIDAD DEL PERÚ, DECANA DE AMÉRICA**			
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA **UNIDAD DE POSGRADO**			
TESIS: **CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO APLICADO AL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL YACIMIENTO JÉSICA, OCUVIRI-LAMPA-PUNO 2015-2016**			
DOMINIOS ESTRUCTURALES			
ASESOR: MG. LLOYD WILLIAMS SOLÓRZANO POMA TESISTA: BACH. EDITTA HERRERA CARRANZA	ESCALA: 1:5000 DATUM: WGS 84, 19S	Enero, 2020	FIGURA Nº: **34**

5.1.3. Clasificación del Macizo Rocoso

Rock Mass Rating (RMR), la clasificación geomecánica utilizada en el tajo abierto Jésica, es el RMR básico, (Rock Mass Rating RMR) de Bieniawski 1989, los resultados se presentan en los Cuadros 18 y 19, para óxidos y sulfuros respectivamente.

Cuadro 18. **Resultados de RMR, por tipo de alteración en óxidos.**

ALTERACIÓN			RMR
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	
Sílice Clay	SC	1	47
Sílice Granular	SG	2	49
Sílice Masiva	SM	3	52
Sílice Alunita	SA	4	56

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 19. **Resultados de RMR, por tipo de alteración en sulfuros.**

ALTERACIÓN			RMR
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	
Clay Pirita	CP	1	40
Sílice Clay Pirita	SCP	2	45
Sílice Clay	SC	3	54
Sílice Granular	SG	4	59
Sílice Alunita	SA	5	60
Sílice Masiva	SM	6	61

Fuente. Elaboración propia

Las propiedades geomecánicas del macizo rocoso, se muestran en los Cuadro 20 y 21, en óxidos y sulfuros respectivamente.

Cuadro 20. **Propiedades geomecánicas del macizo rocoso en óxidos**

ALTERACIÓN			PARÁMETROS GEOMECÁNICOS			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	UCS	GSI	mi	D
Sílice Clay	SC	1	63.67	42	12	0.9
Sílice Granular	SG	2	60.43	44	18	0.9
Sílice Masiva	SM	3	73.42	47	18	0.9
Sílice Alunita	SA	4	54.55	51	20	0.9

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 21. **Propiedades geomecánicas del macizo rocoso en sulfuros.**

ALTERACIÓN			PARÁMETROS GEOMECÁNICOS			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	UCS	GSI	mi	D
Clay Pirita	CP	1	18.50	35	10	0.9
Sílice Clay Pirita	SCP	2	38.26	40	12	0.9
Sílice Clay	SC	3	42.94	49	20	0.9
Sílice Granular	SG	4	59.72	54	20	0.9
Sílice Alunita	SA	5	65.85	55	21	0.9
Sílice Masiva	SM	6	99.49	56	21	0.9

Fuente. Elaboración propia

5.1.4. Análisis cinemático de talud de banco

Slope Mass Rating (SMR). Para determinar la influencia de la orientación de las discontinuidades en la calidad y estabilidad del macizo rocoso, se utilizó la clasificación SMR de Romana. Según los dominios

estructurales, descritos en el Cuadro 17, Oeste, Este y Sur, se realizó la clasificación SMR.

En el anexo F: Análisis cinemático, se observa el análisis cinemático de cada dominio estructural, tomando las principales orientaciones del talud en cada dominio estructural, tal como se describe en el Cuadro 22.

Cuadro 22. **Orientación de taludes en cada dominio estructural**

DOMINIO ESTRUCTURAL	ORIENTACIÓN DE TALUD	
	Talud 1	Talud 2
Oeste	65/117	65/139
Este	65/172	65/183
Sur	65/006	65/055

Fuente. Elaboración propia

En el sector Oeste, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco se ve afectada negativamente por formación de falla por cuña entre las familias de discontinuidades D1 (73/171) y D4 (49/083) que interceptan al talud (65/117), las mismas que restan 28 puntos al RMR.

En el sector Este, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco no se ve afectada por la orientación de las discontinuidades, debido a que no se forma ningún tipo de falla, el tipo de excavación genera una suma de 8 puntos al RMR.

En el sector Sur, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco se ve afectada negativamente por formación de falla por vuelco entre el talud 65/055 y la familia D2 (56/236), restando 17 puntos al RMR.

Los resultados se presentan en los Cuadros 23 y 24, para óxidos y sulfuros respectivamente.

Cuadro 23. **Resultados de SMR, por sectores en óxidos.**

ALTERACIÓN			RMR	SMR		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO		OESTE	ESTE	SUR
Sílice Clay	SC	1	47	19	55	30
Sílice Granular	SG	2	49	21	57	32
Sílice Masiva	SM	3	52	24	60	35
Sílice Alunita	SA	4	56	28	64	39

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 24. **Resultados de SMR, por sectores en sulfuros.**

ALTERACIÓN			RMR	SMR		
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO		OESTE	ESTE	SUR
Clay Pirita	CP	1	40	12	48	23
Sílice Clay Pirita	SCP	2	45	17	53	28
Sílice Clay	SC	3	54	26	62	37
Sílice Granular	SG	4	59	31	67	42
Sílice Alunita	SA	5	60	32	68	43
Sílice Masiva	SM	6	61	33	69	44

Fuente. Elaboración propia

5.1.5. Análisis de Estabilidad de Taludes Globales – comportamiento isotrópico del macizo rocoso

El análisis de estabilidad para taludes globales, se realizó en el software SLIDE versión 6.0, en cuatro (4) secciones críticas del tajo abierto Jésica, se consideró las propiedades de resistencia del macizo rocoso uniforme (isotrópico). El análisis de estabilidad se ha realizado en condiciones estáticas y pseudoestáticas drenadas, ya

que el nivel freático se encuentra 50.0 m por debajo de la cota de fondo del tajo abierto y no tiene influencia en las paredes del tajo. Para el análisis pseudoestático se consideró un coeficiente de aceleración de 0.16, que es el recomendado en el estudio de peligro sísmico realizado para esta zona.

En este caso, se asume que la resistencia del macizo rocoso es uniforme y no existe variación de la misma por presencia de discontinuidades, se usó el criterio de falla de Hoek y Brown Generalizado y se realizó el análisis de falla circular.

En el Cuadro 25, se presenta los resultados del análisis de estabilidad realizado, tanto en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Cuadro 25. **Resultados del análisis de estabilidad – macizo rocoso isotrópico (Falla Circular).**

SECCIONES CRÍTICAS ANALIZADAS	Hoek - Brown Generalizado	
	Estático	Pseudoestático
Sección 1-1'	1.36	1.06
Sección 2-2'	1.75	1.44
Sección 3-3'	1.99	1.56
Sección 4-4'	1.67	1.32

Fuente. Elaboración propia

Las salidas del software Slide se muestran en las Figuras 1 al 8 del anexo G: Análisis de estabilidad física talud global – falla circular.

5.1.6. Análisis de Estabilidad de Taludes Globales - macizo rocoso direccional (anisotrópico)

El análisis de estabilidad para taludes globales, se realizó en el software SLIDE versión 6.0, en cuatro (4) secciones críticas del tajo abierto Jésica, se consideró las propiedades de resistencia del macizo rocoso direccional (anisotrópico), teniendo en consideración las familias de discontinuidades sub paralelas al talud. El análisis de estabilidad tiene las mismas consideraciones de nivel freático y peligro sísmico considerados en el ítem 5.1.5.

Para este tipo de análisis de estabilidad se tomaron en consideración las discontinuidades sub paralelas al talud, se usó el criterio de falla Anisotrópico Generalizado y el análisis de falla No circular. Al tener en cuenta la orientación de las discontinuidades en la variación de la resistencia del macizo rocoso, el análisis de estabilidad de taludes es direccional (no circular), teniendo preferencia de falla por las zonas más débiles, que vienen a ser las discontinuidades.

Para obtener la resistencia de las discontinuidades se realizaron ensayos de corte directo, donde se obtuvieron los parámetros de cohesión y fricción.

Las propiedades del macizo rocoso se consideraron para el criterio de falla de Hoek y Brown Generalizado, mientras que para las discontinuidades se consideraron los parámetros de cohesión y ángulo de fricción del criterio de falla Mohr-Coulomb. Finalmente, el criterio de rotura anisotrópico generalizado permite acoplar los dos (2) criterios antes mencionados (roca y discontinuidades), lo cual optimiza la búsqueda de superficies de rotura

teniendo en cuenta la anisotropía presente a causa de las discontinuidades que buzan en dirección de los taludes del tajo abierto.

En la presente investigación se consideraron dos (2) familias de discontinuidades subparalelas al talud analizado, denominadas F1 (buzamiento de 72° a 82°) y F2 (buzamiento de 45° a 55°) predominantes en el tajo abierto Jésica. En el Cuadro 26, se observan los resultados del análisis de estabilidad realizado al macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).

Cuadro 26. **Resultados del análisis de estabilidad – macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).**

SECCIONES CRÍTICAS ANALIZADAS	Anisotrópico Generalizado	
	Estático	Pseudoestático
Sección 1-1'	1.23	0.97
Sección 2-2'	1.71	1.26
Sección 3-3'	1.84	1.46
Sección 4-4'	1.49	1.14

Fuente. Elaboración propia

Las salidas del software Slide se muestran en las Figuras 1 al 8 del anexo H: Análisis de estabilidad física talud global – Falla No Circular.

5.2. Prueba de Hipótesis

5.2.1. Hipótesis General

El tipo de alteración hidrotermal influye significativamente en la calidad del macizo rocoso y la estabilidad de taludes.

Para la hipótesis general, se aplicó la correlación de Pearson formulando las hipótesis estadísticas H0 (hipótesis nula) y H1 (hipótesis de investigación), tal como se presenta a continuación:

H0: La calidad del macizo rocoso y la estabilidad de taludes no difieren significativamente por tipo de alteración hidrotermal.

H1: La calidad del macizo rocoso y la estabilidad de taludes sí difieren significativamente por tipo de alteración hidrotermal.

En el Cuadro 20 se muestran los datos considerados en la zona de óxidos y en el Cuadro 21 se muestran los datos considerados en la zona de sulfuros. La calidad del macizo rocoso está determinada por el RMR y el análisis de estabilidad está representado por los factores de seguridad estáticos y pseudoestáticos.
Para el análisis del factor de seguridad se consideró un talud con altura de 300 m y un ángulo de 45º, el criterio de resistencia Hoek y Brown Generalizado y el método Morgenstern-Price. Los Cuadros 27 y 28 muestran los valores de factores de seguridad obtenidos en la zona de óxidos y sulfuros respectivamente. Los valores de RMR, son los valores promedio obtenidos en el tajo abierto Jésica para cada tipo de alteración hidrotermal.

Cuadro 27. **Datos para la correlación de la hipótesis general en óxidos.**

ALTERACIÓN		RMR	FACTOR DE SEGURIDAD	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO		FSE	FSP
Sílice Clay	SC	47	1.45	1.14
Sílice Granular	SG	49	1.61	1.26
Sílice Masiva	SM	52	1.81	1.42
Sílice Alunita	SA	56	1.91	1.50

Fuente: Elaboración propia

Las salidas del software Slide, se pueden observar en las Figuras 1 al 8 del anexo I: Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal – macizo rocoso isotrópico (Falla Circular).

Cuadro 28. **Datos para la correlación de la hipótesis general en sulfuros.**

ALTERACIÓN		RMR	FACTOR DE SEGURIDAD	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO		FSE	FSP
Clay Pirita	CP	40	0.81	0.64
Sílice Clay Pirita	SCP	45	1.16	0.91
Sílice Clay	SC	54	1.75	1.37
Sílice Granular	SG	59	2.07	1.63
Sílice Alunita	SA	60	2.25	1.77
Sílice Masiva	SM	61	2.56	2.01

Fuente: Elaboración propia

Las salidas del software Slide, se pueden observar en las Figuras 9 al 20 del anexo I: Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal – macizo rocoso isotrópico (Falla Circular).

Según el Cuadro 29, los datos analizados en la zona de óxidos, muestran una correlación positiva o directa muy fuerte entre el RMR y los factores de seguridad estáticos (FSE) y pseudoestáticos (FSP) por tipo de alteración hidrotermal,

registrando un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.969 para el FSE y 0.971 para el FSP, lo cual indica que altos valores de RMR, se asocian con altos valores FSE y FSP. La correlación es significativa al 0.05%, es decir, existe 95% de probabilidad en que la correlación sea verdadera y 5% de probabilidad de error; el valor σ asociado a esta prueba es de 0.031, valor menor que 0.05. Lo antes mencionado permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula.

Cuadro 29. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP) por tipo de alteración hidrotermal en óxidos.**

		RMR	FSE	FSP
RMR	Correlación de Pearson	1	.969*	.971*
	Sig. (bilateral) (σ)		.031	.029
	N	4	4	4
FSE	Correlación de Pearson	.969*	1	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.031		.000
	N	4	4	4
FSP	Correlación de Pearson	.971*	1.000**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.029	.000	
	N	4	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 30, en la zona de sulfuros se registra un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.985 para el FSE y el FSP, lo que implica una correlación positiva o directa muy fuerte entre ambas variables, e indica que altos valores de RMR, se asocian con altos valores de factor de seguridad estáticos y pseudoestáticos. El coeficiente es significativo al 0.01% (99% de confianza en que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error). El valor σ asociado a esta prueba es de

0.0, el mismo que es menor que 0.05. Lo antes mencionado permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula.

Cuadro 30. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP) por tipo de alteración hidrotermal en sulfuros.**

		RMR	FSE	FSP
RMR	Correlación de Pearson	1	.985**	.985**
	Sig. (bilateral) (σ)		.000	.000
	N	6	6	6
FSE	Correlación de Pearson	.985**	1	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000		.000
	N	6	6	6
FSP	Correlación de Pearson	.985**	1.000**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	
	N	6	6	6

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35 se muestra el diagrama de dispersión para la zona de óxidos, el análisis de regresión, ha permitido determinar que el grado de asociación es de tipo lineal. El modelo que mejor explica la relación entre las variables calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP), luego de realizar el diagrama de dispersión, viene dado por una ecuación lineal con un coeficiente de determinación (R^2) promedio para las cuatro (4) alteraciones hidrotermales de 0.94, es decir, se explica el 94% del comportamiento de las variables.

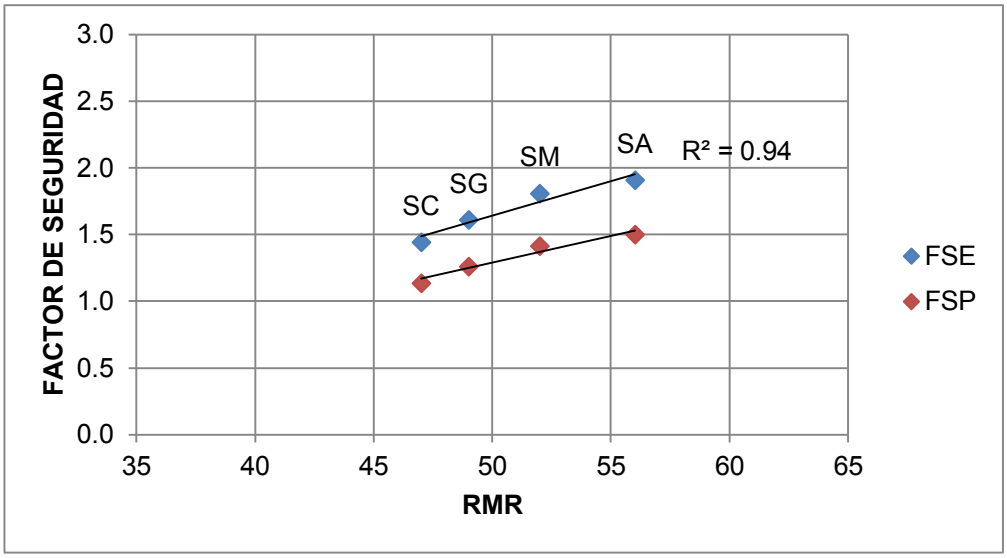


Figura 35. **Gráfico de dispersión para la hipótesis general en óxidos.** Elaboración propia.

La Figura 36, muestra el gráfico de correlación entre el tipo de alteración hidrotermal, la calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE y FSP), en la zona de sulfuros, representada por una ecuación lineal con un coeficiente de determinación (R^2) promedio para las seis (6) alteraciones hidrotermales de 0.97, explicando el 97% del comportamiento de los datos.

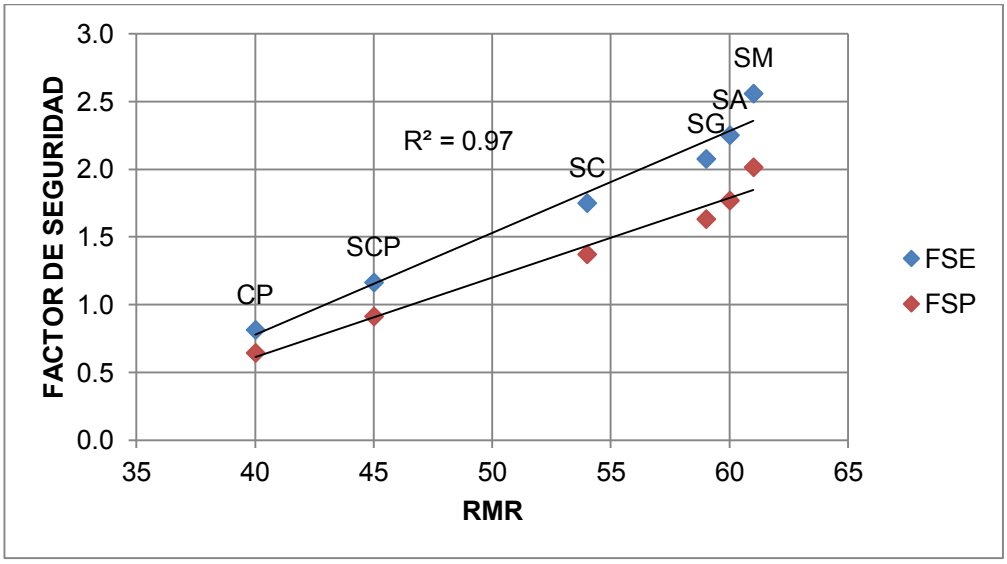


Figura 36. **Gráfico de dispersión para la hipótesis general en sulfuros.** Elaboración propia.

En las Figuras 35 y 36, se observa que tanto para la zona de óxidos como de sulfuros, el RMR y la estabilidad de taludes determinada por el factor de seguridad estático y pseudoestático difieren significativamente por el tipo de alteración hidrotermal.
En la Figura 35, se observa que en la zona de la alteración SC es la que presenta los valores menores de RMR, FSE y FSP, mientras que la alteración SA presenta los valores mayores de RMR, FSE y FSP. Así también en la Figura 36, correspondiente a la zona de sulfuros, se observa que la alteración CP es la que presenta los valores menores de RMR, FSE y FSP, mientras que la alteración SM presenta los valores mayores de RMR, FSE y FSP.

5.2.2. Hipótesis Específicas

1: El tipo de alteración hidrotermal influye positiva y significativamente en la calidad del macizo rocoso.

Para la hipótesis específica 1, se aplicó la correlación de Pearson formulando las hipótesis estadísticas H0 (hipótesis nula) y H1 (hipótesis de investigación), tal como se presenta a continuación:

H0: La calidad del macizo rocoso no difiere significativamente por tipo de alteración hidrotermal.

H1: La calidad del macizo rocoso sí difiere significativamente por tipo de alteración hidrotermal.

El Cuadro 31 muestra los datos considerados en la zona de óxidos y el Cuadro 32, muestra los datos considerados en la zona de sulfuros.

Cuadro 31. **Datos para la correlación de la hipótesis específica 1 en óxidos.**

ALTERACIÓN			RMR
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	
Sílice Clay	SC	1	47
Sílice Granular	SG	2	49
Sílice Masiva	SM	3	52
Sílice Alunita	SA	4	56

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 32. **Datos para la correlación de la hipótesis específica 1 en sulfuros.**

ALTERACIÓN			RMR
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CÓDIGO	
Clay Pirita	CP	1	40
Sílice Clay Pirita	SCP	2	45
Sílice Clay	SC	3	54
Sílice Granular	SG	4	59
Sílice Alunita	SA	5	60
Sílice Masiva	SM	6	61

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 33, en la zona de óxidos se registra un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.989, lo que implica una correlación positiva o directa muy fuerte entre ambas variables, e indica que cada alteración hidrotermal, se asocia con una calidad de macizo rocoso distinta. El coeficiente es significativo al 0.05% (95% de confianza en que la correlación sea verdadera y 5% de probabilidad de error). El valor σ asociado a esta prueba es de 0.011, el mismo que es menor que 0.05. Esto permite rechazar Ho y, por lo tanto, aceptar la hipótesis de investigación.

Cuadro 33. **Correlación alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR) en óxidos.**

		ALTERACION HIDROTERMAL	RMR
ALTERACION HIDROTERMAL	Correlación de Pearson	1	.989*
	Sig. (bilateral) (σ)		.011
	N	4	4
RMR	Correlación de Pearson	.989*	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.011	
	N	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 34, en la zona de sulfuros se registra un coeficiente de correlación "r" de Pearson de 0.947, lo que implica una correlación positiva o directa muy fuerte entre ambas variables, e indica que cada alteración hidrotermal se asocia con una calidad de macizo rocoso distinta. El coeficiente es significativo al 0.01% (99% de confianza en que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error). El valor σ asociado a esta prueba es de 0.004, el mismo que es menor que 0.01. Lo antes mencionado permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula.

Cuadro 34. **Correlación alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR) en sulfuros.**

		ALTERACION HIDROTERMAL	RMR
ALTERACION HIDROTERMAL	Correlación de Pearson	1	.947**
	Sig. (bilateral) (σ)		.004
	N	6	6
RMR	Correlación de Pearson	.947**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.004	
	N	6	6

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 37 se muestran el diagrama de dispersión en la zona de óxidos, el análisis de regresión, ha permitido determinar que el grado de asociación es de tipo lineal. El modelo que mejor explica la relación entre las variables alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR), luego de realizar el diagrama de dispersión, viene dado por una ecuación lineal con un coeficiente de determinación (R^2) promedio para las cuatro (4) alteraciones hidrotermales de 0.98, es decir, se explica el 98% del comportamiento de las variables.

En la Figura 38 se muestra el diagrama de dispersión en la zona de sulfuros, el gráfico de correlación entre alteración hidrotermal y calidad del macizo rocoso (RMR), está representado por una ecuación lineal con un coeficiente de determinación (R^2) promedio para las cuatro (4) alteraciones hidrotermales de 0.9, explicando el 90% de los datos.

En la zona de óxidos se observa que la alteración SC es la que presenta los valores menores de RMR mientras que la alteración SA presenta los valores mayores de RMR.
En la zona de sulfuros se observa que la alteración CP es la que presenta los valores menores de RMR mientras que la alteración SM presenta los valores mayores RMR.

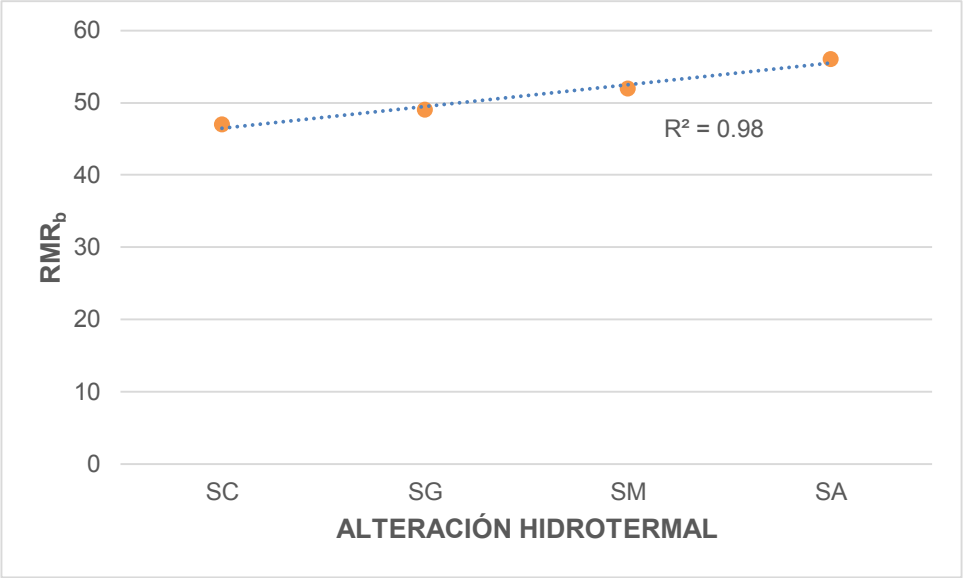


Figura 37. **Gráfico de correlación para la hipótesis específica 1 en óxidos.** Elaboración propia.

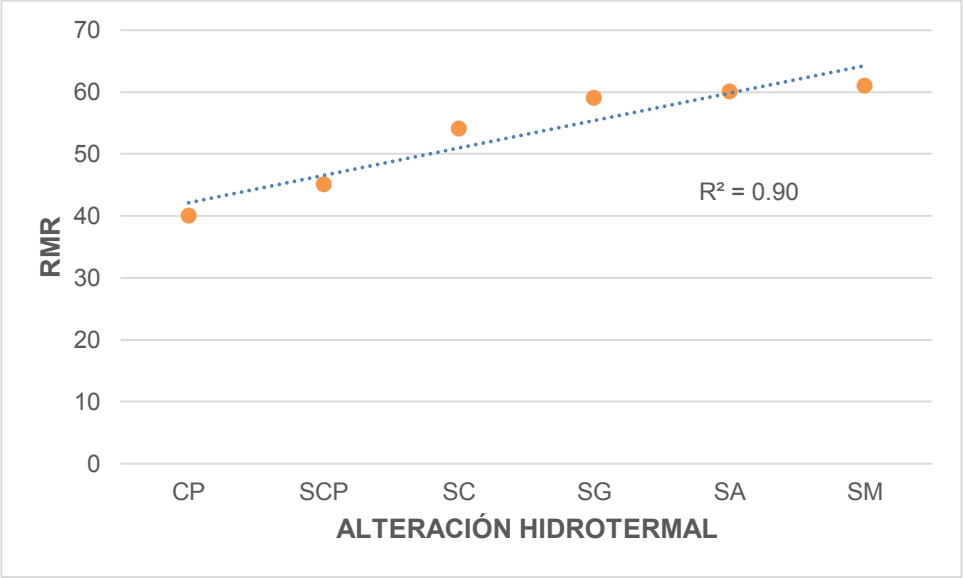


Figura 38. **Gráfico de correlación para la hipótesis específica 1 en sulfuros.** Elaboración propia.

2: La calidad del macizo rocoso influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes.

Para la hipótesis específica 2, se aplicó la correlación de Pearson formulando las hipótesis estadísticas H0 (hipótesis nula) y H1 (hipótesis de investigación), tal como se presenta a continuación:

H0: La calidad del macizo rocoso no influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes.

H1: La calidad del macizo rocoso sí influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes.

Para el análisis del factor de seguridad se consideró un talud con altura de 300 m y un ángulo de 45º, el criterio de resistencia Hoek y Brown Generalizado y el método Morgenstern-Price. Los Cuadros 35 y 36 muestran los valores de factores de seguridad obtenidos en la zona de óxidos y sulfuros respectivamente. La calidad de macizo rocoso analizada varía desde RMR 40 a RMR 65, que corresponde al rango de valores encontrados en el tajo abierto Jésica.

Cuadro 35. **Datos para la correlación entre el RMR y el factor de seguridad - hipótesis específica 2 en óxidos.**

	FACTOR DE SEGURIDAD POR ALTERACIÓN			
RMR	SC	SA	SG	SM
40	1.13	1.20	1.22	1.25
45	1.34	1.39	1.41	1.48
50	1.59	1.62	1.65	1.73
55	1.84	1.87	1.90	1.97
60	2.15	2.12	2.18	2.26
65	2.47	2.43	2.50	2.57

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 36. **Datos para la correlación entre el RMR y el factor de seguridad - hipótesis específica 2 en sulfuros.**

	FACTOR DE SEGURIDAD POR ALTERACIÓN					
RMR	CP	SCP	SC	SG	SA	SM
40	0.81	0.99	1.14	1.19	1.24	1.35
45	1.00	1.12	1.35	1.41	1.47	1.60
50	1.17	1.35	1.57	1.62	1.72	1.87
55	1.35	1.56	1.79	1.87	1.96	2.14
60	1.54	1.78	2.05	2.12	2.25	2.47
65	1.76	2.07	2.32	2.44	2.55	2.85

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 37, en la zona de óxidos se registra un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.997 y 0.998, lo que implica una correlación positiva o directa muy fuerte entre ambas variables, e indica que altos valores de calidad de macizo rocoso se asocian con altos valores de factores de seguridad. El coeficiente es significativo al 0.01% (99% de confianza en que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error). El valor σ asociado a esta prueba es de 0.00, el mismo que es menor que 0.01. Esto permite rechazar Ho y, por lo tanto, aceptar la hipótesis de investigación.

Según el cuadro 38, en la zona de sulfuros se registra un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.995 a 0.999, lo que implica una correlación positiva o directa muy fuerte entre ambas variables, e indica que altos valores de calidad de macizo rocoso se asocian con altos valores de factores de seguridad. El coeficiente es significativo al 0.01% (99% de confianza en que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error). El valor σ asociado a esta prueba es de 0.00, el mismo que es menor que 0.01. Esto permite rechazar Ho y, por lo tanto, aceptar la hipótesis de investigación.

Cuadro 37. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE) en óxidos.**

		RMR	SC	SA	SG	SM
RMR	Correlación de Pearson	1	.997**	.997**	.997**	.998**
	Sig. (bilateral) (σ)		.000	.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6
SC	Correlación de Pearson	.997**	1	1.000**	1.000**	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000		.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6
SA	Correlación de Pearson	.997**	1.000**	1	1.000**	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000		.000	.000
	N	6	6	6	6	6
SG	Correlación de Pearson	.997**	1.000**	1.000**	1	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000		.000
	N	6	6	6	6	6
SM	Correlación de Pearson	.998**	1.000**	1.000**	1.000**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000	.000	
	N	6	6	6	6	6

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 38. **Correlación calidad del macizo rocoso (RMR) y estabilidad de taludes (FSE) en sulfuros.**

		RMR	CP	SCP	SC	SG	SA	SM
RMR	Correlación de Pearson	1	.999**	.995**	.999**	.997**	.999**	.997**
	Sig. (bilateral) (σ)		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
CP	Correlación de Pearson	.999**	1	.997**	1.000**	.999**	1.000**	.999**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
SCP	Correlación de Pearson	.995**	.997**	1	.998**	.999**	.998**	.999**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
SC	Correlación de Pearson	.999**	1.000**	.998**	1	1.000**	1.000**	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
SG	Correlación de Pearson	.997**	.999**	.999**	1.000**	1	.999**	1.000**

	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
SA	Correlación de Pearson	.999**	1.000**	.998**	1.000**	.999**	1	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	6	6	6	6	6	6	6
SM	Correlación de Pearson	.997**	.999**	.999**	1.000**	1.000**	1.000**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	6	6	6	6	6	6	6

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

La Figura 39, muestra el gráfico de correlación entre RMR y FSE, para cada tipo de alteración hidrotermal en la zona de óxidos, representada por la ecuación lineal y siendo el valor R^2 de 0.99 para todas las alteraciones, explicando el 99% de los datos.

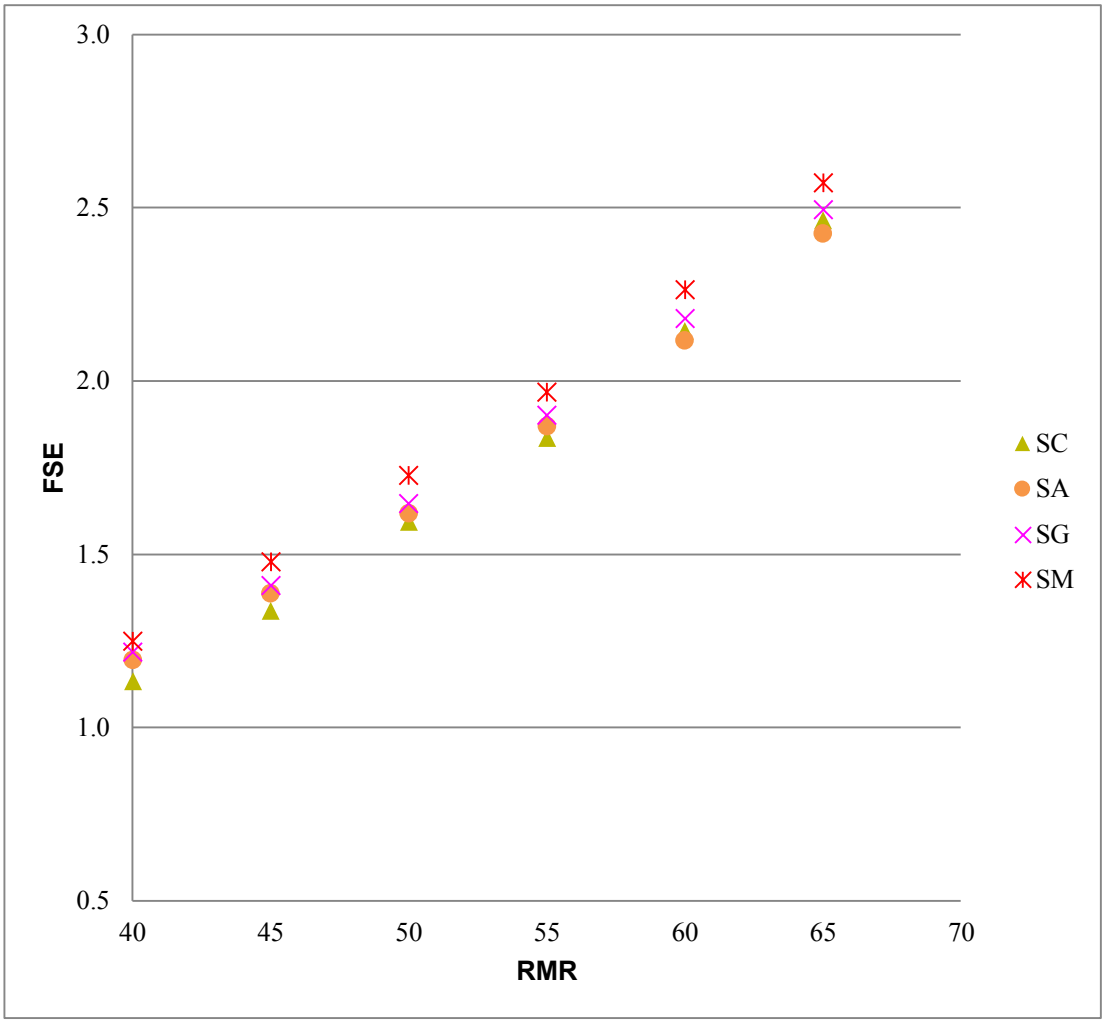


Figura 39. **Correlación para la hipótesis específica 2 en óxidos.** Elaboración propia.

La Figura 40, muestra el gráfico de correlación entre RMR y FSE, para cada tipo de alteración hidrotermal en la zona de sulfuros, representada por la ecuación lineal y siendo el valor R^2 de 0.99 para todas las alteraciones, explicando el 99% de los datos.

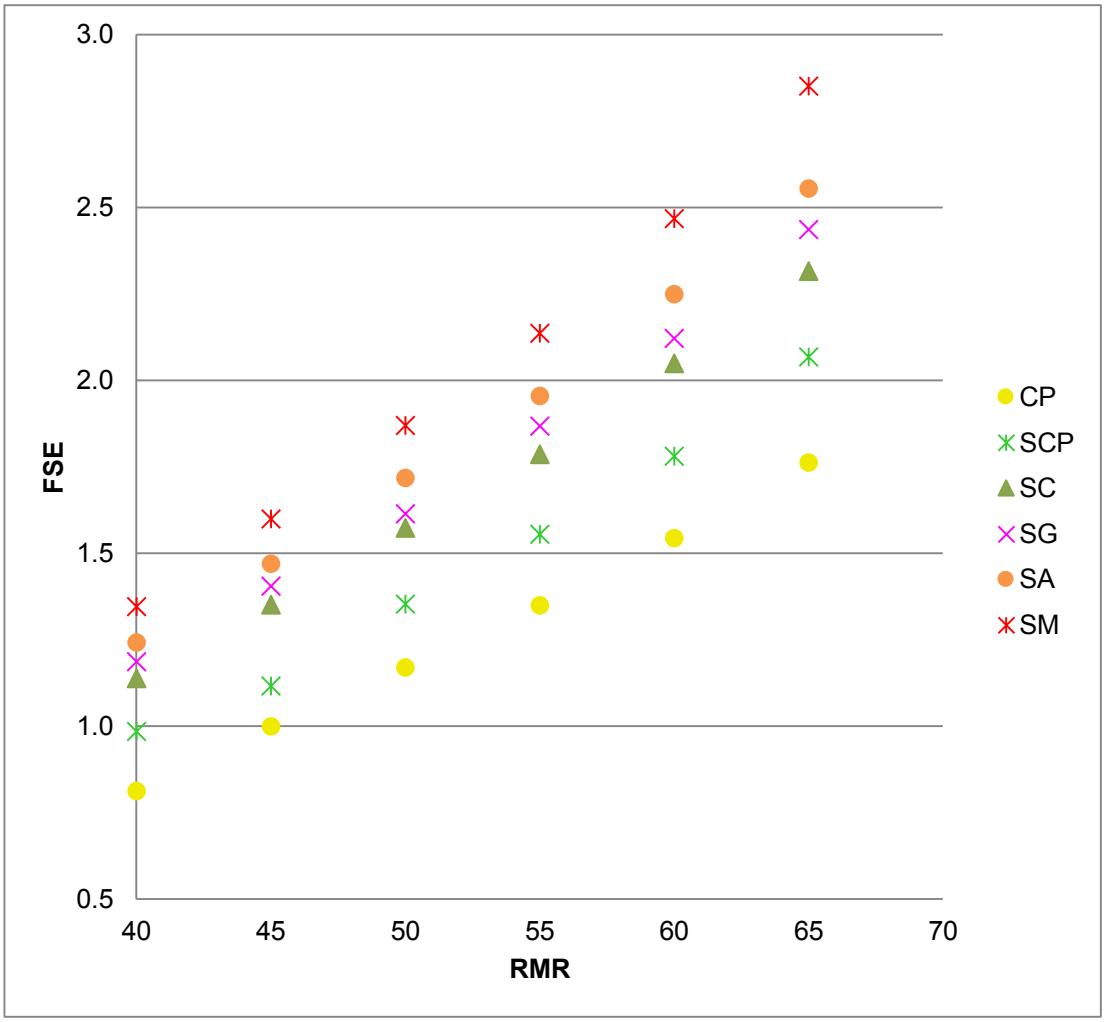


Figura 40. **Correlación para la hipótesis específica 2 en sulfuros.** Elaboración propia.

Se observa que los factores de seguridad aumentan linealmente a medida que aumenta la calidad el macizo rocoso en cada una de las alteraciones hidrotermales, tanto en óxidos como sulfuros.

3: El factor de seguridad de los taludes disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico.

Para la hipótesis específica 3, se aplicó la correlación de Pearson formulando las hipótesis estadísticas H0 (hipótesis

nula) y H1 (hipótesis de investigación), tal como se presenta a continuación:

H0: El factor de seguridad de los taludes no disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico.

H1: El factor de seguridad de los taludes sí disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico.

Los Cuadros 39 y 40 muestran los resultados del análisis de estabilidad por tipo de alteración hidrotermal en la zona de óxidos y sulfuros respectivamente, donde se observan los factores de seguridad, considerando macizo rocoso isotrópico (Hoek-Brown Generalizado) y macizo rocoso anisotrópico (Anisotrópico Generalizado).

Para el análisis de estabilidad física del macizo rocoso anisotrópico se requiere los datos de las discontinuidades paralelas y/o subparalelas al talud analizado, por lo cual en la presente investigación se consideraron dos (2) familias de discontinuidades que cumplen con este requisito, denominadas F1 (buzamiento de 72° a 82°) y F2 (buzamiento de 45° a 55°) predominantes en el tajo abierto Jésica.

En la zona de óxidos se observa que el factor de seguridad disminuye en las cuatro (4) alteraciones hidrotermales, la mayor variación del factor de seguridad se obtiene cuando se realiza el análisis de estabilidad con la familia de discontinuidad F2 (buzamiento de 45° a 55°), llegando a presentar una disminución de 24% en la alteración hidrotermal SA, la cual presenta mayor calidad de macizo rocoso. De lo antes mencionado se concluye que a mayor calidad del macizo rocoso (RMR), mayor es la

disminución del factor de seguridad anisotrópico respecto al factor de seguridad isotrópico.

Las salidas del software Slide, se pueden observar en las Figuras 1 al 8 del anexo J: Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal – macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).

Cuadro 39. **Datos para la correlación del análisis de estabilidad isotrópico y anisotrópico - hipótesis específica 3 en óxidos.**

ALTERACIÓN		RMR	FACTOR DE SEGURIDAD			VARIACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO		ISOTRÓPICO	ANISOTRÓPICO F1	ANISOTRÓPICO F2	ANISOTRÓPICO F1	ANISOTRÓPICO F2
Sílice Clay	SC	47	1.45	1.38	1.21	-5%	-16%
Sílice Granular	SG	49	1.61	1.55	1.31	-4%	-19%
Sílice Masiva	SM	52	1.81	1.70	1.40	-6%	-23%
Sílice Alunita	SA	56	1.91	1.80	1.46	-6%	-24%

Fuente: Elaboración propia

En la zona de sulfuros se observa que el factor de seguridad disminuye en las seis (6) alteraciones hidrotermales, la mayor variación del factor de seguridad se obtiene cuando se realiza el análisis de estabilidad con la familia de discontinuidad F2 (buzamiento de 45° a 55°), llegando a presentar una disminución de 29% en la alteración hidrotermal SA, la cual presenta mayor calidad de macizo rocoso. De lo antes mencionado se concluye que a mayor calidad del macizo rocoso (RMR), mayor es la disminución del factor de seguridad anisotrópico respecto al factor de seguridad isotrópico.

Las salidas del software Slide, se pueden observar en las Figuras 9 al 20 del anexo J: Análisis de estabilidad física por

alteración hidrotermal – macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular).

Cuadro 40. **Datos para la correlación del análisis de estabilidad isotrópico y anisotrópico - hipótesis específica 3 en sulfuros.**

ALTERACIÓN		RMR	FACTOR DE SEGURIDAD			VARIACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO		ISOTRÓPICO	ANISOTRÓPICO		ANISOTRÓPICO	
				F1	F2	F1	F2
Clay Pirita	CP	40	0.81	0.80	0.75	-1%	-8%
Sílice Clay Pirita	SCP	45	1.16	1.12	1.03	-4%	-12%
Sílice Clay	SC	54	1.75	1.66	1.37	-5%	-22%
Sílice Granular	SG	59	2.07	1.93	1.53	-7%	-26%
Sílice Alunita	SA	60	2.25	2.09	1.66	-7%	-26%
Sílice Masiva	SM	61	2.56	2.34	1.81	-8%	-29%

Fuente: Elaboración propia

Según el Cuadro 41, los datos analizados en la zona de óxidos, muestran una correlación positiva o directa muy fuerte entre los factores de seguridad del macizo rocoso isotrópico y anisotrópico, registrando un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.997 y 0.998. La correlación es significativa al 0.01%, es decir, existe 99% de probabilidad en que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error; el valor σ asociado a esta prueba es de 0.003, valor menor que 0.01. Lo antes mencionado permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula.

Según el Cuadro 42, los datos analizados en la zona de sulfuros, muestran una correlación positiva o directa muy fuerte entre los factores de seguridad isotrópico y anisotrópico, registrando un coeficiente de correlación “r” de Pearson de 0.998 y 1.000. La correlación es significativa al 0.01%; el valor σ asociado a esta prueba es menor a 0.001, valor menor que 0.01. Lo antes

mencionado permite aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula.

Cuadro 41. **Correlación análisis de estabilidad isotrópico y análisis de estabilidad anisotrópico en óxidos.**

		ISOTROPICO	ANISOTROPICO_F1	ANISOTROPICO_F2
ISOTROPICO	Correlación de Pearson	1	.997**	.998**
	Sig. (bilateral) (σ)		.003	.002
	N	4	4	4
ANISOTROPICO_F1	Correlación de Pearson	.997**	1	1.000**
	Sig. (bilateral) (σ)	.003		.000
	N	4	4	4
ANISOTROPICO_F2	Correlación de Pearson	.998**	1.000**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.002	.000	
	N	4	4	4

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 42. **Correlación análisis de estabilidad isotrópico y análisis de estabilidad anisotrópico en sulfuros.**

		ISOTROPICO	ANISOTROPICO_F1	ANISOTROPICO_F2
ISOTROPICO	Correlación de Pearson	1	1.000**	.998**
	Sig. (bilateral) (σ)		.000	.000
	N	6	6	6
ANISOTROPICO_F1	Correlación de Pearson	1.000**	1	.998**
	Sig. (bilateral) (σ)	.000		.000
	N	6	6	6
ANISOTROPICO_F2	Correlación de Pearson	.998**	.998**	1
	Sig. (bilateral) (σ)	.000	.000	
	N	6	6	6

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia

La Figura 41, muestra el gráfico de correlación entre el factor de seguridad del macizo rocoso isotrópico y el factor de seguridad del macizo rocoso anisotrópico en la zona de óxidos, representada por una ecuación lineal y siendo el valor R^2 de 1.0 para las cuatro (4) alteraciones hidrotermales, explicando el 100 % de los datos.

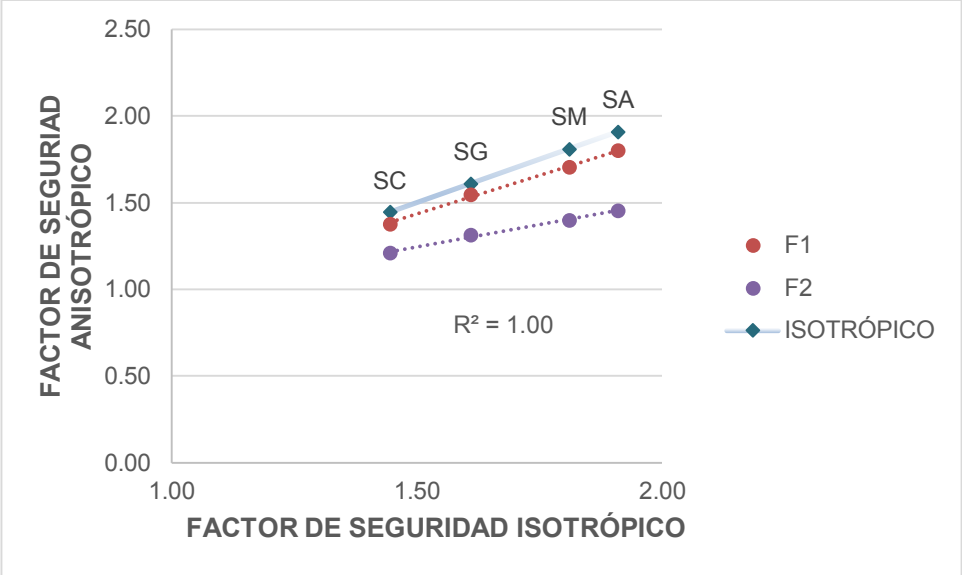


Figura 41. **Correlación lineal para la hipótesis específica 3 – zona de óxidos.** Elaboración propia.

La Figura 42, muestra el gráfico de correlación entre el factor de seguridad del macizo rocoso isotrópico y el factor de seguridad del macizo rocoso anisotrópico en la zona de sulfuros, representada por una ecuación lineal y siendo el valor R^2 de 1.0 para las cuatro (4) alteraciones hidrotermales, explicando el 100 % de los datos.

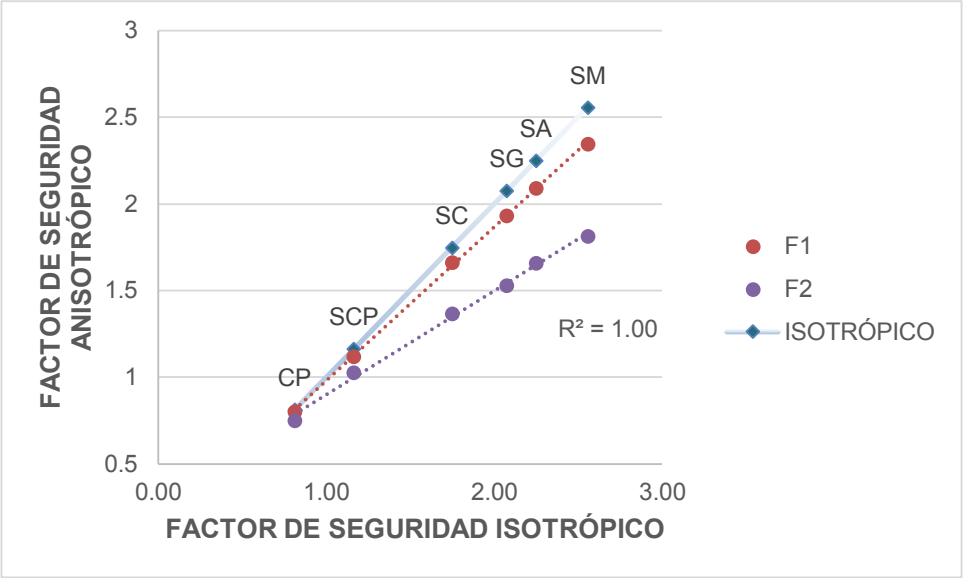


Figura 42. **Correlación lineal para la hipótesis específica 3 – zona de sulfuros.** Elaboración propia.

5.3. Presentación de Resultados

En el tajo abierto Jésica se consideran cuatro (4) tipos de alteración hidrotermal en la zona de óxidos (SA, SM, SG y SC) y seis (6) tipos de alteración hidrotermal en la zona de sulfuros (SA, SM, SG, SC, SCP y CP).

Para realizar el análisis cinemático, se determinaron tres (3) dominios estructurales (Oeste, Este y Sur) de acuerdo a la orientación de las discontinuidades. En el sector Oeste, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco se ve afectada negativamente por formación de cuñas entre las familias D1 y D4, las mismas que restan 28 puntos al RMR. En el sector Este, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco no se ve afectada por la orientación de las discontinuidades, el tipo de excavación genera una suma de 8 puntos al RMR. En el sector Sur, la calidad del macizo rocoso a nivel de talud de banco se ve afectada negativamente por

formación de falla por vuelco entre el talud y la familia D2, restando 17 puntos al RMR.

Cada tipo de alteración hidrotermal presenta valores de calidad del macizo rocoso (RMR) distintos, en óxidos SC (47), SG (49), SM (52), SA (56), en sulfuros los valores son CP (40), SCP (45), SC (54), SG (59), SA (60), SM (61). Se observa que en la zona de sulfuros los valores de RMR son mayores que en la zona de óxidos para las mismas alteraciones.

En la caracterización del macizo rocos, el RQD es el parámetro que explica el 82.7% del valor del RMR, mientras que los demás parámetros (WC, UCS, JC, FF) representan el 17.3% del valor del RMR.

La calidad del macizo rocoso difiere por cada tipo de alteración hidrotermal, a mayor valor RMR mayor es el factor de seguridad; en la zona de óxidos la alteración SC es la que presenta los valores menores (47) de RMR mientras que la alteración SA presenta los valores mayores (56) de RMR; en la zona de sulfuros se observa que la alteración CP es la que presenta los valores menores (40) de RMR mientras que la alteración SM presenta los valores mayores (61) de RMR.

Al realizar el análisis de estabilidad anisotrópico, se observó que los factores de seguridad disminuyen en función del buzamiento de las discontinuidades, siendo la familia de discontinuidades F2 (buzamiento de 45° a 55°), la que presenta menor factor de seguridad a comparación de la familia de discontinuidades F1 (buzamiento de 72° a 82°), a mayor calidad del macizo rocoso mayor es la disminución del factor de seguridad considerando un macizo rocoso anisotrópico. El factor de seguridad para F2, en la zona de óxidos la variación es de -16% a -24% y en la zona de sulfuros la variación es de -8% a -29%.

CONCLUSIONES

Existe una correlación positiva muy fuerte entre la calidad del macizo rocoso por tipo de alteración hidrotermal y la estabilidad de taludes, lo cual fue demostrado por la prueba de hipótesis al registrar un valor de 0.971 y 0.985 en las zonas de óxidos y sulfuros respectivamente, e indica que altos valores de RMR, se asocian con altos valores de factor de seguridad.

Se ha determinado que el tipo de alteración hidrotermal influye positiva y significativamente en la calidad del macizo rocoso, la prueba de hipótesis demuestra que hay una correlación positiva muy fuerte entre las variables, al registrar un valor de 0.989 y 0.947 en las zonas de óxidos y sulfuros respectivamente, e indica que cada alteración hidrotermal se asocian con un valor determinado de calidad del macizo rocoso (RMR).

Se ha determinado que la calidad del macizo rocoso influye positiva y significativamente en la estabilidad de taludes, la prueba de hipótesis demuestra que hay una correlación positiva muy fuerte entre las variables, al registrar valores de 0.998 y 0.995 en las zonas de óxidos y sulfuros respectivamente, e indica que altos valores de calidad de macizo rocoso (GSI) se asocian con altos valores de factores de seguridad.

Se ha determinado que el factor de seguridad de los taludes disminuye si se realiza un análisis de estabilidad anisotrópico, la prueba de hipótesis demuestra que hay una correlación positiva muy fuerte entre las variables, al registrar valores mayores a 0.997 en las zonas de óxidos y sulfuros, e indica que altos valores de factor de seguridad en el macizo rocoso isotrópico se asocian con altos valores de factores de seguridad en el macizo rocoso anisotrópico, con una variación de -5% a -24% en óxidos y de -1% a -29% en sulfuros; a mayor calidad del macizo rocoso (RMR), mayor es la disminución del factor de seguridad anisotrópico respecto al factor de seguridad isotrópico.

RECOMENDACIONES

Realizar una adecuada caracterización del macizo rocoso según el tipo de yacimiento, para obtener el modelo adecuado.

Debido a que el RQD es el factor más influyente en la caracterización el macizo rocoso, se recomienda realizar un análisis estadístico del mismo para cada proyecto.

Se recomienda realizar el análisis de estabilidad anisotrópico en los sectores donde predomine la orientación de discontinuidades paralela al talud, teniendo en cuenta la persistencia de las discontinuidades.

Si el macizo rocoso presenta más de dos (2) familias de discontinuidades que no son paralelas al talud y no son muy persistentes, se recomienda considerar el macizo rocoso isotrópico.

No generalizar el análisis de estabilidad anisotrópico debido a que podría subestimarse el factor de seguridad si las discontinuidades son poco persistentes.

Realizar el monitoreo de vibraciones producto de la voladura en los taludes del tajo abierto Jésica a diferentes distancias del polígono de perforación y voladura, con la finalidad de tener un análisis estadístico de la velocidad pico partícula en las paredes del tajo abierto Jésica.

Realizar la caracterización del macizo rocoso mediante el criterio del GSI, en el cual las observaciones se basan en la apariencia del macizo a nivel de estructura y a nivel de condición de la superficie

Evaluar la aplicación de modelos numéricos 3D, como el FLAC 3D, MIDAS, entre otros y realizar un análisis sísmico de la estabilidad del macizo rocoso, aplicando parámetros geotécnicos dinámicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguglia, A. (7 de noviembre de 2019). *Depósitos de alteración hidrotermal, Apuntes de Mineralogía y Procesamiento de minerales*. Obtenido de docsity: https://www.docsity.com/es/depositos-de-alteracion-hidrotermal/5111337/

Ale, J. D. (2012). *Influencia de la alteración hidrotermal en la calidad del macizo rocoso en taludes de tajos abiertos.* (Tesis de maestría inédita). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Alva, J., y Escalaya, M. (2005). Actualización de los parámetros sismológicos en la evaluación del peligro sísmico en el Perú. *XIX simposio internacional "últimos avances en la ingeniería sísmica y gestión del riesgo de los desastres.* Simposio llevado a cabo en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Recuperado el 2019, de http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis02_p.pdf

Aniya, R. (2008). *Sistema para la evaluación de estabilidad de taludes en obras de ingeniería. Investigación en casos prácticos.* (Tesis de maestría inédita). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications.* New York: John Wiley & Sons.

Cano, M., Tomás, R., Delgado, J., Cañaveras, J., Estévez, A., y Pina, J. (20-23 de setiembre de 2004). Aplicación del SMR para la evaluación de la estabilidad de taludes rocosos, mediante un sistema de información geográfica. Aportaciones al XI Congreso de Métodos Cuantitativos SIG y Teledetección. En C. Conesa García, J. B. Martínez Guevara, (Esd.), *Territorio y medio ambiente : métodos cuantitativos y técnicas de información geográfica : aportaciones al "XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección"* , 55-68). Murcia. Recuperado el 2019, de https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=6851

Castillo, J., y Alva, J. (6 al 10 de diciembre de 1993). Peligro Sísmico en el Perú. *VII Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones.* Congreso llevado a cabo en Lima. Recuperado el 2019, de http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis15_a.pdf

Decreto Supremo N° 024-2016-EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Diario Oficial El Peruano. Lima, 26 de julio de 2016.

Donders, H. (2009). *The Relationship between Rock Mass Conditions and Alteration and Weathering in the Lower Hamersley Group Iron Formations, Western Australia.* (Tesis de licenciatura). Universidad de Canterbury, Christchurch, Nueva Zelanda.

Eerik A. Rennat. (1997). *Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de Desechos Sólidos de Mina.* Shephered Miller, Inc. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/guiaestabilidad.pdf

Edelbro, C (2004). *Evaluation of Rock Mass Strength Criteria.* (Tesis de licenciatura). Universidad de Tecnología de Lulea, Suecia.

Geofrontier. (s.f.). *Peligro sísmico*. Recuperado el 2019, de Geofrontier: http://geofrontier.pe/index.php/servicios-peligro-sismico/

González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., y Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica.* Madrid: Pearson Educación.

Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación quinta edición.* México: MCGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (10 de julio de 2002). Hoek-Brown failure criterion – 2002 Edition. (R. Hammah, W. Bawden, J. Curran, & M. Telesnicki, Edits.) *NARMS-TAC 2002, Mining Innovation and Technology*, 267-273. Obtenido de https://www.rocscience.com/documents/pdfs/uploads/7713.pdf

Kafle, K. R. (2010). Slope Mass Rating in Middle Mountain of Nepal: A Case Study on Landslide at Rabi Vdc Opi Village, Kavre. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology, 6*(2), 28-38. doi:10.3126/kuset.v6i2.4009

Karzulovic, A., & Read, J. (2009). Rock Mass Model. En J. Read, & P. Stacey, *Guidelines for Open Pit Slope Design* (pp. 83-139). Australia: CSIRO publishing.

Luay, Y., Ali, A., Mustafa, A., & Usama, T. (2014). The Application of Rock Mass Rating and Slope Mass Rating Systems on Rock Slopes of Al-Salman Depression, South Iraq. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 10*(1), 93-106.

Marinos, P., Marinos, V., & Hoek, E. (05 de 07 de 2007). The Geological Strength Index (GSI): A characterization tool for assessing engineering properties of rock masses. *Proceedings International Workshop on Rock Mass Classification for Underground Mining*, 13-21. doi:10.1201/NOE0415450287.ch2

Md Monir Hossain. (2011). *Stability Analysis of Anchored Rock Slopes against Plane Failure Subjected to Surcharge and Seismic Loads.* (Tesis de maestría). Universidad Edith Cowan, Australia.

Mira, A., Alcántara, A., y Gutierrez, F. (2013). Caracterización geomecánica y análisis de la estabilidad del talud sur del macizo rocoso de Monteagudo. *GEOGACETA*, 151-154. doi:10.13140/RG.2.1.4669.3522

Perri, G. (2008). Taludes de corte estabilizados en Venezuela mediante pantallas de concreto proyectado ancladas. *I Simposio Suramericano de Excavaciones en Rocas.* Simposio realizado en Bogotá Colombia. Obtenido de http://nebula.wsimg.com/33a03eaffe151236668cc73040aa2eb2?AccessKeyId=71EF7442B8D636306479&disposition=0&alloworigin=1

Prasad Aryal, K. (2006). *Slope Stability Evaluations by Limit Equilibrium and Finite Element Methods.* (Tesis doctoral). Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Noruega.

Rodey, D. (2010). *Engineering Geological Characterization and Slope Stability Assessment of Whitehall Quarry, Waikato.* (Tesis de Maestría). Universidad de Canterbury, Christchuch, Nueva Zelanda.

Romana, M., Serón, J. B., y Montalar, E. (27 al 30 de noviembre de 2001). La Clasificación Geomecánica SMR: Aplicación, experiencias y validación. *V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*, 393-404. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/290984182_La_clasificacion_geomecanica_SMR_aplicacion_experiencias_y_validacion

Romana, M., Tomás, R., & Serón, J. B. (2015). SMR Geomechanics classification: Thirty years review. International. *Society for Rock Mechanics and Rock Engineering.*

Rondan, E. (2014). *Producción real vs. producción potencial de equipos de carguío y acarreo y aplicación del match factor para determinar el número óptimo de*

volquetes mina Arasi. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Obtenido de http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3924/MIrogaem081.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ros, J. (Noviembre de 2008). *Análisis comparativo de los criterios de rotura de Hoek&Brown y Mohr-Coulomb en el estudio de estabilidad en macizos rocosos.* Barcelona: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona (ETSECCPB). Obtenido de UPCommons: https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6529?locale-attribute=en

Samaptika Mohanty. (2013). *Classification on Jointed Rock Mass.* (Tesis de maestría). Instituto Nacional de Tecnología, Odishia, India.

Seguridad Minera. (30 de mayo de 2018). *Fallas que afectan la estabilidad de taludes*. Obtenido de http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/fallas-que-afectan-la-estabilidad-de-taludes/

Siddique, T., Alam, M., Mondal, M., & Vishal, V. (2015). Slope mass rating and kinematic analysis of slopes along the national highway-58 near Jonk, Rishikesh, India. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 600-606. doi:10.1016/j.jrmge.2015.06.007

Sillitoe. R.H & Hedenquist, J. W. (2003). Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious Metal Deposits. *Society of Economic Geologists, Special Publication, 10*, 315-343.

Sobarzo, V., Villalobos, F., & King, R. (2011). Estudio de la estabilidad de taludes en roca meteorizada de la Formación Quiriquina. *Obras y Proyectos*, 38-48. doi:10.4067/S0718-28132011000100005

Suárez Díaz, J. (1988). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales.* (P. UIS, Ed.) Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.

Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2014). *Evaluación del Peligro Sísmico en el Perú.* Instituto Geofísico del Perú, Lima. Obtenido de https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/IGP/777/peligrosismos-Per%C3%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Thomsen, M. (2015). High Sulphidation Gold Deposits - A Summary. doi:10.13140/RG.2.1.2302.1289.

Tomás, R., Delgado, J., y Cuenca, A. (2005). Procedimiento gráfico para la obtención de los parámetros de corrección del SMR a través de la proyección estereográfica. *XVII INGEGRAF-XV ADM.* Sevilla, Spain. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237698937_Procedimiento_grafico_para_la_obtencion_de_los_parametros_de_correccion_del_SMR_a_traves_de_la_proyeccion_estereografica

Tomás, R., Ferreiro Prieto, J. I., Sentana Gadea, I., y Díaz Ivorra, M. (5, 6 y 7 de junio de 2002). Aplicaciones de la proyección estereográfica en ingeniería geológica. (U. d. Cantabria, Ed.) *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Congreso realizado en la Universidad de Cantabria, Santander. Obtenido de http://hdl.handle.net/10045/21681

Wesseloo, J., & Read, J. (2009). Acceptance Criteria. En J. Read, & P. Stacey, *Guidelines for Open Pit Slope Design* (pp. 221-236). Australia: CSIRO publishing.

White, N. C., & Hedenquist, J. W. (1995). Epitermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration. *Society of Economic Geologists, Newsletter, 23*(1), 9-13.

ANEXOS

A. Estudio de Peligro Sísmico – Salidas del Programa RISK.

PELIGRO SISMICO - ARASI (SUBDUCCION)

F. Subd: F1 F2 F3 F4 F5 F13 F14 F15 F16 F17

NSTEP = 20 JCALC = 0 JPRNT = 0

LISTA DE INTENS. EXAMINADAS 2.30 4.61 5.52 5.99 6.16 6.40
(CONTINUACION) 6.55 6.68 6.80 6.86

RIESGOS DESEADOS .0333 .0200 .0100 .0050 .0025 .0021 .0010 .0000

DATOS DE ATENUACION	C1	C2	C3	SIGMA	RZERO	RONE	AAA	BBB
	4.23	.80	-1.00	.70	25.00	.00	100000.00	.00

NUMERO DE FUENTES 13

NUMERO DE SUBFUENTES EN FUENTES 2 2 1 1 2 2 2 1 1 2
(CONTINUACION DE SUBFUENTES) 2 1 1

FUENTE	L/S	COEF	M0	M1	BETA	TASA/AN	PROF.
1	0	1.00	3.00	8.10	.8000	2.1000	50.0000
2	0	1.00	3.00	7.90	1.0200	4.6000	40.0000
3	0	1.00	3.00	8.00	.8700	4.6700	40.0000
4	0	1.00	3.50	8.20	1.5700	2.8200	50.0000
5	0	1.00	3.75	8.20	1.3400	8.4000	45.0000
6	0	1.00	3.00	6.90	1.1200	1.0500	100.0000
7	0	1.00	3.00	6.50	.9800	2.9500	100.0000
8	0	1.00	3.50	7.20	1.4000	1.1400	105.0000
9	0	1.00	3.25	7.20	1.0200	1.0400	100.0000
10	0	1.00	3.00	7.50	1.5800	5.9400	120.0000
11	0	1.00	3.50	7.50	1.2700	10.3300	140.0000
12	0	1.00	3.75	7.00	1.5400	5.6600	150.0000
13	0	1.00	3.75	7.50	.8700	1.2000	600.0000
(SISM. FONDO)	0	.00	.00	.00	.0000	.0000	.0000

INDICADOR DE COORDENADAS = 1
0=CARTESIANAS, 1=GEOGRAFICAS

		X1 / X3	Y1 / Y3	X2 / X4	Y2 / Y4
FUENTE 1	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-80.29	2.00	-78.32	2.00
FUENTE 1	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.39	-.97	-79.65	-1.21
FUENTE 1	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.52	-2.39	-80.19	-2.50
FUENTE 2	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-82.00	-3.39	-80.17	-3.45
FUENTE 2	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-82.00	-6.83	-80.67	-5.42
FUENTE 2	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
FUENTE 3	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-81.17	-9.00	-79.27	-7.90
FUENTE 3	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE 4	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.00	-14.80	-75.84	-13.87
FUENTE 4	COORDENADAS DE SUBFUENTE	-74.16	-17.87	-73.00	-16.53

```
FUENTE   5 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -74.16  -17.87  -73.00  -16.53
FUENTE   5 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -71.85  -19.87  -69.21  -19.00
FUENTE   5 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -71.85  -22.00  -69.21  -22.00


FUENTE   6 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -78.73    2.00  -76.00    1.82
FUENTE   6 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -81.00    -.67  -79.59   -2.55
FUENTE   6 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -81.00   -3.07  -79.20   -3.07


FUENTE   7 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -81.00   -3.07  -79.20   -3.07
FUENTE   7 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -81.93   -5.73  -78.60   -4.00
FUENTE   7 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -79.80   -8.13  -77.17   -6.53


FUENTE   8 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -79.80   -8.13  -77.17   -6.53
FUENTE   8 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -76.38  -14.30  -73.86  -12.46


FUENTE   9 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -76.38  -14.30  -73.86  -12.46
FUENTE   9 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -73.28  -16.87  -71.21  -14.40


FUENTE  10 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -73.28  -16.87  -71.21  -14.40
FUENTE  10 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -70.86  -18.80  -68.93  -15.73
FUENTE  10 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -70.38  -22.00  -67.98  -22.00


FUENTE  11 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -79.59   -2.55  -77.50    -.73
FUENTE  11 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -78.60   -4.00  -75.51   -2.06
FUENTE  11 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -77.17   -6.53  -75.27   -5.33


FUENTE  12 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -77.17   -6.53  -75.27   -5.33
FUENTE  12 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -73.86  -12.46  -72.03  -11.13


FUENTE  13 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -72.31   -6.67  -71.00   -6.33
FUENTE  13 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -71.14  -11.30  -69.69  -10.93
FUENTE  1 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   72672.0
FUENTE  1 SUBFUENTE  2 AREA EXACTA   26429.0
FUENTE  1              AREA TOTAL    99101.1

FUENTE  2 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   50581.4
FUENTE  2 SUBFUENTE  2 AREA EXACTA   63213.4
FUENTE  2              AREA TOTAL   113794.9

FUENTE  3 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA  155885.0
FUENTE  3              AREA TOTAL   155885.0

FUENTE  4 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   77900.9
FUENTE  4              AREA TOTAL    77900.9
```

FUENTE 5	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	89404.0
FUENTE 5	SUBFUENTE 2	AREA EXACTA	78312.1
FUENTE 5		AREA TOTAL	167716.1
FUENTE 6	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	127405.3
FUENTE 6	SUBFUENTE 2	AREA EXACTA	20681.6
FUENTE 6		AREA TOTAL	148086.8
FUENTE 7	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	55030.6
FUENTE 7	SUBFUENTE 2	AREA EXACTA	126747.6
FUENTE 7		AREA TOTAL	181778.2
FUENTE 8	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	259880.0
FUENTE 8		AREA TOTAL	259880.0
FUENTE 9	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	136109.9
FUENTE 9		AREA TOTAL	136109.9
FUENTE 10	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	115848.7
FUENTE 10	SUBFUENTE 2	AREA EXACTA	132162.7
FUENTE 10		AREA TOTAL	248011.4
FUENTE 11	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	79081.9
FUENTE 11	SUBFUENTE 2	AREA EXACTA	105348.2
FUENTE 11		AREA TOTAL	184430.0
FUENTE 12	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	184241.2
FUENTE 12		AREA TOTAL	184241.2
FUENTE 13	SUBFUENTE 1	AREA EXACTA	83194.5
FUENTE 13		AREA TOTAL	83194.5

RESULTADOS PARA LUGAR -70.82 -15.25

INTENSIDAD:	2.30	4.61	5.52	5.99	6.16	6.40	6.55	6.68	6.80	6.86
ANTILOG(INTENSIDAD):	9.97	100.48	249.64	399.41	473.43	601.85	699.24	796.32	897.85	953.37
TOD. FUENTES E(NO/A¥O):	.445E+01	.478E-01	.397E-02	.791E-03	.412E-03	.154E-03	.797E-04	.439E-04	.248E-04	.184E-04
TODAS FUENTES RIESGO:	.988E+00	.466E-01	.396E-02	.790E-03	.412E-03	.154E-03	.797E-04	.439E-04	.247E-04	.184E-04

RIESGOS:	.03330	.02000	.01000	.00500	.00250	.00210	.00100
INTENSIDAD:	4.73	4.92	5.18	5.43	5.65	5.71	5.92
ANTILOG(INTENSIDAD):	113.80	137.36	177.41	229.15	285.55	300.43	372.95

FIN DEL PROBLEMA

PELIGRO SISMICO - ARASI (CONTINENTAL)

F. Subd: F6 F7 F8 F9 F10 F11 F12

NSTEP = 20 JCALC = 0 JPRNT = 0

LISTA DE INTENS. EXAMINADAS 2.30 4.61 5.52 5.99 6.16 6.40
(CONTINUACION) 6.55 6.68 6.80 6.86

RIESGOS DESEADOS .0333 .0200 .0100 .0050 .0025 .0021 .0010 .0000

DATOS DE ATENUACION	C1	C2	C3	SIGMA	RZERO	RONE	AAA	BBB
	6.16	.65	-1.30	.51	25.00	.00	100000.00	.00

NUMERO DE FUENTES 7

NUMERO DE SUBFUENTES EN FUENTES 3 1 1 1 2 2 1

FUENTE	L/S	COEF	M0	M1	BETA	TASA/AN	PROF.
1	0	1.00	3.00	7.40	.8500	1.5800	50.0000
2	0	1.00	3.00	7.40	.9800	.1600	40.0000
3	0	1.00	3.00	7.00	1.0500	1.2800	40.0000
4	0	1.00	3.00	7.50	.9500	.9000	60.0000
5	0	1.00	3.00	7.30	.9000	1.1900	50.0000
6	0	1.00	3.50	7.10	1.4100	9.9800	35.0000
7	0	1.00	3.25	7.10	.5000	.4600	40.0000
(SISM. FONDO)	0	.00	.00	.00	.0000	.0000	.0000

INDICADOR DE COORDENADAS = 1
0=CARTESIANAS, 1=GEOGRAFICAS

		X1 / X3	Y1 / Y3	X2 / X4	Y2 / Y4
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.50	1.58	-76.92	1.19
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.83	-1.65	-78.90	-2.53
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.96	-2.46	-78.97	-3.43
FUENTE	1 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-80.92	-2.96	-80.79	-3.44
FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-78.28	-8.20	-77.86	-8.07
FUENTE	2 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-77.21	-10.47	-76.83	-10.23
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-75.84	-13.87	-74.76	-13.13
FUENTE	3 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-73.00	-16.53	-71.41	-14.67
FUENTE	4 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-69.71	-18.67	-68.12	-16.13
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-76.92	1.19	-76.50	1.00
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-78.90	-2.53	-77.35	-2.40
FUENTE	5 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.10	-5.20	-77.00	-4.77
FUENTE	6 COORDENADAS DE SUBFUENTE	-79.10	-5.20	-75.10	-4.33

```
FUENTE   6 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -76.34  -10.67  -74.17   -9.33
FUENTE   6 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -74.76  -13.13  -72.48  -11.40


FUENTE   7 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -74.76  -13.13  -72.48  -11.40
FUENTE   7 COORDENADAS DE SUBFUENTE   -68.12  -16.13  -67.76  -13.80


FUENTE  1 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   49358.1
FUENTE  1 SUBFUENTE  2 AREA EXACTA   11281.4
FUENTE  1 SUBFUENTE  3 AREA EXACTA   14205.3
FUENTE  1              AREA TOTAL    74844.8

FUENTE  2 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   13183.1
FUENTE  2              AREA TOTAL    13183.1

FUENTE  3 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   81703.8
FUENTE  3              AREA TOTAL    81703.8

FUENTE  4 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA  119737.0
FUENTE  4              AREA TOTAL   119737.0

FUENTE  5 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA   43878.4
FUENTE  5 SUBFUENTE  2 AREA EXACTA   57002.5
FUENTE  5              AREA TOTAL   100880.9

FUENTE  6 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA  223026.4
FUENTE  6 SUBFUENTE  2 AREA EXACTA   91586.0
FUENTE  6              AREA TOTAL   314612.4

FUENTE  7 SUBFUENTE  1 AREA EXACTA  181387.4
FUENTE  7              AREA TOTAL   181387.4
```

RESULTADOS PARA LUGAR -70.82 -15.25

INTENSIDAD:	2.30	4.61	5.52	5.99	6.16	6.40	6.55	6.68	6.80	6.86
ANTILOG(INTENSIDAD):	9.97	100.48	249.64	399.41	473.43	601.85	699.24	796.32	897.85	953.37
TOD. FUENTES E(NO/A¥O):	.595E+00	.548E-02	.241E-03	.261E-04	.102E-04	.238E-05	.881E-06	.353E-06	.145E-06	.910E-07
TODAS FUENTES RIESGO:	.449E+00	.547E-02	.241E-03	.261E-04	.102E-04	.238E-05	.894E-06	.358E-06	.119E-06	.119E-06

RIESGOS:	.03330	.02000	.01000	.00500	.00250	.00210	.00100
INTENSIDAD:	3.66	3.93	4.29	4.64	4.84	4.89	5.11
ANTILOG(INTENSIDAD):	38.98	50.92	73.23	103.14	126.23	132.81	164.87

FIN DEL PROBLEMA

PELIGRO SISMICO DE ARASI (Aceleraciones)

RESULTADOS PARA LUGAR -70.82 -15.25

INTENSIDAD:	2.30	4.61	5.52	5.99	6.16	6.40	6.55	6.68	6.80	6.86
ANTILOG(INTENSIDAD):	9.97	100.48	249.64	399.41	473.43	601.85	699.24	796.32	897.85	953.37
TOD. FUENTES E(NO/A¥O):	.490E+01	.533E-01	.421E-02	.817E-03	.422E-03	.156E-03	.806E-04	.443E-04	.249E-04	.185E-04
TODAS FUENTES RIESGO:	.993E+00	.519E-01	.420E-02	.817E-03	.422E-03	.156E-03	.806E-04	.443E-04	.249E-04	.185E-04

RIESGOS:	.03330	.02000	.01000	.00500	.00250	.00210	.00100
INTENSIDAD:	4.77	4.96	5.21	5.46	5.67	5.72	5.93
ANTILOG(INTENSIDAD):	117.98	141.90	182.38	234.41	289.75	304.61	376.88

FIN DEL PROBLEMA

B. Logueo de taladros diamantinos

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-44	292.80	294.70	1.90	CP	S	0.89	R2	22		2	1	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JEN-44	294.70	297.20	2.50	CP	S	0.58	R2		12	2	1	3	2	3	15	**41**	***Regular***
JEN-44	297.20	298.85	1.65	CP	S	1.30	R2	10		2	1	3	2	3	15	**51**	***Regular***
JEN-44	298.85	300.30	1.45	CP	S	0.00	R2		30	2	0	1	0	3	10	**26**	***Pobre***
JES-116	142.60	145.40	2.80	CP	S	1.90	R3	8		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-116	145.40	147.00	1.60	CP	S	0.88	R3	9		2	1	5	2	5	15	**53**	***Regular***
JES-116	147.00	148.60	1.60	CP	S	1.37	R3	11		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	148.60	150.00	1.40	CP	S	1.15	R3	4		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-117	161.50	163.00	1.50	CP	S	1.03	R4	5		2	1	1	2	5	15	**56**	***Regular***
JES-117	163.00	164.60	1.60	CP	S	1.38	R4	5		2	4	1	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	164.60	166.00	1.40	CP	S	1.30	R3	4		2	1	1	2	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	166.00	167.60	1.60	CP	S	0.75	R3	13		2	1	1	2	3	15	**45**	***Regular***
JES-117	167.60	169.00	1.40	CP	S	0.48	R2	15		2	1	1	2	3	15	**41**	***Regular***
JES-117	169.00	170.60	1.60	CP	S	0.56	R2	20		2	1	1	2	3	15	**42**	***Regular***
JES-117	170.60	172.00	1.40	CP	S	0.50	R2	6		2	1	1	2	3	15	**44**	***Regular***
JES-120	53.10	56.60	3.50	CP	S	0.60	R2	16		2	1	3	2	3	10	**38**	***Pobre***
JES-120	56.60	59.30	2.70	CP	S	0.00	R2	16		2	0	2	2	3	10	**32**	***Pobre***
JES-120	59.30	59.70	0.40	CP	S	0.00	R1		30	2	0	1	0	1	10	**23**	***Pobre***
JES-120	59.70	63.60	3.90	CP	S	0.00	R2	24		2	0	1	0	1	10	**27**	***Pobre***
JES-120	63.60	64.00	0.40	CP	S	0.00	R2		20	2	0	1	0	1	10	**24**	***Pobre***
JES-120	64.00	68.30	4.30	CP	S	0.00	R2	22		2	0	1	0	1	10	**27**	***Pobre***
JES-120	68.30	71.30	3.00	CP	S	0.00	R1	18		2	0	1	0	1	10	**26**	***Pobre***
JES-120	71.30	73.00	1.70	CP	S	0.00	R1	7		2	0	1	0	1	10	**28**	***Pobre***
JES-120	73.00	89.20	16.20	CP	S	0.00	R2		5	2	0	1	0	1	10	**27**	***Pobre***
JES-120	89.20	94.80	5.60	CP	S	1.00	R2		5	2	0	1	0	1	10	**29**	***Pobre***
JEN-42	1.30	2.10	0.80	SA	Ox	0.00	R3	14		2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	2.10	3.20	1.10	SA	Ox	0.75	R3	9		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-42	14.60	16.00	1.40	SA	Ox	0.68	R4	17		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-42	42.70	43.50	0.80	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	1	15	**40**	***Pobre***
JEN-42	43.50	44.60	1.10	SA	Ox	0.22	R4	20		2	1	5	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-42	44.60	45.10	0.50	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	4	1	15	**42**	***Regular***
JEN-42	45.10	45.70	0.60	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	4	1	15	**42**	***Regular***
JEN-42	45.70	47.30	1.60	SA	Ox	0.42	R4	19		2	1	5	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	48.40	50.00	1.60	SA	Ox	1.15	R3	6		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-42	56.90	58.40	1.50	SA	Ox	1.07	R4	6		2	1	3	2	5	15	**59**	***Regular***
JEN-42	58.40	59.80	1.40	SA	Ox	0.90	R4	3		2	1	3	2	5	15	**57**	***Regular***
JEN-42	62.40	63.15	0.75	SA	Ox	0.68	R4	3		2	1	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JEN-42	63.15	63.83	0.68	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	0	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-42	63.83	65.60	1.77	SA	Ox	1.15	R4	10		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JEN-42	67.20	67.51	0.31	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	67.51	68.57	1.06	SA	Ox	1.01	R4	4		2	1	3	2	5	15	**64**	***Buena***
JEN-42	68.57	68.80	0.23	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	68.80	70.00	1.20	SA	Ox	0.71	R4	10		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-42	70.00	71.60	1.60	SA	Ox	1.55	R4	1		2	1	3	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-42	71.60	72.00	0.40	SA	Ox	0.36	R4	3		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-42	75.60	76.30	0.70	SA	Ox	0.55	R4	3		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-42	76.30	76.80	0.50	SA	Ox	0.43	R4	2		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-42	76.80	77.00	0.20	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-42	77.00	77.40	0.40	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-42	77.40	78.10	0.70	SA	Ox	0.46	R4	3		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-42	90.60	91.90	1.00	SA	Ox	0.10	R3		30	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	120.20	121.00	0.80	SA	Ox	0.70	R3	2		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-42	121.00	121.30	0.30	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	157.00	158.60	1.60	SA	Ox	1.00	R4	10		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-42	158.60	160.00	1.40	SA	Ox	0.16	R3	18		2	0	5	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-42	160.00	161.60	1.60	SA	Ox	1.22	R3	8		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-42	161.60	162.25	0.65	SA	Ox	0.52	R4	2		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-42	162.25	164.60	2.35	SA	S	1.55	R4	12		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-42	167.60	169.00	1.40	SA	Ox	0.91	R3	10		2	4	1	6	5	15	**57**	***Regular***
JEN-42	169.00	170.00	1.00	SA	Ox	0.32	R3	13		2	4	1	6	5	15	**52**	***Regular***
JEN-42	174.90	175.50	0.60	SA	Ox	0.42	R3	7		2	4	1	4	5	15	**57**	***Regular***
JEN-42	175.50	176.60	1.10	SA	Ox	0.24	R3		30	2	0	3	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	176.60	178.00	1.40	SA	Ox	0.52	R3	18		2	0	5	2	3	15	**47**	***Regular***
JEN-42	203.90	205.00	1.10	SA	S	0.61	R4	3		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-42	205.00	206.60	1.60	SA	S	0.40	R4	15		2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-42	206.60	208.00	1.40	SA	S	1.02	R4	8		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-42	208.00	209.60	1.60	SA	S	1.02	R3	10		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-42	209.60	210.90	1.30	SA	S	0.65	R4	12		2	1	1	2	5	15	**50**	***Regular***
JEN-43	3.40	5.00	1.60	SA	Ox	1.08	R3	6		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-43	5.00	6.40	1.40	SA	Ox	1.34	R3	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	6.40	8.00	1.60	SA	Ox	1.28	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	8.00	9.00	1.00	SA	Ox	0.67	R4	4		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-43	9.00	12.40	3.40	SA	Ox	2.22	R4	19		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-43	12.40	13.50	1.10	SA	Ox	0.89	R4	3		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-43	13.50	14.00	0.50	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-43	14.00	14.80	0.80	SA	Ox	0.14	R4	10		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-43	14.80	16.30	1.50	SA	Ox	1.20	R4	6		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-43	21.10	22.70	1.60	SA	Ox	1.60	R4	1		2	1	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JEN-43	22.70	25.90	3.20	SA	Ox	2.64	R4	7		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	25.90	27.40	1.50	SA	Ox	1.20	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	33.40	35.00	1.50	SA	Ox	1.09	R3	13		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-43	41.00	42.40	1.40	SA	Ox	1.19	R4	4		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	57.40	58.60	1.20	SA	Ox	0.67	R3	7		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-43	58.60	60.20	1.60	SA	Ox	1.25	R3	6		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-43	60.20	60.60	0.40	SA	Ox	0.40	R4	1		2	1	5	4	3	15	**67**	***Buena***
JEN-43	69.90	70.20	0.30	SA	S	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-43	70.20	72.30	2.10	SA	S	1.60	R4	4		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	72.30	73.90	1.60	SA	S	1.29	R4	4		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-43	73.90	75.40	1.50	SA	S	1.25	R4	6		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-43	75.40	77.00	1.60	SA	S	0.58	R5	16		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-43	77.00	78.40	1.40	SA	S	1.35	R5	2		2	1	5	4	5	15	**78**	***Buena***
JEN-43	78.40	80.00	1.60	SA	Ox	1.52	R4	2		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	80.00	81.40	1.40	SA	Ox	1.40	R4	2		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	81.40	83.00	1.60	SA	Ox	1.58	R4	1		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	87.40	89.00	1.60	SA	Ox	1.36	R4	5		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	89.00	90.40	1.40	SA	Ox	1.24	R4	4		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	90.40	92.00	1.60	SA	Ox	1.32	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	92.00	93.40	1.40	SA	Ox	1.24	R4	5		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	93.40	95.00	1.60	SA	Ox	1.48	R4	2		2	1	5	4	3	15	**70**	***Buena***
JEN-43	110.00	111.40	1.40	SA	Ox	1.30	R4	3		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-43	111.40	113.00	1.60	SA	Ox	1.26	R4	4		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-43	135.40	137.00	1.60	SA	Ox	1.45	R4	4		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-43	137.00	138.40	1.40	SA	Ox	1.40	R4	3		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-43	138.40	140.00	1.60	SA	Ox	1.60	R4	1		2	1	3	4	5	15	**72**	***Buena***
JEN-43	140.00	141.40	1.40	SA	Ox	1.40	R4	3		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-43	141.40	143.00	1.60	SA	Ox	1.60	R4	2		2	1	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JEN-43	143.00	143.90	0.90	SA	Ox	0.90	R4	1		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JEN-43	143.90	146.00	2.10	SA	S	1.45	R4	9		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-43	146.00	147.40	1.40	SA	S	1.20	R4	4		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-43	147.40	149.00	1.60	SA	Ox	1.50	R4	2		2	1	5	4	3	15	**70**	***Buena***
JEN-43	149.00	150.40	1.40	SA	Ox	1.25	R4	3		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	150.40	152.00	1.60	SA	Ox	0.43	R4	19		2	1	5	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-43	152.00	153.40	1.40	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	161.60	163.20	1.60	SA	Ox	1.03	R3	9		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-43	163.20	164.70	1.50	SA	Ox	1.07	R3	7		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-43	164.70	166.20	1.50	SA	Ox	1.25	R3	3		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-43	166.20	167.80	1.50	SA	Ox	0.76	R4	9		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-43	167.80	169.40	1.60	SA	Ox	1.04	R4	5		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-43	177.70	179.30	1.60	SA	Ox	1.29	R4	6		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	179.30	180.25	0.95	SA	Ox	0.86	R4	4		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-43	180.25	181.00	0.75	SA	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-43	181.00	182.00	1.00	SA	Ox	1.00	R4	3		2	1	3	4	5	15	**67**	***Buena***
JEN-43	182.00	183.40	1.40	SA	Ox	1.03	R4	7		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-44	0.00	1.00	0.60	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	1.00	2.00	0.70	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	2.00	3.60	1.00	SA	Ox	0.20	R3	22		2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-44	3.60	5.60	2.00	SA	Ox	1.42	R4	8		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-44	6.60	8.40	1.80	SA	Ox	1.68	R4	4		2	4	3	4	5	15	**68**	***Buena***
JEN-44	8.40	10.00	1.60	SA	Ox	1.40	R4	4		2	1	3	4	0	15	**59**	***Regular***
JEN-44	10.00	10.90	0.90	SA	Ox	0.77	R4	4		2	1	3	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-44	10.90	11.60	0.70	SA	Ox	0.00	R3	15		2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	18.90	20.80	1.90	SA	Ox	1.07	R4	17		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	25.20	28.00	2.80	SA	Ox	2.37	R5	12		2	1	3	4	3	15	**66**	***Buena***
JEN-44	28.00	29.60	1.60	SA	Ox	0.60	R3	17		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	29.60	31.00	1.40	SA	Ox	0.76	R4	11		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-44	31.00	32.60	1.60	SA	Ox	0.98	R4	7		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-44	32.60	33.30	0.70	SA	Ox	0.48	R4	4		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	33.30	34.20	0.90	SA	Ox	0.37	R3	9		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-44	34.20	35.60	1.40	SA	Ox	0.95	R4	10		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	35.60	37.20	1.60	SA	Ox	0.88	R4	12		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-44	37.20	39.90	2.70	SA	Ox	2.16	R3	14		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-44	39.90	41.40	1.50	SA	Ox	0.76	R4	15		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-44	41.40	43.00	1.60	SA	Ox	1.10	R4	10		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	43.00	44.60	1.60	SA	Ox	0.45	R4	14		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	44.60	45.60	1.00	SA	Ox	0.96	R4	2		2	1	3	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-44	45.60	46.45	0.85	SA	Ox	0.64	R4	7		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-44	47.60	49.00	1.40	SA	Ox	1.18	R4	7		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-44	49.00	50.60	1.60	SA	Ox	1.27	R4	4		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-44	50.60	52.00	1.40	SA	Ox	1.28	R5	7		2	1	3	4	5	15	**68**	***Buena***
JEN-44	52.00	53.60	1.60	SA	Ox	0.86	R4	17		2	0	3	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	53.60	55.00	1.40	SA	Ox	1.33	R5	6		2	1	3	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-44	55.00	56.60	1.60	SA	Ox	1.09	R4	8		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-44	56.60	58.00	1.40	SA	Ox	1.23	R3	7		2	0	5	2	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	58.00	59.60	1.60	SA	Ox	1.00	R4	9		2	0	5	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-44	59.60	61.00	1.40	SA	Ox	1.27	R4	5		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-44	61.00	62.50	1.50	SA	Ox	0.81	R4	10		2	0	5	2	3	15	**52**	***Regular***
JEN-44	62.50	64.00	1.50	SA	Ox	1.25	R4	7		2	0	5	2	3	15	**60**	***Regular***
JEN-44	64.00	65.60	1.60	SA	Ox	1.00	R4	13		2	0	5	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-44	65.60	67.00	1.40	SA	Ox	1.11	R4	9		2	0	5	2	3	15	**57**	***Regular***
JEN-44	67.00	68.00	1.00	SA	Ox	0.64	R4	7		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-44	68.00	70.00	2.00	SA	Ox	1.58	R4	12		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-44	74.30	75.90	1.60	SA	Ox	1.18	R4	7		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-44	75.90	77.40	1.50	SA	Ox	0.50	R3	28		2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-44	77.40	79.00	1.60	SA	Ox	0.86	R3	15		2	1	3	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	79.00	80.50	1.50	SA	Ox	0.51	R4		10	2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	80.50	82.00	1.50	SA	Ox	0.58	R4	12		2	0	5	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	82.00	83.60	1.60	SA	Ox	0.90	R4	10		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	83.60	85.00	1.40	SA	Ox	1.10	R4	8		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-44	85.00	86.50	1.50	SA	Ox	1.31	R4	6		2	0	5	0	3	15	**59**	***Regular***
JEN-44	127.00	128.60	1.60	SA	Ox	0.96	R4	12		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	128.60	130.00	1.40	SA	Ox	1.17	R4	4		2	1	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-44	130.00	131.60	1.60	SA	Ox	1.40	R4	7		2	1	3	4	3	15	**62**	***Buena***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-44	131.60	133.00	1.40	SA	Ox	0.89	R4	9		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	148.60	149.40	0.80	SA	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	1	10	**28**	***Pobre***
JEN-44	149.40	152.30	2.90	SA	Ox	2.33	R5	12		2	0	5	2	3	15	**65**	***Buena***
JEN-44	154.80	155.40	0.50	SA	Ox	0.10	R3	5		2	1	3	6	5	15	**49**	***Regular***
JEN-44	155.40	158.40	2.90	SA	Ox	1.47	R3	25		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	158.40	159.70	1.25	SA	Ox	0.80	R3	12		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-44	161.40	164.40	2.90	SA	S	2.26	R3	14		2	1	3	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-44	164.40	167.40	3.00	SA	S	1.25	R3	30		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	182.40	184.30	1.90	SA	S	1.20	R3	16		2	1	1	6	5	15	**54**	***Regular***
JEN-44	184.30	187.80	3.50	SA	S	1.61	R3	39		2	0	5	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	187.80	188.30	0.50	SA	S	0.00	R3		30	2	0	1	0	1	15	**31**	***Pobre***
JEN-44	188.30	189.20	0.90	SA	Ox	0.54	R3	6		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-44	191.10	193.08	1.98	SA	S	0.89	R3	14		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-44	193.08	195.45	2.37	SA	S	1.64	R3	9		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JEN-44	199.60	200.65	1.05	SA	Ox	0.39	R3	7		2	4	1	6	5	15	**53**	***Regular***
JEN-44	221.40	224.40	3.00	SA	S	2.26	R4	20		2	4	1	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-45	0.00	0.50	0.50	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	1	2	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-45	0.50	1.50	0.60	SA	Ox	0.14	R3		30	2	0	1	2	3	15	**36**	***Pobre***
JEN-45	10.70	11.60	0.90	SA	Ox	0.64	R4	3		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	11.60	13.00	1.20	SA	Ox	0.11	R3		30	2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-45	13.00	13.50	0.30	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	13.50	15.00	1.50	SA	Ox	0.18	R3		15	2	0	5	2	5	15	**45**	***Regular***
JEN-45	23.40	24.90	1.50	SA	Ox	0.10	R3		20	2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-45	24.90	26.50	1.60	SA	Ox	1.29	R4	5		2	1	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	34.00	35.60	1.60	SA	Ox	1.13	R3	9		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-45	35.60	37.00	1.40	SA	Ox	0.88	R3	10		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-45	37.00	38.60	1.60	SA	Ox	0.72	R3	10		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-45	38.60	40.50	1.90	SA	Ox	1.22	R3	11		2	1	3	2	5	15	**52**	***Regular***
JEN-45	43.00	43.25	0.25	SA	Ox	0.00	R2		30	2	0	1	0	1	10	**24**	***Pobre***
JEN-45	43.25	44.60	1.35	SA	Ox	0.69	R3	6		2	1	3	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-45	44.60	46.00	1.40	SA	Ox	0.96	R3	5		2	4	3	2	3	15	**56**	***Regular***
JEN-45	46.00	48.00	2.00	SA	Ox	0.64	R3	23		2	0	3	0	3	15	**42**	***Regular***
JEN-45	48.00	50.50	2.50	SA	Ox	1.79	R4	15		2	4	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	50.50	52.18	1.68	SA	Ox	0.65	R4	19		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-45	52.18	54.20	2.02	SA	Ox	1.67	R4	5		2	4	3	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-45	61.10	62.60	1.50	SA	Ox	1.24	R5	6		2	1	3	4	3	15	**66**	***Buena***
JEN-45	62.60	64.00	1.35	SA	Ox	0.94	R5	5		2	1	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-45	64.00	65.50	1.50	SA	Ox	1.17	R4	8		2	4	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	65.50	67.45	1.95	SA	Ox	1.69	R5	7		2	4	3	4	3	15	**70**	***Buena***
JEN-45	67.45	68.60	1.15	SA	Ox	0.25	R4		10	2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-45	68.60	70.90	2.30	SA	Ox	2.20	R5	4		2	4	3	4	3	15	**72**	***Buena***
JEN-45	81.40	82.00	0.60	SA	Ox	0.58	R4	2		2	4	3	4	3	15	**67**	***Buena***
JEN-45	82.00	83.60	1.60	SA	Ox	1.23	R4	8		2	4	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	83.60	85.00	1.40	SA	Ox	0.35	R4	12		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-45	85.00	86.60	1.60	SA	Ox	0.86	R3	9		2	4	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	86.60	88.00	1.40	SA	Ox	1.28	R3	4		2	4	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-45	88.00	89.60	1.60	SA	Ox	1.22	R4	6		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	89.60	92.60	3.00	SA	Ox	2.21	R4	14		2	1	3	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	92.60	94.00	1.40	SA	Ox	0.98	R4	8		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-45	94.00	95.60	1.60	SA	Ox	1.22	R4	8		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	95.60	97.00	1.40	SA	Ox	0.94	R4	6		2	4	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	97.00	100.00	3.00	SA	Ox	2.03	R4	19		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-45	100.00	102.40	2.40	SA	Ox	1.59	R4	10		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	102.40	103.00	0.60	SA	Ox	0.54	R3	4		2	4	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	103.00	104.20	1.20	SA	Ox	0.90	R3	4		2	4	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-45	104.20	106.00	1.80	SA	Ox	1.38	R3	9		2	4	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-45	106.00	108.00	2.00	SA	Ox	1.15	R3	14		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-45	108.00	110.60	2.60	SA	S	2.32	R4	9		2	4	3	2	3	15	**63**	***Buena***
JEN-45	145.00	146.50	1.50	SA	Ox	0.60	R3	22		2	0	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JEN-45	146.50	148.00	1.50	SA	Ox	0.82	R3	14		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-45	148.00	149.60	1.60	SA	Ox	1.30	R3	6		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	149.60	151.00	1.40	SA	Ox	0.97	R3	10		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-45	151.00	152.60	1.60	SA	Ox	0.91	R3	11		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	152.60	154.00	1.40	SA	Ox	1.18	R3	5		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	163.50	164.80	1.30	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-45	164.80	166.00	1.20	SA	Ox	0.78	R4	10		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	199.00	200.60	1.60	SA	Ox	1.05	R4	9		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	220.00	221.50	1.50	SA	S	0.96	R4	10		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-45	247.50	249.80	2.30	SA	S	0.75	R4	22		2	1	3	4	5	15	**52**	***Regular***
JEN-45	249.80	253.00	3.20	SA	S	1.00	R3	23		2	1	3	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-45	253.00	254.40	1.40	SA	S	0.55	R4	10		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-45	254.40	255.60	1.20	SA	S	0.64	R4	8		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-45	263.40	266.60	3.20	SA	S	1.69	R4	30		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-45	266.60	268.00	1.40	SA	S	0.75	R3	6		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-45	268.00	268.30	0.30	SA	Ox	0.00	R3	8		2	1	3	4	5	15	**42**	***Regular***
JEN-46	5.20	6.60	1.40	SA	Ox	0.23	R3	10		2	1	3	4	5	15	**47**	***Regular***
JEN-46	6.60	9.00	2.40	SA	Ox	0.00	R3		20	2	1	3	4	5	15	**42**	***Regular***
JEN-46	9.00	9.30	0.30	SA	Ox	0.00	R3		20	2	1	3	2	5	15	**40**	***Pobre***
JEN-46	9.30	10.80	1.50	SA	Ox	1.13	R4	5		2	4	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JEN-46	10.80	11.30	0.50	SA	Ox	0.31	R3	2		2	4	3	6	6	15	**62**	***Buena***
JEN-46	11.30	13.20	1.90	SA	Ox	0.00	R3	20		2	1	3	4	3	15	**43**	***Regular***
JEN-46	13.20	15.00	1.80	SA	Ox	1.13	R4	8		2	1	3	2	5	15	**57**	***Regular***
JEN-46	15.00	16.40	1.40	SA	Ox	0.84	R4	9		2	1	3	2	3	15	**53**	***Regular***
JEN-46	16.40	17.00	0.60	SA	Ox	0.18	R3	10		2	1	3	4	3	15	**43**	***Regular***
JEN-46	17.00	18.20	1.20	SA	Ox	0.88	R4	4		2	1	3	2	5	15	**59**	***Regular***
JEN-46	18.20	19.80	1.60	SA	Ox	0.48	R4	12		2	1	3	2	5	15	**49**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-46	19.80	21.10	1.30	SA	Ox	0.57	R4	13		2	1	3	6	6	15	**56**	***Regular***
JEN-46	24.80	26.10	1.30	SA	Ox	0.46	R4	10		2	1	3	2	5	15	**51**	***Regular***
JEN-46	38.30	40.80	2.50	SA	S	1.67	R4	9		2	4	3	2	5	15	**61**	***Buena***
JEN-46	40.80	41.70	0.90	SA	S	0.73	R4	2		2	4	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-46	41.70	44.10	2.40	SA	S	2.02	R5	10		2	4	1	6	5	15	**71**	***Buena***
JEN-46	44.10	46.90	2.80	SA	S	2.45	R4	7		2	1	3	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-46	49.50	52.60	3.10	SA	Ox	2.54	R4	21		2	1	3	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-46	52.60	54.10	1.50	SA	Ox	0.89	R3	11		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-46	68.00	69.30	1.30	SA	Ox	1.12	R4	5		2	4	3	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-46	69.30	71.20	1.90	SA	Ox	0.93	R3	9		2	4	3	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-46	71.20	73.10	1.90	SA	Ox	0.10	R3	31		2	1	3	4	3	15	**44**	***Regular***
JEN-46	73.10	73.80	0.70	SA	Ox	0.61	R4	4		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-46	73.80	75.60	1.80	SA	Ox	1.49	R4	8		2	4	3	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-46	83.00	85.10	2.10	SA	Ox	1.41	R3	9		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JEN-46	85.10	86.35	1.25	SA	Ox	1.20	R3	2		2	4	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-46	86.35	87.70	1.35	SA	Ox	1.30	R3	2		2	4	3	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-46	87.70	89.20	1.50	SA	Ox	1.41	R3	3		2	4	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-46	119.10	120.30	1.20	SA	Ox	0.52	R4	11		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-46	120.30	122.20	1.90	SA	Ox	1.32	R5	10		2	4	1	2	5	15	**62**	***Buena***
JEN-46	122.20	122.80	0.60	SA	Ox	0.43	R4	3		2	4	3	2	3	15	**58**	***Regular***
JEN-46	122.80	125.20	2.40	SA	S	1.20	R4	17		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-46	125.20	126.60	1.40	SA	S	1.14	R3	5		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-46	126.60	128.00	1.40	SA	S	0.67	R3	7		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-46	128.00	129.60	1.60	SA	S	1.30	R4	5		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-46	129.60	131.80	2.20	SA	S	1.56	R3	15		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-46	131.80	132.35	0.55	SA	Ox	0.48	R4	3		2	4	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-46	132.35	134.20	1.85	SA	Ox	1.31	R4	10		2	4	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-46	134.20	135.40	1.20	SA	Ox	1.03	R4	7		2	4	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JES-116	46.10	47.70	1.60	SA	S	1.10	R5	10		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	47.70	49.90	2.20	SA	S	1.51	R5	13		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	49.90	51.10	1.20	SA	S	0.99	R5	5		2	0	5	2	5	15	**67**	***Buena***
JES-116	118.50	120.00	1.50	SA	S	1.10	R5	9		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-116	120.00	121.60	1.60	SA	S	1.10	R5	9		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	121.60	123.00	1.40	SA	S	0.76	R5	12		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-116	123.00	124.60	1.60	SA	S	0.82	R5	7		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-116	124.60	126.00	1.40	SA	S	0.98	R5	5		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-116	126.00	127.80	1.80	SA	S	1.32	R5	8		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-116	127.80	130.60	2.80	SA	S	1.70	R5	7		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	3.20	5.60	2.40	SA	S	1.68	R5	6		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-117	19.00	20.60	1.60	SA	S	0.60	R3	11		2	1	5	4	5	15	**52**	***Regular***
JES-117	20.60	22.00	1.40	SA	S	0.50	R3	10		2	1	5	4	5	15	**52**	***Regular***
JES-117	25.00	26.80	1.80	SA	S	0.68	R3	20		2	1	3	2	5	15	**48**	***Regular***
JES-117	26.80	28.00	1.20	SA	S	0.96	R3	8		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-117	28.00	29.70	1.70	SA	S	0.85	R3	18		2	1	3	2	3	15	**48**	***Regular***
JES-117	35.60	37.00	1.40	SA	S	1.25	R5	3		2	1	3	2	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	37.00	38.50	1.50	SA	S	1.08	R5	5		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	38.50	40.00	1.50	SA	S	0.84	R5	11		2	1	3	2	5	15	**59**	***Regular***
JES-117	40.00	43.00	3.00	SA	S	2.85	R5	3		2	1	5	2	5	15	**76**	***Buena***
JES-117	43.00	44.20	1.20	SA	S	1.04	R5	4		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-117	44.20	45.80	1.60	SA	S	1.34	R4	4		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	45.80	47.40	1.60	SA	S	1.45	R4	3		2	1	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	47.40	49.00	1.60	SA	S	1.24	R4	5		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-117	49.00	50.60	1.60	SA	S	1.52	R4	2		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-117	50.60	52.00	1.40	SA	S	1.31	R4	3		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	59.60	60.70	1.10	SA	S	0.90	R3	6		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	63.10	64.70	1.60	SA	S	1.54	R4	3		2	1	3	2	5	15	**64**	***Buena***
JES-117	64.70	65.60	0.90	SA	S	0.00	R3		30	2	0	5	0	5	15	**39**	***Pobre***
JES-117	65.60	67.00	1.40	SA	S	1.05	R5	5		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	67.00	68.70	1.70	SA	S	1.65	R4	3		2	1	5	2	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	68.70	70.00	1.30	SA	S	1.13	R4	2		2	1	3	2	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	70.00	71.60	1.60	SA	S	1.42	R5	4		2	1	3	2	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	71.60	73.00	1.40	SA	S	1.24	R4	2		2	1	3	2	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	73.00	74.60	1.60	SA	S	1.48	R4	3		2	1	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	74.60	75.70	1.10	SA	S	0.68	R3	4		2	1	3	2	5	15	**54**	***Regular***
JES-117	145.25	149.60	4.35	SA	S	3.67	R4	9		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	149.60	151.00	1.40	SA	S	1.15	R4	5		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	151.00	154.00	3.00	SA	S	2.53	R4	7		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	154.00	155.60	1.60	SA	S	1.48	R4	2		2	1	1	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-117	155.60	158.60	3.00	SA	S	2.76	R5	3		2	1	1	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-117	158.60	160.00	1.40	SA	S	0.86	R4	14		2	1	1	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-117	160.00	161.50	1.50	SA	S	1.03	R4	5		2	1	1	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-118	50.30	51.90	1.60	SA	S	1.38	R4	4		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-118	51.90	53.10	1.20	SA	S	0.92	R4	5		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-118	53.10	56.60	3.50	SA	S	2.80	R4	8		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-118	56.60	57.90	1.30	SA	S	0.96	R4	7		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-118	57.90	61.90	4.00	SA	S	2.62	R4	32		2	1	1	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-118	61.90	63.50	1.60	SA	S	0.54	R4	16		2	1	1	4	5	15	**50**	***Regular***
JES-118	63.50	65.10	1.60	SA	S	0.93	R4	11		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-118	65.10	66.70	1.60	SA	S	1.26	R4	6		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-118	66.70	71.00	4.30	SA	S	3.45	R5	13		2	1	5	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-118	71.00	72.90	1.90	SA	S	1.70	R5	4		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-118	72.90	74.30	1.40	SA	S	1.40	R4	1		2	1	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JES-118	74.30	75.90	1.60	SA	S	1.46	R4	2		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-118	75.90	77.30	1.40	SA	S	1.33	R3	2		2	1	5	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-118	77.30	78.90	1.60	SA	S	1.40	R3	4		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-118	78.90	81.90	3.00	SA	S	2.20	R3	16		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JES-118	81.90	83.30	1.40	SA	S	1.22	R4	6		2	1	3	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-118	83.30	84.90	1.60	SA	S	1.46	R3	4		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-118	84.90	86.30	1.40	SA	S	1.07	R4	5		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-118	86.30	89.30	3.00	SA	S	2.18	R5	12		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-118	89.30	90.90	1.60	SA	S	1.30	R4	4		2	4	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-119	100.50	102.00	1.50	SA	S	0.66	R4	9		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-120	0.00	2.60	2.60	SA	S	0.80	R3	33		2	0	5	2	5	15	**48**	***Regular***
JES-120	2.60	3.10	0.50	SA	S	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JES-120	3.10	5.60	2.50	SA	S	1.11	R3	19		2	1	5	4	5	15	**52**	***Regular***
JES-120	5.60	7.00	1.40	SA	S	1.08	R3	7		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-120	7.00	8.60	1.60	SA	S	0.45	R3	12		2	1	5	4	5	15	**50**	***Regular***
JES-120	8.60	10.00	1.40	SA	S	0.70	R3	9		2	1	5	4	5	15	**53**	***Regular***
JES-120	10.00	13.00	3.00	SA	S	1.67	R4	14		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-120	13.00	14.60	1.60	SA	S	0.92	R4	11		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-120	14.60	17.60	3.00	SA	S	2.03	R4	10		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-120	17.60	20.50	2.90	SA	S	1.43	R3	21		2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JES-120	20.50	22.00	1.50	SA	S	0.80	R4	7		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JES-120	22.00	23.50	1.50	SA	S	0.94	R4	8		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JES-120	23.50	25.00	1.50	SA	S	1.06	R4	8		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-121	15.00	16.60	1.60	SA	S	1.22	R4	8		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-121	16.60	18.00	1.40	SA	S	1.24	R4	5		2	1	3	2	5	15	**62**	***Buena***
JES-121	18.00	19.60	1.60	SA	S	1.50	R4	2		2	1	3	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-121	19.60	21.00	1.40	SA	S	1.40	R4	1		2	1	3	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-121	21.00	22.60	1.60	SA	S	1.54	R5	3		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-121	22.60	24.00	1.40	SA	S	1.25	R5	2		2	1	3	4	5	15	**74**	***Buena***
JES-121	24.00	25.60	1.60	SA	S	1.58	R5	1		2	1	3	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-121	25.60	27.00	1.40	SA	S	1.20	R5	5		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-121	27.00	28.60	1.60	SA	S	1.48	R4	4		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-121	28.60	30.00	1.40	SA	S	1.30	R4	3		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-121	30.00	31.60	1.60	SA	S	1.56	R4	1		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-121	31.60	33.00	1.40	SA	S	1.40	R4	4		2	1	3	2	5	15	**65**	***Buena***
JES-121	41.80	42.80	1.00	SA	S	0.95	R5	1		2	1	5	4	5	15	**78**	***Buena***
JES-121	42.80	44.40	1.60	SA	S	1.40	R5	5		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-121	44.40	46.00	1.60	SA	S	0.80	R5	10		2	1	3	2	5	15	**57**	***Regular***
JES-121	46.00	47.60	1.60	SA	S	0.85	R5	11		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-121	47.60	49.20	1.60	SA	S	1.50	R5	5		2	1	3	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-121	49.20	49.70	0.50	SA	S	0.25	R5	4		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-121	49.70	51.00	1.30	SA	S	0.68	R5	12		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-121	55.60	57.00	1.40	SA	S	0.94	R5	7		2	1	3	2	5	15	**61**	***Buena***
JES-121	57.00	58.60	1.60	SA	S	0.53	R5	11		2	1	3	2	5	15	**55**	***Regular***
JES-121	58.60	60.00	1.40	SA	S	0.86	R5	9		2	1	3	2	5	15	**60**	***Regular***
JES-121	60.00	61.60	1.60	SA	S	1.48	R5	4		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-121	61.60	63.00	1.40	SA	S	1.22	R5	7		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-121	63.00	64.60	1.60	SA	S	1.15	R5	8		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-121	64.60	66.00	1.40	SA	S	1.02	R5	7		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-121	66.00	67.60	1.60	SA	S	1.43	R5	5		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-42	50.00	51.60	1.60	SA	Ox	1.30	R3	5		2	1	3	2	5	15	**58**	***Regular***
JEN-42	100.00	100.50	0.40	SA	Ox	0.24	R3	10		2	0	5	2	5	15	**47**	***Regular***
JEN-42	100.50	102.00	1.40	SA	Ox	0.42	R4	10		2	0	5	2	5	15	**50**	***Regular***
JEN-42	102.00	103.30	1.30	SA	Ox	0.00	R3		20	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	134.60	136.00	1.40	SA	Ox	0.90	R5	9		2	0	5	2	3	15	**59**	***Regular***
JEN-42	136.00	137.60	1.60	SA	Ox	0.50	R4	26		2	0	3	0	3	15	**45**	***Regular***
JEN-42	137.60	139.30	1.70	SA	Ox	1.06	R4	10		2	0	3	0	3	15	**50**	***Regular***
JEN-42	139.30	140.60	1.30	SA	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	140.60	143.60	3.00	SA	Ox	1.75	R3	18		2	1	3	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	143.60	145.00	1.40	SA	Ox	0.89	R3	10		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-42	145.00	147.80	2.80	SA	S	2.22	R5	15		2	1	3	6	5	15	**67**	***Buena***
JEN-42	147.80	149.70	1.90	SA	S	0.60	R5	15		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-43	0.00	0.60	0.60	SA	Ox	0.28	R4	8		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-43	0.60	2.00	1.40	SA	Ox	0.89	R4	6		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-43	2.00	3.40	1.40	SA	Ox	1.27	R4	2		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JEN-43	19.50	21.10	1.60	SA	Ox	1.48	R4	2		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JEN-43	42.40	44.00	1.60	SA	Ox	1.12	R3	7		2	1	3	2	5	15	**55**	***Regular***
JEN-43	44.00	44.55	0.55	SA	Ox	0.50	R3	2		2	1	3	2	5	15	**60**	***Regular***
JEN-43	44.55	45.40	0.85	SA	Ox	0.00	R3	24		2	1	3	2	5	15	**40**	***Pobre***
JEN-43	45.40	46.00	0.60	SA	Ox	0.40	R3	4		2	1	3	2	5	15	**53**	***Regular***
JEN-43	46.00	47.00	1.00	SA	Ox	0.80	R3	4		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-43	47.00	48.40	1.40	SA	Ox	1.27	R3	5		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	48.40	50.00	1.60	SA	Ox	1.12	R3	8		2	1	5	4	5	15	**57**	***Regular***
JEN-43	50.00	51.40	1.40	SA	Ox	1.10	R3	7		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-43	51.40	51.70	0.30	SA	Ox	0.24	R4	1		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	51.70	54.40	2.70	SA	Ox	1.80	R4	8		2	1	5	2	5	15	**60**	***Regular***
JEN-43	54.40	56.00	1.60	SA	Ox	0.82	R4	14		2	1	5	2	5	15	**55**	***Regular***
JEN-43	60.60	61.80	1.20	SA	Ox	0.89	R4	3		2	1	5	2	5	15	**61**	***Buena***
JEN-43	61.80	63.40	1.60	SA	Ox	1.42	R4	2		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-43	63.40	65.00	1.60	SA	Ox	1.23	R4	5		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	65.00	66.40	1.40	SA	Ox	1.32	R4	3		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JEN-43	66.40	68.00	1.60	SA	Ox	1.28	R4	3		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-43	68.00	69.40	1.40	SA	Ox	1.40	R4	1		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JEN-43	69.40	69.90	0.50	SA	Ox	0.50	R4	1		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JEN-43	95.00	96.40	1.40	SA	Ox	0.84	R4	7		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-43	96.40	98.00	1.60	SA	Ox	1.26	R4	6		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	98.00	99.40	1.40	SA	Ox	1.40	R4	2		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	99.40	101.00	1.60	SA	Ox	0.90	R4	9		2	1	3	2	5	15	**54**	***Regular***
JEN-43	101.00	101.90	0.90	SA	Ox	0.78	R4	2		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	101.90	104.00	2.10	SA	Ox	1.95	R4	4		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-43	104.00	105.40	1.40	SA	Ox	1.32	R4	4		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JEN-43	105.40	107.00	1.60	SA	Ox	1.46	R4	2		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JEN-43	116.00	117.40	1.40	SA	S	1.40	R4	2		2	1	3	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-43	117.40	119.00	1.60	SA	S	1.45	R4	4		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-45	127.00	127.90	0.80	SA	Ox	0.25	R4	8		2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-45	127.90	129.10	1.10	SA	Ox	0.00	R3		25	2	1	3	2	3	10	**33**	***Pobre***
JEN-45	129.10	130.00	0.80	SA	Ox	0.00	R3		25	2	1	3	2	3	10	**33**	***Pobre***
JEN-45	130.00	130.80	0.80	SA	Ox	0.70	R4	3		2	4	3	4	5	15	**67**	***Buena***
JEN-45	130.80	133.40	2.60	SA	Ox	1.54	R4	18		2	1	3	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	133.40	134.60	1.20	SA	Ox	1.03	R3	4		2	1	3	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	134.60	136.00	1.40	SA	Ox	1.15	R3	6		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-45	136.00	137.60	1.60	SA	S	1.35	R3	9		2	1	5	2	3	15	**56**	***Regular***
JEN-45	137.60	139.00	1.40	SA	S	1.12	R3	4		2	1	3	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-45	139.00	140.60	1.60	SA	Ox	1.40	R3	6		2	1	3	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	140.60	142.00	1.40	SA	Ox	1.20	R3	7		2	1	3	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	142.00	143.40	1.40	SA	Ox	0.60	R3	13		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-45	143.40	145.00	1.60	SA	Ox	1.28	R3	7		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-45	186.40	188.00	1.60	SA	Ox	1.24	R4	7		2	1	5	4	3	15	**62**	***Buena***
JEN-45	202.00	203.60	1.60	SA	Ox	0.75	R4	12		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	208.00	209.60	1.60	SA	S	0.66	R4	11		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-45	209.60	211.00	1.40	SA	S	1.07	R4	7		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	211.00	212.60	1.60	SA	S	1.20	R4	6		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	224.70	226.00	1.30	SA	S	1.19	R4	6		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-45	226.00	227.60	1.60	SA	S	1.11	R4	9		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-45	227.60	229.00	1.40	SA	S	0.80	R4	7		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-45	233.60	234.00	0.40	SA	Ox	0.22	R3	4		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-45	234.00	235.05	1.05	SA	Ox	0.70	R3	8		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	235.05	236.60	1.30	SA	Ox	0.37	R3	11		2	1	5	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-45	241.30	243.30	2.00	SA	S	1.10	R4	8		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-45	243.30	246.35	3.05	SA	S	1.64	R4	19		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-46	0.00	1.10	1.10	SA	Ox	0.22	R5	15		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-46	1.10	3.20	2.10	SA	Ox	0.27	R5	23		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-46	3.20	5.20	2.00	SA	Ox	0.47	R3	15		2	1	3	4	5	15	**47**	***Regular***
JEN-46	21.10	22.50	1.40	SA	Ox	1.38	R4	2		2	4	3	2	5	15	**72**	***Buena***
JEN-46	22.50	23.15	0.65	SA	Ox	0.26	R4	8		2	1	3	4	1	15	**49**	***Regular***
JEN-46	23.15	23.65	0.50	SA	Ox	0.45	R4	2		2	1	3	2	3	15	**61**	***Buena***
JEN-46	23.65	24.80	1.15	SA	Ox	0.59	R3		15	2	1	3	4	1	15	**48**	***Regular***
JEN-46	26.10	29.60	3.50	SA	S	2.08	R4	14		2	4	3	6	6	15	**64**	***Buena***
JEN-46	29.60	30.30	0.70	SA	Ox	0.46	R4	2		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-46	30.30	30.90	0.60	SA	Ox	0.53	R4	2		2	4	3	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-46	54.10	55.95	1.85	SA	S	1.56	R3	5		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-46	55.95	58.60	2.65	SA	S	1.11	R3	20		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-46	58.60	60.60	2.00	SA	S	1.48	R4	10		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-46	60.60	63.60	3.00	SA	S	2.23	R3	14		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-46	63.60	64.40	0.80	SA	S	0.80	R4	2		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-46	64.40	68.00	3.60	SA	S	2.44	R4	16		2	4	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-116	130.60	132.00	1.40	SA	S	0.90	R5	10		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-116	132.00	133.60	1.60	SA	S	0.40	R5	18		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	0.00	1.60	1.60	SA	S	0.44	R3	28		2	1	5	4	5	15	**47**	***Regular***
JES-117	1.60	3.20	1.60	SA	S	0.82	R3	15		2	1	5	4	5	15	**54**	***Regular***
JES-117	5.60	7.00	1.40	SA	S	0.48	R4	13		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JES-117	7.00	8.40	1.40	SA	S	1.20	R4	3		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	29.70	31.00	1.30	SA	S	0.99	R3	5		2	1	3	2	3	15	**55**	***Regular***
JES-117	31.00	32.60	1.60	SA	S	1.19	R3	7		2	1	3	2	5	15	**56**	***Regular***
JES-117	32.60	34.00	1.40	SA	S	1.38	R3	2		2	1	3	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-117	34.00	35.60	1.60	SA	S	1.20	R4	4		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-117	52.00	53.60	1.60	SA	S	1.24	R3	5		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-117	53.60	55.00	1.40	SA	S	1.16	R4	4		2	1	5	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	55.00	56.60	1.60	SA	S	1.08	R4	6		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-117	56.60	58.00	1.40	SA	S	0.70	R4	9		2	0	3	0	5	15	**50**	***Regular***
JES-117	58.00	59.60	1.60	SA	S	1.40	R3	6		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-117	82.00	83.30	1.30	SA	S	0.90	R3	7		2	1	3	2	5	15	**53**	***Regular***
JES-117	83.30	83.90	0.60	SA	S	0.57	R3	2		2	1	3	2	5	15	**60**	***Regular***
JES-120	25.00	28.00	3.00	SA	S	0.23	R3		20	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JES-120	28.00	29.50	1.50	SA	S	0.37	R3		15	2	0	5	2	5	15	**46**	***Regular***
JES-120	47.60	49.00	1.40	SA	S	0.32	R3	6		2	1	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JES-120	49.00	50.60	1.60	SA	S	0.34	R3	17		2	1	3	2	3	15	**43**	***Regular***
JES-120	94.80	96.20	1.40	SA	S	0.60	R3	10		2	1	3	2	3	15	**46**	***Regular***
JES-120	96.20	100.00	3.80	SA	S	1.26	R3	23		2	1	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JES-121	33.00	34.60	1.60	SA	S	1.23	R4	16		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JES-121	34.60	36.00	1.40	SA	S	1.40	R4	1		2	1	3	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-121	36.00	37.30	1.30	SA	S	1.10	R4	12		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-121	37.30	38.30	1.00	SA	S	0.90	R4	4		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-121	38.30	39.70	1.40	SA	S	1.18	R4	6		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-121	39.70	40.00	0.30	SA	S	0.18	R4	15		2	0	5	2	5	15	**53**	***Regular***
JES-121	40.00	40.40	0.40	SA	S	0.23	R4	3		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-121	40.40	41.80	1.40	SA	S	1.27	R4	7		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-121	67.60	69.00	1.40	SA	S	1.24	R3	4		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-121	69.00	70.60	1.60	SA	S	1.05	R3	5		2	1	3	4	5	15	**57**	***Regular***
JES-121	70.60	72.00	1.40	SA	S	1.40	R3	2		2	1	5	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-121	72.00	73.60	1.60	SA	S	1.15	R3	8		2	1	5	2	5	15	**56**	***Regular***
JES-121	73.60	75.00	1.40	SA	S	1.30	R3	5		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-42	291.50	293.00	1.50	SC	S	0.73	R3	13		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	329.10	330.50	1.40	SC	S	0.64	R3	9		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	330.50	332.60	2.10	SC	Ox	0.31	R3	30		2	1	3	4	3	15	**44**	***Regular***
JEN-42	349.80	352.80	3.00	SC	S	2.04	R4	12		2	1	3	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-42	352.80	353.60	0.80	SC	S	0.68	R4	4		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-42	353.60	356.60	3.00	SC	S	0.55	R4	26		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-42	356.60	357.10	0.50	SC	S	0.35	R3	3		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-43	56.00	57.40	1.40	SC	Ox	0.99	R3	5		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-44	159.70	161.40	1.70	SC	S	1.12	R3	11		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-44	170.40	172.40	2.00	SC	S	0.40	R3	25		2	1	3	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-44	235.45	236.70	1.25	SC	S	0.69	R4	5		2	4	3	6	5	15	**63**	***Buena***
JEN-44	236.70	237.25	0.55	SC	S	0.51	R3	2		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-44	237.25	238.30	1.05	SC	S	0.98	R3	11		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-44	289.00	290.00	1.00	SC	S	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-44	290.00	292.10	2.10	SC	S	0.56	R3		15	2	1	3	2	3	15	**44**	***Regular***
JEN-44	292.10	292.80	0.60	SC	S	0.00	R3		30	2	0	1	0	1	10	**26**	***Pobre***
JEN-45	40.50	41.50	1.00	SC	Ox	0.00	R2		30	2	0	1	0	1	10	**24**	***Pobre***
JEN-45	41.50	43.00	1.50	SC	Ox	0.11	R3	5		2	0	3	0	3	15	**41**	***Pobre***
JEN-45	110.60	112.50	1.90	SC	S	1.60	R4	5		2	4	3	2	3	15	**62**	***Buena***
JEN-45	112.50	113.60	1.10	SC	S	0.65	R4	9		2	1	3	2	3	15	**52**	***Regular***
JEN-45	113.60	115.00	1.40	SC	S	0.98	R4	8		2	1	3	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	115.00	116.60	1.60	SC	S	1.26	R4	4		2	4	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JEN-45	116.60	119.60	3.00	SC	S	2.62	R4	6		2	4	3	2	5	15	**65**	***Buena***
JEN-45	119.60	121.00	1.40	SC	S	0.90	R4	7		2	4	3	2	5	15	**60**	***Regular***
JEN-45	121.00	122.60	1.60	SC	S	1.05	R4	8		2	1	3	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	122.60	124.30	1.70	SC	S	1.31	R4	8		2	4	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-45	124.30	124.90	0.60	SC	S	0.36	R4	5		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-45	124.90	127.00	2.10	SC	S	1.39	R3	15		2	4	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	8.40	10.00	1.60	SC	Ox	1.10	R3	24		2	1	3	2	5	15	**53**	***Regular***
JES-117	10.00	11.60	1.60	SC	Ox	0.98	R3	17		2	1	5	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-117	11.60	16.00	4.40	SC	Ox	2.75	R4	15		2	0	3	0	3	15	**52**	***Regular***
JEN-46	79.50	81.20	1.70	SCP	S	0.81	R3	18		2	4	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JES-116	133.60	138.00	4.40	SCP	S	1.70	R4	23		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-116	138.00	139.60	1.60	SCP	S	0.88	R4	15		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-116	139.60	142.60	3.00	SCP	S	2.25	R4	9		2	1	5	2	5	15	**62**	***Buena***
JES-117	16.00	17.60	1.60	SCP	S	0.85	R3	22		2	0	3	0	3	15	**45**	***Regular***
JES-117	17.60	19.00	1.40	SCP	S	0.25	R3	12		2	1	5	4	5	15	**49**	***Regular***
JES-117	22.00	23.60	1.60	SCP	S	0.92	R3	12		2	1	3	2	5	15	**51**	***Regular***
JES-117	23.60	25.00	1.40	SCP	S	0.85	R3	9		2	1	3	2	5	15	**52**	***Regular***
JES-120	29.50	32.90	3.40	SCP	S	2.00	R3	17		2	1	3	2	3	15	**49**	***Regular***
JES-120	32.90	34.00	1.10	SCP	S	0.55	R3	7		2	1	3	2	3	15	**47**	***Regular***
JES-120	34.00	35.40	1.40	SCP	S	0.25	R3	20		2	0	3	0	3	15	**40**	***Pobre***
JES-120	35.40	35.50	0.10	SCP	S	0.00	R0		30	2	0	0	0	0	10	**20**	***Muy Pobre***
JES-120	35.50	37.00	1.50	SCP	S	0.53	R3	9		2	1	3	2	3	15	**46**	***Regular***
JES-120	37.00	38.95	1.95	SCP	S	0.77	R3	7		2	1	3	2	3	15	**48**	***Regular***
JES-120	38.95	39.05	0.10	SCP	S	0.00	R2		30	2	0	3	0	1	15	**31**	***Pobre***
JES-120	39.05	40.00	0.95	SCP	S	0.50	R3	3		2	0	1	0	3	15	**45**	***Regular***
JES-120	40.00	42.10	2.10	SCP	S	0.40	R3	20		2	0	1	0	3	15	**38**	***Pobre***
JES-120	42.10	44.10	2.00	SCP	S	0.65	R3	9		2	1	3	2	3	15	**47**	***Regular***
JES-120	50.60	53.00	2.40	SCP	S	0.81	R3	17		2	1	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JES-120	53.00	53.10	0.10	SCP	S	0.00	R0		30	2	0	0	0	0	10	**20**	***Muy Pobre***
JEN-42	0.00	0.60	0.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	0.60	1.30	0.70	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	1	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	125.10	126.70	1.60	SG	Ox	0.53	R3	16		2	0	5	2	3	15	**46**	***Regular***
JEN-42	126.70	128.70	2.00	SG	Ox	0.30	R3		20	2	0	5	2	3	15	**41**	***Pobre***
JEN-42	128.70	130.00	1.30	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	130.00	131.90	1.90	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	131.90	134.60	2.70	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	0	1	10	**26**	***Pobre***
JEN-42	149.70	150.80	1.10	SG	Ox	0.00	R3		20	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	150.80	152.60	1.80	SG	Ox	0.23	R3	21		2	0	5	2	5	15	**45**	***Regular***
JEN-42	152.60	154.00	1.40	SG	Ox	0.63	R4	10		2	0	5	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-42	154.00	155.60	1.60	SG	Ox	0.89	R4	9		2	0	5	2	3	15	**53**	***Regular***
JEN-42	155.60	157.00	1.40	SG	Ox	0.96	R4	6		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-42	164.60	166.00	1.40	SG	Ox	0.90	R4	8		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-42	166.00	167.60	1.60	SG	Ox	0.69	R3	13		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-42	170.00	170.90	0.90	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	170.90	172.00	1.10	SG	Ox	0.75	R3	8		2	0	5	2	5	15	**54**	***Regular***
JEN-42	172.00	173.60	1.60	SG	Ox	0.96	R3	16		2	0	3	2	5	15	**51**	***Regular***
JEN-42	173.60	174.90	1.30	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	1	2	5	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	178.00	180.80	2.80	SG	Ox	0.36	R3		20	2	1	1	4	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	180.80	183.20	2.40	SG	Ox	0.93	R3		12	2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	183.20	184.80	1.60	SG	Ox	0.60	R3	13		2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	184.80	186.40	1.60	SG	Ox	0.90	R3	11		2	0	5	2	5	15	**52**	***Regular***
JEN-42	186.40	187.00	0.60	SG	Ox	0.20	R3	5		2	1	3	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	187.00	188.90	1.90	SG	Ox	0.57	R4	12		2	1	5	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-42	188.90	191.00	2.10	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	191.00	192.30	1.30	SG	Ox	0.60	R3	10		2	0	5	2	5	15	**50**	***Regular***
JEN-42	192.30	194.70	2.40	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	194.70	196.00	1.30	SG	Ox	0.22	R3	16		2	0	5	2	5	15	**46**	***Regular***
JEN-42	199.30	200.40	1.10	SG	Ox	0.16	R3	15		2	0	5	2	5	15	**45**	***Regular***
JEN-42	200.40	201.70	1.10	SG	Ox	0.10	R3		20	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	201.70	202.50	0.80	SG	Ox	0.24	R3	10		2	0	3	2	5	15	**45**	***Regular***
JEN-42	202.50	203.45	0.95	SG	Ox	0.74	R3	2		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-42	203.45	203.90	0.45	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	210.90	213.40	2.40	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	0	3	15	**33**	***Pobre***
JEN-42	213.40	214.90	1.45	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	214.90	216.20	1.30	SG	Ox	0.00	R3		20	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	216.20	217.80	1.60	SG	Ox	0.22	R3		15	2	1	3	4	5	15	**46**	***Regular***
JEN-42	217.80	219.10	1.20	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	219.10	219.40	0.25	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	219.40	221.00	1.50	SG	Ox	0.53	R3	13		2	0	5	2	5	15	**48**	***Regular***
JEN-42	221.00	222.20	0.90	SG	Ox	0.00	R3		20	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	222.20	223.80	1.60	SG	Ox	0.20	R3		15	2	1	3	4	5	15	**46**	***Regular***
JEN-42	223.80	224.40	0.60	SG	Ox	0.00	R3	12		2	1	3	4	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	224.40	225.40	1.00	SG	Ox	0.80	R5	5		2	1	3	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-42	225.40	226.80	1.40	SG	Ox	0.12	R3	26		2	1	3	4	5	15	**43**	***Regular***
JEN-42	271.50	272.60	0.90	SG	Ox	0.30	R3	11		2	1	3	4	3	15	**46**	***Regular***
JEN-42	272.60	275.20	2.60	SG	Ox	0.70	R4	30		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	275.20	278.20	3.00	SG	S	1.17	R4	30		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-42	278.20	280.10	1.90	SG	S	0.45	R3	23		2	1	1	6	5	15	**47**	***Regular***
JEN-42	280.10	281.40	1.30	SG	S	0.65	R3	13		2	1	3	6	5	15	**54**	***Regular***
JEN-42	281.40	282.80	1.30	SG	S	0.12	R3		30	2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-42	282.80	284.60	1.80	SG	S	0.31	R3		10	2	1	3	2	5	15	**45**	***Regular***
JEN-42	284.60	285.60	0.95	SG	S	0.10	R3		25	2	0	3	6	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	285.60	287.50	1.85	SG	S	1.06	R3	7		2	1	3	6	5	15	**57**	***Regular***
JEN-42	287.50	289.20	1.70	SG	S	1.49	R4	3		2	1	3	6	5	15	**66**	***Buena***
JEN-42	289.20	290.60	1.30	SG	Ox	0.30	R3	17		2	1	5	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-42	290.60	291.50	0.90	SG	Ox	0.13	R3	10		2	1	3	4	3	15	**44**	***Regular***
JEN-42	293.00	293.60	0.60	SG	Ox	0.00	R3	16		2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	293.60	296.60	3.00	SG	Ox	1.98	R3	13		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-42	296.60	299.00	2.40	SG	Ox	1.18	R3	21		2	1	5	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	299.00	299.60	0.60	SG	Ox	0.00	R3	14		2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	299.60	300.50	0.90	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	300.50	302.00	1.50	SG	S	0.75	R3	15		2	1	5	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-42	302.00	303.70	1.70	SG	S	0.54	R3	11		2	1	5	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-42	303.70	305.60	1.90	SG	Ox	0.75	R3	22		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-42	305.60	307.80	2.20	SG	S	0.40	R3	35		2	0	3	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-42	307.80	311.00	3.20	SG	Ox	2.05	R3	17		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-42	311.00	313.80	2.80	SG	Ox	0.10	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	313.80	316.50	2.70	SG	Ox	0.41	R3	44		2	1	3	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-42	316.50	318.60	2.10	SG	Ox	1.22	R3	20		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	318.60	320.60	2.00	SG	Ox	0.00	R3		30	2	1	3	4	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-42	320.60	323.10	2.50	SG	Ox	0.20	R3		20	2	1	3	4	5	15	**43**	***Regular***
JEN-42	323.10	325.00	1.90	SG	Ox	0.65	R3		15	2	1	3	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	325.00	327.70	2.70	SG	Ox	0.65	R3	25		2	1	3	4	5	15	**47**	***Regular***
JEN-42	327.70	328.90	1.20	SG	Ox	0.00	R1		30	2	0	1	0	1	10	**23**	***Pobre***
JEN-42	328.90	329.10	0.20	SG	Ox	0.00	R3	9		2	1	3	4	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-42	332.60	335.00	2.40	SG	Ox	1.02	R3	16		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-42	337.50	338.60	1.10	SG	Ox	0.52	R3	8		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	338.60	339.30	0.70	SG	Ox	0.41	R3	4		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	339.30	341.60	2.30	SG	Ox	0.70	R3	37		2	1	3	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-42	347.90	349.80	1.90	SG	Ox	1.34	R3	9		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-43	16.30	19.50	3.20	SG	Ox	2.48	R4	12		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-43	27.40	29.00	1.60	SG	Ox	0.80	R4	8		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-43	29.00	30.40	1.20	SG	Ox	0.00	R4	27		2	1	5	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-43	30.40	31.00	0.60	SG	Ox	0.00	R4	23		2	1	5	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-43	31.00	32.00	1.00	SG	Ox	0.46	R4	7		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-43	32.00	33.40	1.40	SG	Ox	0.40	R3	8		2	1	5	4	3	15	**48**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-43	35.00	36.40	1.40	SG	Ox	1.23	R3	5		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-43	36.40	38.54	2.14	SG	Ox	1.10	R3	12		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-43	38.54	39.70	1.16	SG	Ox	0.00	R3	27		2	1	5	4	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	39.70	41.00	1.30	SG	Ox	1.08	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	83.00	84.40	1.40	SG	Ox	1.20	R4	4		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	84.40	86.00	1.60	SG	Ox	1.38	R4	4		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-43	86.00	87.40	1.40	SG	Ox	1.40	R4	2		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	153.40	155.00	1.60	SG	Ox	0.16	R4	27		2	1	5	4	3	15	**46**	***Regular***
JEN-43	155.00	156.40	1.40	SG	Ox	0.50	R4	18		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-43	156.40	158.00	1.60	SG	Ox	0.11	R4	28		2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-43	158.00	159.40	1.40	SG	Ox	0.77	R4	14		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-43	159.40	161.20	1.80	SG	Ox	1.09	R4	13		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-43	161.20	161.60	0.40	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	169.40	171.00	1.40	SG	Ox	1.05	R4	5		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-43	171.00	172.30	1.30	SG	Ox	0.72	R4	8		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-43	172.30	174.10	1.80	SG	Ox	1.22	R4	11		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-43	174.10	175.40	1.30	SG	Ox	0.52	R4	12		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-43	175.40	176.70	1.30	SG	Ox	0.25	R4	19		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-43	176.70	177.70	1.00	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	183.40	185.75	2.35	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	185.75	186.90	1.15	SG	Ox	0.54	R4	10		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-43	186.90	188.80	1.90	SG	Ox	1.15	R4	14		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-43	188.80	189.40	0.60	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	189.40	189.80	0.40	SG	Ox	0.00	R4	22		2	1	5	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-43	189.80	190.10	0.20	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-43	190.10	191.40	1.10	SG	Ox	0.40	R4	26		2	1	5	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	5.60	6.60	1.00	SG	Ox	0.00	R2	22		2	0	1	0	1	10	**24**	***Pobre***
JEN-44	11.60	13.30	1.70	SG	Ox	1.05	R3	14		2	0	3	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	13.30	15.00	1.70	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	15.00	16.50	1.50	SG	Ox	0.44	R3		15	2	0	3	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-44	16.50	17.40	0.90	SG	Ox	0.20	R2	8		2	0	3	0	1	10	**31**	***Pobre***
JEN-44	17.40	18.90	1.50	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	1	10	**28**	***Pobre***
JEN-44	20.80	22.00	1.20	SG	Ox	0.46	R3	17		2	0	3	2	1	10	**38**	***Pobre***
JEN-44	22.00	23.80	1.80	SG	Ox	1.02	R3	10		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-44	23.80	25.20	1.20	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	1	10	**28**	***Pobre***
JEN-44	117.92	118.30	0.38	SG	Ox	0.00	R1		30	2	0	1	0	0	10	**22**	***Pobre***
JEN-44	140.80	142.90	2.10	SG	Ox	1.36	R4	10		2	0	5	2	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	142.90	143.60	0.70	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	3	10	**30**	***Pobre***
JEN-44	143.60	145.00	1.40	SG	Ox	0.67	R3	16		2	0	5	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	145.00	147.60	2.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	147.60	148.60	1.00	SG	Ox	0.38	R4	10		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-44	195.45	199.60	4.15	SG	Ox	2.57	R3	24		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-44	200.65	203.40	2.75	SG	Ox	1.94	R3	20		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	203.40	206.40	3.00	SG	Ox	1.27	R3	38		2	0	5	2	3	15	**47**	***Regular***
JEN-44	206.40	207.40	0.80	SG	Ox	0.36	R3	10		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	207.40	209.40	2.00	SG	Ox	1.71	R3	14		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-44	209.40	212.40	3.00	SG	Ox	1.63	R3	26		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	238.30	239.40	1.10	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	239.40	242.10	2.70	SG	Ox	0.51	R3		15	2	1	3	4	5	15	**47**	***Regular***
JEN-45	1.50	2.60	0.40	SG	Ox	0.13	R3		30	2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-45	2.60	4.00	0.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-45	4.00	5.60	1.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	1	15	**33**	***Pobre***
JEN-45	5.60	7.00	1.40	SG	Ox	0.30	R3	15		2	0	3	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-45	7.00	8.60	1.60	SG	Ox	0.00	R3		20	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-45	8.60	10.00	1.40	SG	Ox	1.00	R3	7		2	1	5	4	1	15	**54**	***Regular***
JEN-45	10.00	10.70	0.70	SG	Ox	0.45	R3	6		2	1	5	4	1	15	**52**	***Regular***
JEN-45	15.00	16.00	0.80	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	16.00	17.00	1.00	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	17.00	17.40	0.40	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	17.40	18.00	0.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-45	18.00	19.70	1.70	SG	Ox	0.41	R3	8		2	1	3	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-45	19.70	21.80	2.10	SG	Ox	0.00	R3		25	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-45	21.80	23.40	1.60	SG	Ox	0.00	R3		25	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	76.20	79.00	2.80	SG	Ox	0.97	R3		10	2	1	3	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-45	79.00	79.50	0.50	SG	Ox	0.27	R4	3		2	1	3	4	1	15	**51**	***Regular***
JEN-45	79.50	81.40	1.90	SG	Ox	1.00	R3	16		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-45	154.00	155.40	1.40	SG	Ox	0.43	R4	20		2	0	3	2	3	15	**47**	***Regular***
JEN-45	155.40	157.00	1.60	SG	Ox	0.37	R4	23		2	0	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JEN-45	157.00	157.50	0.50	SG	Ox	0.31	R4	3		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-45	157.50	158.20	0.70	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	158.20	158.60	0.20	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	161.70	163.00	1.30	SG	Ox	0.13	R4	23		2	0	3	2	3	15	**41**	***Pobre***
JEN-45	163.00	163.50	0.50	SG	Ox	0.00	R4	22		2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	170.50	171.50	1.00	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	171.50	173.00	1.40	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-45	173.00	174.40	1.40	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	177.40	179.00	1.60	SG	Ox	0.43	R3	23		2	0	3	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-45	179.00	179.90	0.90	SG	Ox	0.00	R3	20		2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	179.90	180.60	0.70	SG	Ox	0.10	R3	17		2	0	5	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	180.60	182.00	1.30	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-45	182.00	182.50	0.50	SG	Ox	0.00	R3	16		2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	182.50	184.00	1.50	SG	Ox	0.23	R3	23		2	0	5	2	3	15	**44**	***Regular***
JEN-45	184.00	184.90	0.90	SG	Ox	0.30	R3	12		2	1	5	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-45	184.90	186.40	1.50	SG	Ox	0.73	R4	13		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	188.00	189.10	1.10	SG	Ox	0.35	R4	14		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-45	189.10	190.10	1.00	SG	Ox	0.12	R3		30	2	0	5	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	190.10	191.70	1.60	SG	Ox	0.24	R3	24		2	0	3	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-45	191.70	192.40	0.60	SG	Ox	0.00	R3	18		2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	192.40	194.00	1.60	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	194.00	195.10	1.10	SG	Ox	0.12	R4	22		2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-45	195.10	195.60	0.50	SG	Ox	0.16	R4	12		2	1	3	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-45	195.60	196.60	1.00	SG	Ox	0.96	R4	6		2	1	5	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-45	196.60	197.70	1.10	SG	Ox	0.25	R4	16		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-45	197.70	199.00	1.30	SG	Ox	0.78	R4	12		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-45	200.60	202.00	1.40	SG	Ox	0.99	R4	11		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	229.00	230.60	1.60	SG	Ox	1.35	R4	4		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-45	230.60	232.00	1.40	SG	Ox	1.30	R4	5		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-45	232.00	233.60	1.60	SG	Ox	0.75	R4	15		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	236.60	237.80	1.20	SG	Ox	0.47	R4	10		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	237.80	239.30	1.50	SG	Ox	0.75	R4	14		2	1	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-45	239.30	241.30	2.00	SG	Ox	1.17	R4	11		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-45	246.35	247.50	1.15	SG	Ox	0.38	R4	10		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-45	255.60	257.50	1.90	SG	S	1.20	R3	11		2	4	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-45	257.50	260.40	2.90	SG	S	1.56	R4	13		2	4	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-45	260.40	263.40	3.00	SG	S	2.13	R4	13		2	4	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-46	30.90	32.20	1.30	SG	Ox	1.08	R4	5		2	1	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-46	32.20	34.10	1.90	SG	Ox	1.00	R3	15		2	1	3	4	1	15	**48**	***Regular***
JEN-46	34.10	36.60	2.50	SG	Ox	0.72	R3		15	2	1	3	4	3	15	**46**	***Regular***
JEN-46	36.60	38.30	1.70	SG	Ox	1.02	R4	10		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-46	46.90	49.50	2.60	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	4	1	10	**30**	***Pobre***
JEN-46	75.60	76.50	0.90	SG	Ox	0.54	R4	6		2	1	3	4	1	15	**52**	***Regular***
JEN-46	76.50	77.65	1.15	SG	Ox	0.50	R3	10		2	1	3	4	1	15	**46**	***Regular***
JEN-46	77.65	78.85	1.2	SG	Ox	0.45	R3	16		2	1	3	4	1	15	**46**	***Regular***
JEN-46	78.85	79.50	0.65	SG	Ox	0.20	R3	10		2	1	3	4	1	15	**45**	***Regular***
JEN-46	111.20	112.15	0.95	SG	Ox	0.54	R3	9		2	0	5	2	1	10	**43**	***Regular***
JEN-46	112.15	114.70	2.55	SG	Ox	0.00	R1		30	2	0	3	0	0	10	**24**	***Pobre***
JEN-46	114.70	115.90	1.20	SG	Ox	0.00	R3		20	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-46	115.90	117.60	1.70	SG	Ox	0.40	R3	20		2	0	5	2	1	10	**37**	***Pobre***
JES-116	1.00	2.60	1.60	SG	Ox	1.56	R4	3		2	4	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-116	2.60	3.24	0.64	SG	Ox	0.35	R4	13		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JES-116	3.24	4.20	0.96	SG	Ox	0.95	R4	1		2	4	5	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-116	4.20	5.40	1.20	SG	Ox	1.20	R4	1		2	4	5	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-116	5.40	7.00	1.60	SG	Ox	1.06	R4	12		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-116	7.00	8.60	1.60	SG	Ox	1.50	R4	3		2	0	5	2	5	15	**64**	***Buena***
JES-116	8.60	10.20	1.60	SG	Ox	1.55	R4	2		2	0	5	2	5	15	**70**	***Buena***
JES-116	51.10	52.50	1.40	SG	S	1.00	R4	20		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	52.50	53.90	1.40	SG	S	1.00	R4	7		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	53.90	55.50	1.60	SG	S	1.45	R4	3		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-116	55.50	55.82	0.32	SG	S	0.20	R4	2		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-116	55.82	56.16	0.34	SG	S	0.00	R4		30	2	0	5	4	5	15	**46**	***Regular***
JES-116	56.16	58.75	2.59	SG	S	2.30	R4	4		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-116	58.75	59.88	1.13	SG	S	1.10	R4	1		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-116	59.88	61.60	1.72	SG	S	1.55	R4	1		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-117	60.70	63.10	2.40	SG	Ox	1.54	R3	18		2	1	5	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-117	75.70	77.30	1.60	SG	S	1.40	R3	2		2	1	3	2	5	15	**64**	***Buena***
JES-117	77.30	78.90	1.60	SG	Ox	0.99	R3	9		2	1	3	2	5	15	**52**	***Regular***
JES-117	78.90	80.50	1.60	SG	S	1.06	R3	8		2	1	5	4	5	15	**57**	***Regular***
JES-117	80.50	82.00	1.50	SG	S	1.38	R4	4		2	1	3	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	83.90	84.80	0.90	SG	S	0.45	R3	17		2	1	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JES-117	84.80	86.40	1.60	SG	S	0.60	R3	23		2	1	3	2	5	15	**48**	***Regular***
JES-117	86.40	88.00	1.60	SG	S	0.99	R3	9		2	1	5	2	5	15	**54**	***Regular***
JES-117	88.00	89.60	1.60	SG	S	0.80	R3	8		2	1	3	2	5	15	**50**	***Regular***
JES-117	89.60	89.80	0.20	SG	S	0.00	R3		30	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JES-117	89.80	91.00	1.20	SG	S	1.00	R3	4		2	1	3	2	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	91.00	92.60	1.60	SG	S	0.68	R3	16		2	1	5	4	5	15	**52**	***Regular***
JES-117	92.60	94.00	1.40	SG	Ox	1.20	R3	4		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-117	94.00	95.60	1.60	SG	Ox	1.25	R3	3		2	1	3	2	5	15	**57**	***Regular***
JES-117	95.60	97.10	1.50	SG	Ox	1.10	R3	5		2	0	5	2	5	15	**57**	***Regular***
JES-117	97.10	98.70	1.60	SG	Ox	1.54	R3	2		2	1	3	2	5	15	**66**	***Buena***
JES-117	98.70	100.20	1.50	SG	S	1.42	R3	4		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JES-117	100.20	101.80	1.60	SG	S	1.28	R3	8		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-117	131.60	133.00	1.40	SG	S	0.96	R4	9		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-117	133.00	135.75	2.75	SG	Ox	1.90	R4	11		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-118	5.60	6.90	1.30	SG	Ox	1.15	R4	3		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-118	6.90	8.30	1.40	SG	Ox	1.15	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JES-118	21.90	23.30	1.40	SG	Ox	1.10	R3	6		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-118	23.30	25.80	2.50	SG	Ox	2.02	R3	10		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-118	25.80	27.70	1.90	SG	Ox	1.22	R3	10		2	1	5	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-118	27.70	30.60	2.90	SG	Ox	1.90	R4	22		2	4	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JES-118	30.60	32.20	1.60	SG	Ox	1.33	R4	5		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JES-118	32.20	35.30	3.10	SG	Ox	1.66	R4	18		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JES-119	0.00	0.60	0.60	SG	Ox	0.17	R3	11		2	0	5	2	1	15	**40**	***Pobre***
JES-119	0.60	2.20	1.60	SG	Ox	0.51	R3	12		2	0	5	2	1	15	**44**	***Regular***
JES-119	2.20	3.50	1.30	SG	Ox	0.76	R3	9		2	1	5	4	1	15	**51**	***Regular***
JES-119	3.50	5.60	2.10	SG	Ox	1.16	R3	12		2	1	5	4	1	15	**51**	***Regular***
JES-119	5.60	7.10	1.50	SG	Ox	0.00	R3	25		2	1	5	4	1	15	**40**	***Pobre***
JES-119	7.10	9.00	1.90	SG	Ox	0.23	R3	16		2	1	5	4	1	15	**44**	***Regular***
JES-119	9.00	10.60	1.60	SG	Ox	0.92	R3	10		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JES-119	10.60	12.00	1.40	SG	Ox	0.34	R3	13		2	1	5	4	1	15	**45**	***Regular***
JES-119	12.00	14.40	2.40	SG	Ox	1.76	R3	8		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JES-119	14.40	16.60	2.20	SG	Ox	1.50	R4	10		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JES-119	16.60	19.20	2.60	SG	Ox	1.97	R4	7		2	0	5	2	3	15	**59**	***Regular***
JES-119	19.20	21.10	1.90	SG	Ox	1.02	R4	12		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JES-119	21.10	24.00	2.90	SG	Ox	1.67	R4	18		2	1	3	4	1	15	**52**	***Regular***
JES-119	27.00	29.60	2.60	SG	Ox	0.82	R4	17		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JES-119	34.00	36.00	2.00	SG	Ox	1.52	R3	10		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JES-119	36.00	37.60	1.60	SG	Ox	0.92	R4	10		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JES-119	37.60	39.00	1.40	SG	Ox	0.73	R3	11		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JES-119	39.00	40.60	1.60	SG	Ox	1.13	R3	7		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JES-119	40.60	42.00	1.40	SG	S	0.49	R4	9		2	0	5	2	5	15	**52**	***Regular***
JES-119	43.60	46.60	3.00	SG	S	2.85	R4	3		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-119	46.60	48.00	1.40	SG	S	1.35	R4	2		2	4	5	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-119	49.60	52.60	3.00	SG	S	2.31	R3	10		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-119	52.60	54.00	1.40	SG	S	1.28	R5	2		2	1	5	4	5	15	**77**	***Buena***
JES-119	59.50	61.60	2.10	SG	S	1.37	R4	8		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-119	73.50	75.00	1.50	SG	S	0.85	R5	12		2	0	5	2	5	15	**60**	***Regular***
JES-119	75.00	76.60	1.60	SG	S	1.48	R5	3		2	1	5	4	5	15	**72**	***Buena***
JES-119	76.60	78.10	1.50	SG	S	1.45	R4	2		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-119	78.10	78.72	0.62	SG	S	0.62	R5	2		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-119	78.72	79.50	0.78	SG	S	0.00	R5		30	2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JES-119	79.50	82.40	2.90	SG	S	2.33	R5	5		2	1	5	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-119	82.40	85.60	3.20	SG	S	2.53	R5	6		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-119	85.60	88.60	3.00	SG	S	2.61	R5	3		2	1	5	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-119	88.60	91.60	3.00	SG	S	2.45	R5	5		2	1	5	4	5	15	**70**	***Buena***
JES-119	91.60	93.20	1.60	SG	S	0.75	R5	7		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-119	97.60	100.50	2.90	SG	S	2.89	R4	8		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-120	44.10	47.60	3.50	SG	S	1.31	R4	17		2	1	5	4	5	15	**57**	***Regular***
JES-121	0.00	0.60	0.60	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JES-121	0.60	1.60	1.00	SG	Ox	0.38	R4	8		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-121	1.60	2.81	1.21	SG	Ox	1.16	R4	3		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-121	2.81	3.00	0.19	SG	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JES-121	3.00	4.60	1.60	SG	Ox	0.36	R4	23		2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JES-121	4.60	6.00	1.40	SG	Ox	0.30	R4	20		2	1	5	2	5	15	**50**	***Regular***
JES-121	6.00	7.60	1.60	SG	Ox	0.33	R5	22		2	1	5	2	5	15	**55**	***Regular***
JES-121	7.60	9.30	1.70	SG	Ox	1.38	R5	12		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-121	13.60	15.00	1.40	SG	Ox	0.40	R4	16		2	1	5	2	5	15	**51**	***Regular***
JES-121	51.00	52.60	1.60	SG	S	1.12	R5	10		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-121	52.60	54.00	1.40	SG	S	0.98	R5	11		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-121	54.00	55.60	1.60	SG	S	1.15	R5	7		2	1	5	2	5	15	**66**	***Buena***
JEN-46	117.60	119.10	1.50	SG	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	0	1	10	**26**	***Pobre***
JEN-42	3.20	3.50	0.30	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	3.50	4.00	0.50	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	4.00	4.30	0.30	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	1	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	4.30	5.30	1.00	SM	Ox	0.30	R3	13		2	1	5	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	5.30	5.72	0.42	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	5.72	5.90	0.18	SM	Ox	0.00	R3	2		2	1	5	4	5	15	**47**	***Regular***
JEN-42	5.90	6.70	0.80	SM	Ox	0.60	R3	4		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-42	6.70	7.20	0.50	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	1	15	**37**	***Pobre***
JEN-42	7.20	7.50	0.30	SM	Ox	0.22	R3	1		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-42	7.50	8.90	1.40	SM	Ox	0.80	R4	19		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	8.90	9.87	0.97	SM	Ox	0.80	R4	4		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-42	9.87	10.75	0.88	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	10.75	11.60	0.85	SM	Ox	0.63	R4	3		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-42	11.60	13.00	1.40	SM	Ox	1.13	R4	8		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-42	13.00	14.60	1.60	SM	Ox	0.35	R4	22		2	1	5	4	5	15	**52**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-42	16.00	17.60	1.60	SM	Ox	1.00	R5	14		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JEN-42	17.60	19.00	1.40	SM	Ox	1.20	R5	4		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JEN-42	19.00	20.60	1.60	SM	Ox	0.00	R5	26		2	0	5	2	5	15	**52**	***Regular***
JEN-42	20.60	22.00	1.40	SM	Ox	1.10	R5	8		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JEN-42	22.00	23.60	1.60	SM	Ox	0.42	R5	21		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	23.60	24.30	0.70	SM	Ox	0.40	R5	10		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-42	24.30	25.20	0.90	SM	Ox	0.40	R5	8		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-42	25.20	27.10	1.90	SM	Ox	0.91	R5	12		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-42	27.10	28.00	0.90	SM	Ox	0.90	R5	2		2	1	5	4	3	15	**72**	***Buena***
JEN-42	28.00	29.60	1.60	SM	Ox	1.17	R5	7		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JEN-42	29.60	31.00	1.40	SM	Ox	1.00	R5	6		2	1	5	4	3	15	**66**	***Buena***
JEN-42	31.00	32.60	1.60	SM	Ox	1.12	R5	8		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-42	32.60	34.00	1.40	SM	Ox	1.25	R5	5		2	1	5	4	3	15	**69**	***Buena***
JEN-42	34.00	35.60	1.60	SM	Ox	1.09	R4	8		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-42	35.60	37.00	1.40	SM	Ox	0.74	R4	11		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-42	37.00	38.60	1.60	SM	Ox	0.90	R4	11		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	38.60	40.00	1.40	SM	Ox	0.78	R4	15		2	1	5	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-42	40.00	41.30	1.30	SM	Ox	0.36	R4	21		2	0	5	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-42	41.30	42.70	1.40	SM	Ox	0.65	R4	9		2	1	5	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-42	47.30	48.40	1.10	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	51.60	52.00	0.40	SM	Ox	0.33	R3	2		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-42	52.00	52.75	0.75	SM	Ox	0.63	R3	2		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-42	52.75	53.20	0.45	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	1	15	**33**	***Pobre***
JEN-42	53.20	54.80	1.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	54.80	55.70	0.90	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	55.70	56.10	0.40	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	56.10	56.90	0.80	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	0	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	59.80	60.20	0.40	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	0	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-42	60.20	61.10	0.90	SM	Ox	0.17	R4	12		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-42	61.10	62.40	1.30	SM	Ox	0.44	R4	21		2	0	3	0	5	15	**47**	***Regular***
JEN-42	65.60	67.20	1.60	SM	Ox	0.94	R4	15		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-42	72.00	72.30	0.30	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	72.30	72.90	0.60	SM	Ox	0.25	R5	9		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-42	72.90	74.40	1.50	SM	Ox	0.75	R5	13		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-42	74.40	75.40	1.00	SM	Ox	0.00	R5	23		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-42	75.40	75.60	0.20	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-42	78.10	78.50	0.40	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	78.50	79.70	1.20	SM	Ox	0.17	R3		20	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	79.70	80.80	1.10	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	80.80	84.30	3.50	SM	Ox	0.53	R3	30		2	1	5	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	84.30	88.00	3.70	SM	Ox	0.13	R3		12	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	88.00	90.60	2.00	SM	Ox	0.38	R3		25	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	91.90	92.70	0.50	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	92.70	93.40	0.40	SM	Ox	0.00	R3	10		2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	93.40	93.90	0.20	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	93.90	94.90	0.90	SM	Ox	0.15	R4	12		2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	94.90	95.70	0.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	95.70	96.40	0.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	96.40	97.40	0.90	SM	Ox	0.14	R3		20	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	97.40	98.60	0.90	SM	Ox	0.17	R4	6		2	0	5	2	5	15	**48**	***Regular***
JEN-42	98.60	99.20	0.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	99.20	100.00	0.70	SM	Ox	0.21	R3		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	103.30	103.80	0.50	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	103.80	105.00	1.10	SM	Ox	0.13	R4	16		2	0	5	2	5	15	**48**	***Regular***
JEN-42	105.00	107.40	2.40	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	107.40	109.00	1.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	109.00	109.90	0.80	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	109.90	111.00	0.70	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	111.00	111.60	0.40	SM	Ox	0.00	R3	4		2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-42	111.60	113.10	1.10	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	113.10	114.70	0.90	SM	Ox	0.16	R3		30	2	0	5	2	5	15	**42**	***Regular***
JEN-42	114.70	115.60	0.70	SM	Ox	0.00	R3	15		2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	115.60	117.20	1.60	SM	Ox	0.51	R4	13		2	0	5	2	5	15	**51**	***Regular***
JEN-42	117.20	118.10	0.90	SM	Ox	0.22	R4	14		2	0	5	2	5	15	**49**	***Regular***
JEN-42	118.10	118.90	0.80	SM	Ox	0.00	R3	18		2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	118.90	120.20	0.30	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	121.30	122.40	1.00	SM	Ox	0.10	R3		30	2	0	5	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-42	122.40	123.60	1.00	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-42	123.60	125.10	1.50	SM	Ox	0.15	R3		10	2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-42	196.00	197.60	1.60	SM	Ox	0.49	R3	11		2	1	5	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-42	197.60	199.10	1.50	SM	Ox	0.21	R3	18		2	1	3	4	5	15	**46**	***Regular***
JEN-42	199.10	199.30	0.20	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	5	15	**41**	***Regular***
JEN-42	341.60	344.60	3.00	SM	Ox	1.43	R3	27		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	344.60	346.00	1.40	SM	Ox	0.80	R3	5		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-42	346.00	347.90	1.90	SM	Ox	0.81	R3	15		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-43	107.00	108.40	1.40	SM	Ox	1.40	R4	1		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	108.40	110.00	1.60	SM	Ox	1.60	R4	1		2	1	5	4	3	15	**72**	***Buena***
JEN-43	113.00	114.40	1.40	SM	Ox	1.36	R4	2		2	1	5	4	3	15	**71**	***Buena***
JEN-43	114.40	116.00	1.60	SM	Ox	1.30	R4	6		2	1	5	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-43	119.00	120.40	1.40	SM	Ox	1.31	R4	3		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-43	120.40	122.00	1.60	SM	Ox	1.60	R5	3		2	1	5	4	3	15	**72**	***Buena***
JEN-43	122.00	123.40	1.40	SM	Ox	1.38	R5	2		2	1	5	4	3	15	**76**	***Buena***
JEN-43	123.40	125.00	1.60	SM	Ox	1.47	R5	3		2	1	3	4	5	15	**70**	***Buena***
JEN-43	125.00	126.40	1.40	SM	Ox	1.40	R5	1		2	1	5	4	3	15	**76**	***Buena***
JEN-43	126.40	128.00	1.60	SM	Ox	1.35	R5	8		2	1	5	4	3	15	**66**	***Buena***
JEN-43	128.00	129.40	1.40	SM	Ox	1.40	R4	3		2	1	5	4	3	15	**66**	***Buena***
JEN-43	129.40	131.00	1.60	SM	Ox	1.13	R4	8		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-43	131.00	132.40	1.40	SM	Ox	1.40	R4	1		2	1	5	4	5	15	**73**	***Buena***
JEN-43	132.40	134.00	1.60	SM	Ox	1.13	R4	11		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-43	134.00	135.40	1.40	SM	Ox	0.90	R4	9		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-44	46.45	46.85	0.40	SM	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-44	46.85	47.60	0.75	SM	Ox	0.50	R4	6		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-44	70.00	74.30	4.30	SM	Ox	0.30	R3		12	2	0	5	2	1	15	**41**	***Pobre***
JEN-44	86.50	88.00	1.50	SM	Ox	1.25	R3	13		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	88.00	89.10	1.10	SM	Ox	0.10	R3		15	2	1	5	4	3	15	**46**	***Regular***
JEN-44	89.10	90.40	1.30	SM	Ox	0.89	R4	10		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	90.40	91.50	1.10	SM	Ox	0.00	R3		15	2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-44	91.50	93.60	2.10	SM	Ox	1.25	R4	9		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	93.60	95.00	1.40	SM	Ox	0.78	R4	11		2	0	5	2	3	15	**53**	***Regular***
JEN-44	95.00	96.60	1.60	SM	Ox	0.65	R4	19		2	0	5	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	96.60	98.20	1.60	SM	Ox	0.65	R3	20		2	0	5	2	3	15	**47**	***Regular***
JEN-44	98.20	99.50	1.30	SM	Ox	0.27	R3		15	2	0	5	2	3	15	**44**	***Regular***
JEN-44	99.50	101.20	1.70	SM	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	3	15	**35**	***Pobre***
JEN-44	101.20	102.70	1.50	SM	Ox	0.37	R3		12	2	1	3	4	3	15	**45**	***Regular***
JEN-44	102.70	104.30	1.60	SM	Ox	0.92	R3	10		2	0	5	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	104.30	105.90	1.60	SM	Ox	1.05	R4	11		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-44	105.90	107.40	1.50	SM	Ox	1.01	R3	11		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	107.40	109.00	1.55	SM	Ox	1.12	R4	9		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-44	109.00	110.60	1.60	SM	Ox	0.69	R3	16		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	110.60	112.00	1.40	SM	Ox	1.05	R4	9		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-44	112.00	113.50	1.50	SM	Ox	1.45	R4	5		2	1	3	4	3	15	**64**	***Buena***
JEN-44	113.50	115.00	1.50	SM	Ox	1.00	R4	7		2	0	5	2	3	15	**57**	***Regular***
JEN-44	115.00	116.60	1.60	SM	Ox	0.70	R4		10	2	0	5	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	116.60	117.92	1.32	SM	Ox	0.78	R4	9		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-44	118.30	119.60	1.30	SM	Ox	0.83	R4	11		2	0	5	2	3	15	**54**	***Regular***
JEN-44	119.60	121.00	1.40	SM	Ox	0.30	R3	21		2	0	5	2	3	15	**44**	***Regular***
JEN-44	121.00	122.50	1.50	SM	Ox	0.28	R3		15	2	0	3	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-44	122.50	124.00	1.50	SM	Ox	0.47	R3	15		2	1	3	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-44	124.00	125.50	1.50	SM	Ox	1.00	R4	9		2	1	5	4	3	15	**58**	***Regular***
JEN-44	125.50	127.00	1.50	SM	Ox	0.61	R4	12		2	1	3	4	1	15	**49**	***Regular***
JEN-44	133.00	134.60	1.60	SM	Ox	0.70	R4	10		2	0	3	2	1	15	**46**	***Regular***
JEN-44	134.60	135.80	1.20	SM	Ox	0.18	R4		20	2	0	3	2	3	15	**41**	***Regular***
JEN-44	135.80	137.40	1.60	SM	Ox	0.57	R5	15		2	0	3	2	3	15	**53**	***Regular***
JEN-44	137.40	138.55	1.15	SM	Ox	0.50	R4	14		2	0	3	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	138.55	138.75	0.20	SM	Ox	0.00	R1		30	2	0	1	0	1	10	**23**	***Pobre***
JEN-44	138.75	140.80	2.05	SM	Ox	1.05	R4	19		2	0	3	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	167.40	169.70	2.20	SM	Ox	0.25	R3	35		2	1	3	4	5	15	**46**	***Regular***
JEN-44	169.70	170.40	0.70	SM	Ox	0.10	R3	15		2	0	5	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-44	172.40	176.40	4.00	SM	S	2.96	R3	24		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	176.40	177.40	1.00	SM	S	0.60	R3	5		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-44	177.40	179.40	2.00	SM	Ox	1.34	R3	17		2	0	3	2	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	179.40	180.30	0.90	SM	Ox	0.50	R3	7		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-44	180.30	182.40	2.10	SM	Ox	0.76	R3	24		2	1	5	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-44	212.40	214.60	2.20	SM	Ox	1.02	R3	15		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-44	214.60	218.00	3.40	SM	Ox	1.00	R3	54		2	0	3	2	1	15	**41**	***Regular***
JEN-44	218.00	218.70	0.70	SM	Ox	0.00	R1		30	2	0	3	2	1	10	**27**	***Pobre***
JEN-44	218.70	221.40	2.70	SM	Ox	1.30	R3	19		2	1	5	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-44	224.40	227.40	3.00	SM	Ox	2.19	R4	11		2	1	3	4	5	15	**61**	***Buena***
JEN-44	227.40	230.40	3.00	SM	Ox	2.50	R4	10		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-44	230.40	233.40	3.00	SM	Ox	2.39	R4	11		2	1	3	4	5	15	**62**	***Buena***
JEN-44	233.40	235.45	2.05	SM	Ox	1.00	R4	10		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	242.10	243.70	1.60	SM	Ox	0.21	R4		15	2	1	3	4	5	15	**49**	***Regular***
JEN-44	243.70	244.30	0.50	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	244.30	245.00	0.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	245.00	247.00	2.00	SM	Ox	0.57	R4		12	2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-44	247.00	248.10	1.10	SM	Ox	0.56	R3	8		2	1	3	4	5	15	**52**	***Regular***
JEN-44	248.10	250.10	2.00	SM	Ox	0.00	R3		20	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	250.10	251.80	1.70	SM	S	1.15	R3	4		2	4	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-44	251.80	252.15	0.35	SM	S	0.00	R3		30	2	0	3	2	3	15	**37**	***Pobre***
JEN-44	252.15	254.40	2.25	SM	S	0.47	R4	21		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JEN-44	254.40	258.35	3.95	SM	S	1.85	R4	27		2	1	3	4	5	15	**54**	***Regular***
JEN-44	258.35	260.20	1.75	SM	S	0.00	R3		20	2	0	3	2	5	15	**39**	***Pobre***
JEN-44	275.40	276.57	1.17	SM	Ox	0.70	R3	14		2	0	3	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-44	276.57	279.90	3.33	SM	S	1.30	R3	29		2	0	5	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-44	285.20	287.40	2.20	SM	S	0.81	R4	12		2	4	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	287.40	289.00	1.60	SM	S	0.67	R4	19		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JEN-45	26.50	28.00	1.50	SM	Ox	1.17	R4	5		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-45	28.00	29.60	1.60	SM	Ox	1.35	R4	5		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-45	29.60	31.00	1.40	SM	Ox	1.30	R4	6		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-45	31.00	31.90	0.90	SM	Ox	0.53	R4	4		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JEN-45	31.90	34.00	2.10	SM	Ox	1.90	R4	5		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JEN-45	54.20	55.00	0.80	SM	Ox	0.70	R4	7		2	4	3	4	3	15	**63**	***Buena***
JEN-45	55.00	56.60	1.60	SM	Ox	1.34	R4	5		2	1	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-45	56.60	58.00	1.40	SM	Ox	1.23	R5	9		2	1	3	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-45	58.00	59.75	1.75	SM	Ox	1.45	R5	10		2	4	3	4	3	15	**67**	***Buena***
JEN-45	59.75	61.10	1.35	SM	Ox	0.10	R3	22		2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-45	70.90	73.00	2.10	SM	Ox	0.24	R3		30	2	0	3	2	1	15	**36**	***Pobre***
JEN-45	73.00	74.60	1.60	SM	Ox	0.38	R4		12	2	0	3	2	3	15	**45**	***Regular***
JEN-45	74.60	75.40	0.80	SM	Ox	0.47	R4	8		2	1	3	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-45	75.40	76.20	0.80	SM	Ox	0.30	R4	10		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-45	158.60	160.00	1.40	SM	Ox	0.30	R4	22		2	0	5	2	3	15	**47**	***Regular***
JEN-45	160.00	160.80	0.80	SM	Ox	0.15	R3		30	2	0	5	2	3	15	**41**	***Pobre***
JEN-45	160.80	161.00	0.20	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	161.00	161.70	0.70	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	166.00	167.20	1.00	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	167.20	167.80	0.40	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	167.80	168.60	0.75	SM	Ox	0.11	R3		30	2	0	3	2	3	15	**38**	***Pobre***
JEN-45	168.60	168.90	0.30	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	168.90	170.50	1.60	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	174.40	175.80	1.20	SM	Ox	0.00	R3		30	2	0	5	2	3	15	**39**	***Pobre***
JEN-45	175.80	177.40	1.60	SM	Ox	0.00	R3	25		2	0	3	2	3	15	**40**	***Pobre***
JEN-45	203.60	205.00	1.40	SM	Ox	0.44	R4	18		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-45	205.00	206.60	1.60	SM	Ox	0.62	R4	13		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	206.60	208.00	1.40	SM	Ox	0.47	R4	12		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-45	212.60	214.00	1.40	SM	Ox	0.55	R4	11		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	214.00	215.60	1.60	SM	Ox	0.54	R4	18		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-45	215.60	217.00	1.30	SM	Ox	0.00	R4	23		2	0	5	2	3	15	**42**	***Regular***
JEN-45	217.00	218.60	1.60	SM	Ox	0.81	R4	14		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	218.60	220.00	1.40	SM	Ox	0.39	R4	12		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-45	221.50	222.30	0.80	SM	Ox	0.35	R4	7		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-45	222.30	223.00	0.70	SM	Ox	0.65	R4	2		2	1	5	4	3	15	**65**	***Buena***
JEN-45	223.00	223.40	0.40	SM	Ox	0.30	R4	4		2	1	5	4	3	15	**59**	***Regular***
JEN-45	223.40	224.70	1.30	SM	Ox	0.98	R4	5		2	1	5	4	3	15	**62**	***Buena***
JEN-46	81.20	83.00	1.80	SM	Ox	1.42	R4	9		2	4	3	4	3	15	**61**	***Buena***
JEN-46	89.20	90.60	1.40	SM	Ox	1.30	R3	3		2	1	3	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-46	90.60	92.10	1.50	SM	Ox	1.15	R4	8		2	1	5	4	3	15	**60**	***Regular***
JEN-46	92.10	95.20	3.10	SM	Ox	0.77	R4	38		2	1	3	4	3	15	**48**	***Regular***
JEN-46	95.20	98.20	3.00	SM	Ox	0.96	R4	38		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-46	98.20	99.60	1.40	SM	Ox	0.86	R4	14		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-46	99.60	101.90	2.30	SM	Ox	1.29	R4	19		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-46	101.90	103.80	1.90	SM	Ox	0.84	R4	17		2	0	6	2	3	15	**51**	***Regular***
JEN-46	103.80	105.60	1.80	SM	Ox	0.20	R3		25	2	0	5	2	1	10	**33**	***Pobre***
JEN-46	105.60	108.60	3.00	SM	Ox	0.52	R3		20	2	0	5	2	1	10	**34**	***Pobre***
JEN-46	108.60	109.50	0.90	SM	Ox	0.53	R3	8		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-46	109.50	110.20	0.70	SM	Ox	0.00	R2		30	2	0	3	2	1	10	**28**	***Pobre***
JEN-46	110.20	111.20	1.00	SM	Ox	0.66	R3	7		2	1	5	4	3	15	**55**	***Regular***
JES-116	10.20	11.80	1.60	SM	Ox	1.20	R4	10		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	11.80	13.40	1.60	SM	Ox	0.67	R4	22		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-116	13.40	15.00	1.60	SM	Ox	1.32	R4	7		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	15.00	16.10	1.10	SM	Ox	0.50	R4	12		2	0	5	2	5	15	**53**	***Regular***
JES-116	17.50	19.00	1.50	SM	Ox	1.50	R4	2		2	1	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JES-116	19.00	20.60	1.60	SM	Ox	1.38	R4	6		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-116	20.60	22.60	2.00	SM	Ox	1.18	R4	8		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-116	22.60	23.60	1.00	SM	Ox	1.00	R4	1		2	5	5	6	6	15	**81**	***Muy Buena***
JES-116	23.60	25.40	1.80	SM	Ox	1.56	R4	2		2	1	5	4	3	15	**69**	***Buena***
JES-116	25.40	27.00	1.60	SM	Ox	1.00	R4	11		2	1	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JES-116	27.00	28.35	1.35	SM	Ox	1.17	R4	5		2	4	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-116	28.35	28.60	0.25	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	4	5	15	**46**	***Regular***
JES-116	28.60	29.80	1.20	SM	Ox	1.14	R4	3		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-116	29.80	31.60	1.80	SM	Ox	1.63	R5	8		2	1	6	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-116	31.60	34.60	3.00	SM	Ox	2.16	R4	26		2	0	6	2	3	15	**57**	***Regular***
JES-116	34.60	35.80	1.20	SM	Ox	1.07	R5	6		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-116	35.80	38.20	2.40	SM	Ox	1.25	R4	25		2	1	6	4	3	15	**56**	***Regular***
JES-116	38.20	39.80	1.60	SM	Ox	0.90	R5	14		2	1	6	4	3	15	**62**	***Buena***
JES-116	39.80	43.00	3.20	SM	Ox	2.92	R5	6		2	1	6	4	5	15	**73**	***Buena***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JES-116	43.00	44.50	1.50	SM	Ox	1.14	R5	5		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-116	44.50	46.10	1.60	SM	Ox	1.38	R5	6		2	4	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JES-116	61.60	62.80	1.20	SM	S	0.92	R4	6		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-116	62.80	64.40	1.60	SM	S	1.25	R4	4		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-116	64.40	65.70	1.30	SM	S	0.75	R4	18		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-116	65.70	66.60	0.90	SM	S	0.85	R5	1		2	1	5	4	5	15	**77**	***Buena***
JES-116	66.60	68.50	1.90	SM	S	1.58	R4	8		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	68.50	69.20	0.70	SM	S	0.40	R3	4		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-116	69.20	70.60	1.40	SM	S	1.30	R4	2		2	4	3	4	5	15	**73**	***Buena***
JES-116	70.60	72.00	1.40	SM	S	1.26	R4	1		2	4	3	2	5	15	**70**	***Buena***
JES-116	72.00	75.10	3.10	SM	S	2.42	R4	6		2	1	5	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-116	75.10	76.30	1.20	SM	S	0.26	R4	16		2	0	5	4	5	15	**51**	***Regular***
JES-116	76.30	77.80	1.50	SM	S	1.40	R4	2		2	4	5	4	5	15	**75**	***Buena***
JES-116	77.80	79.40	1.60	SM	S	1.20	R4	6		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-116	79.40	81.00	1.60	SM	S	1.28	R4	8		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-116	81.00	82.00	1.00	SM	S	0.87	R4	2		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-116	82.00	83.80	1.80	SM	S	1.71	R5	3		2	4	5	4	5	15	**76**	***Buena***
JES-116	83.80	86.30	2.50	SM	S	2.30	R4	4		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-116	86.30	90.00	3.70	SM	S	2.95	R4	19		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-116	90.00	91.10	1.10	SM	S	0.53	R5	14		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	91.10	95.70	4.60	SM	S	3.92	R5	22		2	1	5	4	5	15	**71**	***Buena***
JES-116	95.70	97.30	1.60	SM	S	0.42	R4	27		2	1	3	4	5	15	**48**	***Regular***
JES-116	97.30	98.80	1.50	SM	S	0.86	R4	14		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-116	98.80	100.30	1.50	SM	S	1.08	R4	12		2	1	3	2	5	15	**57**	***Regular***
JES-116	100.30	101.80	1.50	SM	S	0.52	R4	20		2	1	3	4	5	15	**52**	***Regular***
JES-116	101.80	104.40	2.60	SM	S	1.78	R5	19		2	1	3	2	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	104.40	105.80	1.40	SM	S	1.15	R5	8		2	1	5	4	5	15	**68**	***Buena***
JES-116	105.80	107.30	1.50	SM	S	0.58	R5	15		2	1	3	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-116	107.30	108.90	1.60	SM	S	1.00	R5	11		2	0	5	2	5	15	**61**	***Buena***
JES-116	108.90	110.50	1.60	SM	S	0.62	R5	15		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-116	110.50	112.10	1.60	SM	S	1.02	R5	5		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-116	112.10	113.70	1.60	SM	S	0.94	R5	12		2	0	5	2	5	15	**60**	***Regular***
JES-116	113.70	115.30	1.60	SM	S	1.35	R4	4		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-116	115.30	116.90	1.60	SM	S	1.17	R4	10		2	1	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-116	116.90	118.50	1.60	SM	S	0.88	R4	10		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	101.80	103.20	1.40	SM	S	1.20	R4	3		2	1	3	4	5	15	**64**	***Buena***
JES-117	103.20	104.60	1.40	SM	Ox	1.15	R4	3		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-117	104.60	104.90	0.30	SM	Ox	0.20	R4	1		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-117	104.90	106.90	2.00	SM	Ox	2.00	R4	1		2	4	5	4	5	15	**77**	***Buena***
JES-117	106.90	108.50	1.60	SM	Ox	1.30	R4	3		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-117	108.50	110.10	1.60	SM	Ox	1.19	R4	8		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-117	110.10	111.70	1.60	SM	Ox	1.40	R4	3		2	1	6	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	111.70	113.70	2.00	SM	S	0.37	R4	22		2	0	5	4	5	15	**51**	***Regular***
JES-117	113.70	114.80	1.10	SM	S	0.00	R4		30	2	1	5	4	5	15	**47**	***Regular***
JES-117	114.80	116.40	1.60	SM	S	1.47	R4	3		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	116.40	117.90	1.50	SM	Ox	0.32	R4	22		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JES-117	117.90	119.50	1.60	SM	Ox	1.05	R4	11		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-117	119.50	121.00	1.50	SM	S	1.50	R4	2		2	1	5	4	5	15	**74**	***Buena***
JES-117	121.00	122.60	1.60	SM	S	1.16	R4	5		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	122.60	125.50	2.90	SM	Ox	1.94	R5	9		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-117	125.50	128.10	2.60	SM	Ox	0.48	R4	30		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JES-117	128.10	130.00	1.90	SM	S	1.73	R4	4		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-117	130.00	131.60	1.60	SM	S	1.18	R4	5		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	135.75	137.60	1.85	SM	S	1.20	R4	5		2	1	5	4	5	15	**61**	***Buena***
JES-117	137.60	140.60	3.00	SM	S	2.16	R4	8		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-117	140.60	142.90	2.30	SM	S	1.32	R4	15		2	1	5	4	5	15	**58**	***Regular***
JES-117	142.90	145.25	2.35	SM	S	1.63	R4	12		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-118	35.30	38.30	3.00	SM	Ox	2.50	R4	10		2	1	5	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-118	38.30	40.40	2.10	SM	Ox	0.89	R4	18		2	1	5	4	5	15	**55**	***Regular***
JES-118	40.40	42.50	2.10	SM	S	1.47	R5	8		2	1	3	4	5	15	**65**	***Buena***
JES-118	42.50	44.10	1.60	SM	S	0.65	R4	16		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JES-118	44.10	45.70	1.60	SM	S	0.70	R4	11		2	1	3	4	5	15	**53**	***Regular***
JES-118	45.70	47.30	1.60	SM	S	0.34	R4	18		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JES-118	47.30	48.90	1.60	SM	S	1.23	R4	9		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-118	48.90	50.30	1.40	SM	S	0.95	R4	4		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-119	24.00	25.60	1.60	SM	Ox	1.18	R4	8		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JES-119	42.00	43.60	1.60	SM	S	0.94	R4	7		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-119	48.00	49.60	1.60	SM	S	1.10	R4	12		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-119	54.00	57.00	3.00	SM	S	2.07	R3	13		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-119	57.00	59.50	2.50	SM	S	2.04	R3	8		2	1	5	4	5	15	**62**	***Buena***
JES-119	61.60	63.50	1.90	SM	S	1.47	R4	8		2	1	5	4	6	15	**65**	***Buena***
JES-119	63.50	65.40	1.90	SM	S	1.44	R5	10		2	1	5	4	6	15	**68**	***Buena***
JES-119	65.40	67.10	1.70	SM	S	1.52	R4	4		2	0	5	2	5	15	**63**	***Buena***
JES-119	67.10	70.30	3.20	SM	S	2.08	R5	13		2	0	6	6	6	15	**69**	***Buena***
JES-119	70.30	71.90	1.60	SM	S	1.35	R5	3		2	1	5	6	6	15	**73**	***Buena***

SONDAJE	DE	HASTA	RECUPE	ALTE		RQD	RESIS	N°		CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES					COND.		
ID	(m)	(m)	RACION (m)	RACION	ZONA	Longitud (m)	TENCIA	FRACT	FF	PERS	APERT	RUGO	RELL	INTEMP	AGUA	**RMR**	**TIPO DE ROCA**
JES-119	71.90	73.50	1.60	SM	S	1.07	R5	5		2	1	5	4	5	15	**67**	***Buena***
JES-119	93.20	96.00	2.80	SM	S	1.68	R5	10		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JES-119	96.00	96.80	0.80	SM	S	0.26	R4	10		2	0	5	2	5	15	**51**	***Regular***
JES-119	96.80	97.60	0.80	SM	S	0.37	R4	5		2	1	5	4	5	15	**56**	***Regular***
JES-121	9.30	10.60	1.30	SM	Ox	0.43	R5	18		2	1	5	4	5	15	**59**	***Regular***
JES-121	10.60	12.00	1.40	SM	Ox	0.60	R5	15		2	1	5	4	5	15	**60**	***Regular***
JES-121	12.00	13.60	1.60	SM	Ox	0.00	R4		30	2	0	5	2	5	15	**44**	***Regular***
JEN-42	226.80	228.40	1.60	SG	Ox	1.39	R4	4		2	1	5	4	5	15	**66**	***Buena***
JEN-42	228.40	230.40	2.00	SG	Ox	1.40	R4	9		2	1	5	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-42	230.40	232.00	1.60	SG	Ox	0.23	R3		15	2	0	5	2	3	15	**43**	***Regular***
JEN-42	232.00	233.50	1.50	SG	Ox	0.50	R3	18		2	1	3	4	3	15	**47**	***Regular***
JEN-42	233.50	234.50	1.00	SG	Ox	0.00	R3		30	2	0	3	2	1	15	**35**	***Pobre***
JEN-42	234.50	236.10	1.60	SG	Ox	1.08	R4	10		2	1	1	4	3	15	**54**	***Regular***
JEN-42	236.10	237.70	1.60	SG	Ox	0.88	R3	17		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	237.70	239.30	1.60	SG	Ox	0.86	R3	13		2	1	3	4	3	15	**50**	***Regular***
JEN-42	239.30	240.90	1.50	SG	Ox	1.03	R3	11		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-42	240.90	242.50	1.60	SG	Ox	0.73	R3	23		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	242.50	244.00	1.50	SG	Ox	1.09	R3	8		2	1	5	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	244.00	245.60	1.60	SG	Ox	1.06	R3	11		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-42	245.60	247.00	1.40	SG	Ox	0.94	R3	6		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-42	247.00	248.70	1.70	SG	Ox	0.97	R3	15		2	1	3	4	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	248.70	250.00	1.30	SG	Ox	0.93	R3	3		2	1	3	4	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	250.00	252.00	2.00	SG	Ox	1.66	R3	8		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-42	252.00	253.00	1.00	SG	Ox	0.97	R3	1		2	1	3	4	5	15	**68**	***Buena***
JEN-42	253.00	254.90	1.90	SG	Ox	1.63	R3	7		2	1	3	4	1	15	**57**	***Regular***
JEN-42	254.90	256.00	1.10	SG	Ox	0.90	R3	6		2	0	5	4	3	15	**57**	***Regular***
JEN-42	256.00	257.60	1.60	SG	Ox	0.47	R3	13		2	1	3	4	3	15	**46**	***Regular***
JEN-42	257.60	259.00	1.30	SG	Ox	0.88	R3	7		2	1	3	4	3	15	**52**	***Regular***
JEN-42	259.00	260.60	1.60	SG	Ox	0.76	R3	15		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JEN-42	260.60	262.00	1.20	SG	Ox	0.67	R3	10		2	0	3	2	3	15	**46**	***Regular***
JEN-42	262.00	263.60	1.60	SG	Ox	0.98	R3	6		2	0	3	2	3	15	**51**	***Regular***
JEN-42	263.60	265.10	1.50	SG	Ox	1.13	R3	7		2	0	5	2	3	15	**56**	***Regular***
JEN-42	265.10	266.70	1.60	SG	Ox	0.73	R3	10		2	0	5	2	3	15	**48**	***Regular***
JEN-42	266.70	269.10	2.40	SG	Ox	1.80	R3	12		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-42	269.10	271.50	2.40	SG	Ox	1.80	R3	13		2	1	3	4	3	15	**55**	***Regular***
JEN-44	189.20	191.10	1.90	SG	Ox	1.26	R3	17		2	0	5	2	3	15	**52**	***Regular***
JEN-44	260.20	263.30	3.10	SG	S	1.66	R3	22		2	4	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-44	263.30	266.20	2.90	SG	S	1.64	R3	23		2	4	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	266.20	269.10	2.90	SG	S	1.37	R3	23		2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JEN-44	269.10	270.40	1.30	SG	S	1.10	R3	5		2	1	3	4	5	15	**60**	***Regular***
JEN-44	270.40	273.40	3.00	SG	S	2.48	R3	12		2	4	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JEN-44	273.40	275.40	2.00	SG	S	1.42	R3	13		2	1	3	4	5	15	**56**	***Regular***
JEN-44	279.90	281.90	2.00	SG	S	0.89	R3	24		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-44	281.90	283.40	1.45	SG	S	0.67	R3	12		2	1	3	4	5	15	**50**	***Regular***
JEN-44	283.40	284.40	1.00	SG	S	0.72	R3	5		2	4	3	4	5	15	**59**	***Regular***
JEN-44	284.40	285.20	0.80	SG	S	0.43	R3	6		2	4	3	4	5	15	**55**	***Regular***
JEN-46	135.40	137.20	1.80	SG	Ox	0.80	R4	11		2	1	5	4	3	15	**53**	***Regular***
JEN-46	137.20	138.60	1.40	SG	Ox	0.43	R4	13		2	0	5	2	3	15	**49**	***Regular***
JEN-46	138.60	139.60	1.00	SG	Ox	0.59	R4	5		2	0	5	2	3	15	**53**	***Regular***
JEN-46	139.60	140.80	1.20	SG	Ox	0.86	R3	6		2	0	5	2	3	15	**55**	***Regular***
JEN-46	140.80	143.20	2.40	SG	S	0.51	R3	23		2	1	3	4	5	15	**47**	***Regular***
JES-116	16.10	17.50	1.40	SG	Ox	1.40	R4	4		2	1	5	4	5	15	**69**	***Buena***
JES-118	0.00	1.20	1.20	SG	Ox	0.18	R3	20		2	1	5	4	5	15	**46**	***Regular***
JES-118	1.20	2.30	1.10	SG	Ox	0.31	R4	10		2	1	3	4	5	15	**51**	***Regular***
JES-118	2.30	5.60	3.30	SG	Ox	2.65	R4	10		2	1	3	4	5	15	**63**	***Buena***
JES-118	8.30	9.90	1.60	SG	Ox	0.38	R3	27		2	1	1	4	3	15	**40**	***Pobre***
JES-118	9.90	11.30	1.40	SG	Ox	0.86	R3	14		2	1	1	4	3	15	**50**	***Regular***
JES-118	11.30	12.90	1.60	SG	Ox	1.04	R4	17		2	1	1	4	3	15	**54**	***Regular***
JES-118	12.90	14.30	1.40	SG	Ox	1.24	R4	4		2	1	1	4	3	15	**60**	***Regular***
JES-118	14.30	15.90	1.60	SG	Ox	0.72	R3	22		2	1	3	4	3	15	**49**	***Regular***
JES-118	15.90	17.90	2.00	SG	Ox	1.36	R3	16		2	1	3	4	3	15	**53**	***Regular***
JES-118	17.90	21.90	4.00	SG	Ox	1.88	R5	32		2	1	1	4	3	15	**55**	***Regular***
JES-119	25.60	27.00	1.40	SG	Ox	1.13	R4	7		2	1	5	4	3	15	**61**	***Buena***
JES-119	29.60	32.80	3.20	SG	Ox	1.60	R3	26		2	1	5	4	3	15	**52**	***Regular***
JES-119	32.80	34.00	1.20	SG	Ox	0.50	R3	7		2	1	5	4	1	15	**48**	***Regular***

C. Estaciones geomecánicas

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-01	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	81		
DATE:	5/15/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	40.5		
BLAST ID:	PY-03 BC 4816	ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	95	COHESION kpa:	355	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	11
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		71

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**66**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	238	64	8	0.2
2	D	285	31	7	0.5
3	D	109	62	4	0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-02	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	56		
DATE:	5/15/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	300	Nº FRACT/METER:	15

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	2
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 60

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**55**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-03	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	52		
DATE:	5/15/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	37.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	165	COHESION kpa:	325	Nº FRACT/METER:	16

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	11
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	11
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		65

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**60**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	200	81	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	42	69	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-04	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4816	RQD %:	74		
DATE:	5/16/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	95	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	9
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	14
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 58

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 53

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	75	22	3-10	< 0.06
2	D	61	77	3-10	< 0.06
3	D	201	56	3-10	< 0.06

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-05	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	74		
DATE:	5/16/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	31.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA-SG	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	265	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	14
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 53

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 48

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	76	70	3-10	< 0.06
2	D	265	51	3-10	< 0.06

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-06	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4832	RQD %:	81		
DATE:	5/16/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	80	COHESION kpa:	295	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	16
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 59

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**54**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	203	76	3-10	0.2 - 0.6
2	D	302	12	3-10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-07	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4840	RQD %:	81		
DATE:	5/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	112	COHESION kpa:	300	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	10
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	16
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 60

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 55

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	198	32	10	0.5
2	D	190	82	8	0.3

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-08	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4832	RQD %:	56		
DATE:	5/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	80	COHESION kpa:	235	Nº FRACT/METER:	15

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	11
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	7
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	1
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		47

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**42**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	272	36	10 - 20	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-09	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4848	RQD %:	91		
DATE:	5/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	86	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	18
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 61

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 56

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	F	178	89	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	78	84	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	229	40	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-10	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4856	RQD %:	91		
DATE:	5/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	175	COHESION kpa:	330	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	12
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	4
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 66

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**61**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	232	77	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	172	75	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-11	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4880	RQD %:	81		
DATE:	5/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	150	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	11
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	16
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 63

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 58

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	170	69	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-12	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4874	RQD %:	81		
DATE:	5/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	40.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	99	COHESION kpa:	355	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	14
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	16
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	7
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	4
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		71

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**66**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	352	21	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	98	76	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-13	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4896	RQD %:	77		
DATE:	5/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	25		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	C	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	200	Nº FRACT/METER:	9

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	2
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	14
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)		4B	0
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)	X	Soft > 5 mm	(0)		4D	0
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 40

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IVA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 35

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	233	64	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-14	DOCUMENTED BY:		BENCH:	4840	RQD %:	84		
DATE:	8/2/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES															RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	5
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	1
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 58

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 53

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	28	82	10 - 20	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-15	DOCUMENTED BY:		BENCH:	4840	RQD %:	81		
DATE:	8/2/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	30		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	C	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	200	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	18
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	3
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)	X	Soft > 5 mm	(0)		4D	0
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 50

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 45

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	35	70	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-16	DOCUMENTED BY:		BENCH:	4840	RQD %:	59		
DATE:	8/2/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	C	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	200	Nº FRACT/METER:	14

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	12
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	7
Joint Condition	Persistence	X	< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	6
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	3
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)	X	Slickensided	(0)		4C	0
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)	X	Soft > 5 mm	(0)		4D	0
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 47

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 42

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-17	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	84		
DATE:	8/14/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	112	COHESION kpa:	335	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	10
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 67

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**62**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	180	70	10	0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-18	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	91		
DATE:	8/14/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	40		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	95	COHESION kpa:	350	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	18
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 70

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**65**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	114	79	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-19	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	56		
DATE:	8/14/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	25		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	C	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	200	Nº FRACT/METER:	15

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	3
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	10
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	4
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	12
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		40

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IVA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good		Fair	X	Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**35**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-20	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	88		
DATE:	8/14/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	39.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	112	COHESION kpa:	345	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	10
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		69

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good		Fair	X	Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**64**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	300	78	8	0.5

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-21	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	63		
DATE:	8/14/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	92	COHESION kpa:	300	Nº FRACT/METER:	13

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	8
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	7
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 60

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 55

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-22	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4912	RQD %:	88		
DATE:	8/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	335	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		67

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**62**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-23	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4912	RQD %:	20		
DATE:	8/17/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	23		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	20	COHESION kpa:	180	Nº FRACT/METER:	30

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)	X	< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	2
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)	X	< 25	(3)		2	3
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		36

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IVA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good		Fair	X	Poor		Very Poor			
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.	
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)													31

DISCONTINUITY SETS					
Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-24	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4968	RQD %:	91		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	37		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	66	COHESION kpa:	320	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	19
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 64

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**59**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	162	73	3 - 10	0.2 - 0.6
2					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-25	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4968	RQD %:	96		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	41		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	66	COHESION kpa:	360	Nº FRACT/METER:	3

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	19
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	13
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		72

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**67**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	322	66	3 - 10	0.6 - 2
2	D	330	76	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-26	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4968	RQD %:	91		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	40.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	90	COHESION kpa:	355	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	9
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	19
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		71

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**66**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	331	84	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-27	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4952	RQD %:	77		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	37		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	RF	RC (Mpa):	88	COHESION kpa:	320	Nº FRACT/METER:	9

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	16
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		64

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**59**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	331	84	1 - 3	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-28	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4944	RQD %:	91		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	40		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	RF	RC (Mpa):	88	COHESION kpa:	350	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	18
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling	X	None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	6
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 70

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 65

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	225	81	1 - 3	0.06 - 0.2
2	D	149	85	1 - 3	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-29	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4944	RQD %:	59		
DATE:	8/20/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	RF	RC (Mpa):	158	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	14

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	11
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	12
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling	X	None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	6
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		63

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**58**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	233	83	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-30	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4920	RQD %:	66		
DATE:	8/21/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	12

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		63

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**58**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	349	56	1 - 3	0.06 - 0.2
2	D	217	80	1 - 3	0.06 - 0.2
3	D	43	78	1 - 3	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-31	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4920	RQD %:	56		
DATE:	8/21/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	31		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	260	Nº FRACT/METER:	15

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	12
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 52

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 47

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	154	74	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-32	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4920	RQD %:	91		
DATE:	8/21/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	54	COHESION kpa:	335	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	19
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 67

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 62

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-33	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4936	RQD %:	88		
DATE:	8/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	42		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	70	COHESION kpa:	370	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES															RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15
																RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		74

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												69

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	16	85	3 - 10	0.6 - 2
2					
3					
4					
5					
6					

POST BLAST DAMAGE ANALYSIS

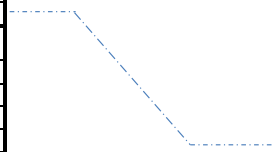
	None	Minor	Significant
Crack Parallel to Crest			
Contact Shift Angled to Crest			
Block Heave Beyond Crest			

BENCH GEOMETRY AFTER BLASTING

Bench face angle (º)	
Bench face dip. Dir (º)	
Efefective berm width (m)	
Unfilled berm width (m)	

BLAST DAMAGE RATING

Damage Diagram



EXCAVATION ANALYSIS

	None	Minor	Significant
Oversize in Top Half of Bench			
Oversize in Lower Half of Bench			
Scaling Required			
Difficulty Achieving Toe			
Difficulty Maintaining Crest			

Vibration Analysis

	Distance	PPV	Dom. Freq.
S1			
S2			
S3			
S4			
S5			

POST EXCAVATION ANALYSIS

	Underbreak	On Design	Overbreak
Toe Location (m)			
Crest Location (m)			

SAFETY FACTOR

FACE EXCAVATION CONDITION

BI = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + RSI)

D				0.0	
Resistencia roca intacta			si	70	MPa
Módulo del macizo Fig. 1			Em	#¡REF!	MPa
Relación de módulo Fig. 2			Em /Ei	#¡REF!	
Q = exp ((RMR - 44) / 9) =				#¡REF!	
VPPcrítico	Velocidad de partícula crítico - máximo			#¡REF!	m/s
σt	Resistencia a la tracción			7.0	Mpa
Vp	Velocidad de la onda P			#¡REF!	m/s
Ei	Módulo de Young			#¡REF!	Gpa

Tabla 1. Criterio de daño según Cameron Mckenzie.

CRITERIO DE DAÑO	TIPO DE DAÑO	Vpp critico
Mayor 4 * PPVcritico	Intenso fracturamiento	#¡REF!
Mayor 1 * PPVcritico	Creacion de nuevas fracturas	#¡REF!
Mayor 1 / 4 * PPVcritico	Leve propagacion fracturas pre-existentes	#¡REF!

	distancia segura	Carga operante	DS		
	d	w	Ds	Velocidad Pico	
d=Ds(w)1/2	4933	47220	22.7	4.8	mm/s
	d	w	Ds	Velocidad Pico	
Ds=(d/(w$^{1/2}$))	110	47220	0.5	2123.3	mm/s

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-34	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4936	RQD %:	94		
DATE:	8/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	39		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	63	COHESION kpa:	340	Nº FRACT/METER:	4

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	19
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling	X	None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	6
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 68

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**63**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	215	83	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-35	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4936	RQD %:	59		
DATE:	8/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	63	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	14

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 58

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**53**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	174	86	1 - 3	0.06 - 0.2
2	D	88	90	1 - 3	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-36	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	88		
DATE:	11/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	39.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	63	COHESION kpa:	345	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 69

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**64**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	174	79	3 - 10	0.6 - 2
2	D	264	81	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-37	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	81		
DATE:	11/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	39.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	100	COHESION kpa:	345	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 69

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 64

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	155	75	3 - 10	0.6 - 2
2	D	217	87	3 - 10	0.6 - 2
3	D	160	83	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-38	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	74		
DATE:	11/22/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	33.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	RF	RC (Mpa):	47	COHESION kpa:	285	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)	X	0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	5
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 57

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**52**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	155	75	1 - 3	0.2 - 0.6
2	D	217	87	1 - 3	0.2 - 0.6
3	D	160	83	1 - 3	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-39	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4808	RQD %:	84		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	64	COHESION kpa:	330	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 66

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 61

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	197	78	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	157	81	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	235	55	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-40	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4808	RQD %:	81		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	32		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	36	COHESION kpa:	270	Nº FRACT/METER:	8

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 54

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 49

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	30	80	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	153	73	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-41	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4808	RQD %:	41		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	C	RC (Mpa):	23	COHESION kpa:	230	Nº FRACT/METER:	20

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)	X	< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	0
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)		Damp	(10)	X	Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	7

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 46

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky		Very Blocky	X	Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 41

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	287	69	1 - 3	0.2 - 0.6
2	D	20	70	1 - 3	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-42	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4816	RQD %:	91		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	39.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	49	COHESION kpa:	345	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	4
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	20
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	10
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =	69

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky		Very Blocky	X	Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**64**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	160	88	1 - 3	0.6 - 2
2	D	31	85	1 - 3	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-43	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4816	RQD %:	88		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	330	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 66

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky		Very Blocky	X	Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**61**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	320	57	3 - 10	0.6 - 2
2	D	48	85	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-44	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	88		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	33	COHESION kpa:	335	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		67

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**62**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	23	86	3 - 10	0.6 - 2
2	D	228	78	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-45	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4880	RQD %:	91		
DATE:	12/19/2015	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	37.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	75	COHESION kpa:	325	Nº FRACT/METER:	5

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	20
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)	X	0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	5
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions			Dry	(15)	X	Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	10

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 65

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**60**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	202	72	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	154	75	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	150	85	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-46	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	84		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	73	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																	RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 63

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**58**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	50	47	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	250	81	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	90	69	4 - 10	0.06 - 0.2
4	D	212	74	5 - 10	0.06 - 0.2
5	D	245	69	6 - 10	0.06 - 0.2
6	D	40	35	7 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-47	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	35		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	25.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	13	COHESION kpa:	205	Nº FRACT/METER:	22

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)	X	< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	2
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)	X	1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	4
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 41

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good		Fair	X	Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**36**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	171	72	1 - 3	< 0.06
2	D	268	19	1 - 3	< 0.06

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-48	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4912	RQD %:	70		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	62	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	11

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		61

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**56**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	242	69	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	170	73	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	316	56	3 - 10	0.06 - 0.2
4	D	98	57	3 - 10	0.06 - 0.2
5	D	200	76	3 - 10	0.06 - 0.2
6	D	285	76	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-49	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4864	RQD %:	84		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	52	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)	X	Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 58

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**53**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	95	48	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	236	77	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	237	56	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-50	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4848	RQD %:	35		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	21	COHESION kpa:	235	Nº FRACT/METER:	22

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)	X	< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	2
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	3
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling	X	None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	6
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 47

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**42**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	105	47	3 - 10	< 0.06
2	D	240	54	3 - 10	< 0.06

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-51	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4848	RQD %:	63		
DATE:	7/12/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	32.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	45	COHESION kpa:	275	Nº FRACT/METER:	13

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)	X	< 0.06	(5)		3	5
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 55

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**50**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	110	75	3 - 10	< 0.06
2	D	4	81	3 - 10	< 0.06
3	D	10	51	4 - 10	0.2 - 0.6
4	D	17	77	5 - 10	< 0.06
5	D	350	79	6 - 10	< 0.06

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-52	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4848	RQD %:	70		
DATE:	7/12/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	11

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 61

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**56**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	30	71	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	95	69	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	5	80	3 - 10	0.06 - 0.2
4	D	25	77	3 - 10	0.06 - 0.2
5	D	152	57	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-53	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	16		
DATE:	11/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	25		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	12	COHESION kpa:	200	Nº FRACT/METER:	33

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)	X	< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	2
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)	X	< 25	(3)		2	3
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	7
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	2
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 40

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IVA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**35**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1					

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-54	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	96		
DATE:	11/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	42.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	58	COHESION kpa:	375	Nº FRACT/METER:	3

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %		X	90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	20
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		75

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	61 - 50	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**70**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	155	41	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	333	20	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-55	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	70		
DATE:	5/23/2016	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	60	COHESION kpa:	295	Nº FRACT/METER:	11

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 59

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	61 - 50	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**54**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	182	76	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	267	44	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	280	45	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-56	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	74		
DATE:	7/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	64	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	1
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	5
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 58

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**53**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	32	225	0.06-0.60	0.06 - 0.2
2	D	85	162	0.20-0.60	0.06 - 0.2
3	D	80	84	0.20-0.60	0.06 - 0.2
4	D	54	151	0.20-0.60	0.06 - 0.2
5	D	76	86	0.06-0.60	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-57	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	88		
DATE:	7/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	60	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	6

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)		4B	0
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	5
	Weathering	X	None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	6
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 63

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**58**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	47	126	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	46	255	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	21	260	3 - 10	0.06 - 0.2
4	D	32	255	3 - 10	0.06 - 0.2
5	D	88	194	3 - 10	0.06 - 0.2
6	D	85	65	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-58	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	9		
DATE:	7/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	21.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	CP	RC (Mpa):	29	COHESION kpa:	165	Nº FRACT/METER:	40

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)	X	< 25	(3)		2	3
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	1
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)		4B	0
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)	X	Soft > 5 mm	(0)		4D	0
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 33

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IVA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**28**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	49	89	10 - 20	0.06 - 0.2
2	D	76	161	10 - 20	0.06 - 0.2
3	D	79	40	10 - 20	0.06 - 0.2
4	D	57	157	10 - 20	0.06 - 0.2
5	D	79	115	10 - 20	0.06 - 0.2
6	D	46	77	10 - 20	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-59	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	66		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	30	COHESION kpa:	300	Nº FRACT/METER:	12

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)	X	0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	15
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 60

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**55**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	79	242	3 - 10	0.6 - 2
2	D	78	217	3 - 10	0.6 - 2
3	D	82	352	3 - 10	0.6 - 2
4	D	29	52	3 - 10	0.6 - 2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-60	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	27.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SC	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	225	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	1
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	2
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	2
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		45

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**40**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	63	167	10 - 20	0.06 - 0.2
2	D	85	202	10 - 20	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-61	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	30		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SC	RC (Mpa):	26	COHESION kpa:	250	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 50

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**45**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	57	117	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	78	134	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	80	112	3 - 10	0.2 - 0.6
4	D	85	155	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-62	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	32.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	28	COHESION kpa:	275	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 55

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**50**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	65	142	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	80	84	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	32	306	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-63	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	63		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	32.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	33	COHESION kpa:	275	Nº FRACT/METER:	13

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)		S. Rough	(3)	X	Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	1
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		55

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**50**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	74	183	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	67	223	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	81	157	3 - 10	0.2 - 0.6
4	D	76	93	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-64	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	49		
DATE:	9/10/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	33		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	101	COHESION kpa:	280	Nº FRACT/METER:	17

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	12
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 56

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor

IIIA

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 51

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	77	60	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	79	94	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	80	12	3 - 10	0.2 - 0.6
4	D	55	223	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-65	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	43		
DATE:	9/10/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	31.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SC	RC (Mpa):	27	COHESION kpa:	265	Nº FRACT/METER:	19

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 53

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**48**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	76	28	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	55	72	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	83	80	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-66	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	9/10/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	30		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	34	COHESION kpa:	250	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	2
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 50

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**45**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	82	163	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	78	232	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	39	228	3 - 10	0.2 - 0.6
4	D	62	153	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-67	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	9/10/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	31	COHESION kpa:	230	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		46

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**41**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	74	143	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	68	205	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	76	170	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-68	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	49		
DATE:	8/26/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	29		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	33	COHESION kpa:	240	Nº FRACT/METER:	17

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		48

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**43**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	80	199	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	85	239	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	73	218	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-69	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	43		
DATE:	9/20/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	29		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SCP	RC (Mpa):	30	COHESION kpa:	240	Nº FRACT/METER:	19

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 48

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**43**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	70	150	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	87	143	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	79	178	3 - 10	0.06 - 0.2
p	D	70	190	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-70	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4929	RQD %:	46		
DATE:	9/20/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	29		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SC	RC (Mpa):	32	COHESION kpa:	240	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 48

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**43**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	77	107	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	38	80	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	70	158	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-71	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	46		
DATE:	9/20/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	28		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SC	RC (Mpa):	29	COHESION kpa:	230	Nº FRACT/METER:	18

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)		50 - 100	(7)	X	25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	4
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)		50 - 75	(13)	X	25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	8
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)		Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)	X	Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	2
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)	X	V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	1
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 46

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIB
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**41**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	85	86	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	59	150	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	62	190	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-72	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	74		
DATE:	10/22/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	78	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES															RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)	X	0.2 - 0.6	(10)		0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	10
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15
																RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		61

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**56**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	157	78	3 - 10	0.2 - 0.6
2	D	220	80	3 - 10	0.2 - 0.6
3	D	156	83	3 - 10	0.2 - 0.6

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-73	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4920	RQD %:	66		
DATE:	10/22/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	56	COHESION kpa:	295	Nº FRACT/METER:	12

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		59

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**54**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	355	56	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	210	83	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	45	78	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-74	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4920	RQD %:	56		
DATE:	10/22/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	67	COHESION kpa:	295	Nº FRACT/METER:	15

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 59

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) 54

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	340	53	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	210	82	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	48	80	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-75	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	59		
DATE:	10/22/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	72	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	14

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)	X	S.Weathered	(5)		M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	5
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		61

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**56**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	190	79	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	45	69	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-76	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4824	RQD %:	63		
DATE:	10/30/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	33		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	65	COHESION kpa:	280	Nº FRACT/METER:	13

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	6
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	2
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		56

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**51**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	200	78	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	155	85	3 - 10	0.06 - 0.2
3	D	240	55	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-77	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4904	RQD %:	70		
DATE:	10/30/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	34		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SG	RC (Mpa):	55	COHESION kpa:	290	Nº FRACT/METER:	11

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)	X	Rough	(5)		S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	5
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		58

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	IIIA
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor		
GSI-Structure		Massive		Blocky	X	Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)												**53**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	145	63	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	86	82	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-78	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4880	RQD %:	74		
DATE:	10/30/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	35.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	108	COHESION kpa:	305	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)	X	100 - 250	(12)		50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)	1	12
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)	2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)	3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)	4B	1
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)	4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)	4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)	4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)	5	15

RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) = 61

ROCK MASS CLASIFICATION

RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good		Good	X	Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**56**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	160	69	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	220	80	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-79	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4888	RQD %:	84		
DATE:	10/30/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	36.5		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SA	RC (Mpa):	98	COHESION kpa:	315	Nº FRACT/METER:	7

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	7
R.Q.D. %			90 - 100	(20)	X	75 - 90	(17)		50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	17
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		63

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**58**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	160	72	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	157	80	3 - 10	0.06 - 0.2

BENCH DOCUMENTATION FORM

STATION:	EG-80	DOCUMENTED BY:	E.H.C	BENCH:	4874	RQD %:	74		
DATE:	10/30/2017	STRUCT.DOMAIN		BENCH HT. (m):	8	FRICCION º:	38		
BLAST ID:		ROCK/ALT. TYPE:	SM	RC (Mpa):	88	COHESION kpa:	330	Nº FRACT/METER:	10

ROCK MASS RATING (R.M.R.)

PARAMETER		VALUES																RATING	
Intact Strength (Mpa)			> 250	(15)		100 - 250	(12)	X	50 - 100	(7)		25 -50	(4)		< 25 (2) < 5 (1) <1	(0)		1	14
R.Q.D. %			90 - 100	(20)		75 - 90	(17)	X	50 - 75	(13)		25 - 50	(8)		< 25	(3)		2	13
Joint Spacing (m)			> 2	(20)		0.6 - 2	(15)		0.2 - 0.6	(10)	X	0.06 - 0.2	(8)		< 0.06	(5)		3	8
Joint Condition	Persistence		< 1m	(6)		1 - 3 m	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)		4A	2
	Aperture		Close	(6)		0.1 mm	(5)	X	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm	(0)		4B	4
	Roughness		V. Rough	(6)		Rough	(5)	X	S. Rough	(3)		Smooth	(1)		Slickensided	(0)		4C	3
	Infilling		None	(6)	X	Hard < 5 mm	(4)		Hard > 5 mm	(2)		Soft < 5 mm	(2)		Soft > 5 mm	(0)		4D	4
	Weathering		None	(6)		S.Weathered	(5)	X	M. Weather.	(3)		V. Weather.	(2)		Decomposed	(0)		4E	3
Groundwater conditions		X	Dry	(15)		Damp	(10)		Wet	(7)		Dripping	(4)		Flowing	(0)		5	15
																	RATING TOTAL RMR (Srating sum of 1 to 5) =		66

ROCK MASS CLASIFICATION								
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 51	50 - 41	40 - 31	30-21	20 - 0	II
DESCRIPTION	I Very Good	II Good	IIIA Fair A	IIIB Fair B	IVA Poor A	IVB Poor B	V Very Poor	

GSI-Surface conditions		Very Good	X	Good		Fair		Poor		Very Poor	
GSI-Structure		Massive	X	Blocky		Very Blocky		Disturbed		Desintegrated		Laminated/Shear.
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI)											**61**

DISCONTINUITY SETS

Set Nº	Type	Dip dir. (º)	Dip (º)	Length (m)	Spacing (m)
1	D	352	21	3 - 10	0.06 - 0.2
2	D	98	76	3 - 10	0.06 - 0.2

D. Ensayos de laboratorio

Reporte de Ensayos de Compresión Simple, Compresión Triaxial y Corte Directo en Discontinuidad Natural

Muestra: Testigo Diamantino

A solicitud de: Minera Aruntani S.A.C.

Agosto, 2017
Tecsup - Lima

Ensayos de Laboratorio de Compresión Simple, Compresión Triaxial y Corte directo en Discontinuidad Natural

Tecsup recibió de Minera Aruntani S.A.C. Testigos diamantinos de diámetro HQ, con el objetivo de determinar la resistencia compresiva, ángulo de fricción y cohesión interno y ángulo de fricción y cohesión residual. En líneas generales se siguieron los siguientes procesos.

DIÁMETRO DE TESTIGOS DIAMANTINOS: HQ (63.5 mm)
NORMAS DE ENSAYO:

- ASTM D2938
- ISRM Suggested Method for Determination of the Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials
- ASTM D 2664-86
- ISRM Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression
- ASTM D 5607 – 95
- ISRM Suggested Method for In Situ Determination of Direct Shear Strength.
- Cortado y pulido de la muestra.

COMPRESIÓN SIMPLE

Sondaje	Código	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Carga (kg)	Resistencia (MPa)
JEN-43	01	59.15-59.30	6.34	13.73	4528.67	14.19
JEN-43	02	77.65-77.80	6.32	13.56	34358.59	108.25
JEN-43	03	136.85-137.00	6.35	13.64	16121.24	50.32
JEN-44	01	56.08-56.23	6.34	13.79	10948.54	34.33
JEN-44	02	67.65-67.80	6.33	13.56	20465.90	64.27
JEN-45	01	112.20-112.35	6.33	13.55	20384.12	64.00

Estandarizado según Protodyakonov (L/D=2)

COMPRESIÓN TRIAXIAL

Sondaje	Código	Profundidad	Diámetro	Altura	Carga	Resistencia	Conf.	mi	Ang. Fricción	Cohesión
		(m)	(cm)	(cm)	(Kg)	(MPa)	(MPa)		(°)	(MPA)
JEN-45	01-A	111.28-111.43	6.34	13.68	38979.26	122.12	2	22.57	53.55	17.09
JEN-45	01-B	111.43-111.58	6.35	13.00	45501.36	141.21	4			
JEN-45	01-C	111.58-111.73	6.34	13.20	50980.74	159.04	6			

CORTE DIRECTO

Sondaje	Código	Profundidad	Área	Ang. Fricción	Cohesión
		(m)	(cm2)	(°)	(MPA)
JEN-46	01	80.25-80.38	33.619	27.90	0.093
JEN-46	02	90.30-90.50	33.322	31.12	0.098

El código de identificación de cada muestra es responsabilidad del solicitante

Adjunto:

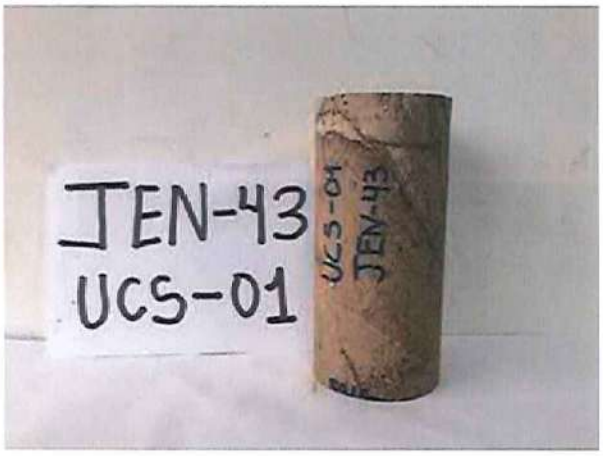
- Fotos de compresión simple antes y después del ensayo.
- Fotos de compresión triaxial antes y después del ensayo.
- Gráfico del ensayo de compresión triaxial.
- Fotos de corte directo en discontinuidad natural antes y después del ensayo.
- Gráficos del ensayo de corte directo.

Ing. Jorge Castillo
Jefe Dpto. Minería y Procesos Químicos-metalúrgicos
CIP #38028

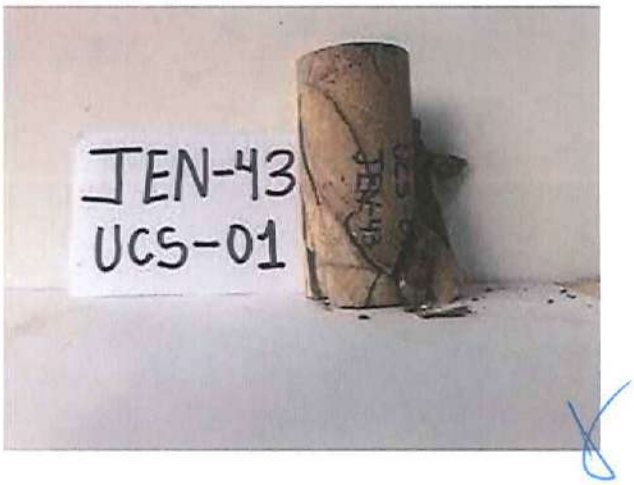
Ing. Elvis Valencia
Jefe Laboratorio Mecánica de Rocas
CIP #49192

Fotos de Ensayo de Compresión Simple

Muestra JEN-43 UCS-01

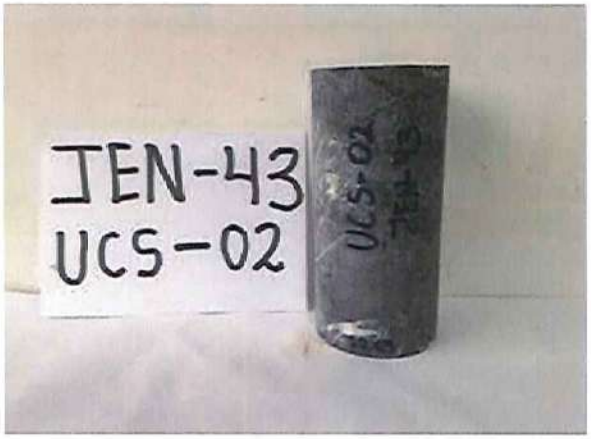


Antes

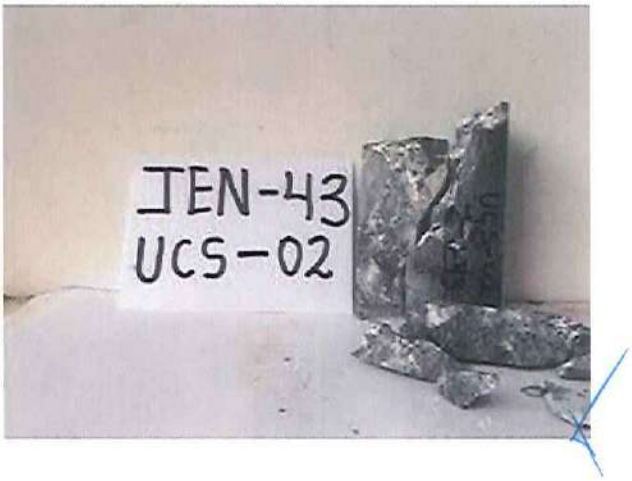


Después

Muestra JEN-43 UCS-02

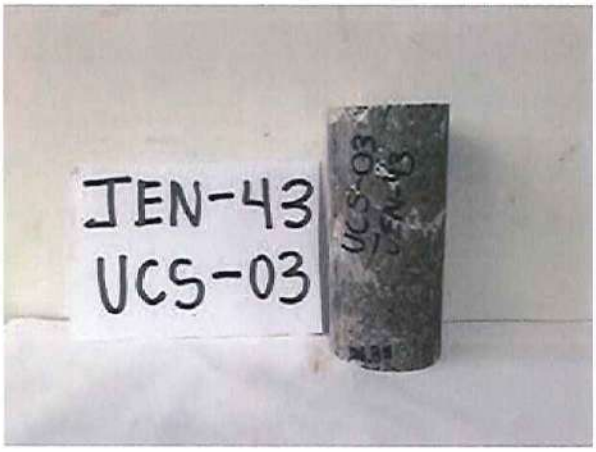


Antes

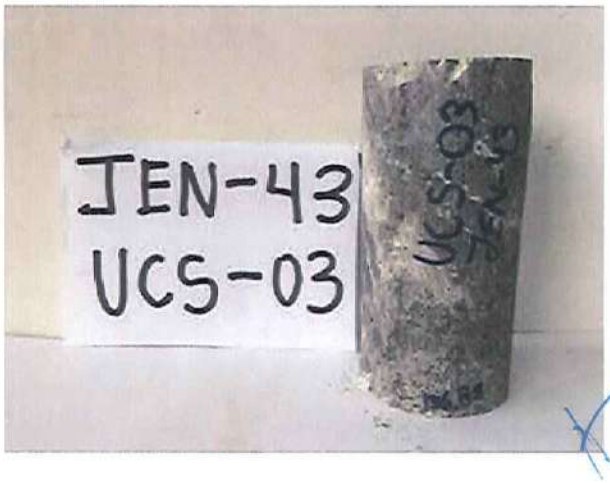


Después

Muestra JEN-43 UCS-03

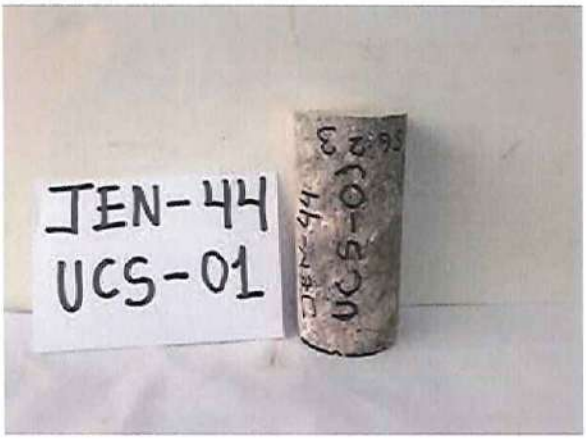


Antes



Después

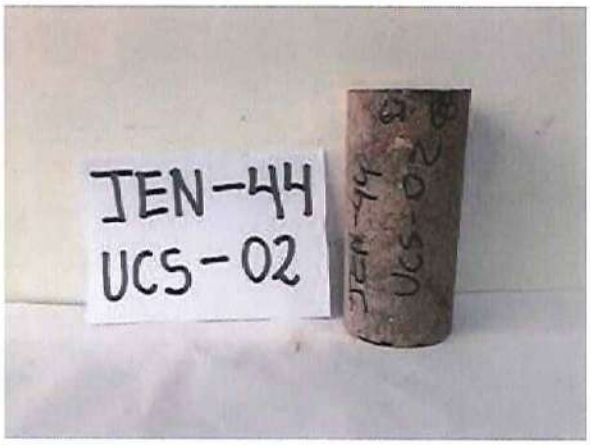
Muestra JEN-44 UCS-01



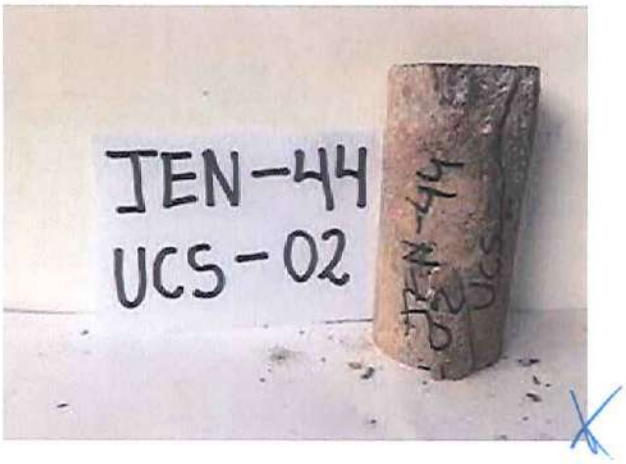
Antes

Después

Muestra JEN-44 UCS-02

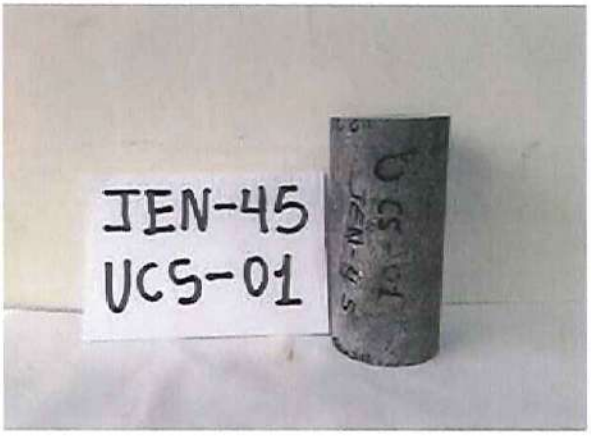


Antes

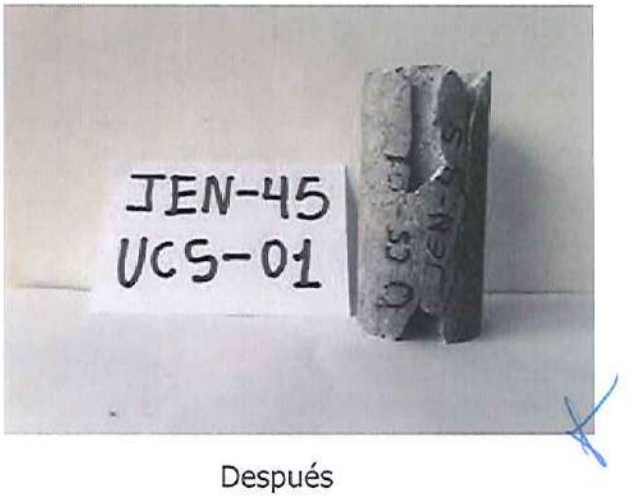


Después

Muestra JEN-45 UCS-01



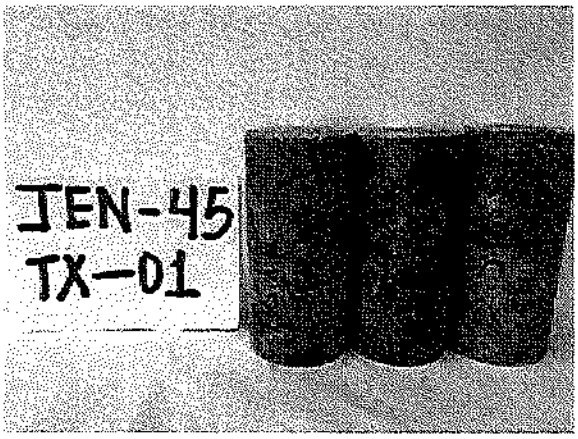
Antes



Después

Fotos Ensayo de Compresión Triaxial

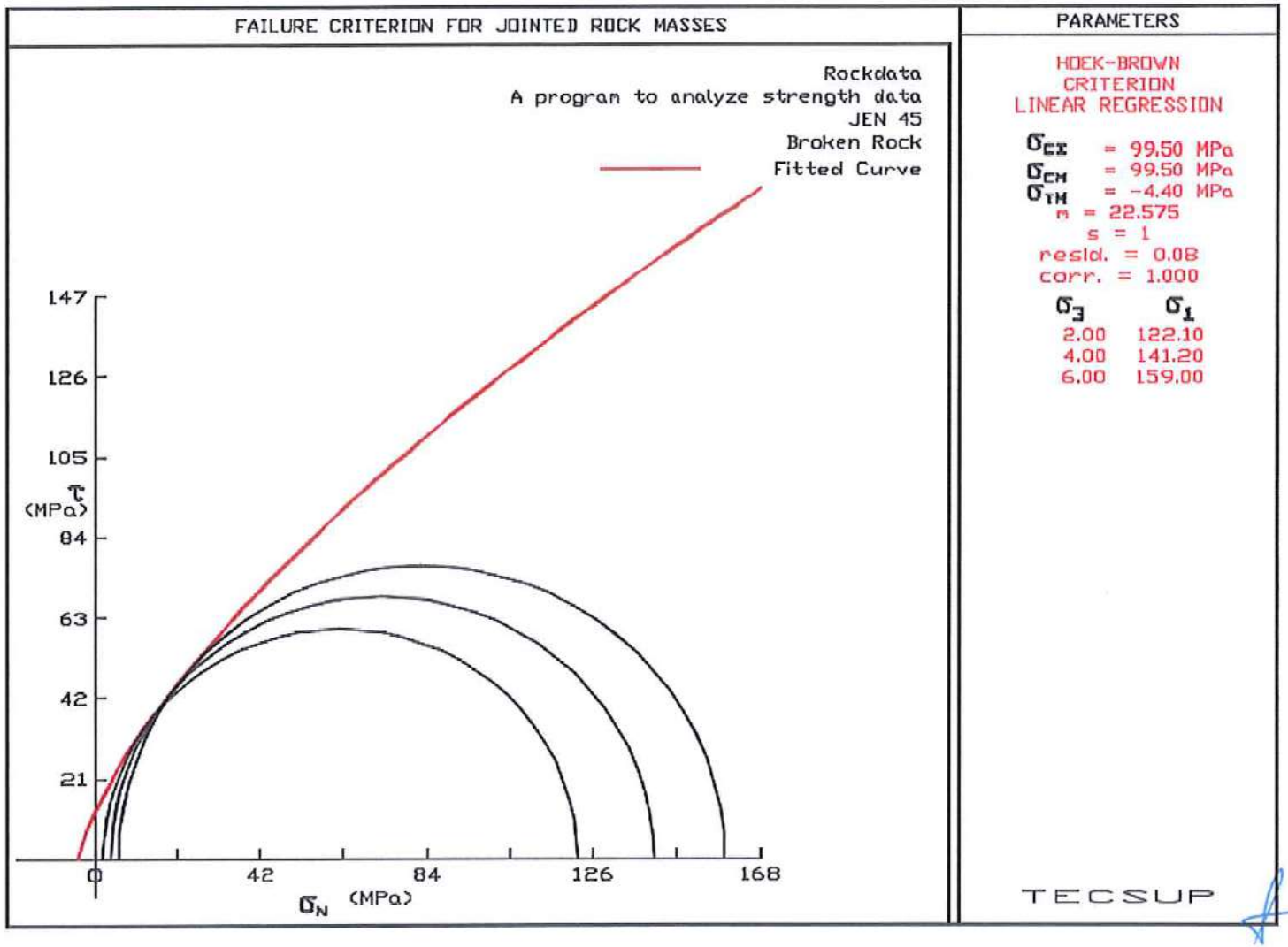
Muestra JEN-45 TX-01



Antes

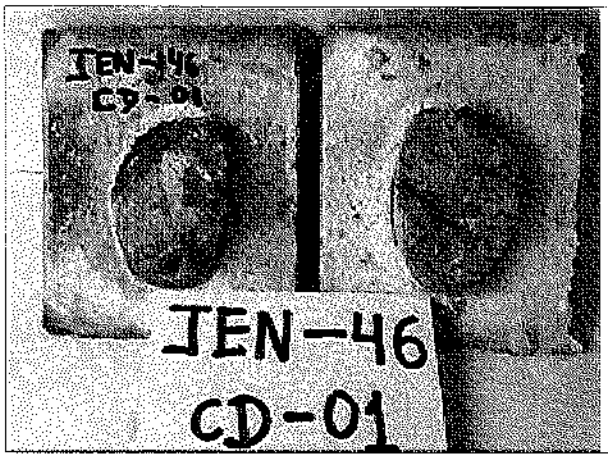
Después

Gráfico Ensayo de Compresión Triaxial

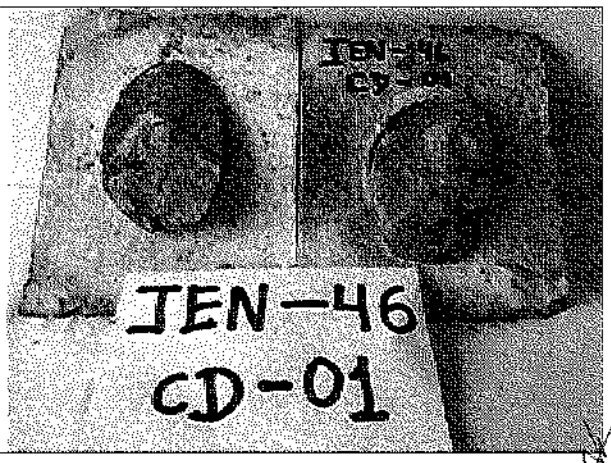


Fotos Ensayo de Corte Directo

Muestra JEN-46 CD-01

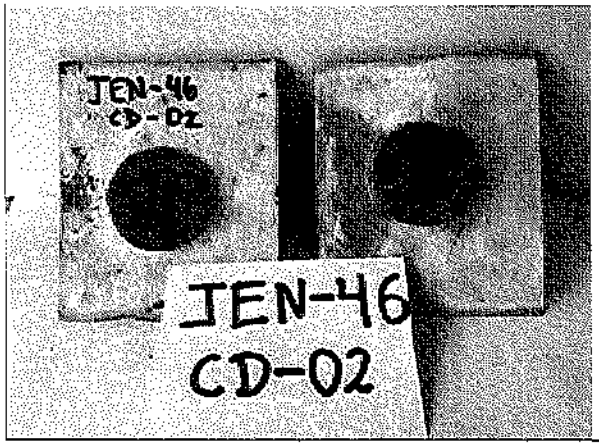


Antes

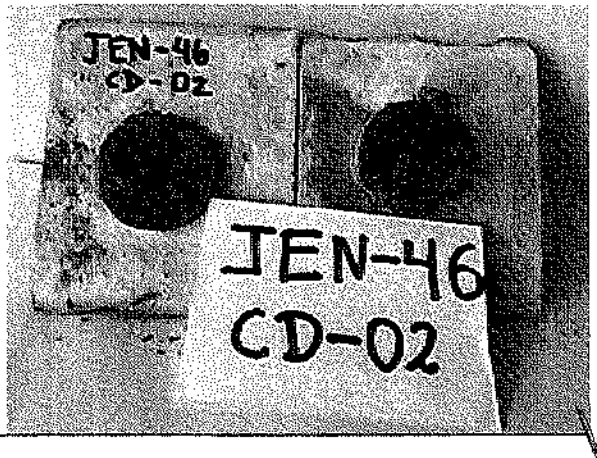


Después

Muestra JEN-46 CD-02

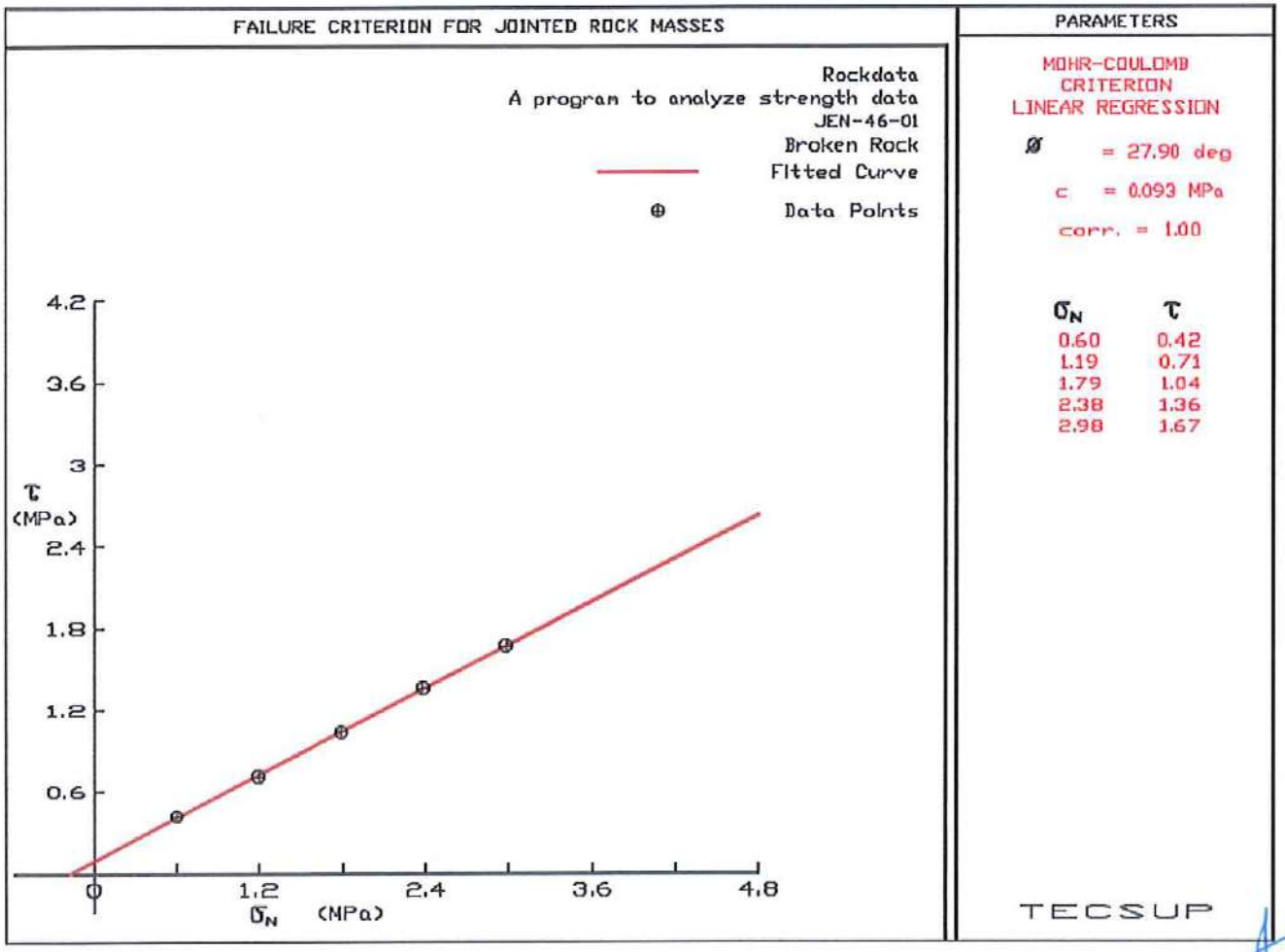


Antes

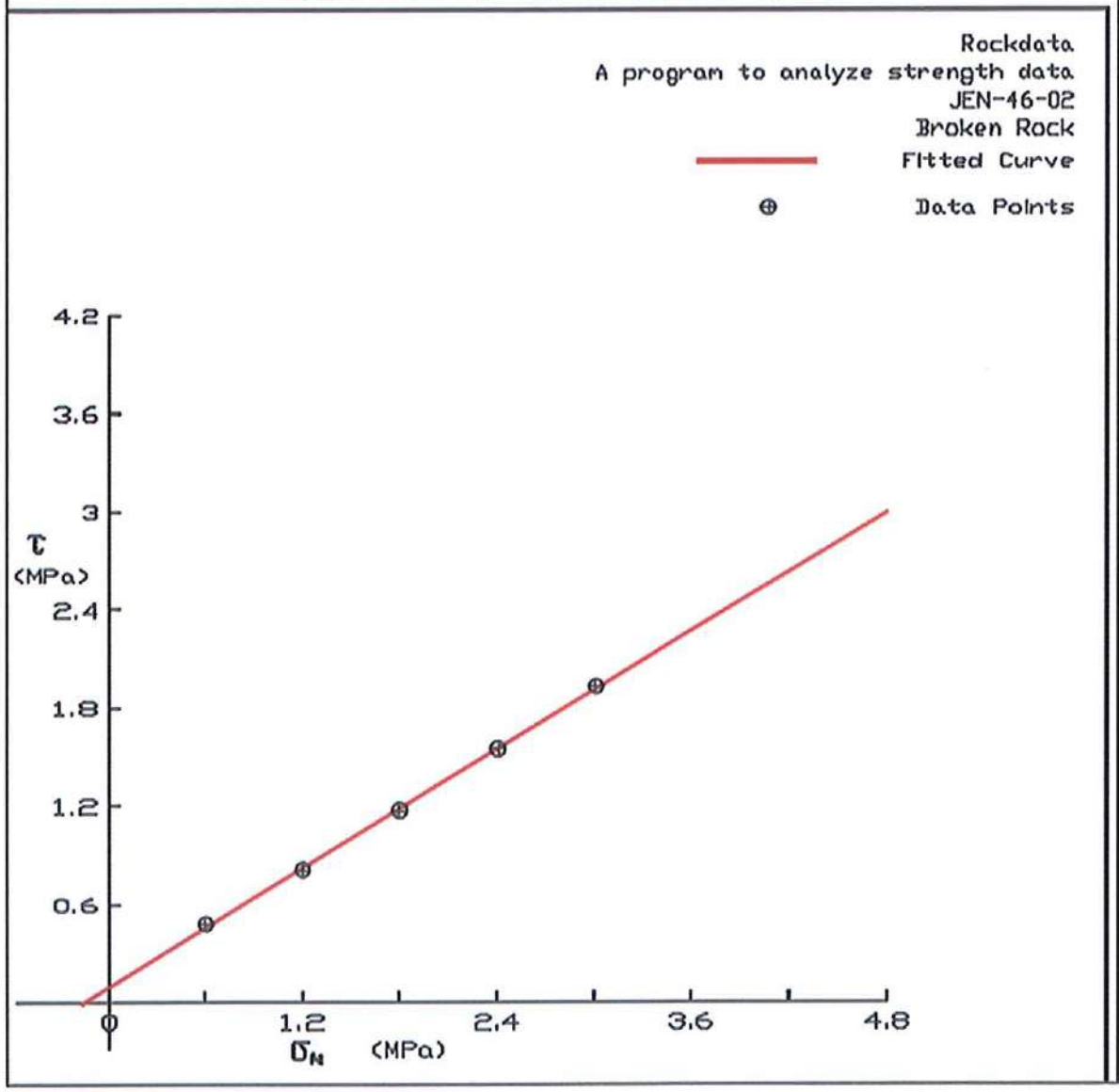


Después

Gráficos Ensayo de Corte Directo



FAILURE CRITERION FOR JOINTED ROCK MASSES



PARAMETERS

MOHR-COULOMB
CRITERION
LINEAR REGRESSION

Ø = 31.12 deg

c = 0.098 MPa

corr. = 1.00

σ_N	τ
0.60	0.48
1.20	0.81
1.80	1.17
2.41	1.55
3.01	1.93

TECSUP

INFORME FINAL DEL SERVICIO DE INVESTIGACIÓN APLICADA EN:

ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE, COMPRESIÓN TRIAXIAL Y CORTE DIRECTO EN DISCONTINUIDAD NATURAL EN MUESTRAS TESTIGOS DIAMANTINOS

A solicitud de: Minera Aruntani S.A.C.

Julio, 2017

ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE, COMPRESIÓN TRIAXIAL Y CORTE DIRECTO EN DISCONTINUIDAD NATURAL EN MUESTRAS TESTIGOS DIAMANTINOS

Tecsup recibió de Minera Aruntani S.A.C. muestras de testigos diamantinos de diámetro HQ, con el objetivo de determinar la resistencia compresiva, ángulo de fricción y cohesión interno y ángulo de fricción y cohesión residual. En líneas generales se siguieron los siguientes procesos.

DIÁMETRO DE TESTIGOS DIAMANTINOS: HQ (63.5 mm)

NORMAS DE ENSAYO:

- ASTM D2938
- ISRM Suggested Method for Determination of the Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials
- ASTM D 2664-86
- ISRM Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression
- ASTM D 5607 – 95
- ISRM Suggested Method for In Situ Determination of Direct Shear Strength.
- Cortado y pulido de la muestra.

Los resultados de los ensayos se detallan a continuación:

COMPRESIÓN SIMPLE

Código	Sondaje	Profundidad	Diámetro	Altura	Carga	Resistencia
		(m)	(cm)	(cm)	(kg)	(MPa)
UCS-01	JES-116	23.80-23.95	6.34	12.62	27448.02	85.15
UCS-02	JES-116	58.20-58.35	6.34	12.62	23992.74	74.44
UCS-03	JES-116	86.00-86.15	6.33	12.63	29737.91	92.58
UCS-04	JES-116	145.00-145.15	6.31	12.59	10273.84	32.19
UCS-01	JES-117	98.70-98.85	6.32	12.62	5060.25	15.80
UCS-01	JES-119	53.10-53.25	6.31	12.71	39500.62	123.90
UCS-01	JES-120	24.15-24.30	6.34	12.77	24923.01	77.44
UCS-02	JES-120	30.27-30.42	6.32	12.52	9057.34	28.26
UCS-01	JES-121	43.40-43.55	6.32	12.86	17112.85	53.57
UCS-02	JES-121	62.85-63.00	6.31	12.67	24871.90	77.98
UCS-01	JEN-42	145.57-145.72	6.33	12.55	10018.27	31.16
UCS-02	JEN-42	207.00-207.14	6.31	12.46	22694.45	71.01
UCS-03	JEN-42	238.20-238.35	6.32	12.64	7861.28	24.56

Estandarizado según Protodyakonov (L/D=2)

COMPRESIÓN TRIAXIAL

Código	Sondaje	Profundidad	Carga	Resistencia	Conf.	mi	Angulo Fricción	Cohesión
		(m)	(Kg)	(MPa)	(MPa)		(°)	(MPA)
TX-01-A	JES-117	155.80-155.95	59312.26	184.21	2	23.45	55.45	25.44
TX-01-B	JES-117	156.30-156.45	66386.39	205.45	4			
TX-01-C	JES-117	156.45-156.60	72658.03	225.59	6			

CORTE DIRECTO

Código	Sondaje	Profundidad	Área	Angulo Fricción	Cohesión
		(m)	(cm2)	(°)	(MPa)
CD-01	JEN-42	207.50-207.70	38.8812	30.14	0.12

El código de identificación de cada muestra es responsabilidad del solicitante

Se adjunta:

- Fotos de compresión simple antes y después del ensayo
- Fotos de compresión triaxial antes y después del ensayo
- Fotos de corte directo en discontinuidad natural antes y después del ensayo
- Gráfico del ensayo triaxial
- Gráfico del corte directo

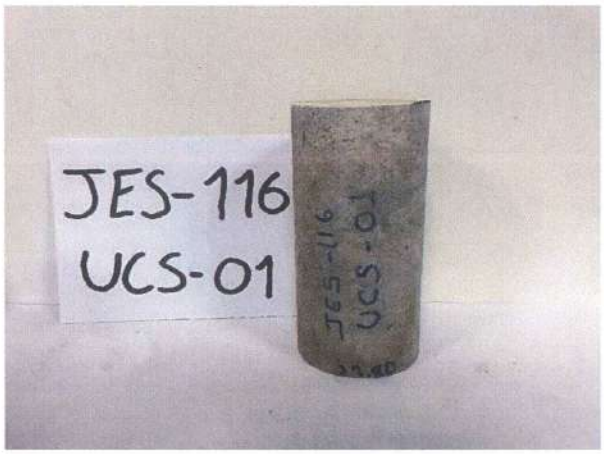
Ing. Jorge Castillo
Jefe Dpto. Minería y Procesos Químicos-metalúrgicos
CIP #38028

Ing. Elvis Valencia
Jefe Laboratorio Mecánica de Rocas
CIP #49192

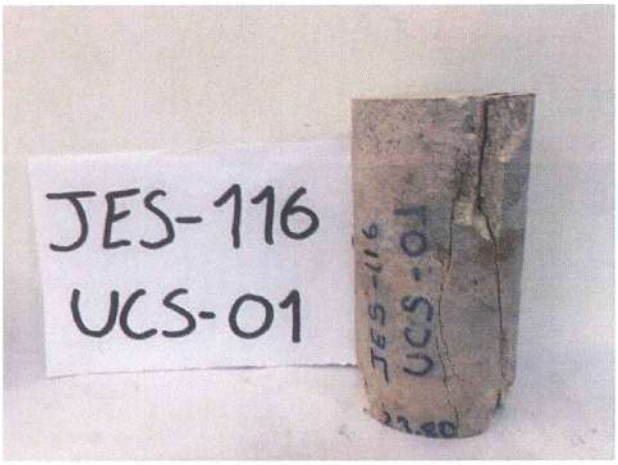
ANEXOS

Ensayo de compresión simple

Muestra JEN-116 UCS-01



Antes



Después

Muestra JEN-116 UCS-02

Antes

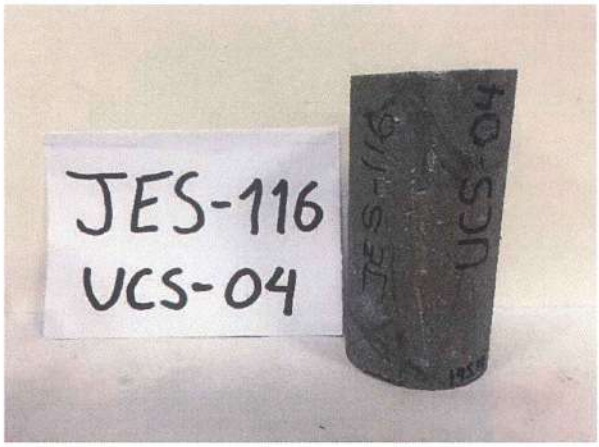
Después

Muestra JES-116 UCS-03

Antes

Después

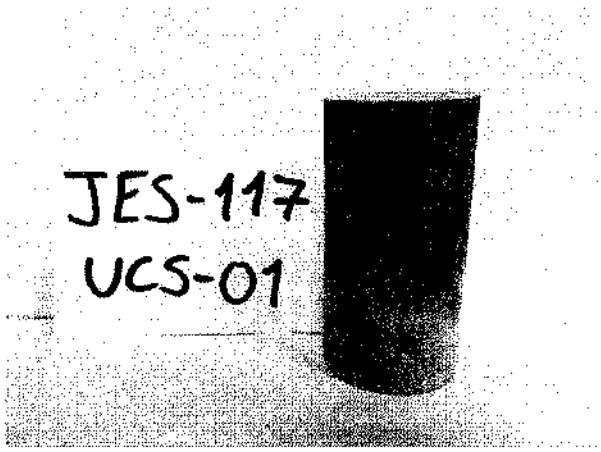
Muestra JES-166 UCS-04



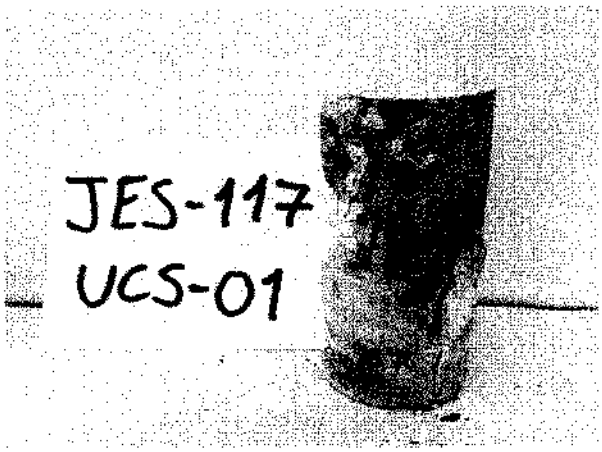
Antes

Después

Muestra JES-117 UCS-01

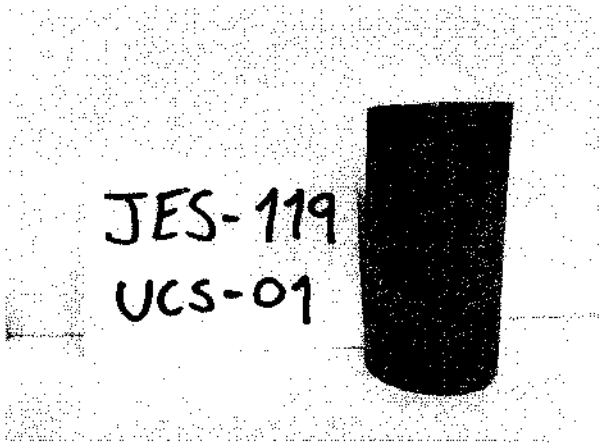


Antes

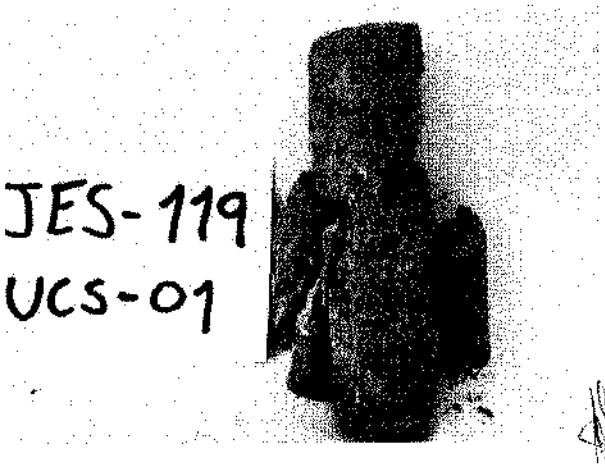


Después

Muestra JES-119 UCS-01

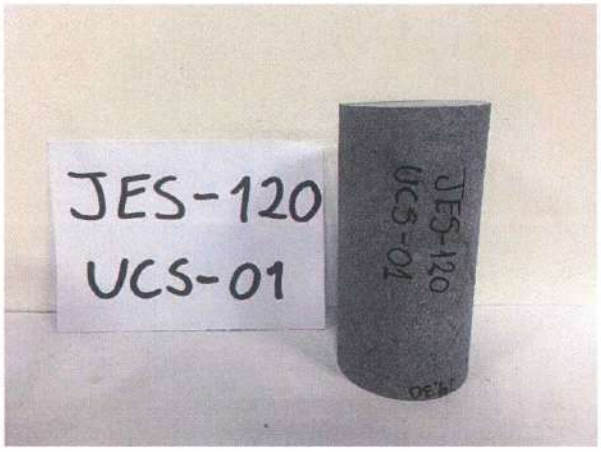


Antes



Después

Muestra JES-120 UCS-01

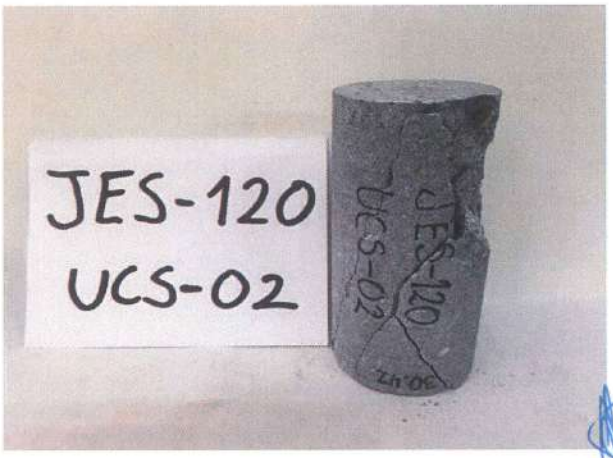


Antes

Después

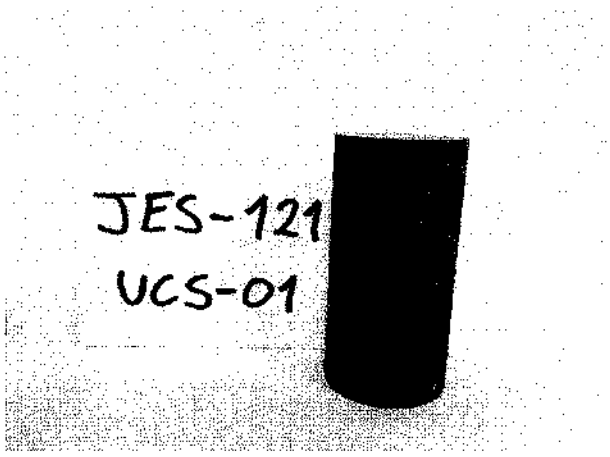
Muestra JES-120 UCS-02

Antes

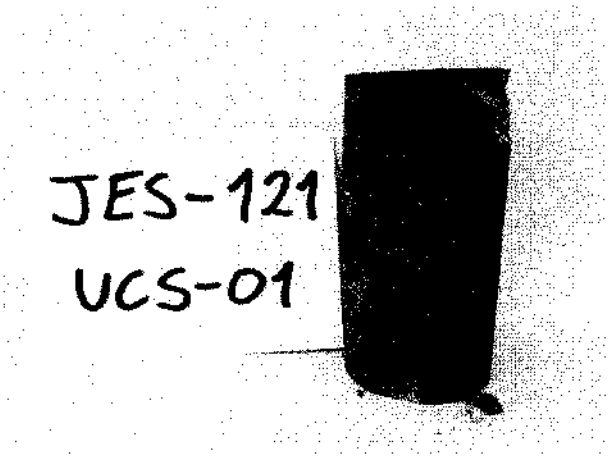


Después

Muestra JES-121 UCS-01

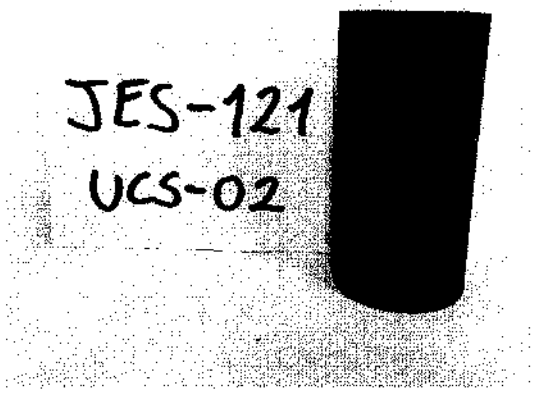


Antes

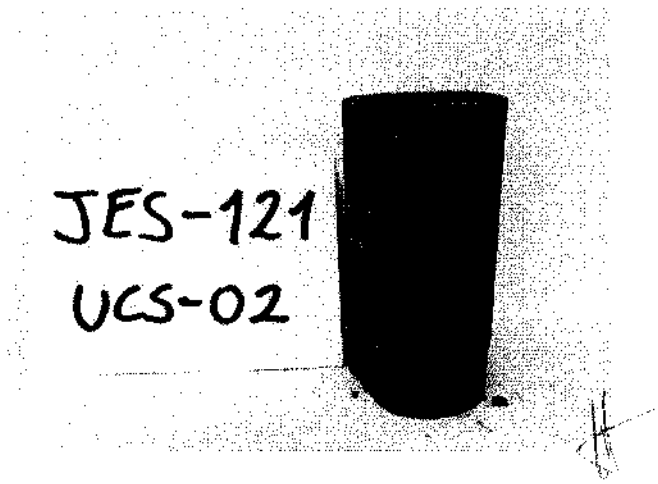


Después

Muestra JES-121 UCS-02



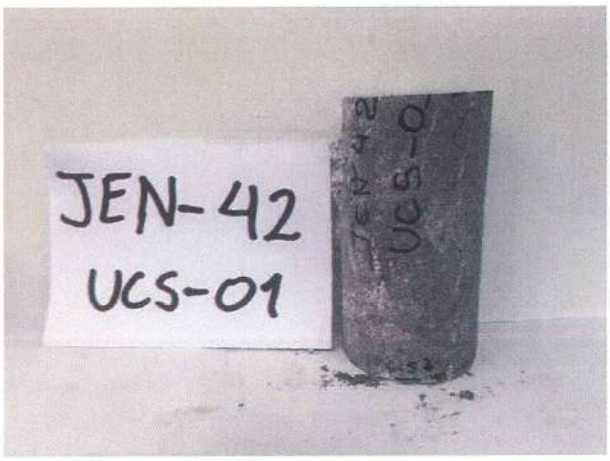
Antes



Después

Muestra JEN-42 UCS-01

Antes



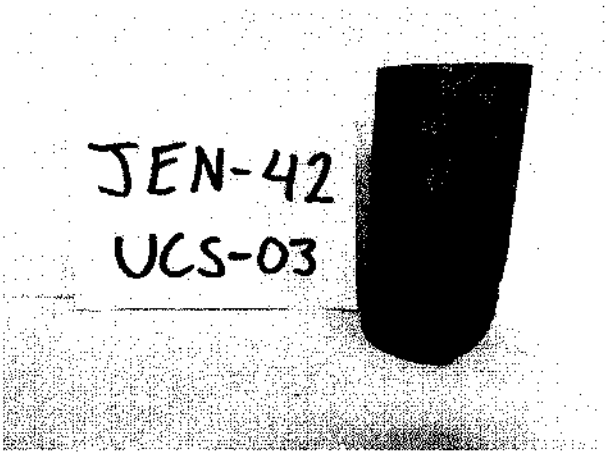
Después

Muestra JEN-42 UCS-02

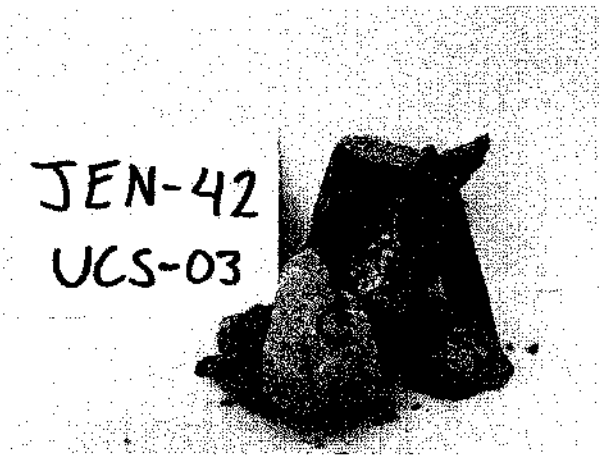
Antes

Después

Muestra JEN-42 UCS-02

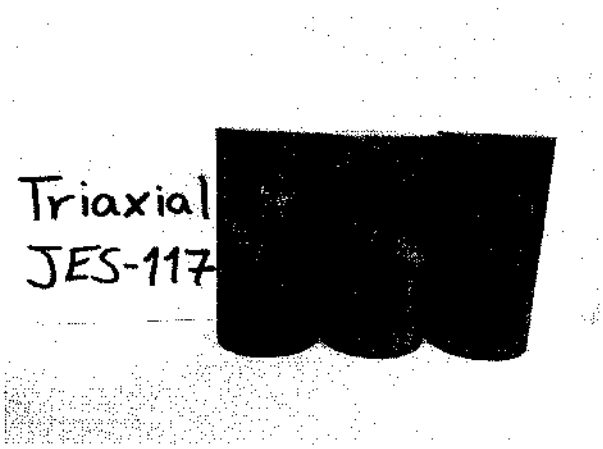


Antes

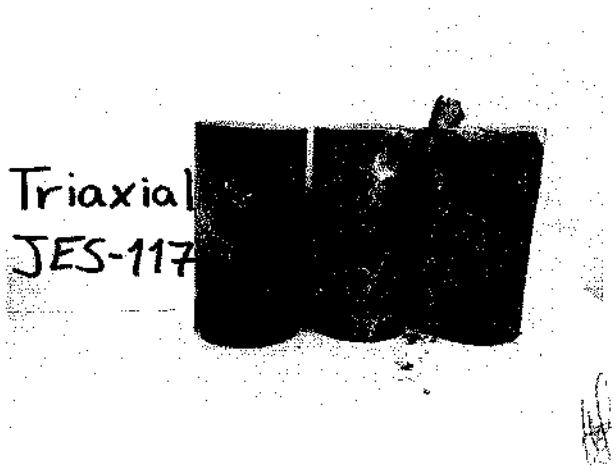


Después

Ensayo triaxial



Antes



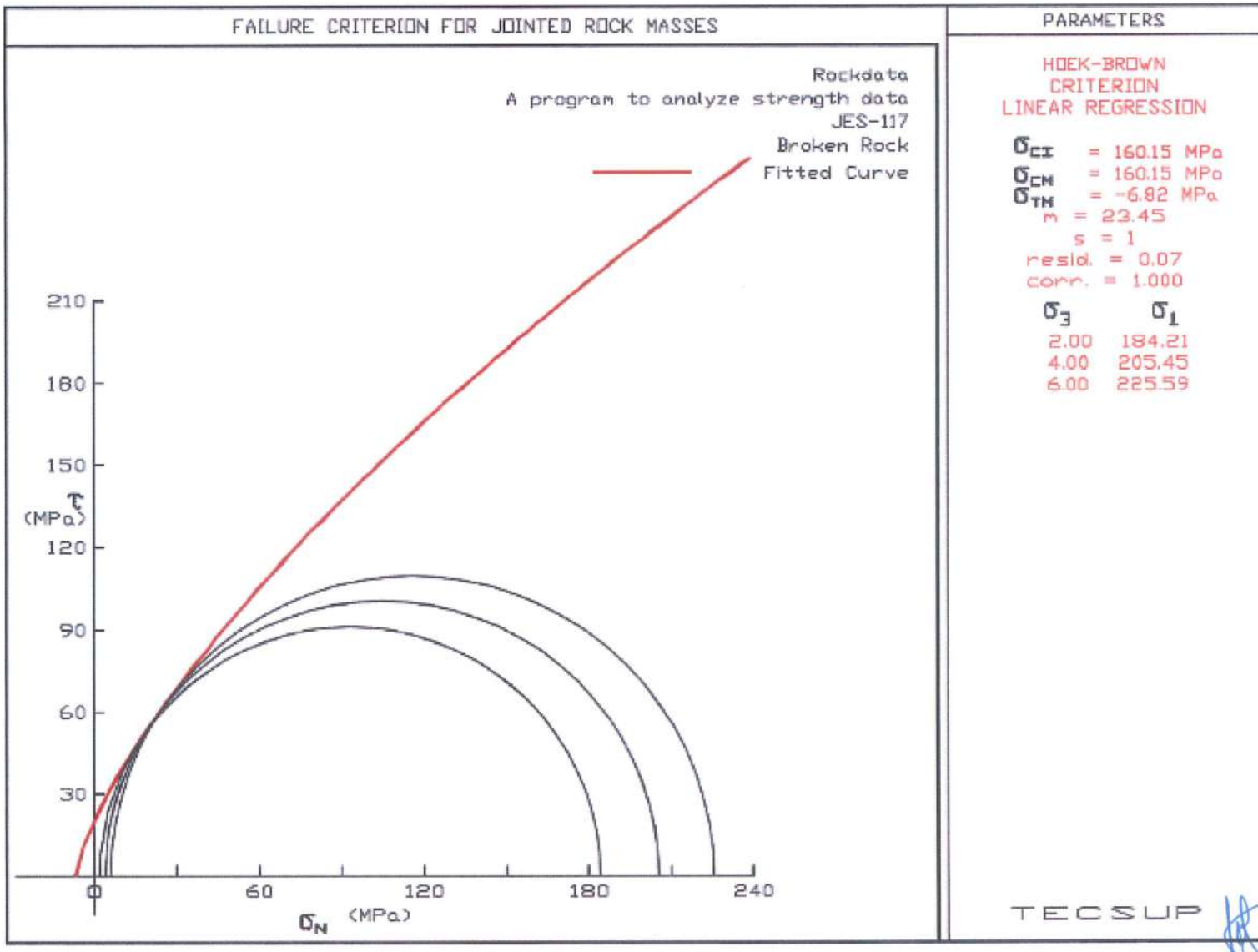
Después

Ensayo de corte directo

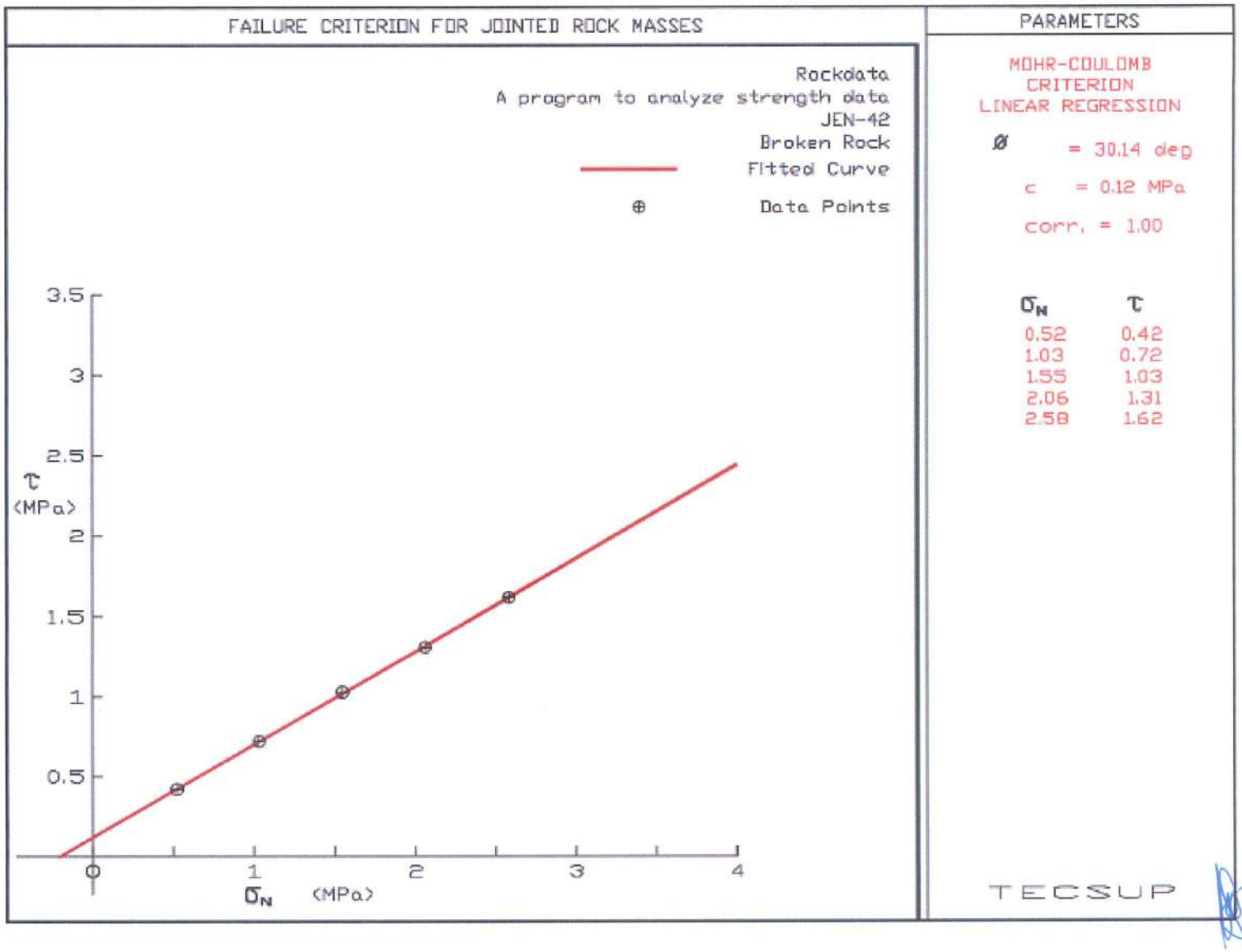
Antes

Después

Gráfica del Ensayo Triaxial



Gráfica del Ensayo de Corte Directo



E. Análisis estereográfico por dominios estructurales

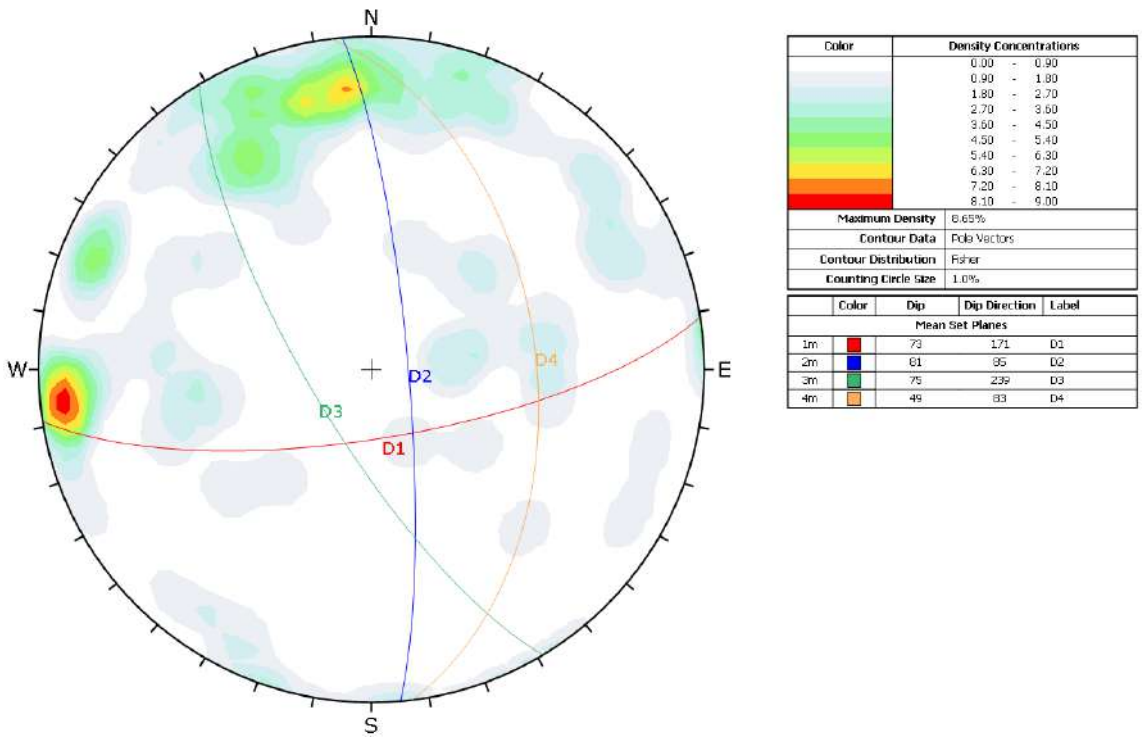


Figura 1. **Análisis estereográfico de la familia de juntas – sector Oeste**

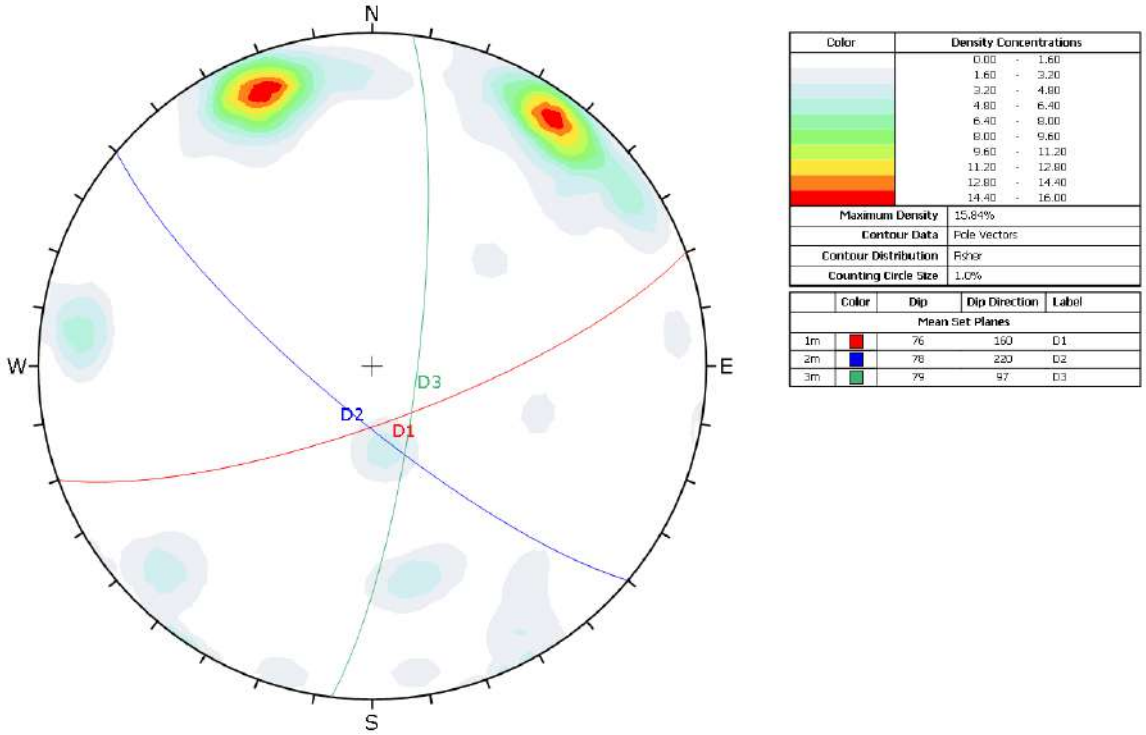


Figura 2. **Análisis estereográfico de la familia de juntas – sector Este**

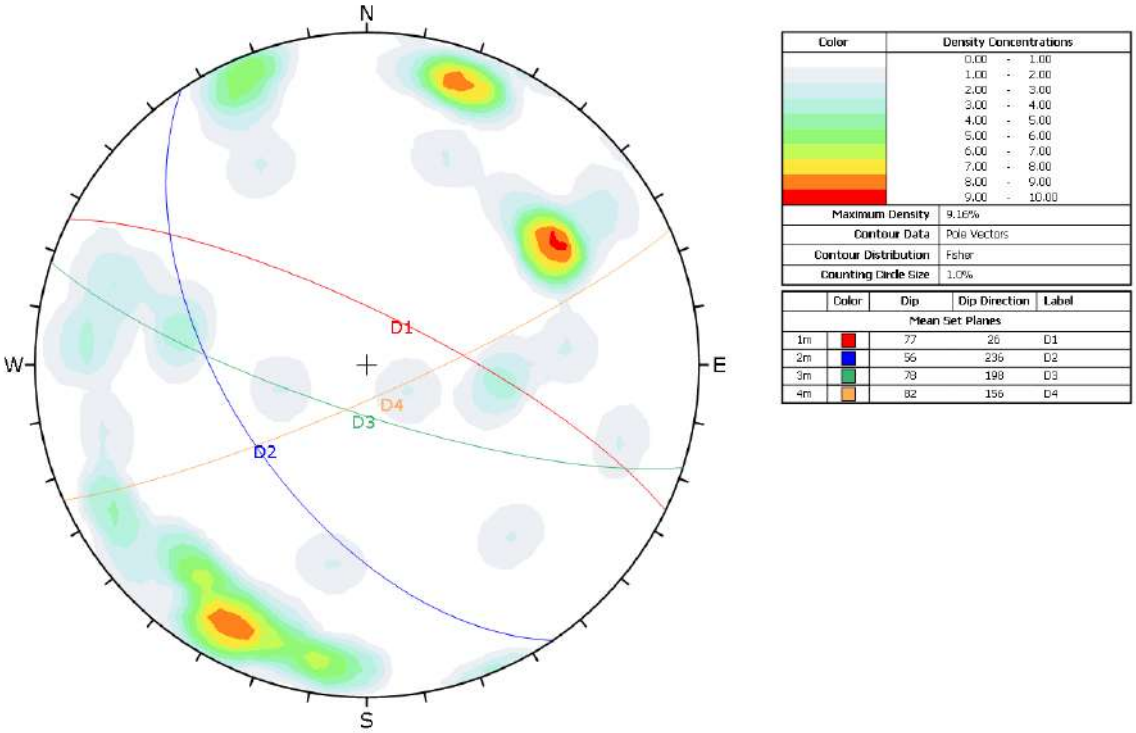


Figura 3. **Análisis estereográfico de la familia de juntas – sector Sur.**

F. Análisis cinemático

F.1. Análisis cinemático Sector Oeste

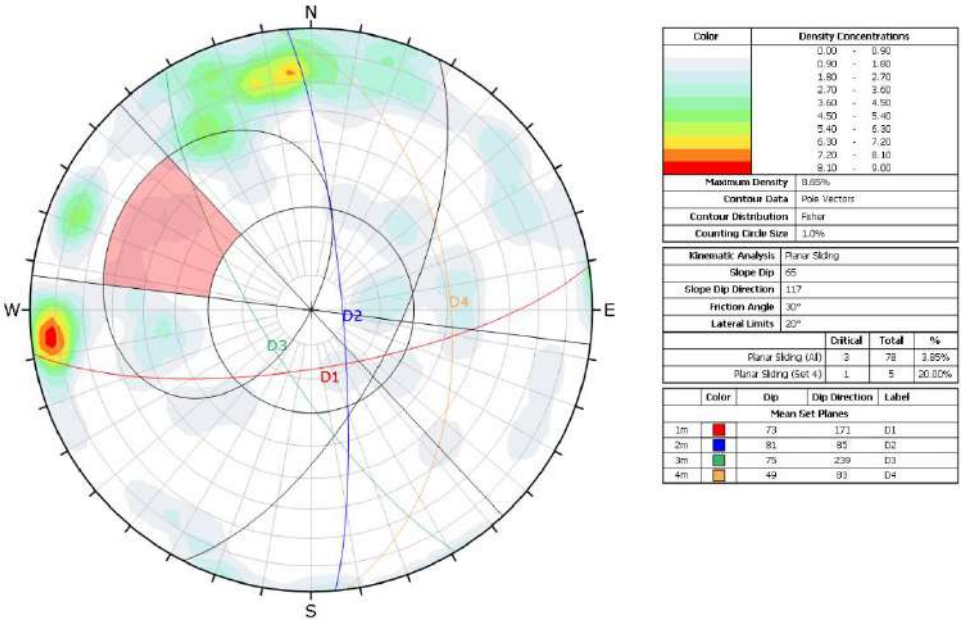


Figura 1. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/117°) – sector Oeste**

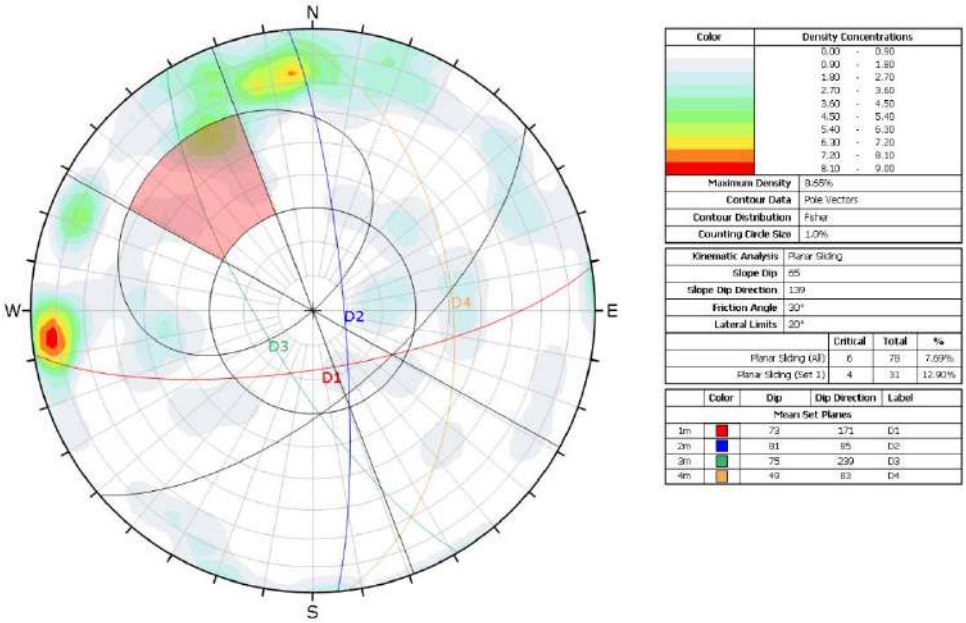


Figura 2. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/139°) – sector Oeste**

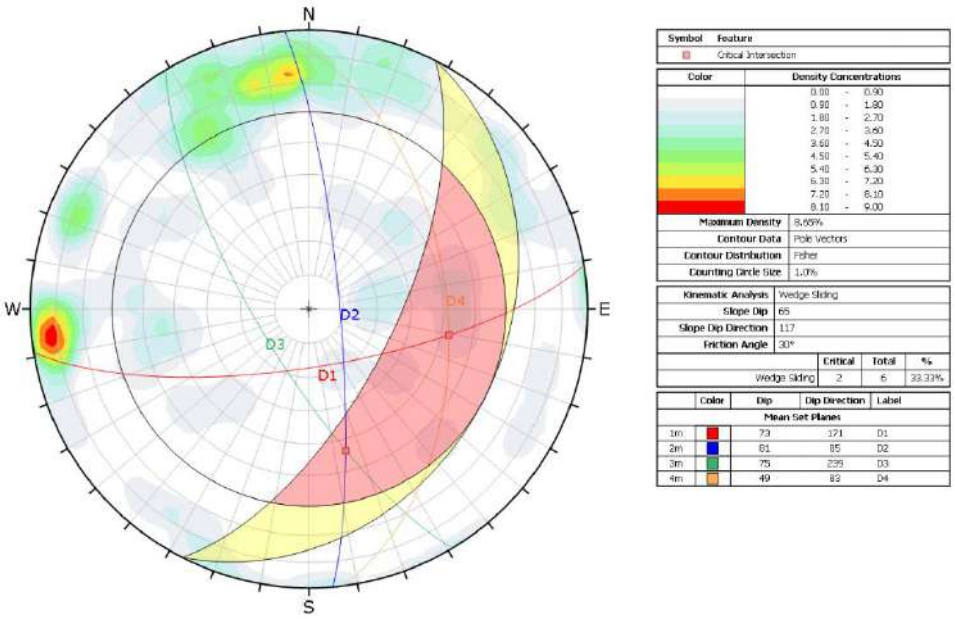


Figura 3. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/117°) – sector Oeste**

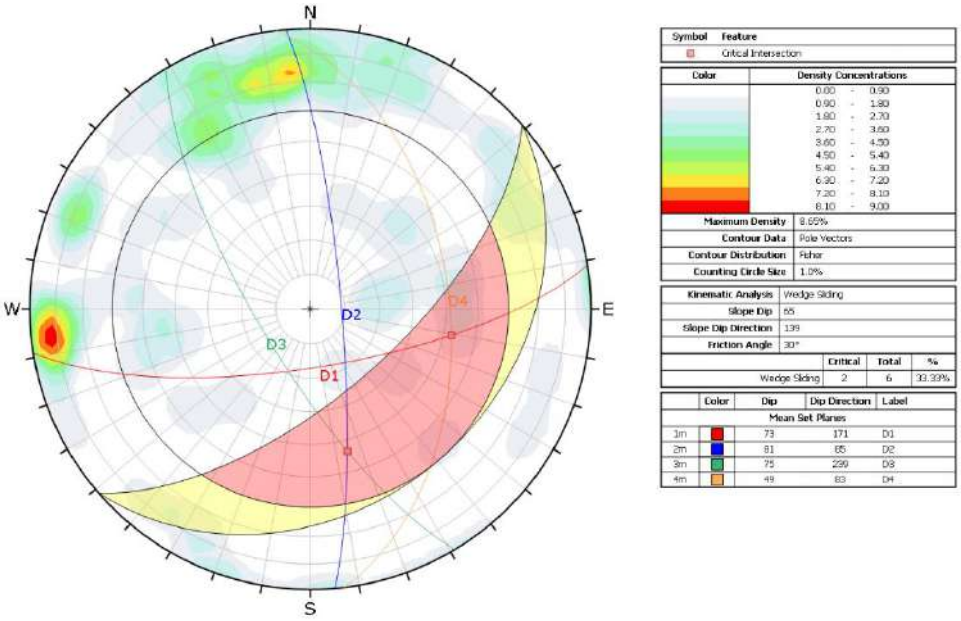


Figura 4. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/139°) – sector Oeste**

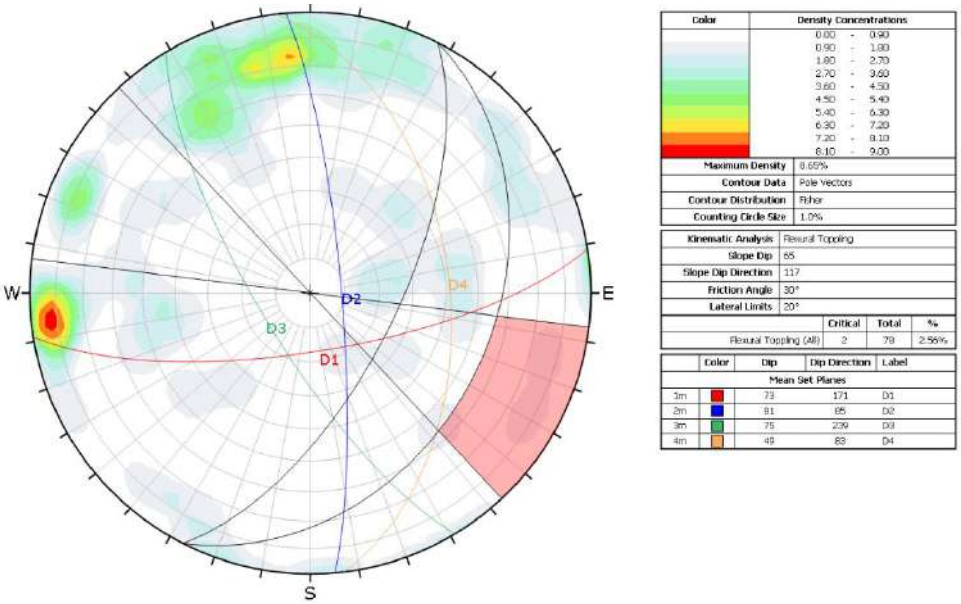


Figura 5. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/117°) – sector Oeste**

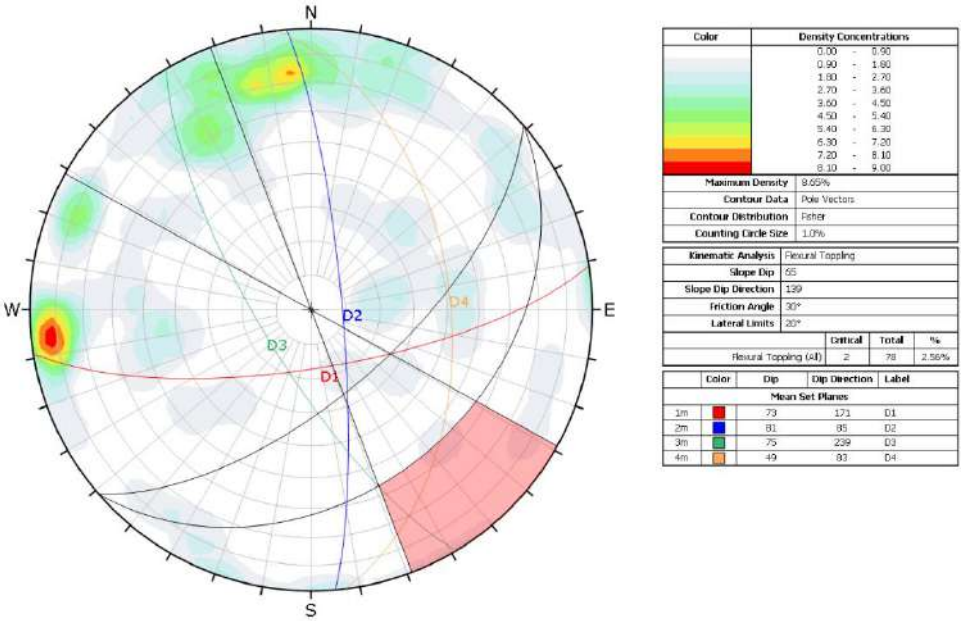


Figura 6. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/139°) – sector Oeste**

F.2 Análisis cinemático Sector Este

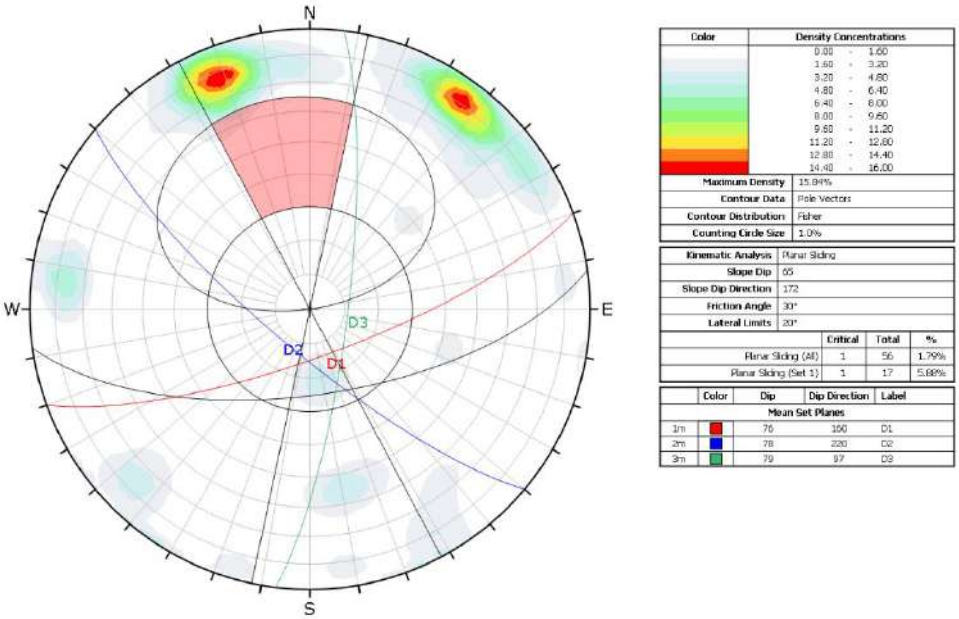


Figura 7. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/172°) – sector Este**

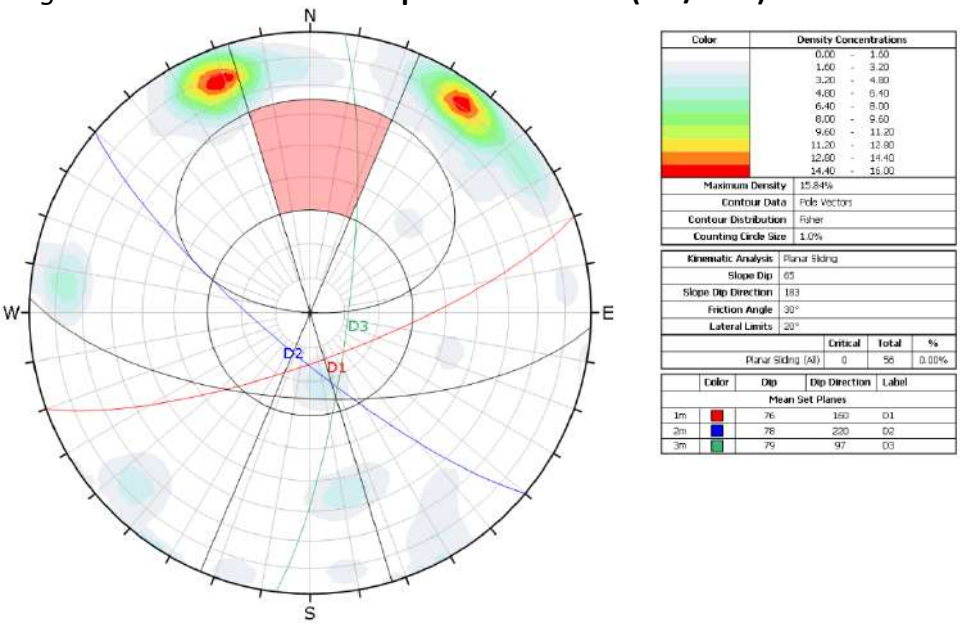


Figura 8. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/183°) – sector Este**

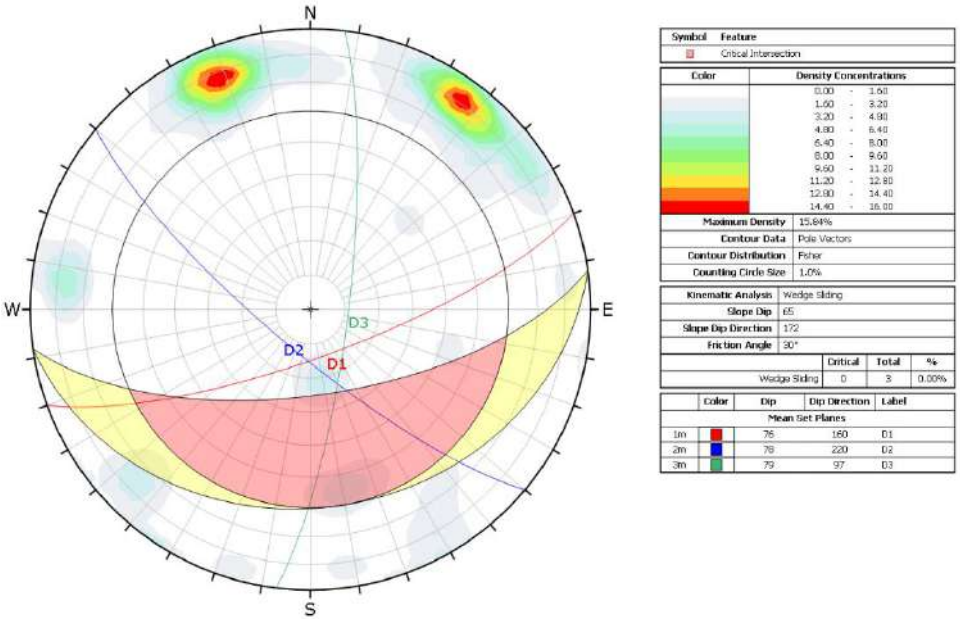


Figura 9. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/172°) – sector Este**

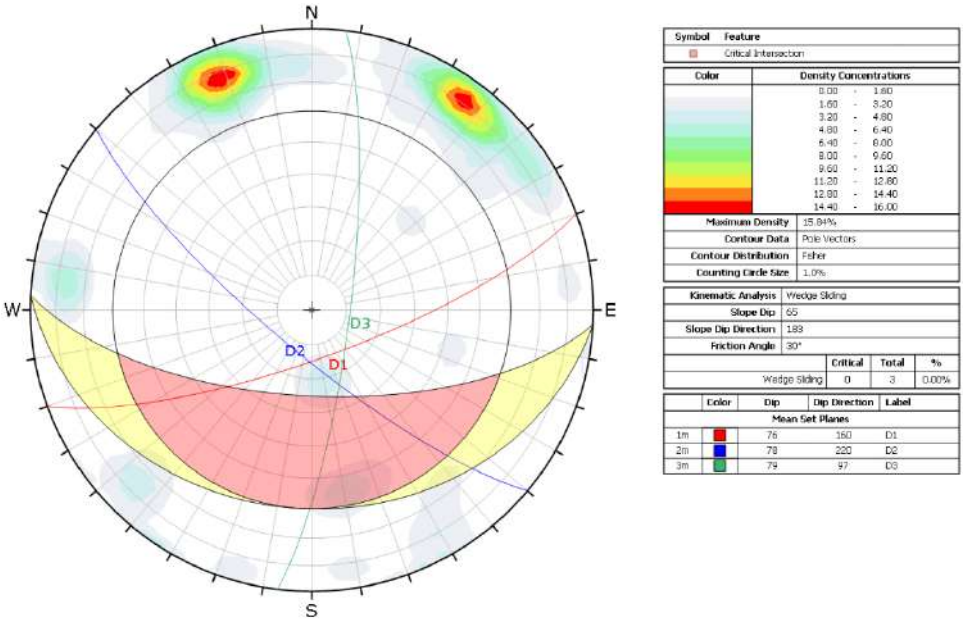


Figura 10. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/183°) – sector Este**

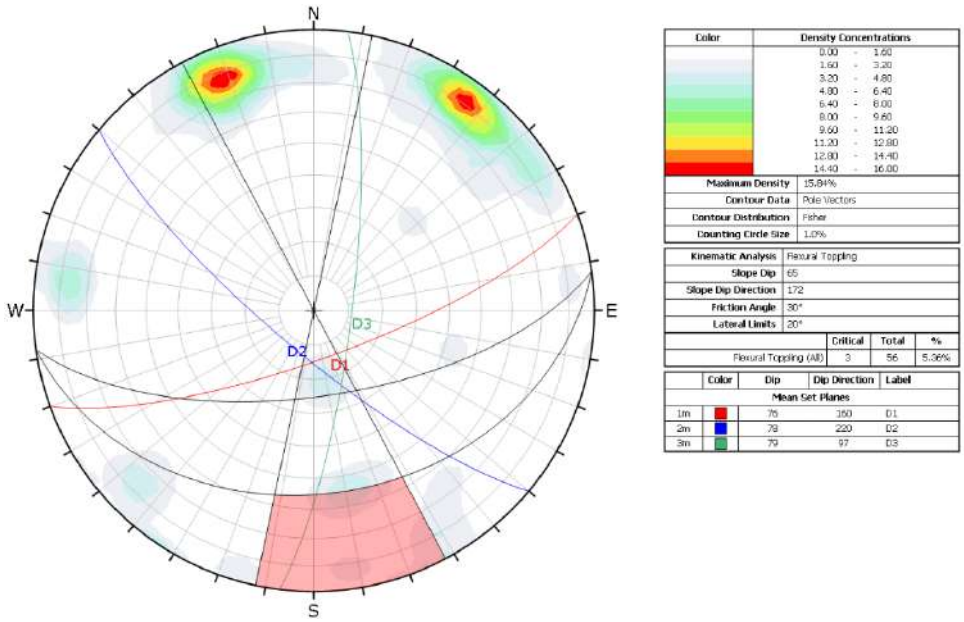


Figura 11. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/172°) – sector Este**

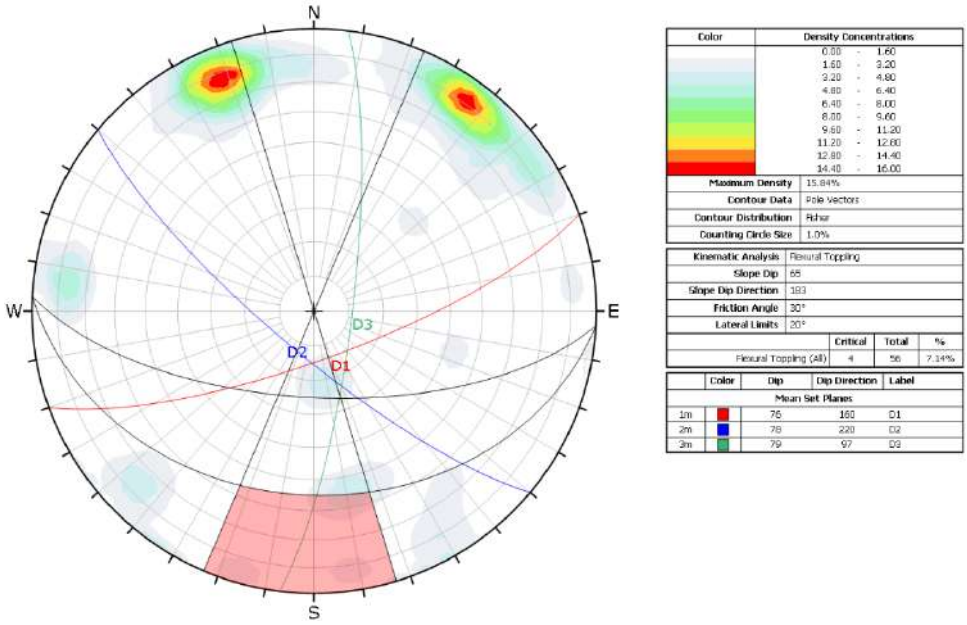


Figura 12. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/183°) – sector Este**

F.3 Análisis cinemático Sector Sur

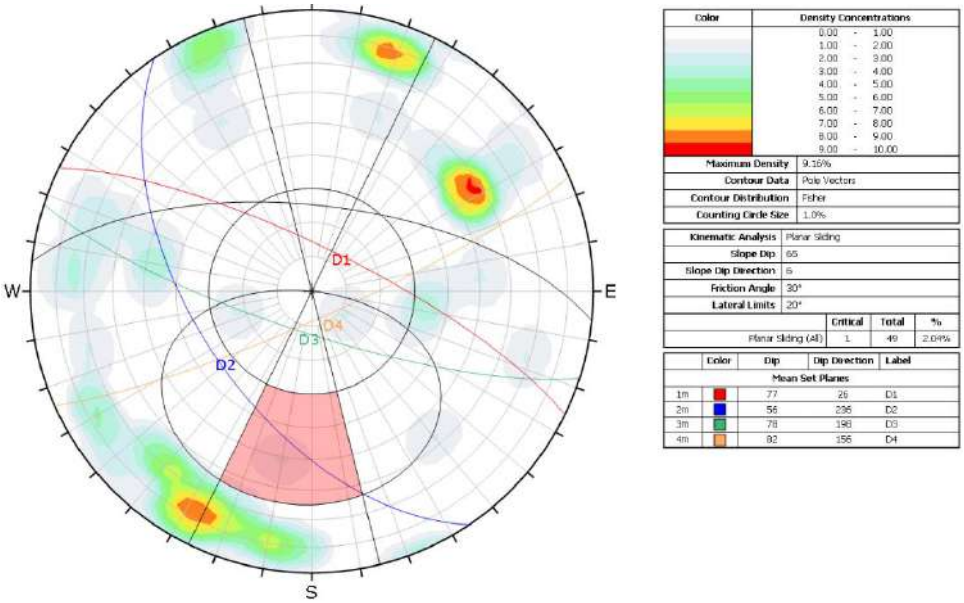


Figura 13. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/006°) – sector Sur**

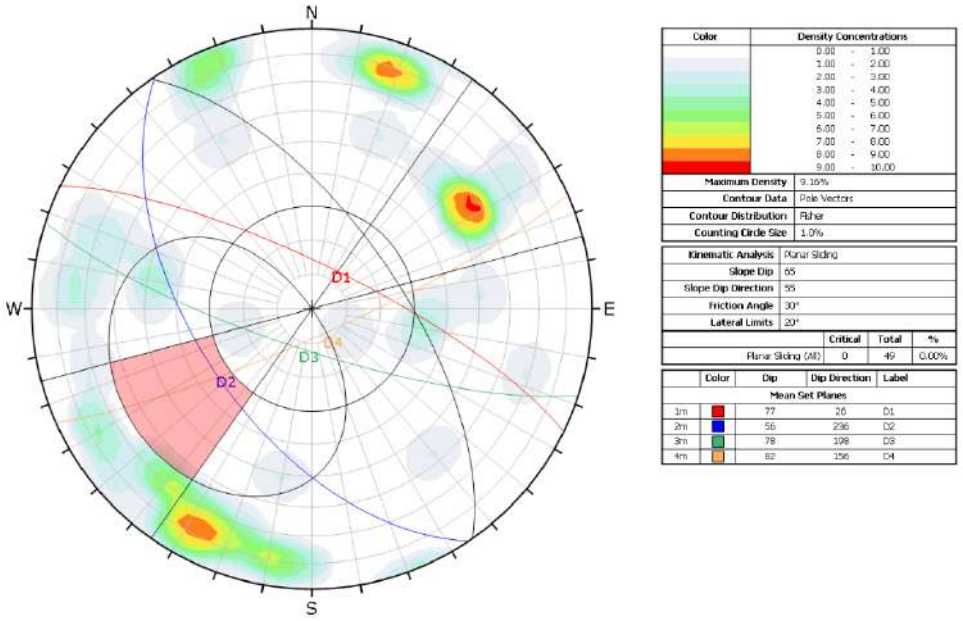


Figura 14. **Análisis cinemático para Falla Planar (65°/055°) – sector Sur**

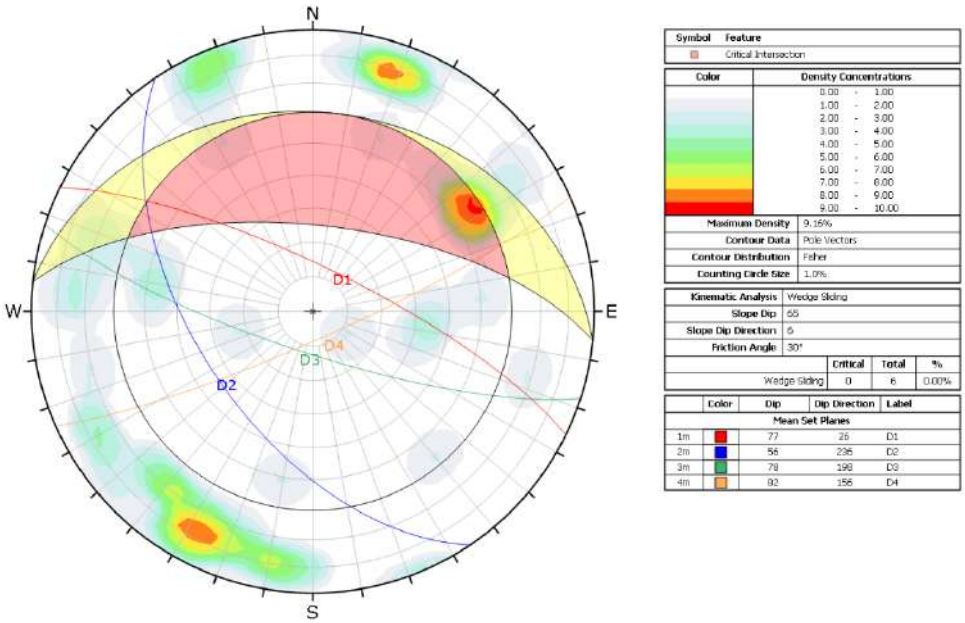


Figura 15. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/006°) – sector Sur**

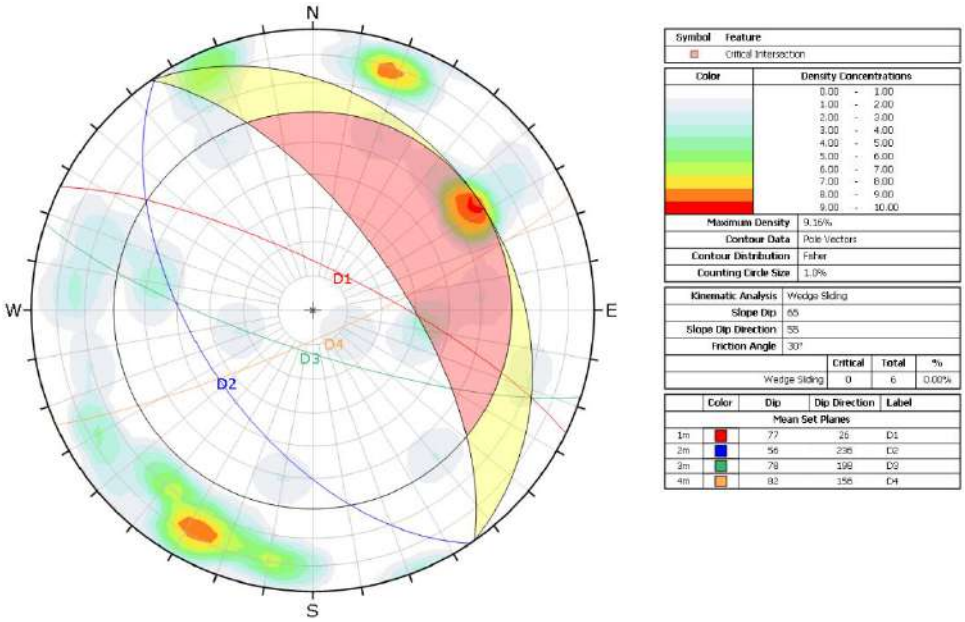


Figura 16. **Análisis cinemático para Falla por Cuña (65°/055°) – sector Sur**

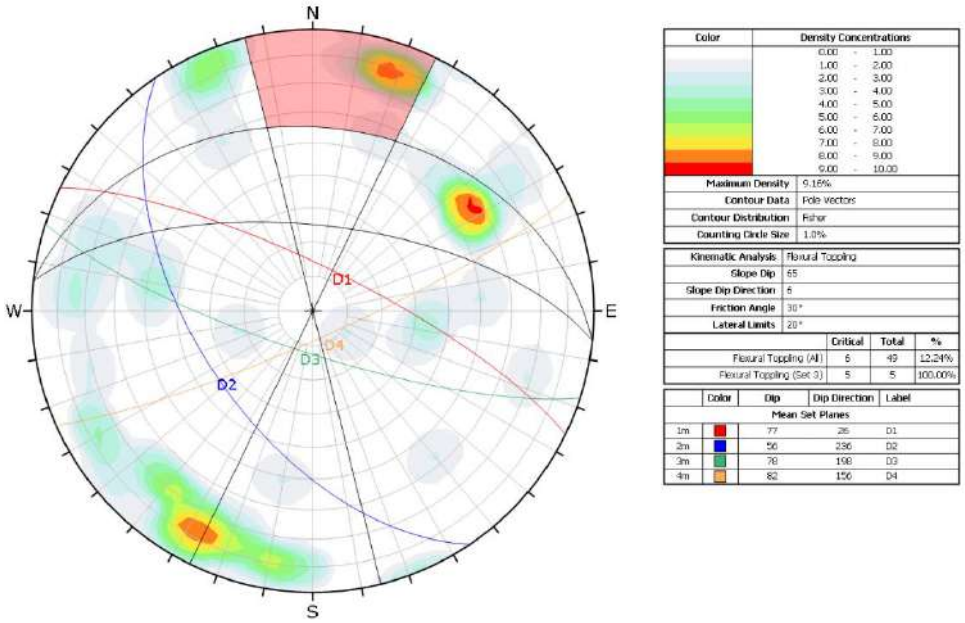


Figura 17. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/006°) – sector Sur**

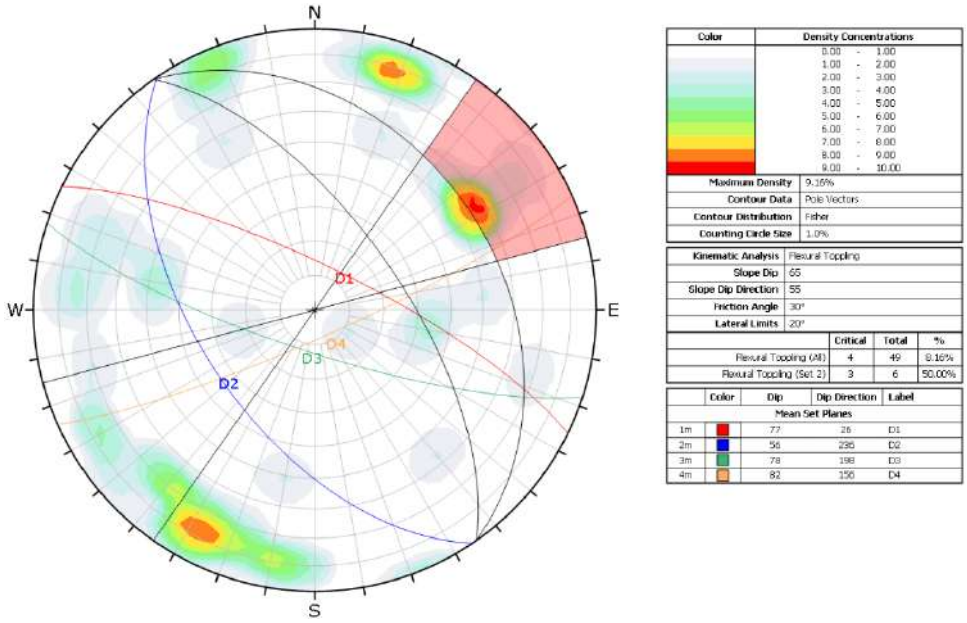


Figura 18. **Análisis cinemático para Falla por Vuelco (65°/055°) – sector Sur**

G. Análisis de estabilidad física talud global – falla circular

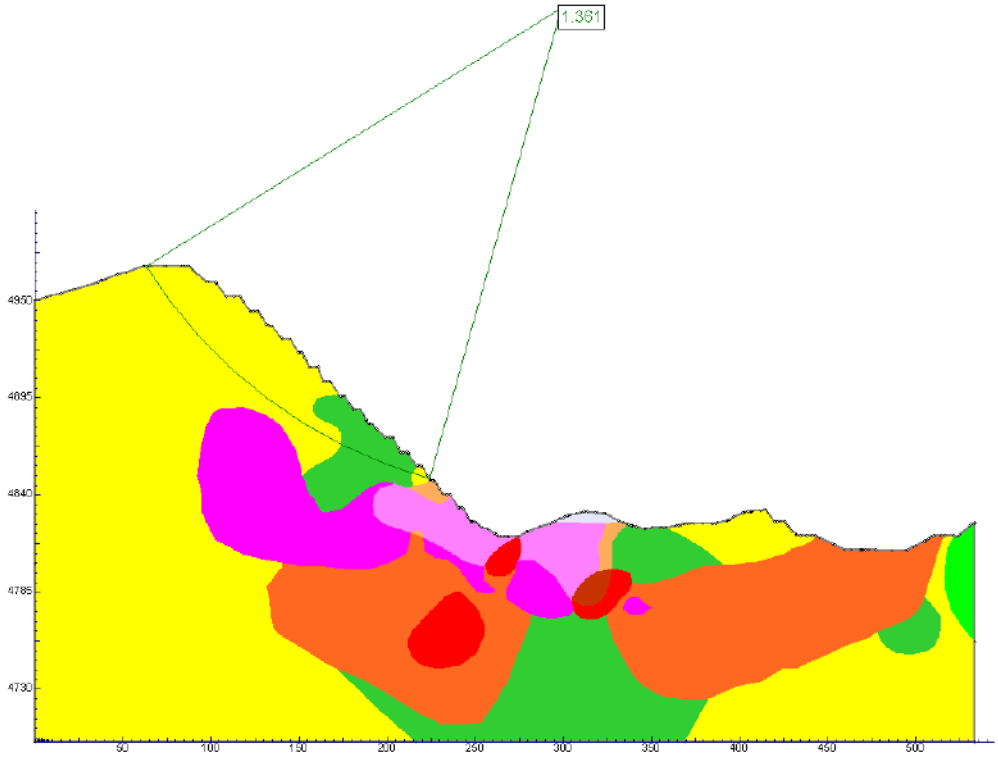


Figura 1. Análisis de estabilidad – Sección 1-1'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.36

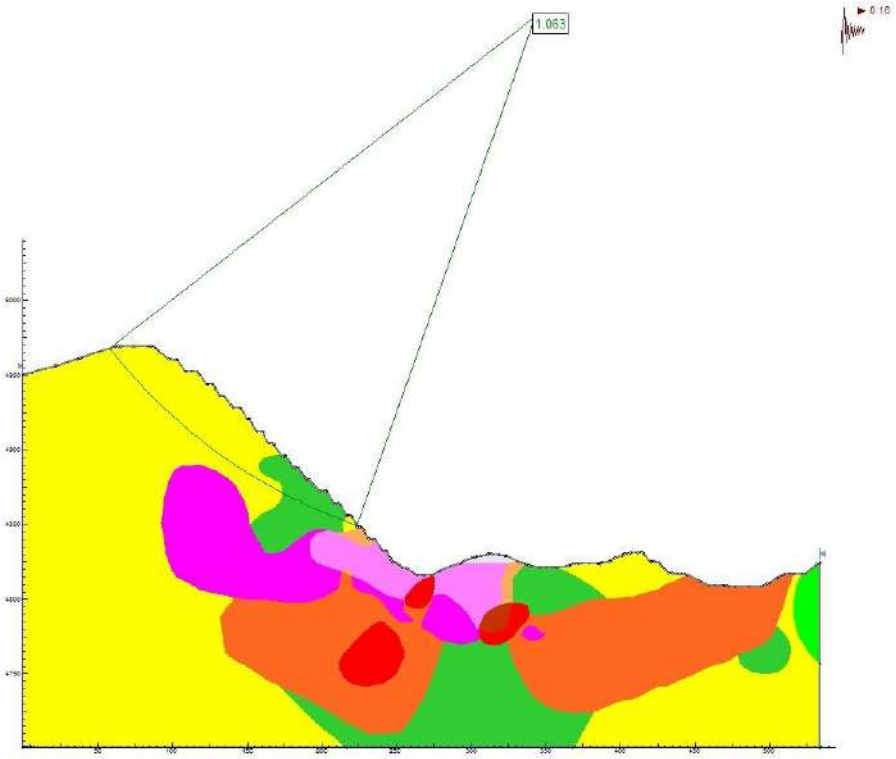


Figura 2. Análisis de estabilidad – Sección 1-1'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.06

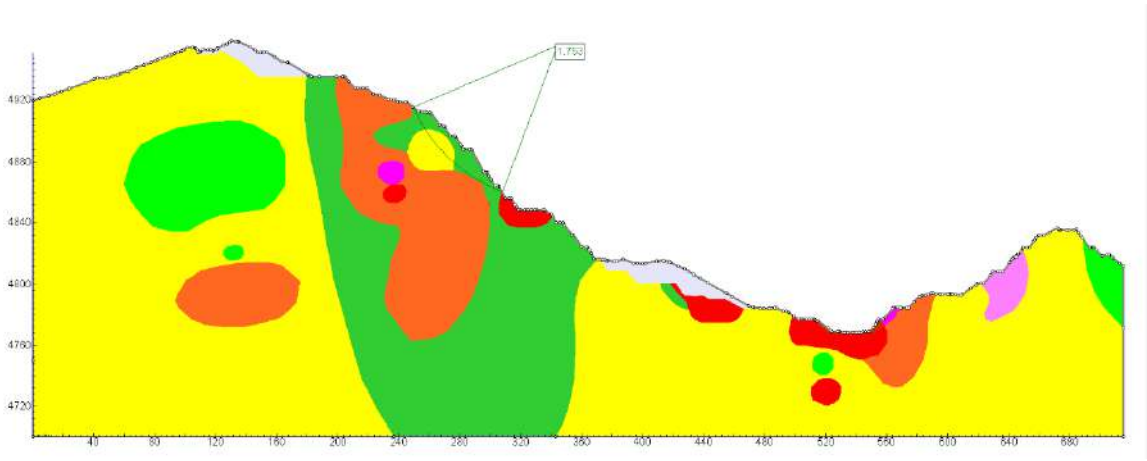


Figura 3. Análisis de estabilidad – Sección 2-2'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.75

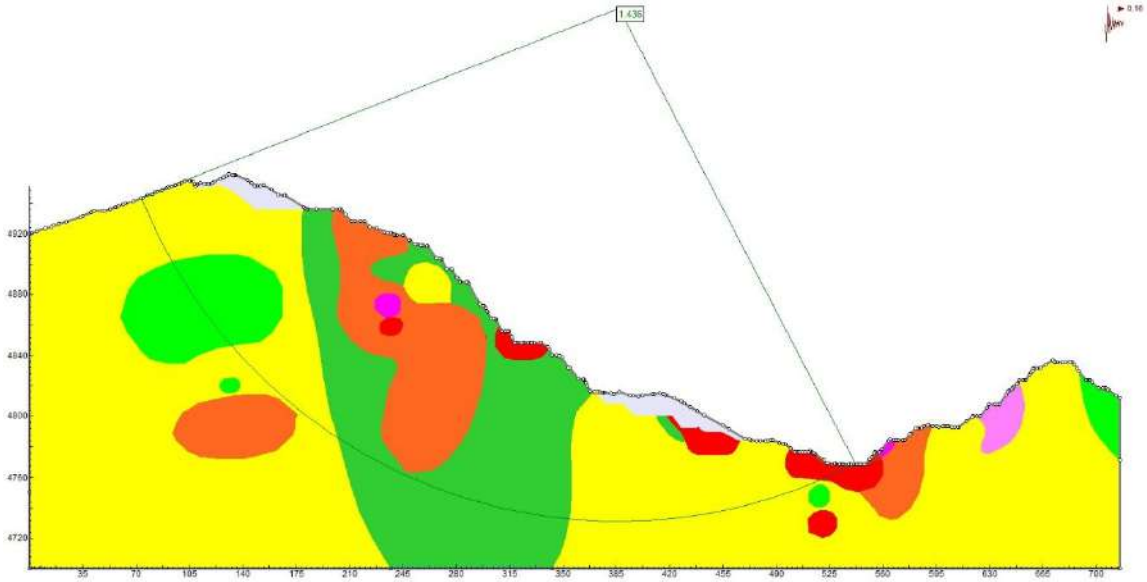


Figura 4. Análisis de estabilidad – Sección 2-2'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudestático) = 1.43

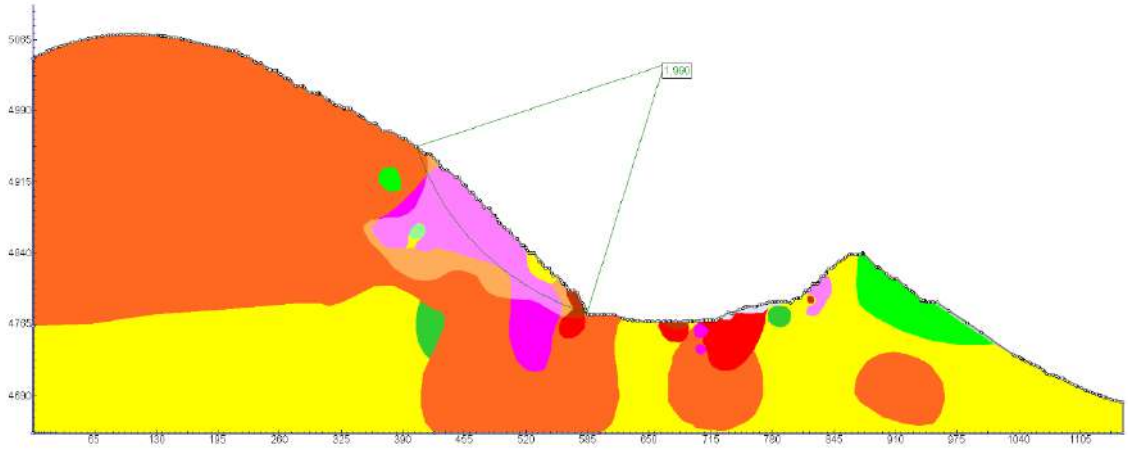


Figura 5. Análisis de estabilidad – Sección 3-3'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.99

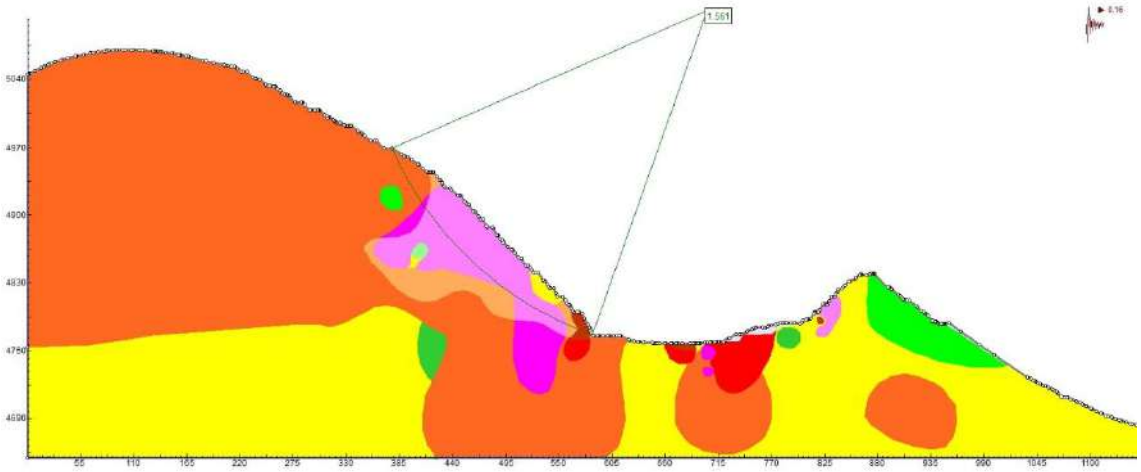


Figura 6. Análisis de estabilidad – Sección 3-3'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.56

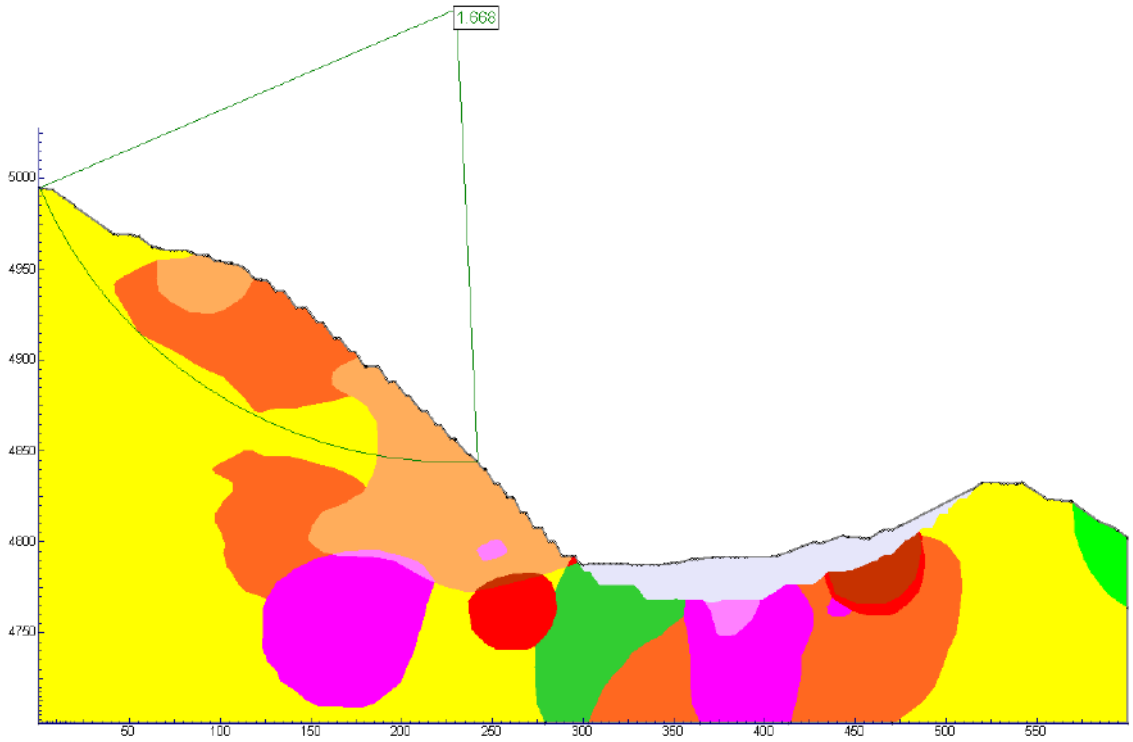


Figura 7. Análisis de estabilidad – Sección 4-4'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.67

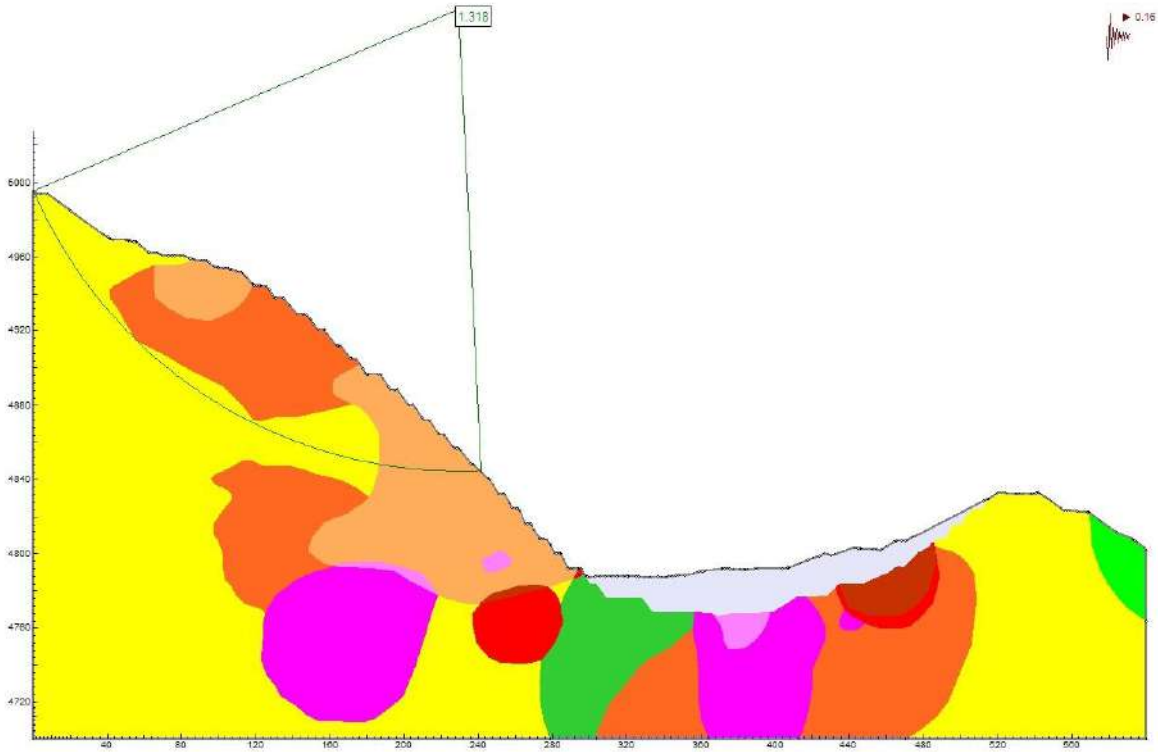


Figura 8. Análisis de estabilidad – Sección 4-4'
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.32

H. Análisis de estabilidad física talud global – falla no circular

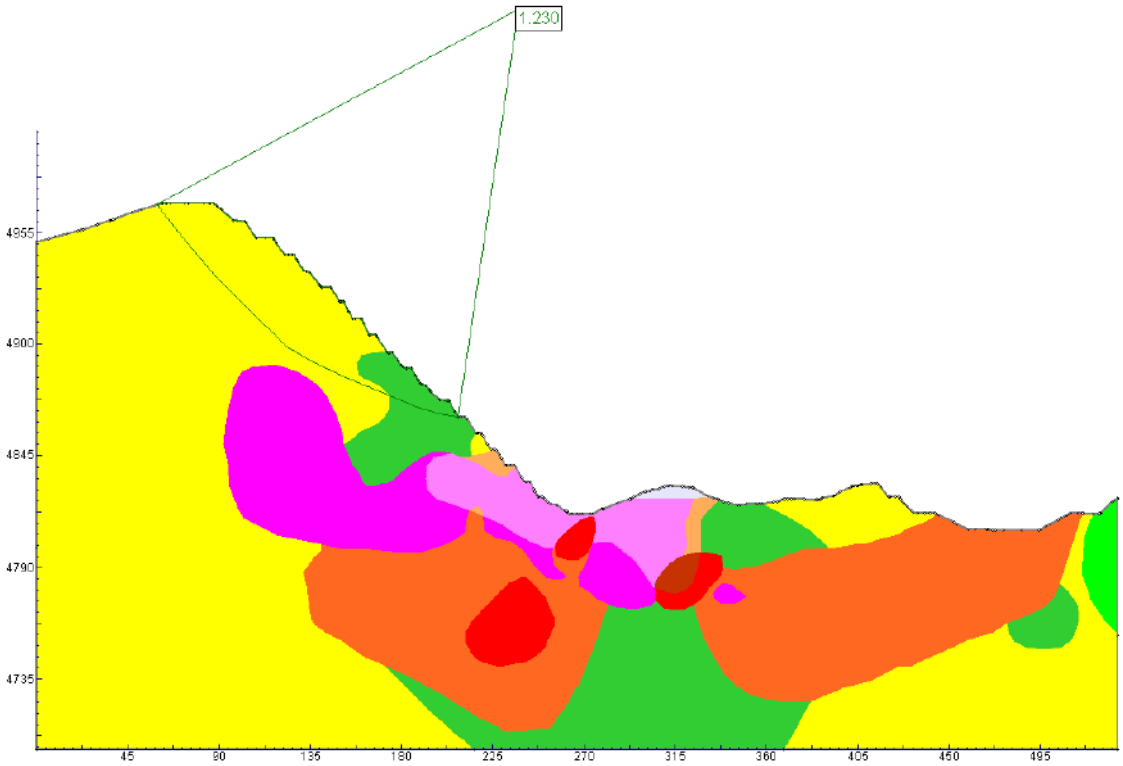


Figura 1. Análisis de estabilidad – Sección 1-1'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (estático) = 1.23

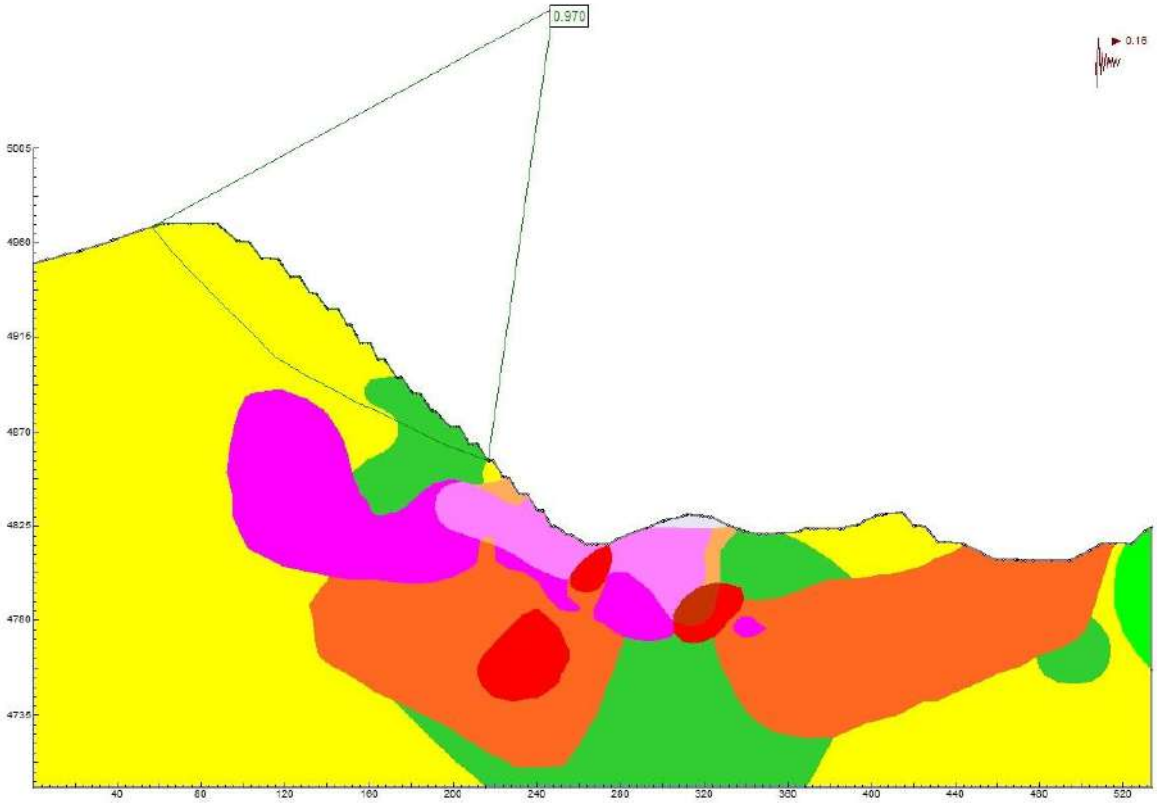


Figura 2. Análisis de estabilidad – Sección 1-1'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (pseudoestático) = 0.97

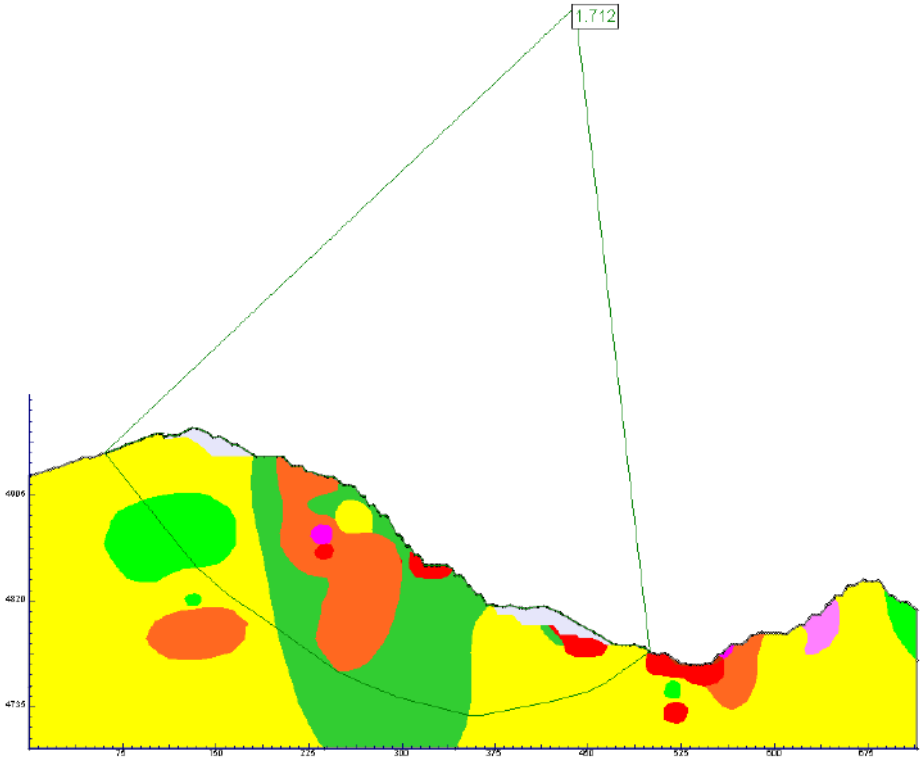


Figura 3. Análisis de estabilidad – Sección 2-2'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (estático) = 1.71

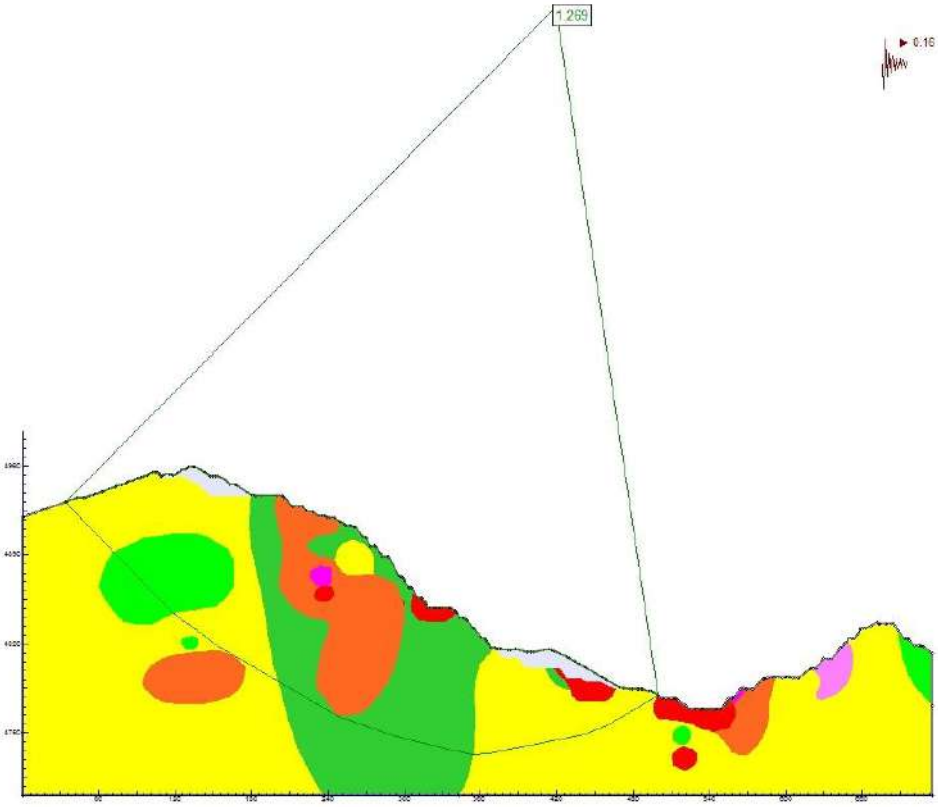


Figura 4. Análisis de estabilidad – Sección 2-2'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.26

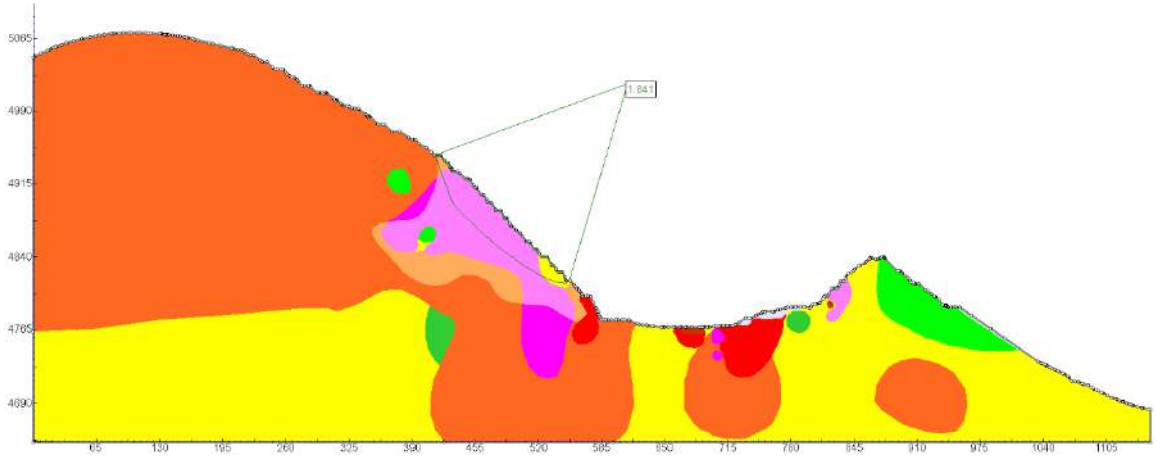


Figura 5. Análisis de estabilidad – Sección 3-3'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (estático) = 1.84

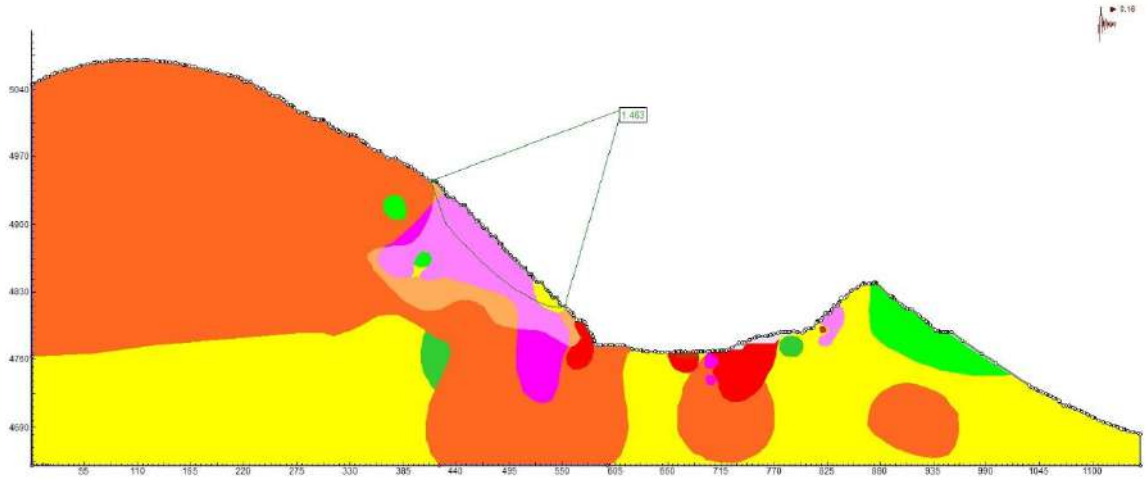


Figura 6. Análisis de estabilidad – Sección 3-3'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.46

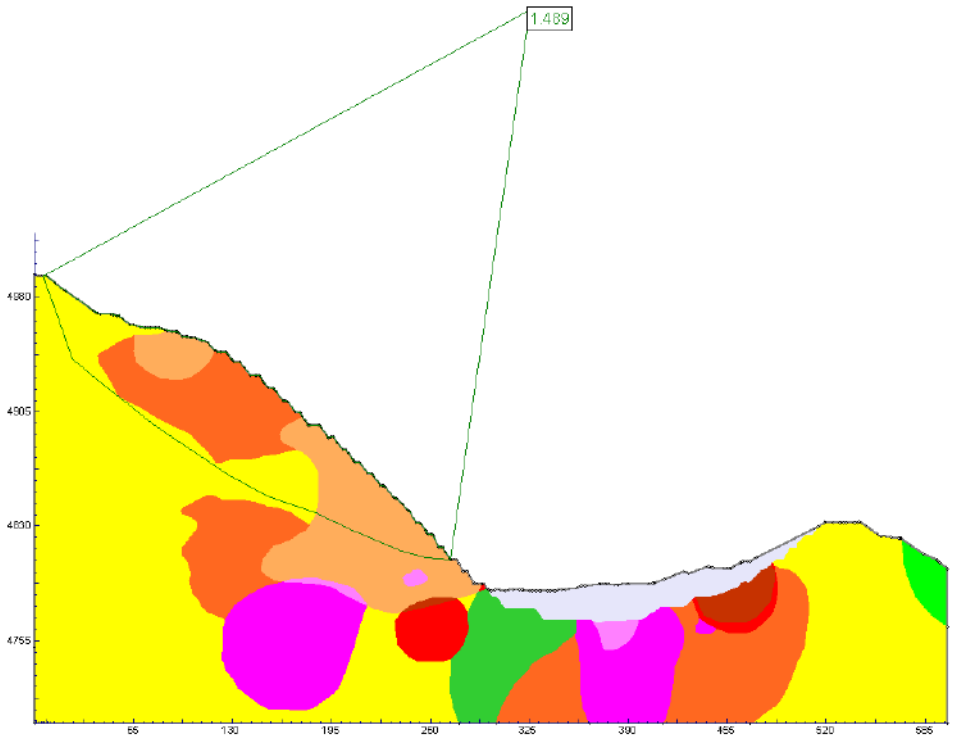


Figura 7. Análisis de estabilidad – Sección 4-4'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (estático) = 1.49

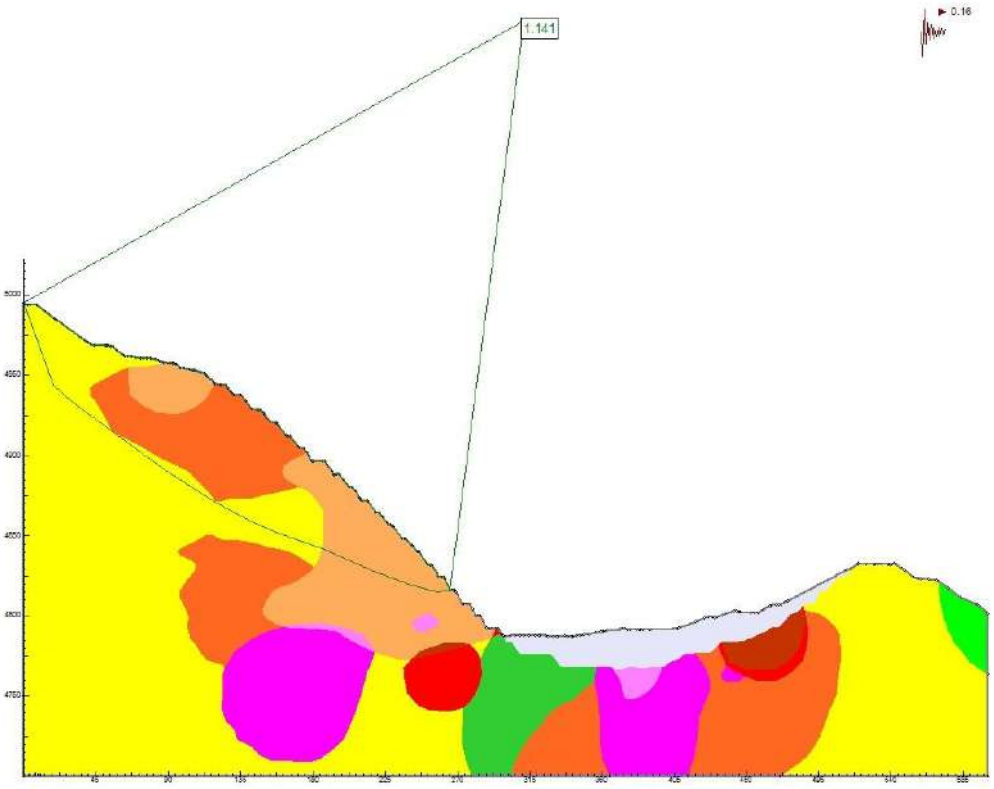


Figura 8. Análisis de estabilidad – Sección 4-4'
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.14

I. Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal- macizo rocoso isotrópico (Falla Circular)

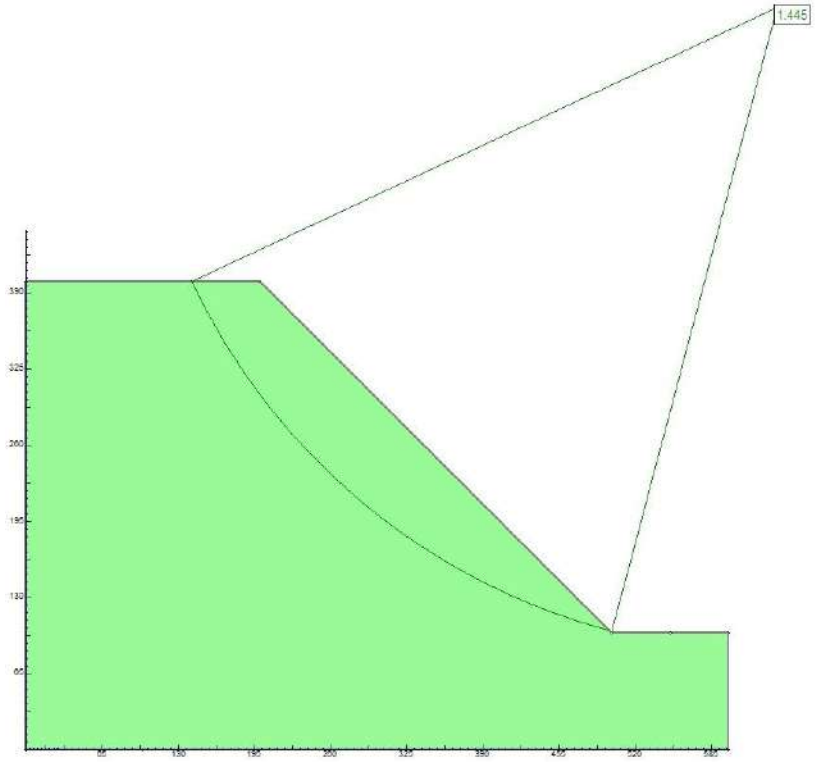


Figura 1. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.45

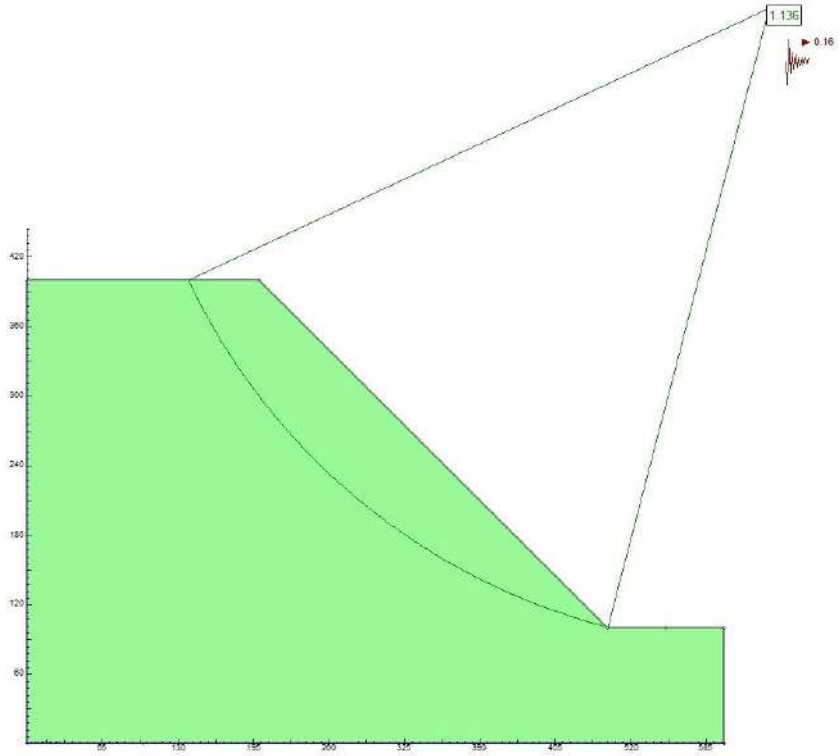


Figura 2. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.14

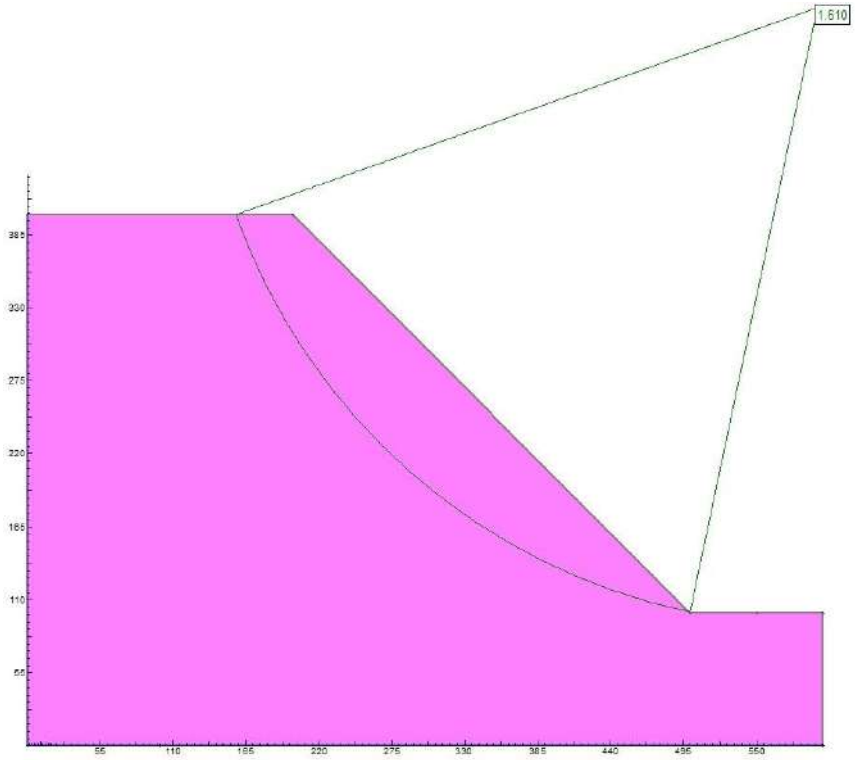


Figura 3. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.61

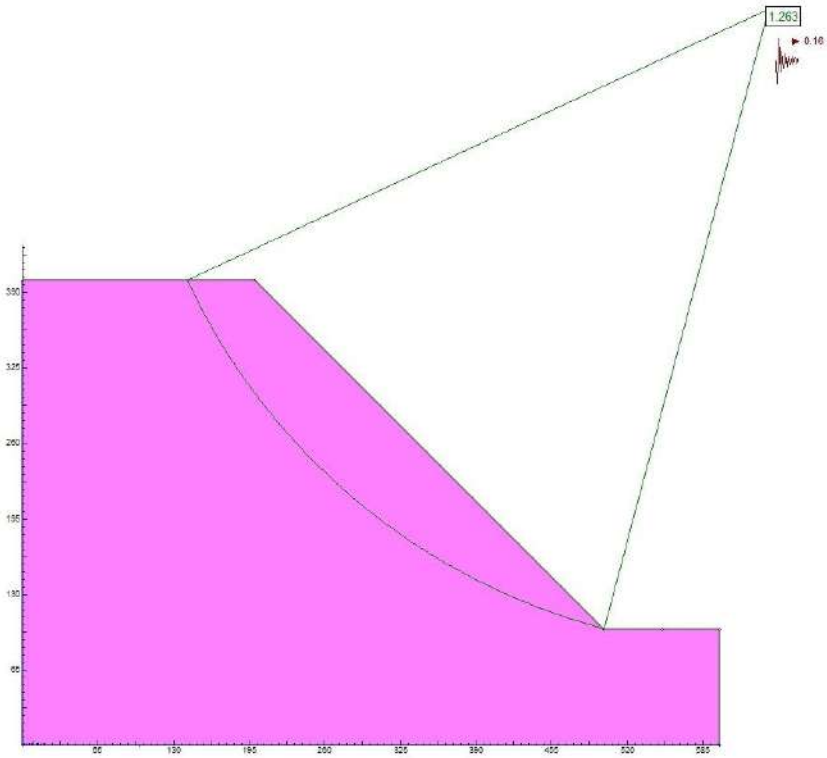


Figura 4. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.26

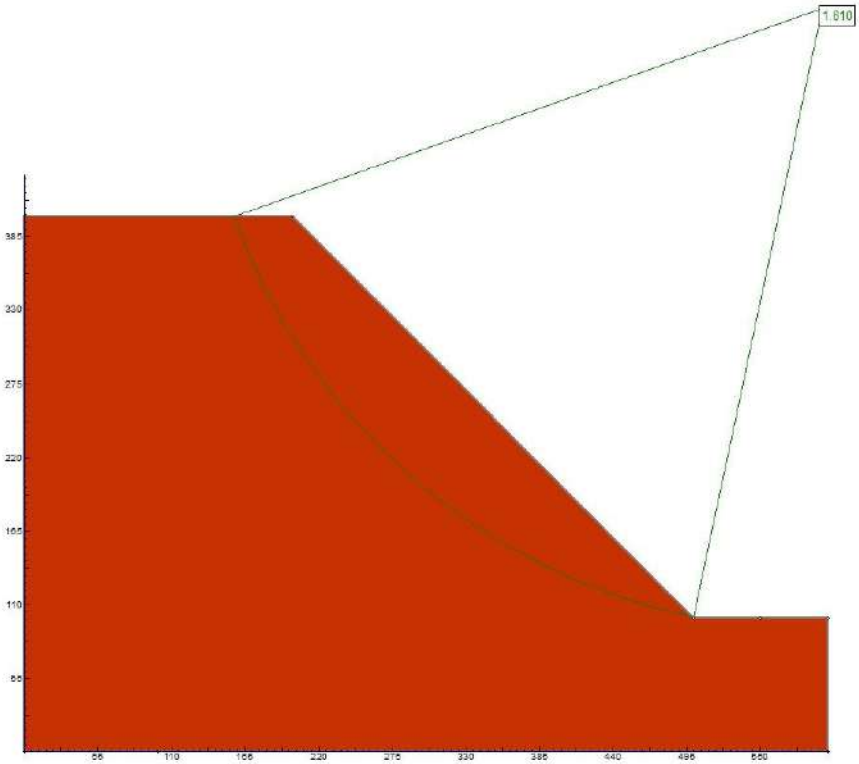


Figura 5. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.81

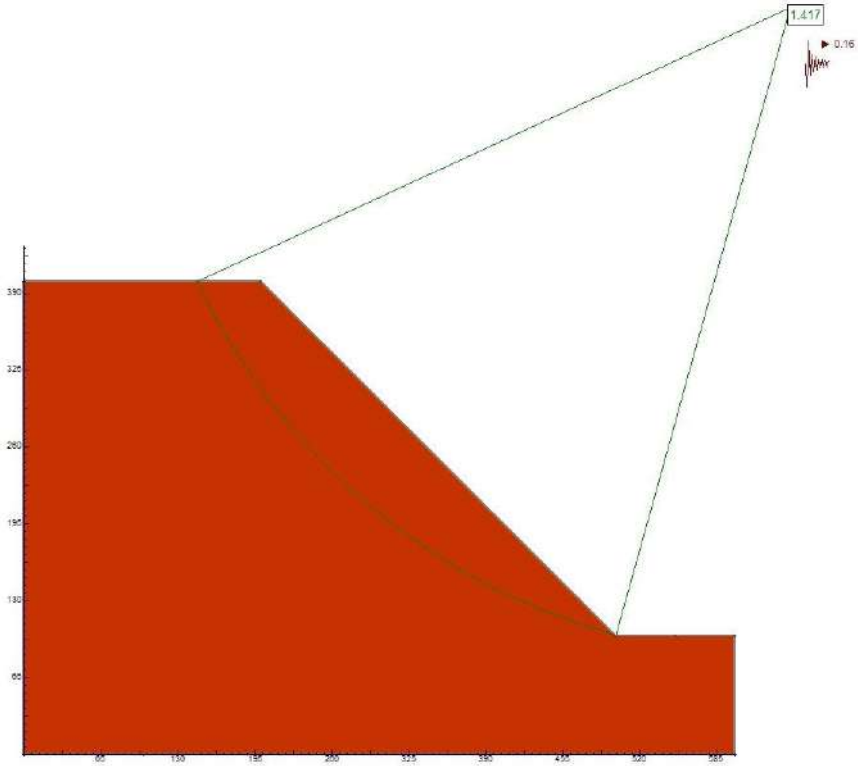


Figura 6. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.42

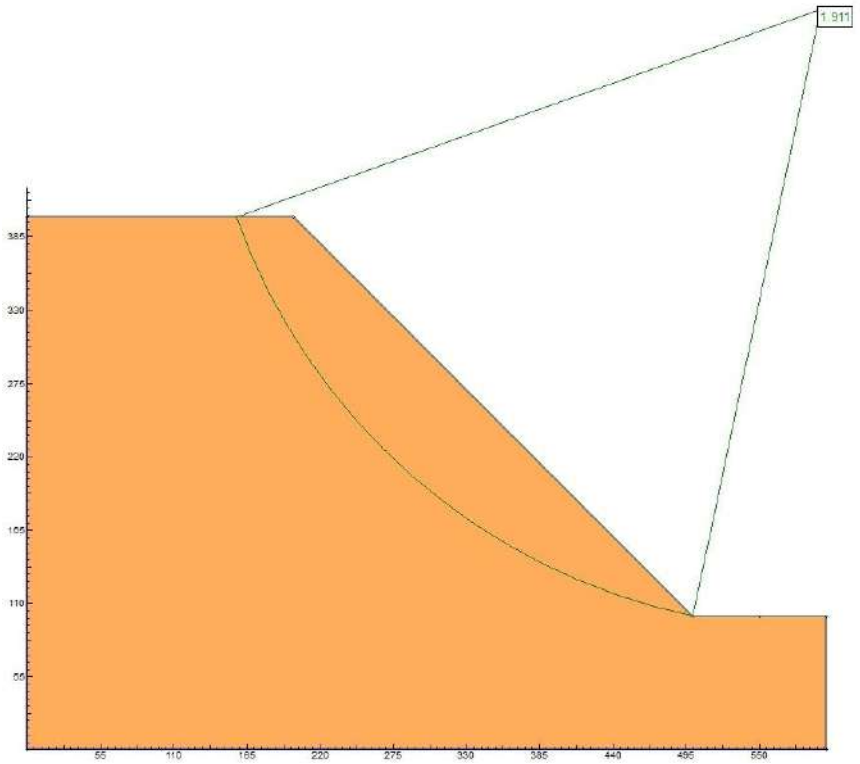


Figura 7. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.91

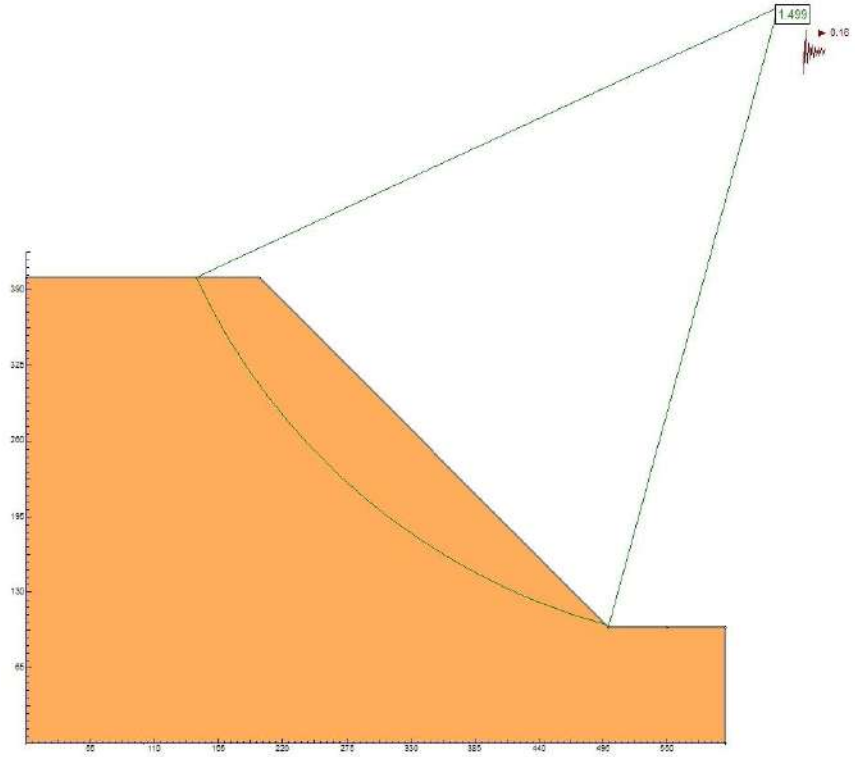


Figura 8. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (óxidos)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.50

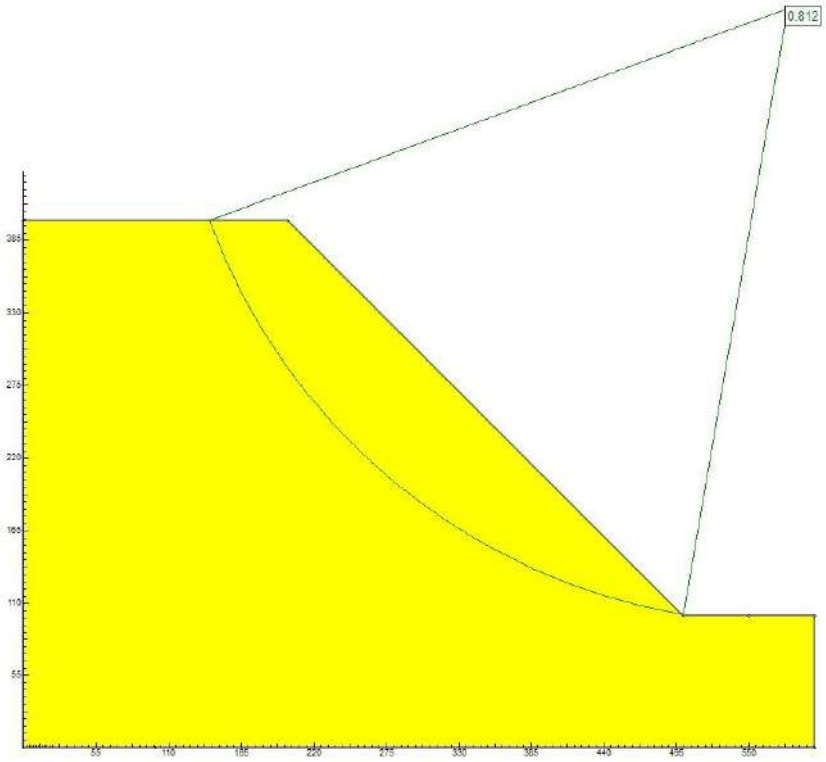


Figura 9. Análisis de estabilidad – Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 0.81

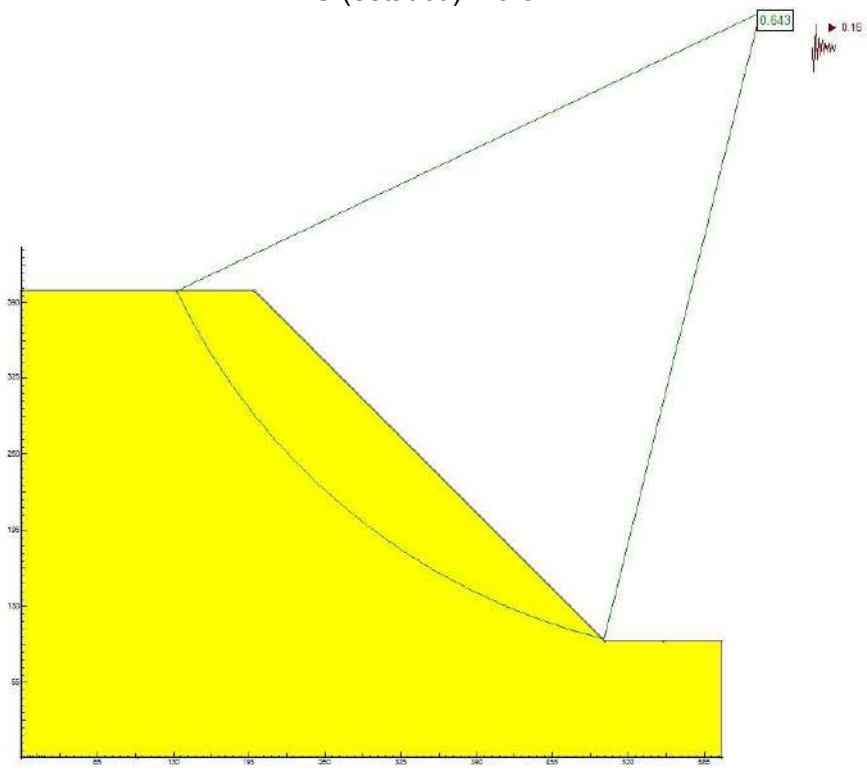


Figura 10. Análisis de estabilidad – Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 0.64

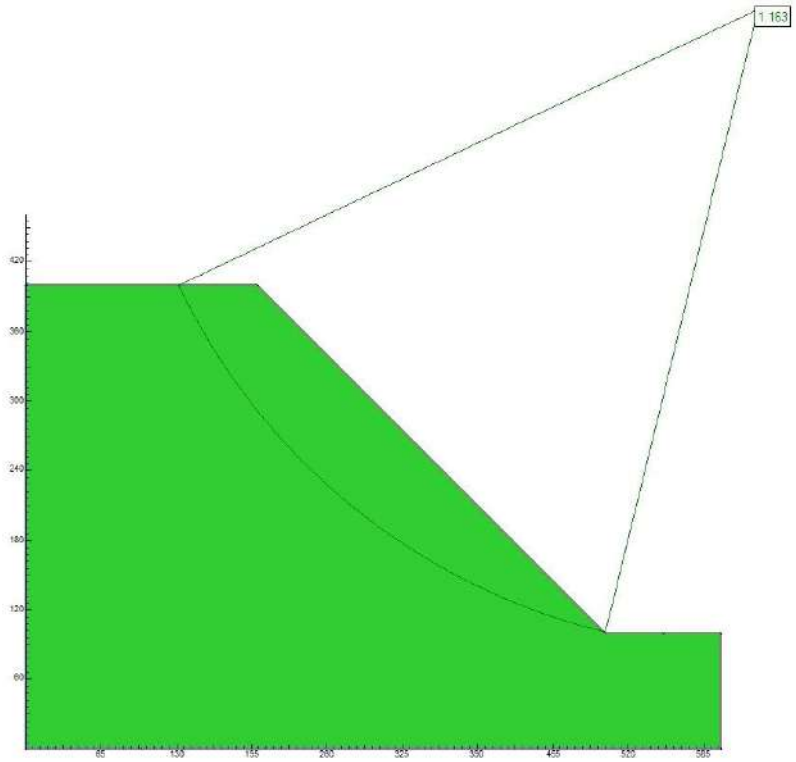


Figura 11. Análisis de estabilidad – Sílice Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.16

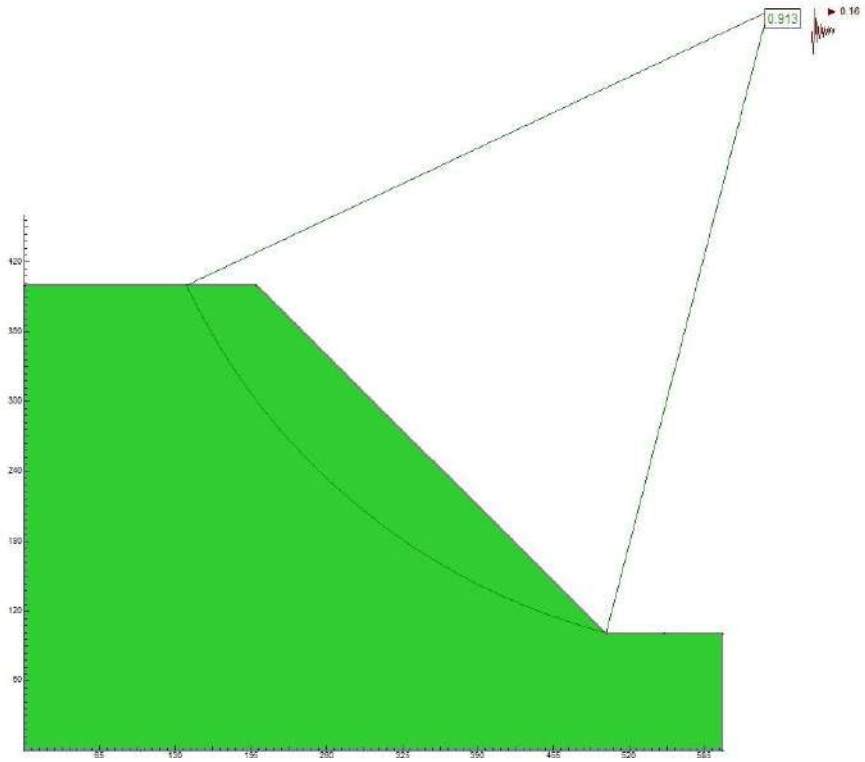


Figura 12. Análisis de estabilidad – Sílice Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.16

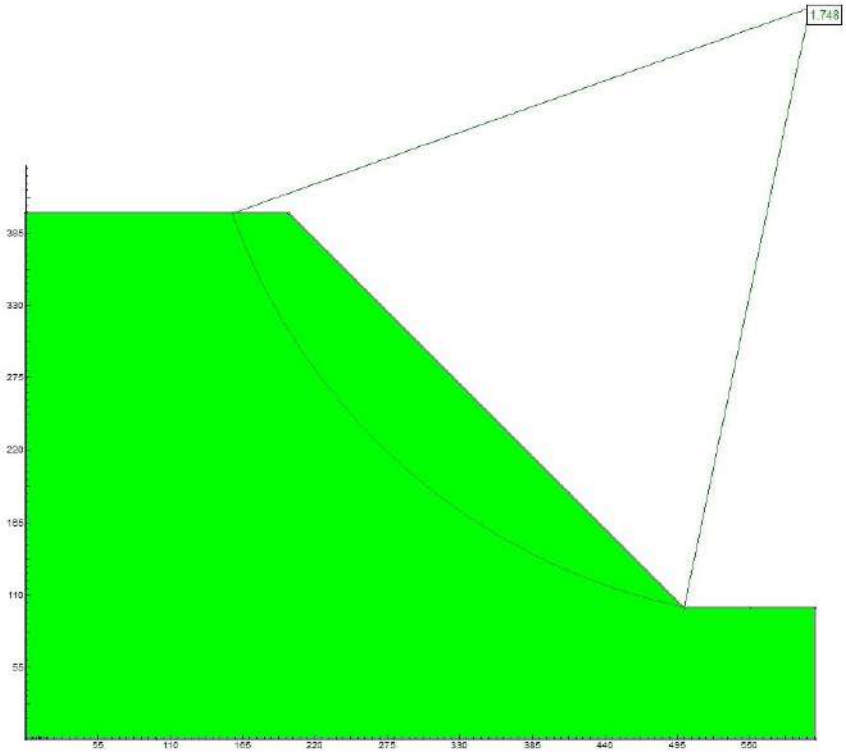


Figura 13. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 1.75

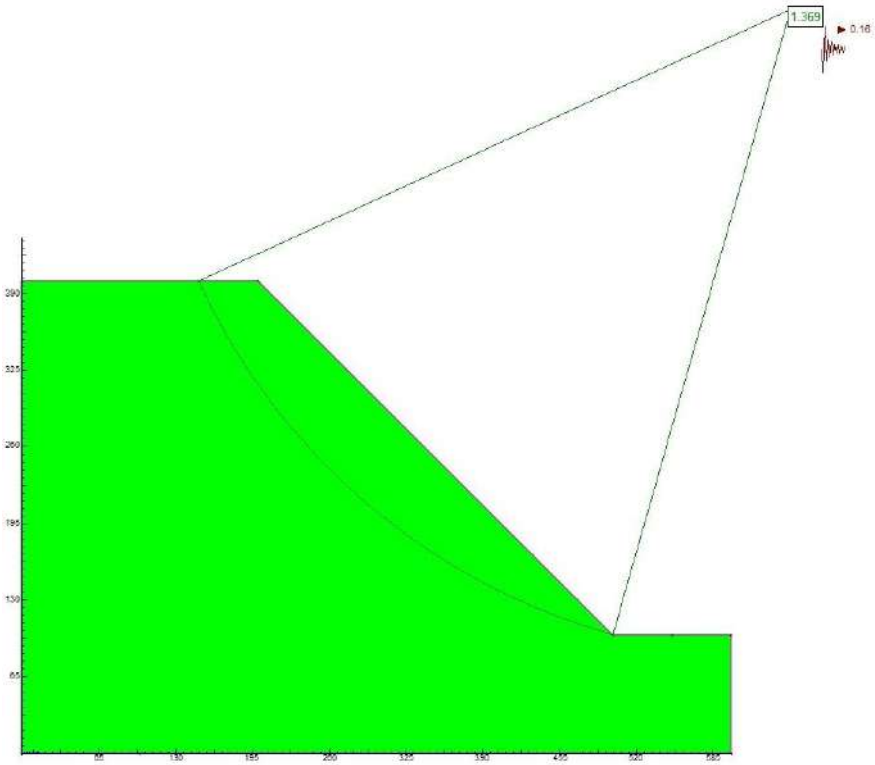


Figura 14. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.37

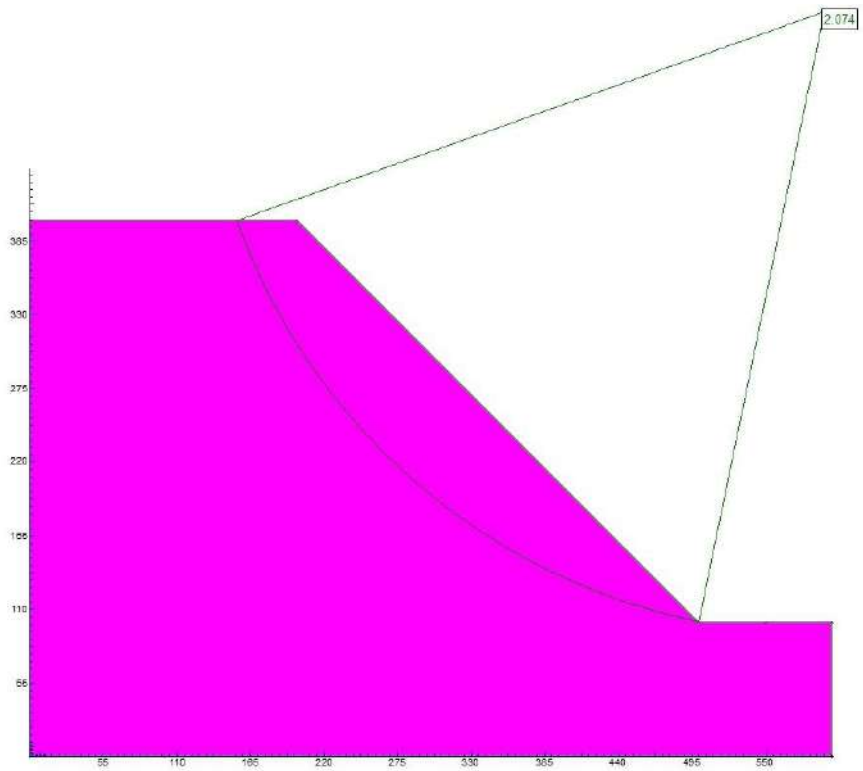


Figura 15. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 2.07

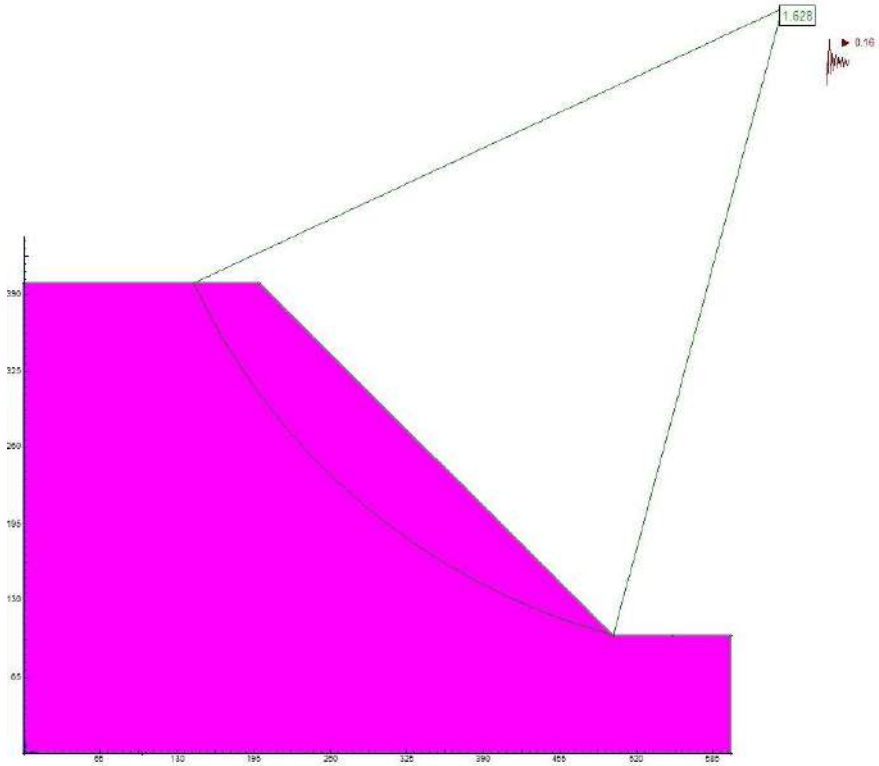


Figura 16. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.63

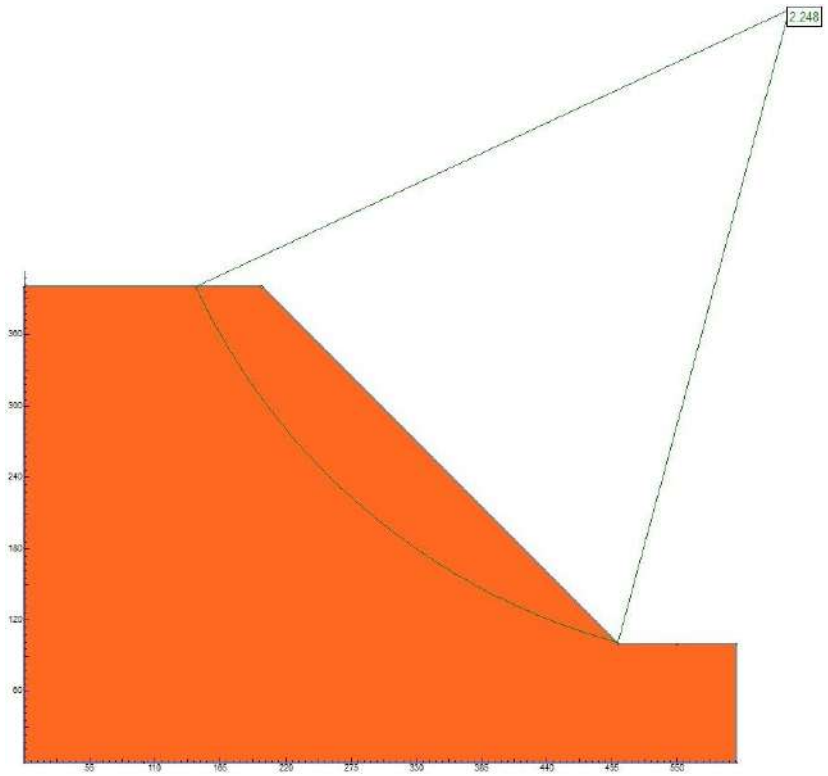


Figura 17. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 2.25

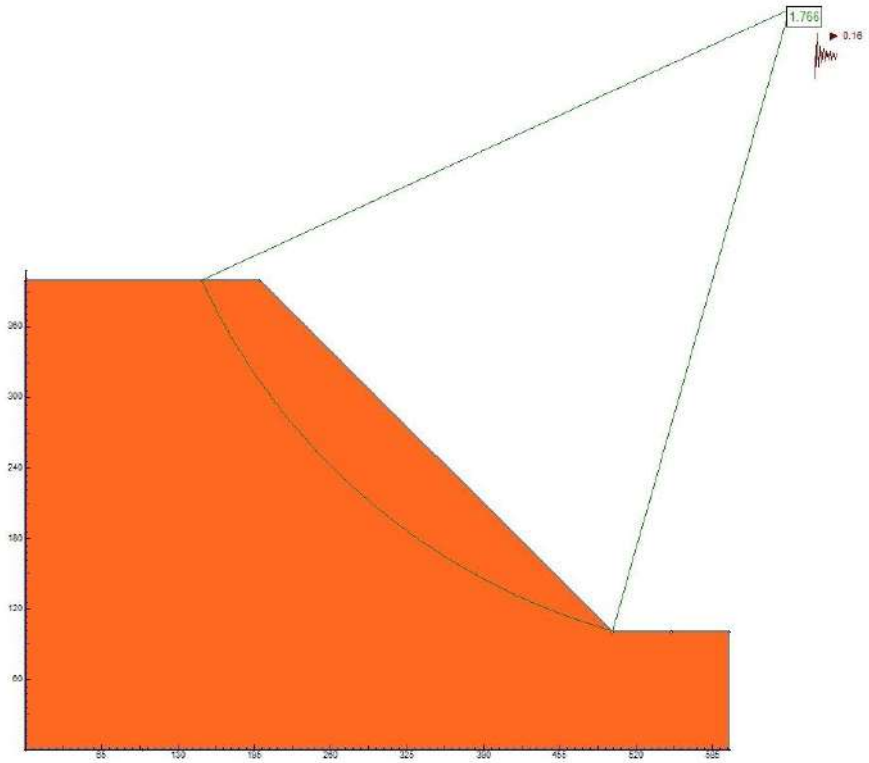


Figura 18. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 1.77

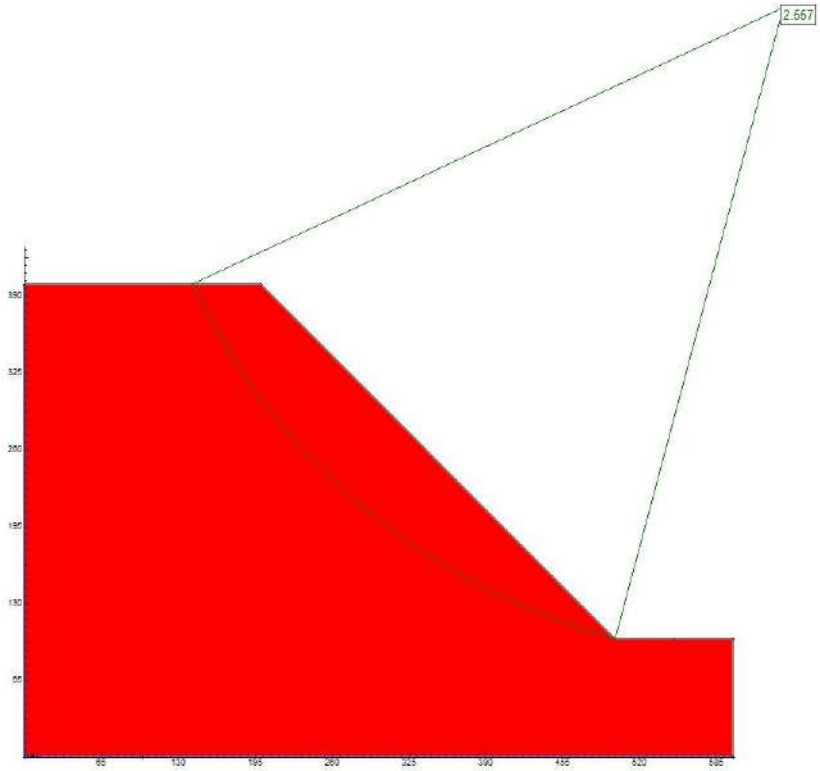


Figura 19. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (estático) = 2.56

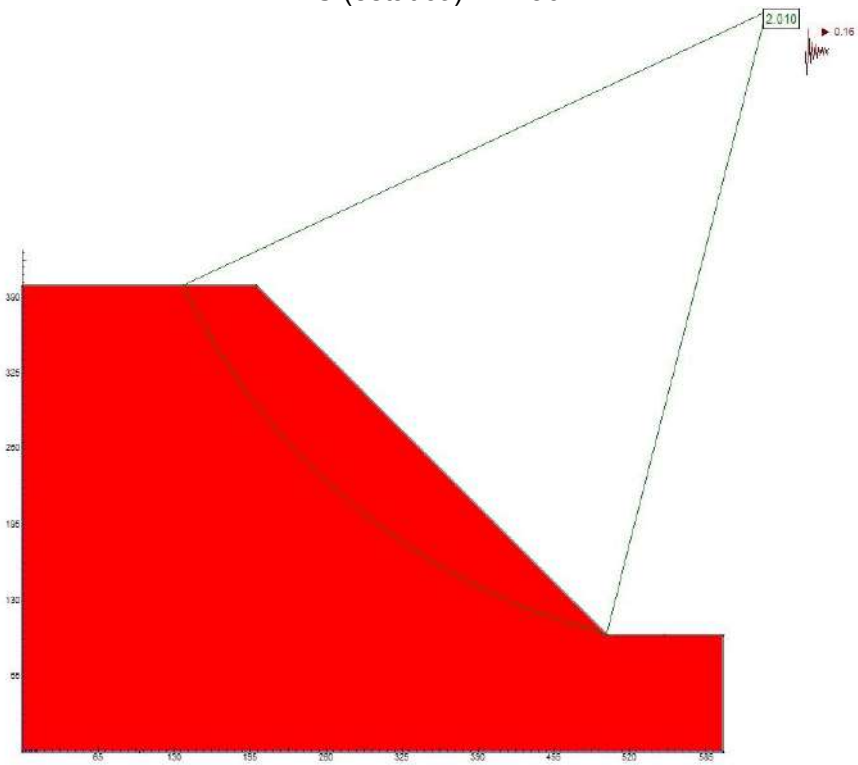


Figura 20. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (sulfuros)
Macizo rocoso **isotrópico (Falla Circular)**
FS (pseudoestático) = 2.56

J. Análisis de estabilidad física por alteración hidrotermal- macizo rocoso anisotrópico (Falla No Circular)

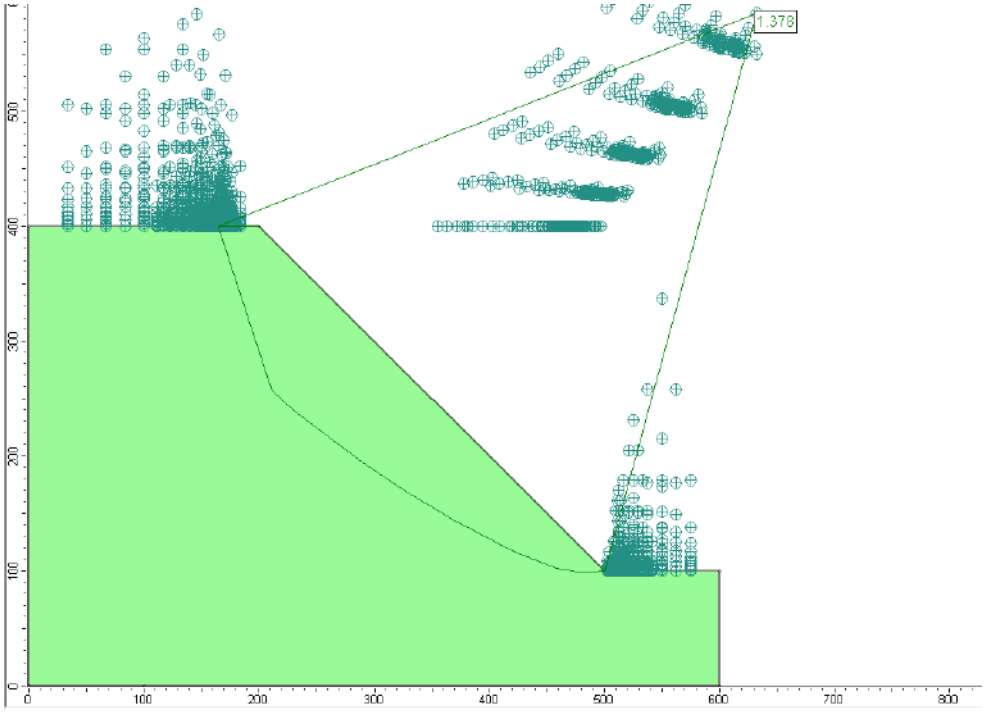


Figura 1. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** – F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS (estático) = 1.38

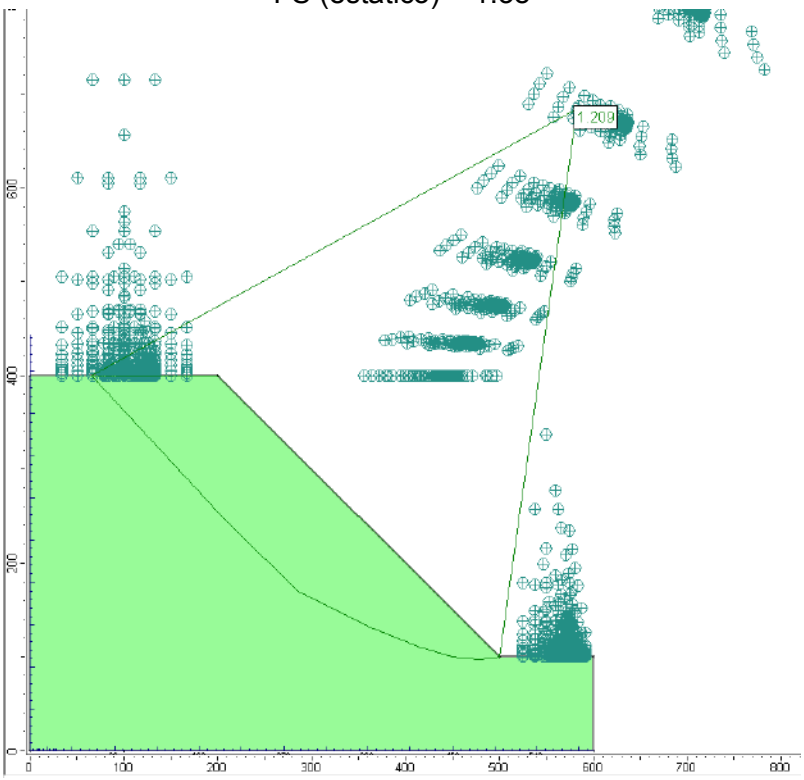


Figura 2. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.21

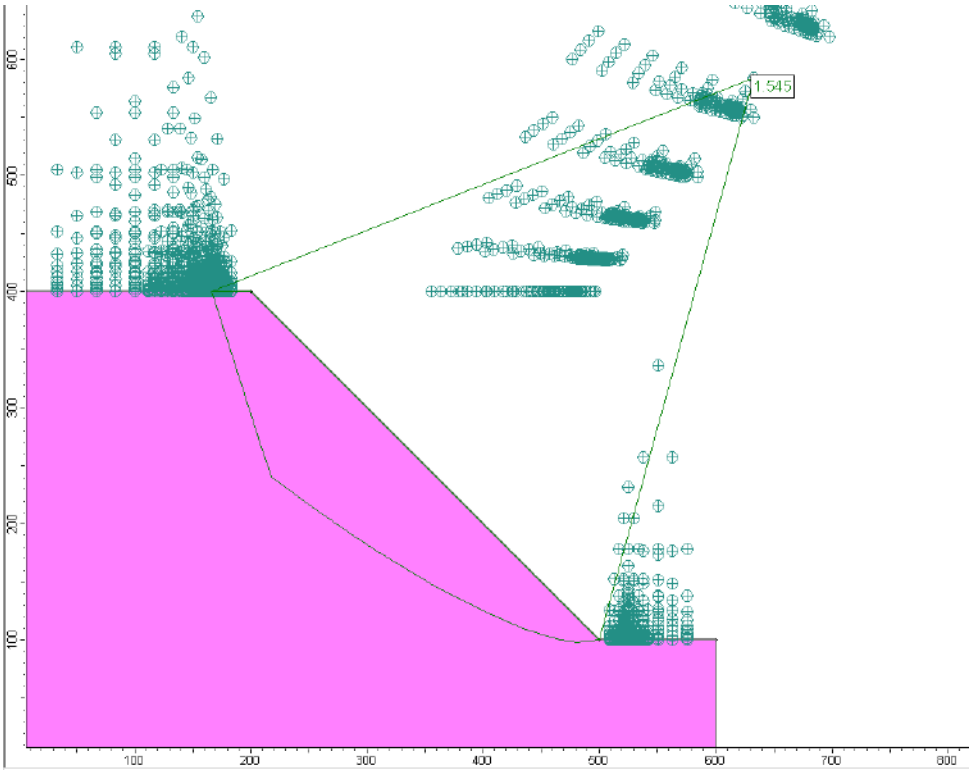


Figura 3. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** – F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.55

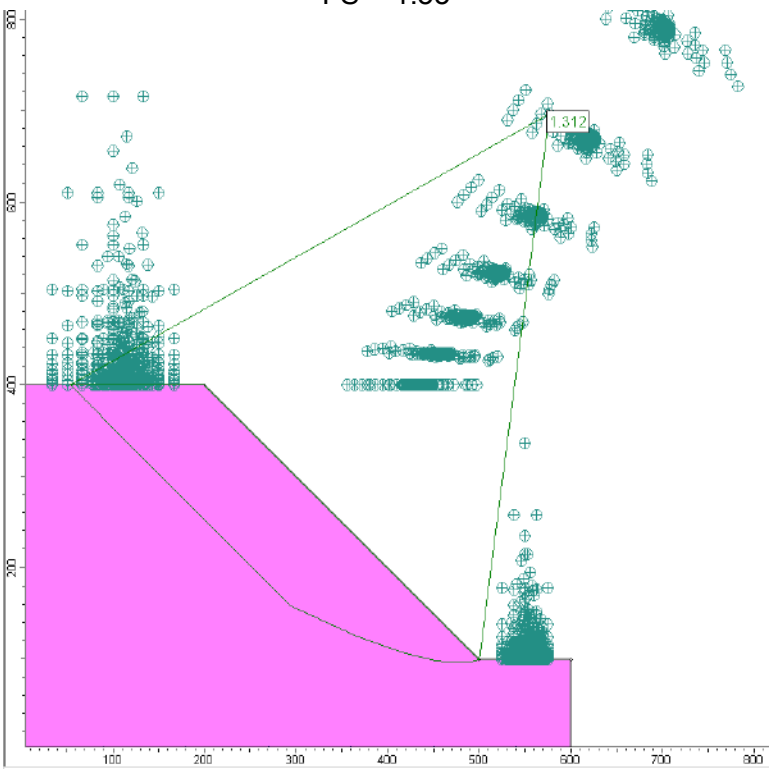


Figura 4. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.31

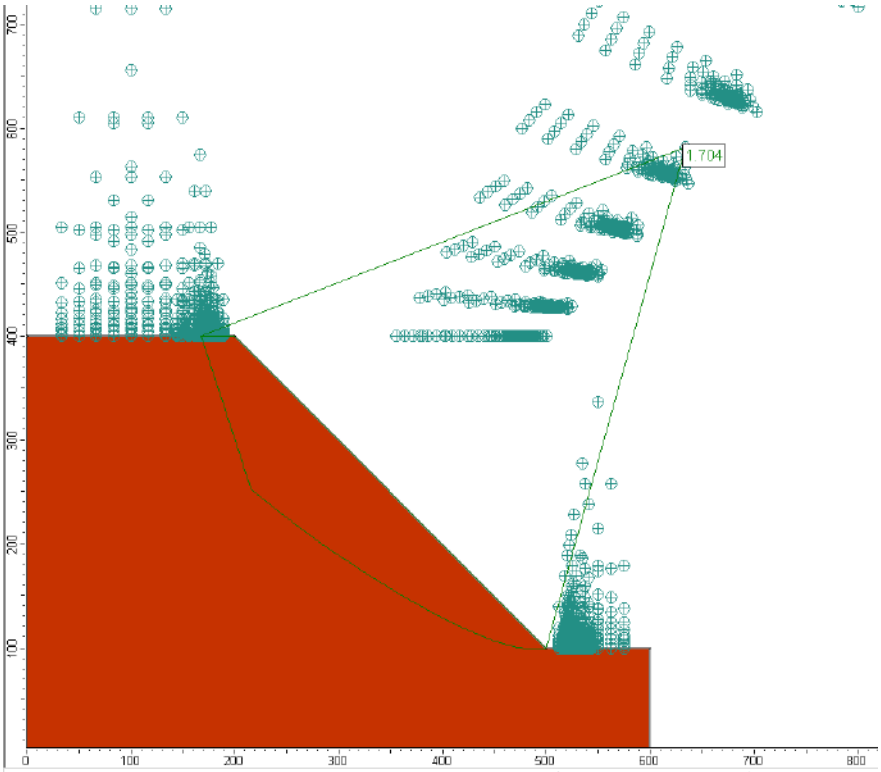


Figura 5. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** – F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.70

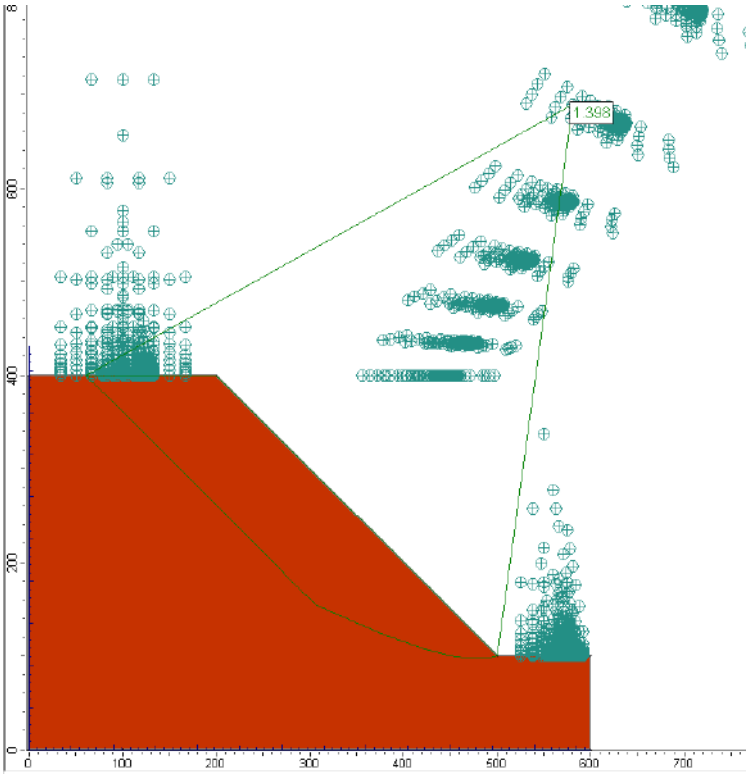


Figura 6. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.40

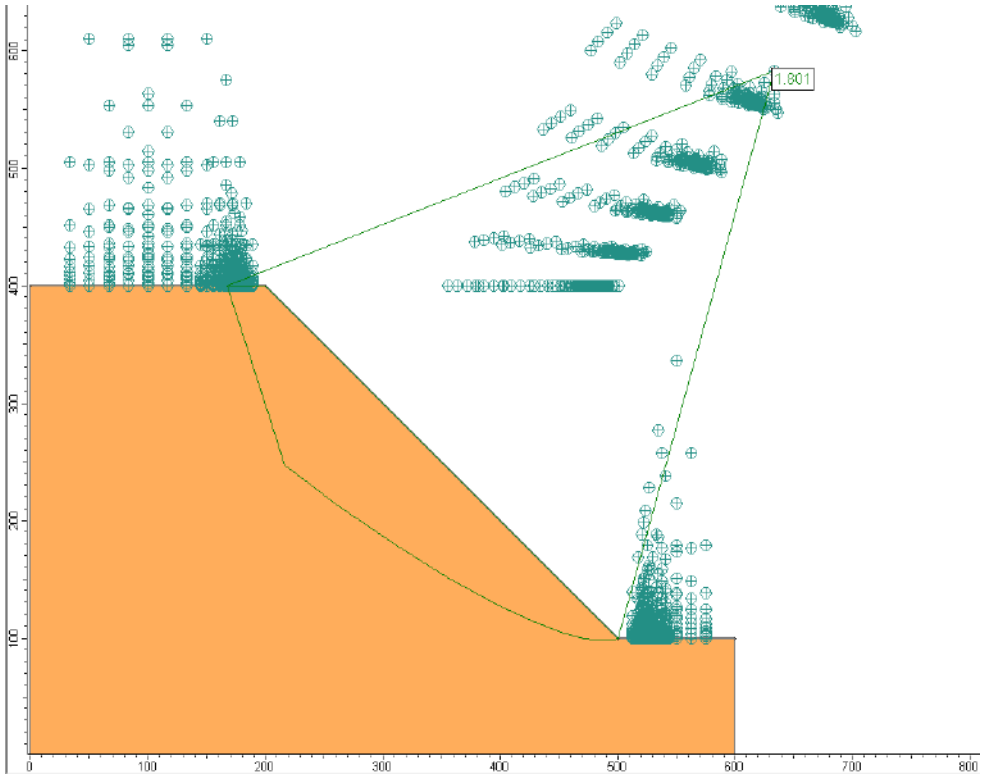


Figura 7. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** – F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.80

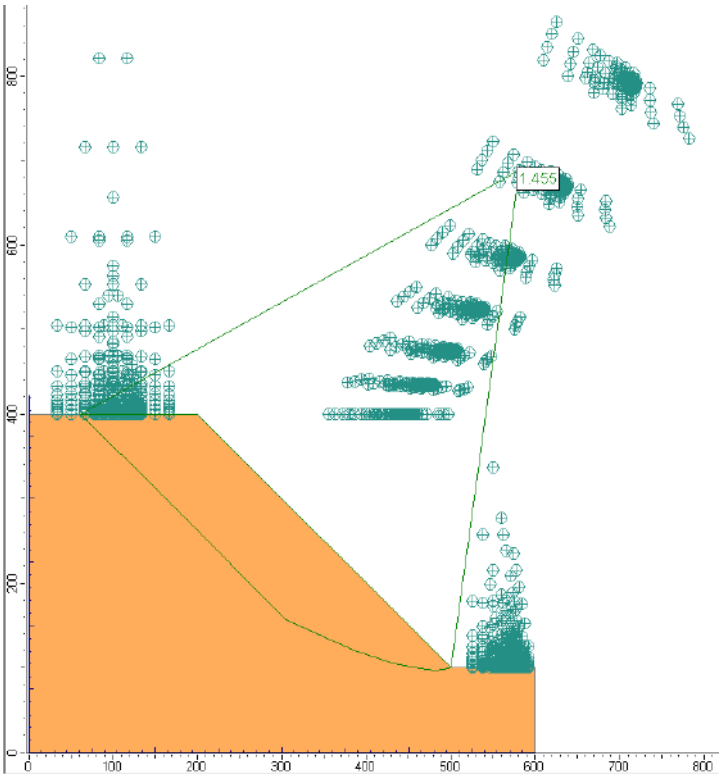


Figura 8. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (óxidos)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.46

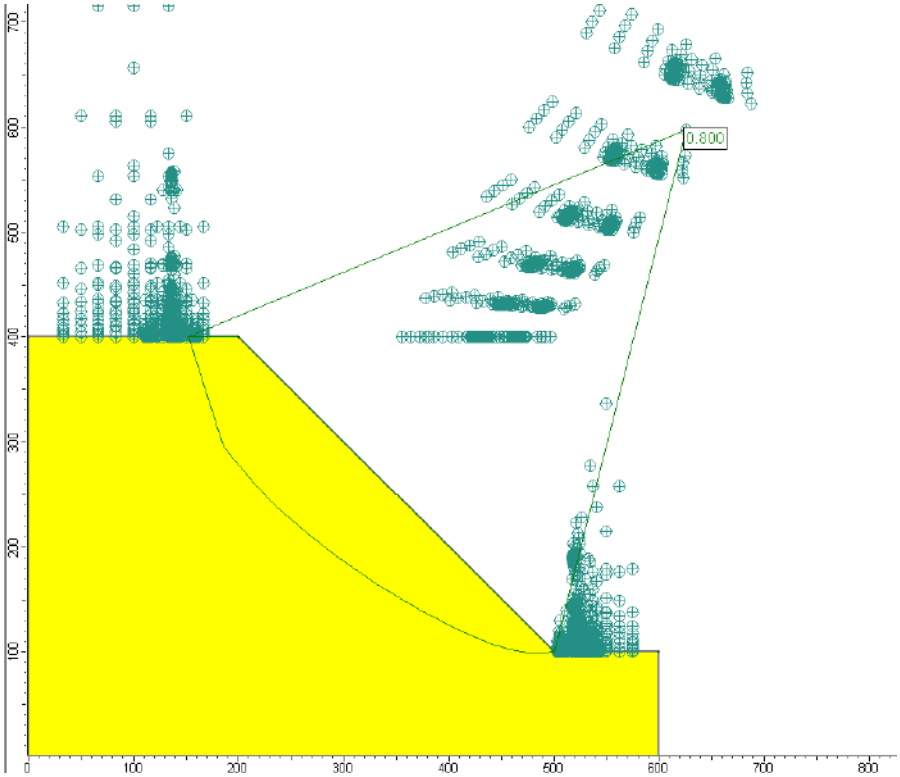


Figura 9. Análisis de estabilidad – Sílice Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.12

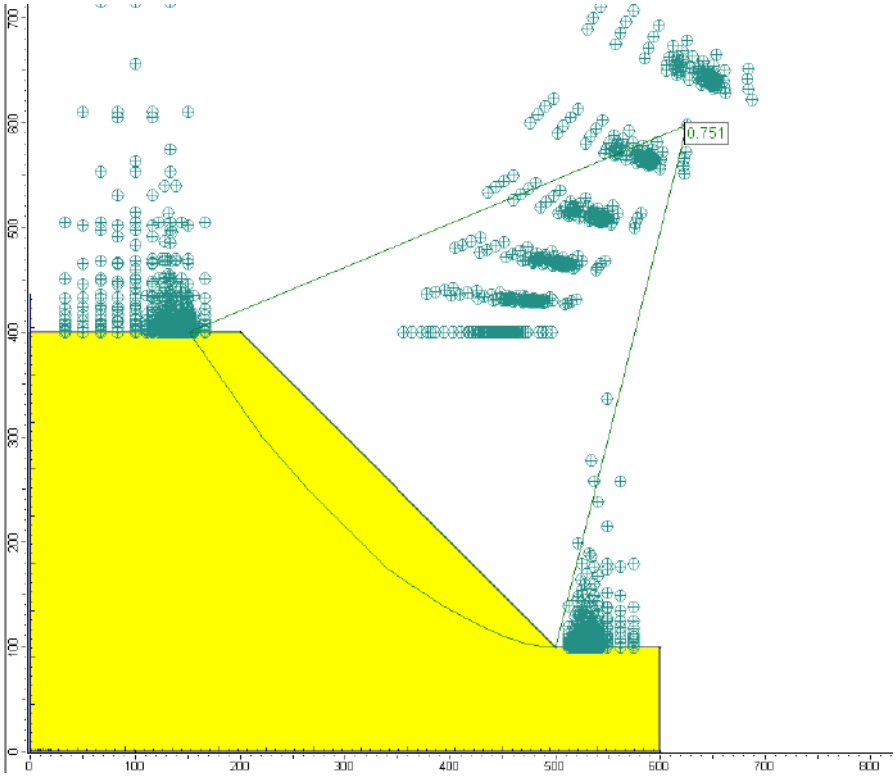


Figura 10. Análisis de estabilidad – Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 0.75

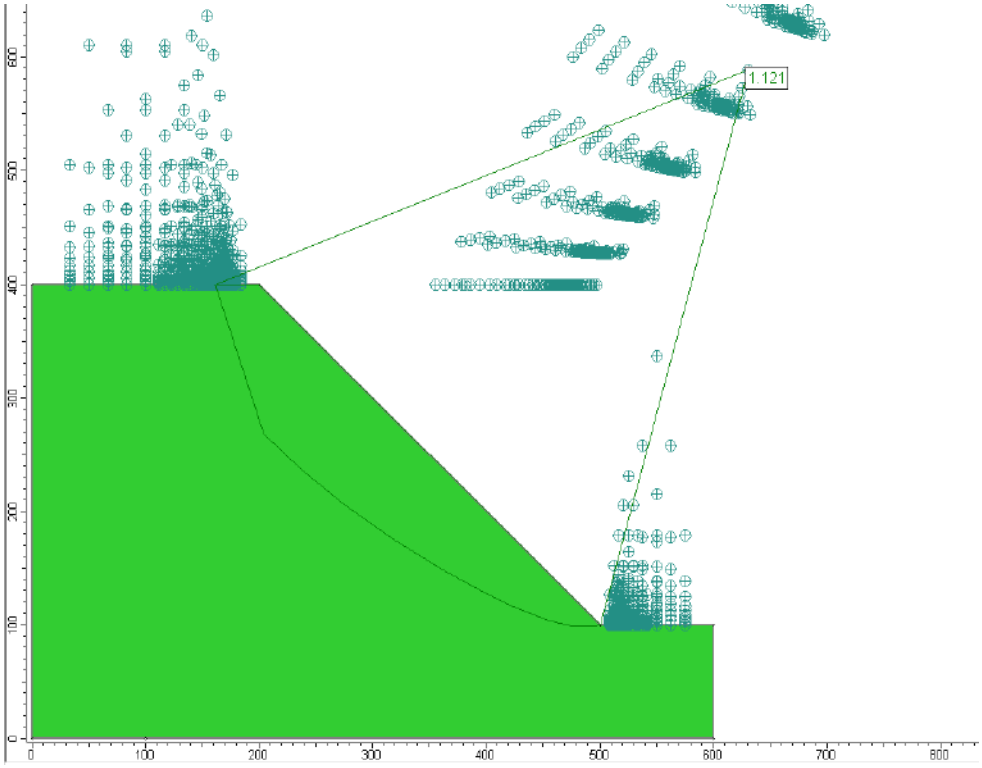


Figura 11. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.66

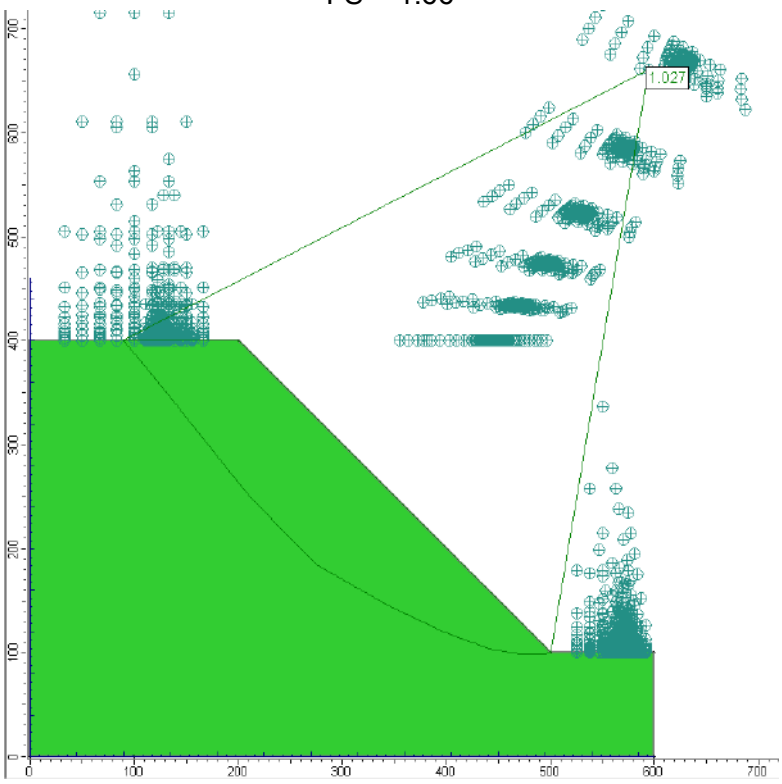


Figura 12. Análisis de estabilidad – Sílice Clay Pirita (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.03

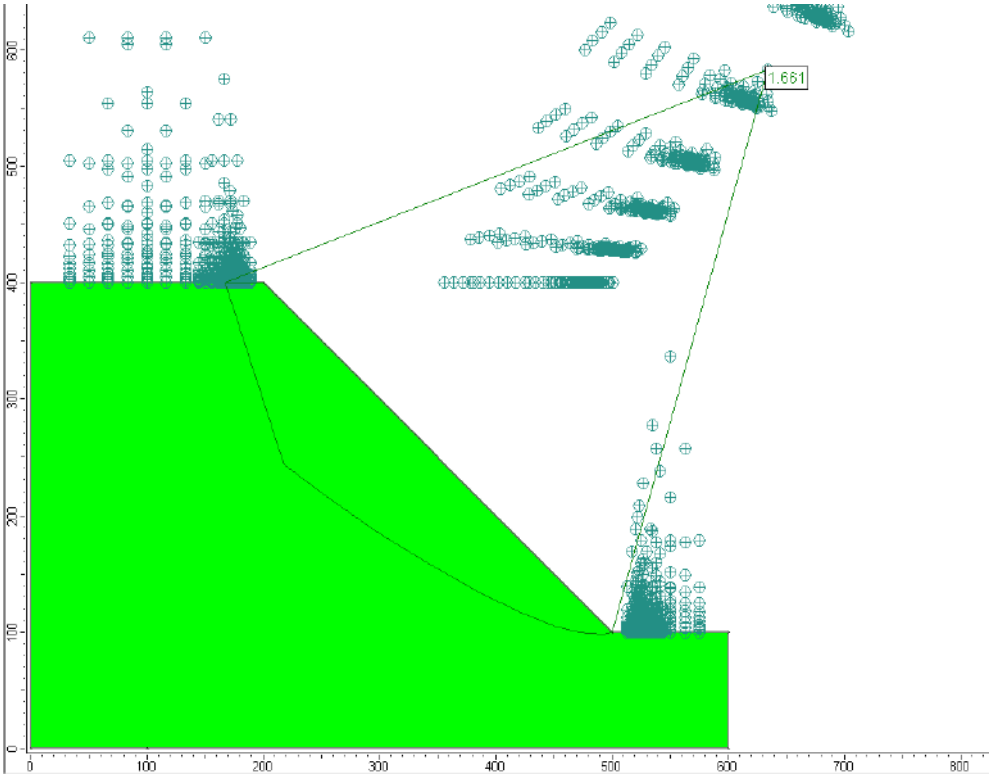


Figura 13. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** – F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.66

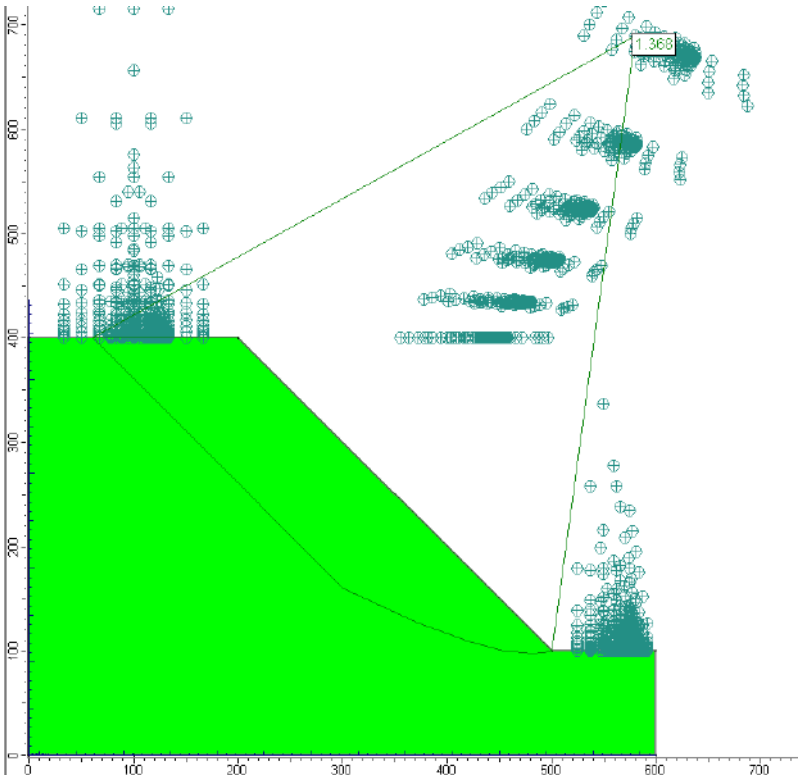


Figura 14. Análisis de estabilidad – Sílice Clay (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.37

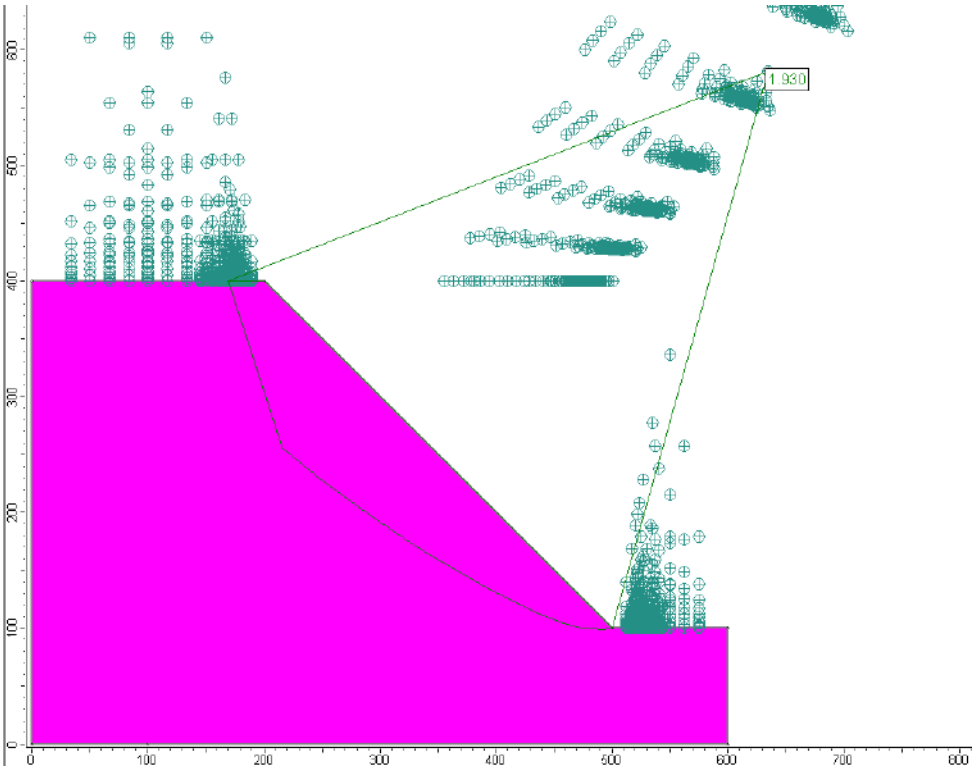


Figura 15. Análisis de estabilidad – Sílice Granular (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 1.93

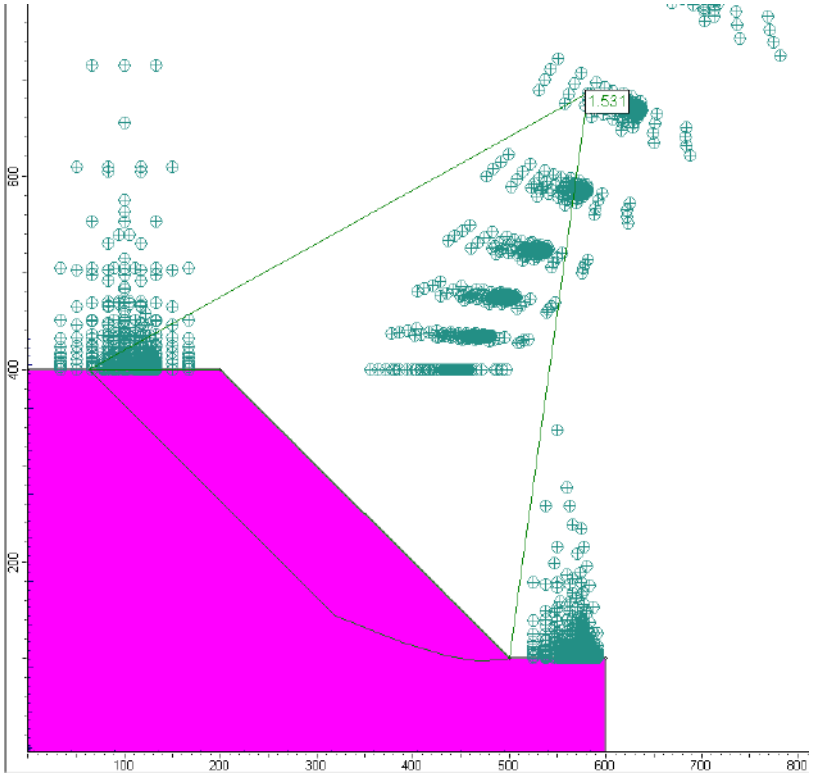


Figura 16. Análisis de estabilidad – Sílice Granula (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.53

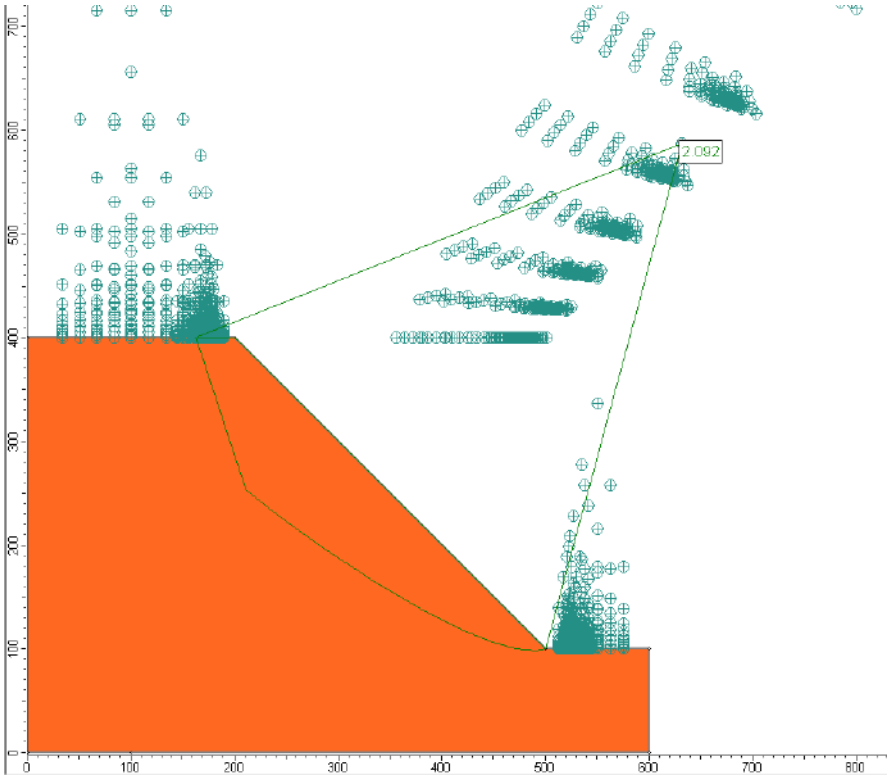


Figura 17. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 2.09

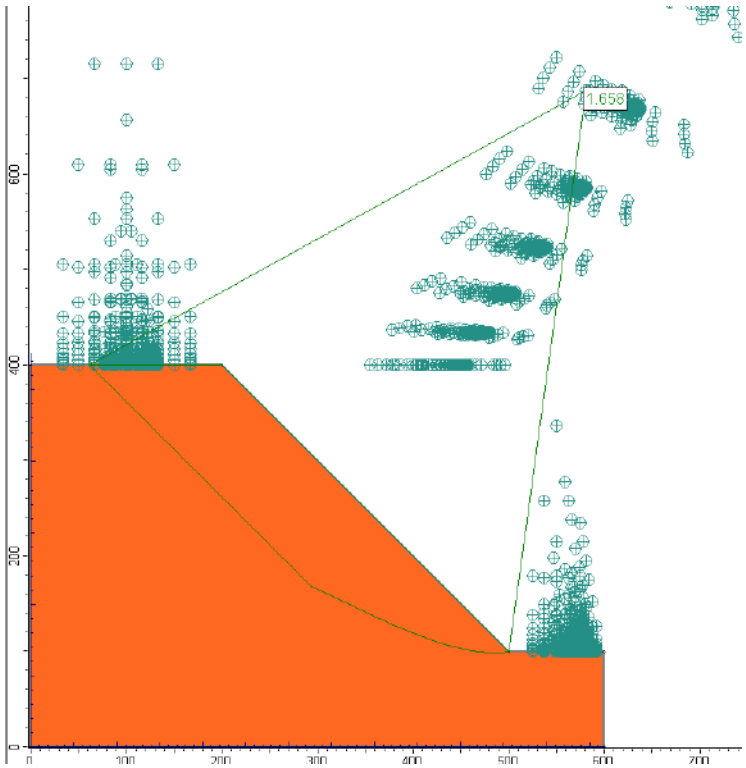


Figura 18. Análisis de estabilidad – Sílice Alunita (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.66

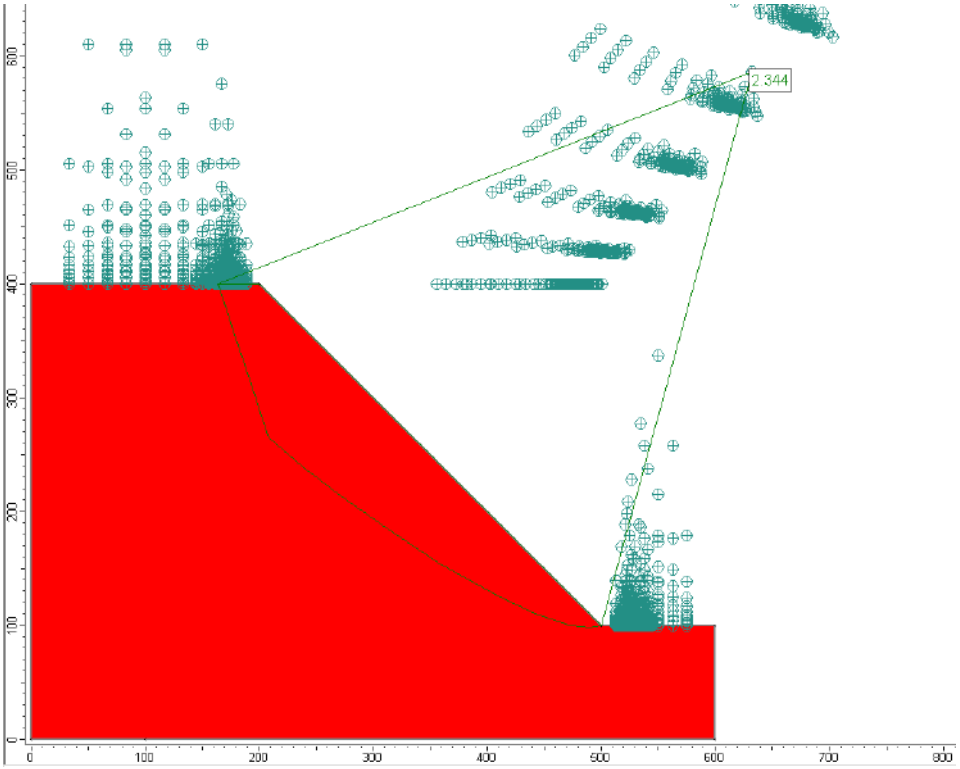


Figura 19. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F1 (buzamiento de 72° a 82°)
FS = 2.34

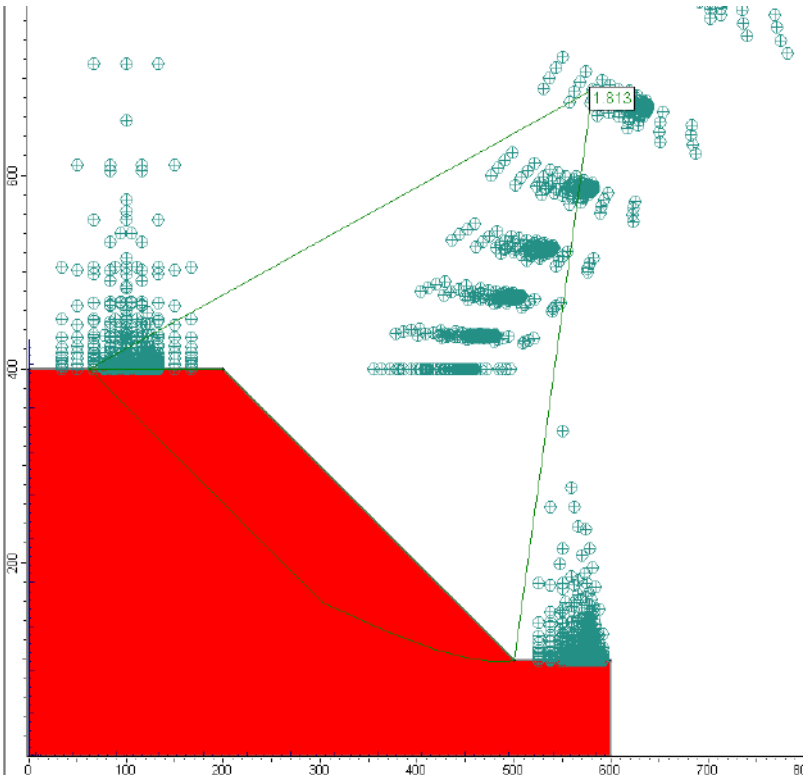


Figura 20. Análisis de estabilidad – Sílice Masiva (sulfuros)
Macizo rocoso **anisotrópico (Falla No Circular)** - F2 (buzamiento de 45° a 55°)
FS = 1.81