

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO
MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO,
ESPINAR, CUSCO”**

PRESENTADO POR:

- Br. Macgyver Condorpusa Cordova
- Br. Cinthia Mezly Callata Guerrero

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

Mg. Ronald Luis López Zapana

CUSCO – PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: CARACTERIZACION Y ANALISIS GEOMECANICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACION DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO

presentado por: MAGYVER CONDORPUSA COROCCA con DNI Nro.: 42476409

presentado por: CINTHIA MEZLY CALLATA GUERRERO con DNI Nro.: 47815225

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO GEOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 20 de Octubre de 2023


Firma
Post firma RONALD LUIS LOPEZ ZAPANA

Nro. de DNI 23923900

ORCID del Asesor 0000-0003-0148-6535

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: OID: 27259: 278698056

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_COROCCOHUAYCO.pdf

AUTOR

Macgyver Cinthia Condorpusa Callata

RECUENTO DE PALABRAS

27711 Words

RECUENTO DE CARACTERES

175717 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

205 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.9MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 19, 2023 4:40 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 19, 2023 4:42 PM GMT-5**● 1% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 0% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

INDICE

RESUMEN	1
----------------	----------

ABSTRACT	2
-----------------	----------

CAPITULO I	3
-------------------	----------

ASPECTOS GENERALES	3
---------------------------	----------

1.1. INTRODUCCION	3
1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1. PROBLEMA GENERAL	4
1.3.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS	5
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.5. FORMULACION DE HIPÓTESIS.....	5
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	6
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS	6
1.6. ALCANCE DEL ESTUDIO	6
1.7. VARIABLES.....	6
1.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES	6
1.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	7
1.8. INDICADORES.....	7
1.9. METODOLOGIA DEL ESTUDIO	7
1.9.1. ETAPA DE PREPARACIÓN	7
1.9.2. ETAPA DE CAMPO	8
1.9.3. TRABAJOS DE LABORATORIO	8
1.9.4. ETAPA DE GABINETE	8
1.10. MARCO TEORICO	9
1.10.1. ANTECEDENTES	9
1.10.2. CONCEPTOS BASICOS	11
1.11. UBICACIÓN.....	42
1.11.1. UBICACION POLÍTICA	42
1.11.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	42
1.12. EXTENSIÓN.....	42
1.13. ACCESIBILIDAD	43

CAPITULO II	45
--------------------	-----------

GEOMORFOLOGÍA	45
----------------------	-----------

2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	45
2.1.1. ALTIPLANICIE (ALT)	45
2.1.2. CERROS (Cr)	45
2.1.3. VALLES (VA)	45
2.1.4. MONTAÑAS (MN)	46

2.1.5. LOMADAS (LM)	46
2.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL	46
CAPITULO III	50
GEOLOGÍA	50
3.1. GEOLOGÍA REGIONAL	50
3.1.1. ESTRATIGRAFÍA	51
3.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	53
3.2.1. ESTRATIGRAFÍA LOCAL	53
3.2.2. ROCAS INTRUSIVAS	63
3.2.3. MINERALIZACIÓN	71
3.2.4. ALTERACIÓN	75
3.3. GEOLOGÍA DEL TAJO (PIT).....	79
CAPITULO IV	84
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	84
4.1. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL	84
4.2. GEOLÓGICO ESTRUCTURAL LOCAL	87
CAPITULO V	90
PROPIEDADES Y PARAMETROS GEOTECNICOS DEL MACIZO ROCOSO	90
5.1. TRABAJOS DE CAMPO	90
5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	96
5.2.1. ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL (PLT)	96
5.2.2. ENSAYOS DE COMPRESION UNIAXIAL SIMPLE (UCS)	100
5.2.3. ENSAYOS DE TRACCIÓN INDIRECTA (TI)	105
5.2.4. ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN ROCA (CDR)	109
5.2.5. PROPIEDADES Y PARAMETROS FISICOS DE LAS LITOLOGIAS	111
5.3. LOGUEO EN SONDAJES GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS	115
5.3.1. LOGUEO GEOMECÁNICO	115
5.3.2. LOGUEO EN SONDAJES ORIENTADOS	115
CAPITULO VI	121
ANALISIS, EVALUACION Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	121
6.1. ANALISIS ESTEREOGRAFICO	121
6.1.1. CORRECIÓN DE TERZAGUI	121
6.1.2. ANALISIS Y VALIDACION ESTEREOGRÁFICA DE LOS SONDAJES GEOTÉCNICOS	123
6.2. GENERACION DE DOMINIOS PARA EL ANALISIS CINEMATICO	130
6.3. DOMINIOS ESTRUCTURALES	130
6.3.1. ANALISIS CINEMÁTICO	132

6.3.2.	GENERACIÓN DE SUBSECTORES GEOTÉCNICOS	142
6.3.3.	ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 1	144
6.3.4.	ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 2	145
6.3.5.	ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 3	149
6.3.6.	ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 4	157
6.3.7.	ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 5	160
6.3.8.	ANÁLISIS Y EVALUACION DE TALUD MEDIANTE EL SMR (SLOP MASS RATING)	165
6.3.9.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES	168
6.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	183
6.5.	MODELO GEOTECNICO DEL TAJO.....	183
CONCLUSIONES		186
RECOMENDACIONES		188
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		189
ANEXO A		191
ANEXO B		193
ANEXO C		194
ANEXO D		198
ANEXO E		199

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica del grado de fracturamiento.....	11
Figura 2. Representación gráfica del factor escala.....	13
Figura 3. Ensayo de carga puntual.....	17
Figura 4. Ensayo de compresión uniaxial simple (ucs).....	18
Figura 5. Ensayo de tracción indirecta (ti).....	19
Figura 6. Ejemplos como se designa el rqd.....	24
Figura 7. Procedimiento para la medición y cálculo del rqd (deere, 1989).....	25
Figura 8. Gsi modificado por vallejo.....	31
Figura 9. Proceso de diseño de talud.....	33
Figura 10. Parámetros geométricos de un talud.....	34
Figura 11. Esquema del diseño banco – berma.....	35
Figura 12. Construcción del contorno de existencia de una ruptura plana.....	36
Figura 13. Construcción del contorno de existencia de una ruptura cuña.....	37
Figura 14. Construcción del contorno de existencia de una ruptura tipo toopling.....	38
Figura 15. Columna estratigráfica.....	54
Figura 16. Sección a-a'.....	81
Figura 17. Sección b-b'.....	82
Figura 18. Sección c-c'.....	82
Figura 19. Sección d-d'.....	83
Figura 20. Medidas de la muestra y la posición correcta del core para el ensayo.....	96
Figura 21. Ensayos validos e inválidos.....	98
Figura 22. Dimensiones de la muestra para el ensayo de compresión uniaxial no confinada.....	101
Figura 23. Dimensiones de la muestra para el ensayo de tracción uniaxial.....	106
Figura 24. Sondajes orientados chap48-b, cobn-07, coex-09g, de la campaña 2018.....	115
Figura 25. Sondajes orientados cormp-02, cormp-03, cormp-04, de la campaña 2018.....	116
Figura 26. Sondajes orientados coop-01, cotn-02, cotn-03, de la campaña 2018.....	116
Figura 27. Sondajes orientados cotn-06, cotn-16, cots-02, de la campaña 2018.....	117
Figura 28. Sondajes orientados cots-07, cots-09, cots-11, de la campaña 2018.....	117
Figura 29. Sondajes orientados coug-01, coug-02, coug-09, de la campaña 2018.....	118
Figura 30. Sondajes orientados coug-14, de la campaña 2018.....	118
Figura 31. Sondaje cots-02, ploteo utilizando la información base.....	122
Figura 32. Sondaje cots-02, ploteo utilizando la información base más la corrección de terzagui.....	122
Figura 33. Comparación entre el logueo y el televiever. Sondajes cobn-07, coop-01, cormp-02, cormp-03.....	124
Figura 34. Comparación entre el logueo y el televiever. Sondajes cormp-04, cotn-02, cotn-03, cotn-06.....	125
Figura 35. Comparación entre el logueo y el televiever. Sondajes cotn-16, cots-02, cots-09, cug-01.....	126
Figura 36. Comparación entre el logueo y el televiever. Sondajes coug-09, coug-14.....	127
Figura 37. Red estereográfica de la fábrica estructural del dominio 1.....	132
Figura 38. Red estereográfica de la fábrica estructural del dominio 2.....	134
Figura 39. Red estereográfica de la fábrica estructural del dominio 3.....	136
Figura 40. Red estereográfica de la fábrica estructural del dominio 4.....	138
Figura 41. Red estereográfica de la fábrica estructural del dominio 5.....	140
Figura 42. Análisis cinemático tipo planar, dominio 1.....	144
Figura 43. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 1.....	144
Figura 44. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 1.....	145
Figura 45. Análisis cinemático tipo planar, dominio 2.....	146
Figura 46. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 2.....	147
Figura 47. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 2.....	148
Figura 48. Análisis cinemático tipo planar, dominio 3.....	151
Figura 49. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 3.....	154
Figura 50. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 3.....	157
Figura 51. Análisis cinemático tipo planar, dominio 4.....	158

Figura 52. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 4.	159
Figura 53. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 4.	160
Figura 54. Análisis cinemático tipo planar, dominio 5.....	161
Figura 55. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 5.	162
Figura 56. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 5.	163
Figura 57. Perfil de diseño de la sección 01 (análisis estático).....	170
Figura 58. Perfil de diseño de la sección 01 (análisis pseudoestático).....	170
Figura 59. Perfil de diseño de la sección 02 (análisis estático).....	171
Figura 60. Perfil de diseño de la sección 02 (análisis pseudoestático).....	171
Figura 61. Perfil de diseño de la sección 03 (análisis estático).....	172
Figura 62. Perfil de diseño de la sección 03 (análisis pseudoestático).....	172
Figura 63. Perfil de diseño de la sección 04 (análisis estático).....	173
Figura 64. Perfil de diseño de la sección 04 (análisis pseudoestático).....	173
Figura 65. Perfil de diseño de la sección 05 (análisis estático).....	174
Figura 66. Perfil de diseño de la sección 05 (análisis pseudoestático).....	174
Figura 67. Perfil de diseño de la sección 06 (análisis estático).....	175
Figura 68. Perfil de diseño de la sección 06 (análisis pseudoestático).....	175
Figura 69. Perfil de diseño de la sección 07 (análisis estático).....	176
Figura 70. Perfil de diseño de la sección 07 (análisis pseudoestático).....	176
Figura 71. Perfil de diseño de la sección 08 (análisis estático).....	177
Figura 72. Perfil de diseño de la sección 08 (análisis pseudoestático).....	177
Figura 73. Perfil de diseño de la sección 09 (análisis estático).....	178
Figura 74. Perfil de diseño de la sección 09 (análisis pseudoestático).....	178
Figura 75. Perfil de diseño de la sección 10 (análisis estático).....	179
Figura 76. Perfil de diseño de la sección 10 (análisis pseudoestático).....	179
Figura 77. Perfil de diseño de la sección 11 (análisis estático).....	180
Figura 78. Perfil de diseño de la sección 11 (análisis pseudoestático).....	180
Figura 79. Perfil de diseño de la sección 12 (análisis estático).....	181
Figura 80. Perfil de diseño de la sección 12 (análisis pseudoestático).....	181
Figura 81. Relación f.s inter-rampa estático vs pseudoestático.	182
Figura 82. Relación f.s global estático vs pseudoestático.....	182
Figura 83. Sondajes compositados para el modelo vista e-w.....	184

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de los valores de rmr, (bieniaowski).....	22
Tabla 2. Puntaje de rmr según bieniaowski 1976.....	22
Tabla 3. Índice de dureza según la norma isrm (1981).....	23
Tabla 4. Interpretación de valores de rqd (deere, 1964).....	24
Tabla 5. Condición de discontinuidades – sistema rmr de bieniaowski.....	28
Tabla 6. Simbología para presencia de agua.....	28
Tabla 7. Correlaciones entre los sistemas de clasificación de macizo rocoso.....	32
Tabla 8. Sistema rmr según bieniaowski (1976).....	32
Tabla 9. Parámetros de corrección para el smr (romana, 1985).....	40
Tabla 10. Descripción de las clases del smr (romana, 1985).....	40
Tabla 11. Resumen de los factores de seguridad aceptables para distintas escalas de talud.....	41
Tabla 12. Ubicación con coordenadas utm de la zona de proyecto (fuente: propia).....	42
Tabla 13. Accesibilidad a la zona de proyecto (fuente: propia).....	43
Tabla 14. Códigos litológicos usados en la mina corocochuayco.....	79
Tabla 15. Total, de metros registrados en sondajes geotécnicos 2018.....	92
Tabla 16. Registrados en sondajes geotécnicos 2017.....	93
Tabla 17. Metros registrados en sondajes geológicos.....	94
Tabla 18. Resultado de ensayos de carga puntual.....	100
Tabla 19. Resultado de ensayos de carga puntual.....	100
Tabla 20. Resultado de ensayos de ucs.....	105
Tabla 21. Resultado de ensayos de ucs.....	105
Tabla 22. Resultado de ensayos de tracción indirecta.....	109
Tabla 23. Resumen ensayos corte directo.....	111
Tabla 24. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (d = 0).....	112
Tabla 25. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (d = 0.5).....	113
Tabla 26. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (d = 1).....	114
Tabla 27. Rmr promedio por litología de logueos geomecánicos.....	119
Tabla 28. Rmr promedio por litología de logueos geomecánicos.....	119
Tabla 29. Rqd promedio por litología de logueos geomecánicos.....	120
Tabla 30. Rqd promedio por litología de logueos geomecánicos.....	120
Tabla 31. Distribución de polos en dominio 1.....	133
Tabla 32. Sistemas estructurales dominio 1.....	133
Tabla 33. Resumen dominio 1 (gsi, rmr y rqd).....	133
Tabla 34. Resultado de los ensayos especiales, dominio 1.....	134
Tabla 35. Distribución de polos en dominio 2.....	135
Tabla 36. Sistemas estructurales dominio 3.....	135
Tabla 37. Resumen dominio 2 (gsi, rmr y rqd).....	135
Tabla 38. Resultado de los ensayos especiales, dominio 2.....	136
Tabla 39. Distribución de polos en dominio 3.....	137
Tabla 40. Sistemas estructurales dominio 3.....	137
Tabla 41. Resumen dominio 3 (gsi, rmr y rqd).....	137
Tabla 42. Resultado de los ensayos especiales, dominio 3.....	138
Tabla 43. Distribución de polos en dominio 4.....	139
Tabla 44. Sistemas estructurales dominio 4.....	139
Tabla 45. Resumen dominio 4 (gsi, rmr y rqd).....	139
Tabla 46. Resultado de los ensayos especiales, dominio 4.....	140
Tabla 47. Distribución de polos en dominio 5.....	141
Tabla 48. Sistemas estructurales dominio 5.....	141
Tabla 49. Resumen dominio 5 (gsi, rmr y rqd).....	141
Tabla 50. Resultado de los ensayos especiales, dominio 5.....	142
Tabla 51. Tabla resumen de los mecanismos de falla evaluados.....	164
Tabla 52. Resultados obtenidos usando smrttool de los dominios 1 y 2.....	165

Tabla 53. Resultados obtenidos usando smrtool del dominio 3.	166
Tabla 54. Resultados obtenidos usando smrtool de los dominios 4 y 5.....	166
Tabla 55. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 01.	170
Tabla 56. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 02.	171
Tabla 57. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 03.	172
Tabla 58. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 04.	173
Tabla 59. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 05.	174
Tabla 60. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 06.	175
Tabla 61. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 07.	176
Tabla 62. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 08.	177
Tabla 63. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 09.	178
Tabla 64. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 10.	179
Tabla 65. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 11.	180
Tabla 66. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 12.	181

LISTA DE PLANOS

Plano 1. Ubicación del proyecto.....	44
Plano 2. Mapa geomorfológico	49
Plano 3. Mapa geológico regional.	70
Plano 4. Mapa geológico local.....	78
Plano 5. Mapa geológico del open pit.....	80
Plano 6. Mapa estructural.....	86
Plano 7. Mapa estructural del open pit.....	89
Plano 8. Mapa de ubicación de los sondajes geotécnicos.....	95
Plano 9. Mapa comparativo de los estereogramas del logeo geotécnico vs telewiever.	129
Plano 10. Dominios estructurales proyecto coroccohuayco.....	131
Plano 11. Zonificación en subsectores.	143
Plano 12. Mapa de zonificación y análisis cinemático.....	167
Plano 13. Secciones para el análisis.	169
Plano 14. Modelo geotécnico basado en el RMR.....	185

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Ejemplos de fracturas naturales.....	26
Foto 2. Ejemplo de fracturas mecánicas	27
Foto 3. Determinación del ángulo alfa, mediante el goniómetro.	29
Foto 4. Determinación del ángulo alfa, mediante el protector.....	29
Foto 5. Determinación del ángulo beta, mediante el cintillo de 306°	30
Foto 6. Método para determinar el beta.	30
Foto 7. Determinación del eje mayor menor de una fractura natural.....	30
Foto 8. Vista de ne a so del proyecto coroccohuayco donde se observa las colinas de relieve suave.	46
Foto 9. Vista de un cerro con afloramiento local de las rocas calizas; al sur de la quebrada quiscacampanilla.	47
Foto 10. Quebrada pichacane con sección transversal en v; con afloramientos de rocas calcáreas, en el sector sur oeste del cerro chapi.	48
Foto 11. Vista de la quebrada chacamayo con sección transversal en u, al fondo con bofedales y drenaje.	48
Foto 12. Secuencia de areniscas y lutitas, sondaje coi - 149. (fuente: confidencial).	55
Foto 13. Presencia de hornfels, sondaje coug-02.	56
Foto 14. Presencia de caliza gris, sondaje coi-70.	57
Foto 15. Monzonita intruyendo a la diorita, sondaje cotn-06.	59
Foto 16. Presencia de dacita porfirítica, sondaje coug-01.	60
Foto 17. Presencia de tobas y estratos conglomerádicos, sondaje coug-01.....	61
Foto 18. Presencia de andesita, sondaje chap48-b.....	62
Foto 19. Presencia de diorita, sondaje cormp-02.	65
Foto 20. Presencia de monzonita tipo f-g-h, sondaje coi-149.....	66
Foto 21. Presencia de monzonita tipo b-z, sondaje cotn-02.....	67
Foto 22. Intrusión de latita, sondaje coex-09g.....	68
Foto 23. Intrusión de andesita, sondaje cormp-02.	69
Foto 24. Skarn en sondaje coug-14, de 157.20m a 167.55m.	73
Foto 25. Skarn en sondaje coug-14, de 157.20m a 167.55m.	74
Foto 26. Presencia de falla, sondaje cotn-06.	88
Foto 27. Perforación diamantina de taladro orientado.	91
Foto 28. Orientación del testigo.....	91
Foto 29. Muestras orientadas durante la perforación.	92
Foto 30. Equipo de carga puntual, ubicación y dirección de muestra a ensayar.	97
Foto 31. Muestras antes del ensayo en el equipo de carga puntual.....	99
Foto 32. Muestras después del ensayo en el equipo de carga puntual.	100
Foto 33. Equipo de compresión uniaxial.	102
Foto 34. Muestra antes del ensayo en el equipo de compresión uniaxial.	104
Foto 35. Muestra después del ensayo en el equipo de compresión uniaxial.	104
Foto 36. Muestra en el pre-ensayo de tracción indirecta.	107
Foto 37. Muestra en el post-ensayo de tracción indirecta.....	108
Foto 38. Molde de briqueta para corte directo.....	110
Foto 39. Equipo de corte directo.....	111

RESUMEN

El proyecto minero de Coroccohuayco, se encuentra ubicado en el distrito de Espinar, provincia de Espinar y departamento del Cusco. Localizado al sur de la Cordillera Occidental, donde se encuentran ubicados, yacimientos como Antapaccay, Tintaya, Quechuas y Coroccohuayco. Estos yacimientos mencionados pertenecen al Batolito Andahuaylas – Yauri (Eoceno superior – Oligoceno inferior), el cual dieron origen a una serie de yacimientos tipo Pórfido y tipo Skarn.

El macizo rocoso en el cual se encuentra el yacimiento de Coroccohuayco, posee una variedad de litologías y esto gracias a su origen por ser un yacimiento tipo Skarn, por lo cual se desea realizar la **caracterización y análisis de la calidad del macizo rocoso del proyecto Coroccohuayco.**

En el proyecto Coroccohuayco, se realizó perforaciones diamantinas con fines geológicos y geotécnicos, a pesar que ambos persiguen objetivos distintos, la descripción geomecánica de los testigos geológicos permitió la determinación de la calidad del macizo rocoso, mediante los ensayos de carga puntual (PLT), ensayos de compresión uniaxial (USC), y tracción indirecta (TI). Los ensayos en roca permitieron realizar el análisis de los resultados para poder obtener los parámetros geotécnicos necesarios en la evaluación de la estabilidad de taludes.

Se realizó el análisis cinemático para determinar el tipo de ruptura que se puedan generar en ciertos sectores del tajo.

En el proyecto Coroccohuayco se realizó el modelo geotécnico en base a los datos obtenidos del RMR, para poder determinar las zonas de calidad de la roca que van desde muy mala, mala, regular, buena y muy buena calidad

PALABRAS CLAVE: caracterización geomecánica, calidad del macizo rocoso, discontinuidades, análisis cinemático, resistencia de la roca intacta.

ABSTRACT

The Coroccohuayco mining project is located in the district of Espinar, province of Espinar and department of Cusco. It is located south of the Western Cordillera, where deposits such as Antapaccay, Tintaya, Quechuas and Coroccohuayco are located. These deposits belong to the Andahuaylas - Yauri batholith (Upper Eocene - Lower Oligocene), which gave rise to a series of porphyry and skarn deposits.

The rock mass in which the Coroccohuayco deposit is located, has a variety of lithologies and this thanks to its origin for being a Skarn type deposit, so we want to perform the characterization and analysis of the quality of the rock massif of the Coroccohuayco project.

In the Coroccohuayco project, diamond drilling was carried out for geological and geotechnical purposes, although both pursue different objectives, the geomechanical description of the geological cores allowed the determination of the quality of the rock mass, through point load tests (PLT), uniaxial compression tests (USC), and indirect traction (TI). The rock tests allowed the analysis of the results in order to obtain the geotechnical parameters necessary for the evaluation of slope stability.

The kinematic analysis was carried out to determine the type of rupture that can be generated in certain sectors of the pit.

In the Coroccohuayco project, the geotechnical model was made based on the data obtained from the RMR, in order to determine the rock quality zones ranging from very poor, poor, fair, good and very good quality.

KEY WORDS: geomechanical characterization, rock mass quality, discontinuities, kinematic analysis, intact rock resistance.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCION

El proyecto Coroccohuayco corresponde a un yacimiento tipo Skarn- pórfido de Cu (Mo-Au), asociado al Batolito Andahuaylas Yauri (edad Eoceno-Oligoceno) y a rocas clásticas y calcáreas (de edad Jurásico Superior y Terciario Inferior).

Dentro de los trabajos de investigación, la empresa Glencore en el año 2018 contrató los servicios de la empresa GeoDrill para la ejecución de trabajos de perforación diamantina tanto para fines mineros como geomecánicos.

Estos trabajos se realizaron para identificar la calidad del macizo rocoso, mediante las perforaciones diamantinas que es un método directo para poder identificar in-situ, las razones que han llevado a realizar este trabajo de investigación son el de poder determinar la calidad de las rocas y el comportamiento geotécnico del macizo rocoso del yacimiento de Coroccohuayco.

En relación a la calidad del macizo rocoso en la presente tesis se presenta la caracterización mediante la descripción de los núcleos de roca obtenidos, clasificación geomecánica RMR, ensayos de laboratorio (PLT, UCS y Tracción indirecta) para luego realizar el análisis cinemático en base a la orientación de las discontinuidades y el modelo geotécnico.

Asimismo, se hizo una validación de datos con el Televiewer en relación a las características de las discontinuidades.

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Este estudio quiere demostrar que el macizo rocoso del proyecto Coroccohuayco tiene diferentes tipos de rocas (sedimentarias, ígneas y metamórficas) y/o litologías de muy mala a

buena calidad que en el proceso de formación del yacimiento tipo Skarn modificaron sus propiedades físicas de resistencia, grado de intemperismo, grado de fracturamiento, abertura, entre otros. Siendo necesario para la caracterización y análisis geomecánico del macizo rocoso, que permite identificar diferentes zonas y tipos de calidad que pueda presentar el yacimiento del proyecto Corocochuayco.

Por ello, afirmamos que el estudio contribuirá con la información necesaria para la explotación cuando empiece las fases de minado del yacimiento y así garantizar los resultados obtenidos por la caracterización y análisis del macizo rocoso mediante la perforación diamantina que se va a realizar al detalle en este estudio.

1.3. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

En el proyecto Corocochuayco se requiere realizar una adecuada estabilidad de taludes cuando empiece la fase de explotación de los tajos de Corocochuayco, partiendo de esta situación los aspectos principales a poder identificar son las rocas y sus diferentes litologías que la conforman del macizo rocoso porque esto brindara un tipo de calidad de la roca.

Para el presente caso, el tema de la tesis se centra en el “caracterización y análisis geomecánico del macizo rocoso mediante perforación diamantina del proyecto Corocochuayco, Espinar, Cusco”, con el fin de determinar la calidad del macizo rocoso, que es la estructura de sostenimiento de las principales obras proyectadas para la explotación del recurso mineral. En este sentido es importante considerar las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrogeológicas ya que la misma tectónica y el origen del yacimiento ha hecho que el macizo sufra diferentes tipos de daño como alteración, fracturamiento, mineralización entre otros.

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

De acuerdo a lo planteado, se formula la siguiente interrogante:

¿Cómo es la calidad del macizo rocoso del proyecto Corocochuayco?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cómo podemos obtener la calidad del macizo rocoso?
- ¿Cómo podemos obtener los parámetros geomecánicos de la calidad del macizo rocoso?
- ¿Cómo podemos determinar el tipo de ruptura que se puede suscitar en el diseño de talud?
- ¿Cómo podemos determinar las zonas de calidad del macizo rocoso?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar la caracterización y análisis de la calidad del macizo rocoso del proyecto Coroccohuayco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización geotécnica en los testigos de roca, obtenidos por la perforación diamantina.
- Analizar los resultados obtenidos de los ensayos en rocas como: UCS (comprensión uniaxial simple), tracción indirecta (TI) y PLT (carga puntual).
- Realizar el análisis cinemático en los diferentes sectores de los tajos del proyecto Coroccohuayco.
- Realizar el modelo geotécnico para determinar las zonas de calidad del macizo rocoso.

1.5. FORMULACION DE HIPÓTESIS

La tesis sigue un tipo investigativo, por la cual se cree que con los estudios que se va a realizar se obtendrá información necesaria para poder tener una visión adecuada del macizo rocoso y así poder tomar decisiones al respecto en el diseño del talud, forma de explotación del yacimiento, entre otros.

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Determinando la calidad del macizo rocoso en el proyecto Coroccohuayco, se podrá obtener información geotécnica precisa.

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS

De acuerdo a los problemas y objetivos planteados se tiene los siguiente:

- La caracterización geotécnica del macizo rocoso permitirá proporcionar una información confiable para obtener la calidad del macizo rocoso.
- Los resultados obtenidos por los ensayos en roca permitirán obtener parámetros geotécnicos, que servirán para determinar la estabilidad del macizo rocoso.
- El análisis cinemático, que se va a realizar permitirá obtener el criterio de ruptura que más predomina en el macizo rocoso.
- Realizando el modelo geotécnico, permitirá identificar zonas de diferente calidad en el macizo rocoso.

1.6. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente trabajo tiene un alcance descriptivo y correlativo. Descriptivo porque se va a tratar de obtener la información describiendo las variables de estudio los sondajes y los ensayos y correlativo porque se va a correlacionar las variables de estudio.

1.7. VARIABLES

1.7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- **Geomecánica de rocas**
 - Análisis Geomecánico
 - Análisis Geotécnico
- **Condiciones Geológicas**
 - Geología estructural

- Geología regional
- Geología local

1.7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- **Caracterización del macizo rocoso**
 - Calidad
 - Macizo rocoso
 - Inestabilidad del talud

1.8. INDICADORES

Los indicadores nos proponen como se están evaluando las variables de acuerdo a la dimensión que le estamos dando y de acuerdo ello se tiene los siguientes:

- RQD
- RMR
- Factor de seguridad

Así como también para las variables independientes;

- Modelo geomecánica.
- Modelo estructural
- Plano geológico regional y local

1.9. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

La metodología de trabajo que nos permitió realizar el trabajo actual se dividió en tres etapas, que son:

1.9.1. ETAPA DE PREPARACIÓN

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- Recopilación bibliográfica información
- Recopilación cartográfica.

- Recopilación fotográfica.
- Análisis bibliográfico, cartográfico y fotográfico (planos preliminares).
- Planteamiento de prospección en campo (ensayos in situ).
- Análisis y sistematización de la bibliografía existente.

1.9.2. ETAPA DE CAMPO

Esta etapa se llevó a cabo entre el 03 de abril al 31 de diciembre del 2018. Se realizó el muestreo, ensayos y logueo geomecánico de los sondajes geotécnicos.

Se realizó muestreo de las estructuras mineralizadas en superficie y muestreo sistemático en interior mina para realizar el estimado cálculo de Recursos de mineral.

1.9.3. TRABAJOS DE LABORATORIO

- Ensayos de carga puntual (PLT)
- Ensayos de compresión uniaxial simple (UCSI)
- Ensayos de Tracción indirecta (TI)
- Análisis de muestras ensayadas.
- Logueo geomecánico

1.9.4. ETAPA DE GABINETE

En gabinete y laboratorio se desarrollo las siguientes actividades:

En esta etapa se han elaborado los mapas geológicos y estructurales que incluyen litología, modelo de geotécnico, análisis cinemático, análisis de parámetros físicos de la roca y los resultados geomecánicos; también se prepararon secciones para el análisis de estabilidad de los taludes; con toda esta información se elaboró el informe final.

1.10. MARCO TEORICO

1.10.1. ANTECEDENTES

Los antecedentes que se tienen en el proyecto Coroccohuayco con fines geotécnicos son muy pocas.

- Autor: Maher, Kierran C. (2014)

Título: “Alteración y Mineralización de Skarn en Coroccohuayco, Distrito de Tintaya, Perú”

- Coroccohuayco se diferencia de otros sistemas de skarn de Cu en que solo tiene una alteración potásica débil en las rocas ígneas intermedias y una alteración albítica común y generalmente sericitica tardía débil en los pórfidos. Es probable que parte de esto esté relacionado con la geoquímica original de las fases monzoníticas y la etapa y/o temperatura a la que ocurrió la cristalización completa, pero la abundante alteración albítica es probablemente una consecuencia del carácter petrogenético del magma original.

- Autor: Williams Isaac, Mendoza Loayza (2014)

Título: “Análisis preliminar de estabilidad de taludes mediante equilibrio limite en etapa de pre – factibilidad del proyecto Coroccohuayco”

- El estudio de este trabajo llego a calcular el factor de seguridad en estados estáticos y pseudo-estaticos asumiendo criterios de ruptura tipo circular según el método de análisis de Bishop Simplificado.
- Los resultados cumplen los criterios de aceptabilidad en el estado estático.
- Se obtuvo el coeficiente de aceleración horizontal, para la zona de estudio según es resultados del estudio de peligro sísmico.

- Se establece el factor de correlación I_s50 (índice de carga puntual) y el valor de UCS (Compresión Uniaxial) por litología.
- Las alturas inter-rampa llegan hasta 160 m, éstas deberían fluctuar entre 100 y 120m. A más 100m de altura el esfuerzo de confinamiento es mayor de 2Mpa.
- Autor: Jorge Valentino Rodríguez (2019)
 - Título: “Estudio geotécnico para el tajo de Coroccohuayco”
 - Según la estimación del índice de resistencia de campo, la Diorita, el exoskarn y el endoskarn en Diorita presentan un RMR promedio de 41 a 46 (regular) para rocas; estas unidades también son las más resistentes con un índice entre R3 y R5 (25 a 250 MPa). Entre R3 y R4 hay un índice para las otras unidades. Los valores I_s50 de las rocas intrusivas son muy variados, incluyendo diorita, Pórfido Monzonítico biotítico, Pórfido Monzonítico hornbléndico, exoskarn y endoskarn en diorita y Latita. Los sistemas NW-SE, NE-SW y E-W se han identificado como los tres sistemas principales de estructuras mayores o fallas. Se han descubierto tres sistemas de discontinuidades principales (JN1, JN2 y JN3) y dos sistemas secundarios (JN4 y JN5). En términos generales, más del 70 % de estas estructuras identificadas con el escaneo del pozo mediante televiwer corresponden a estructuras discontinuas con una apertura menor que 1cm.

1.10.2. CONCEPTOS BASICOS

1.10.2.1.MECANICA DE ROCAS

Según Hoek, 2007, este término hace alusión a los principios de ingeniería de rocas, ya que desde hace siglos se han estado construyendo estructuras sobre este tipo de fundación, además esto involucra su entendimiento en dos aspectos: 1) la teoría elástica y 2) el enfoque discontinuo de las rocas.

1.10.2.2.MACIZO ROCOSO

Según (González de Vallejo, 2002), este término engloba a la roca intacta más sus discontinuidades, ya que el macizo rocoso, se presentan en la naturaleza afectados por una serie de planos de discontinuidad o debilidad que separan bloques de matriz rocosa. Ver figura 1:

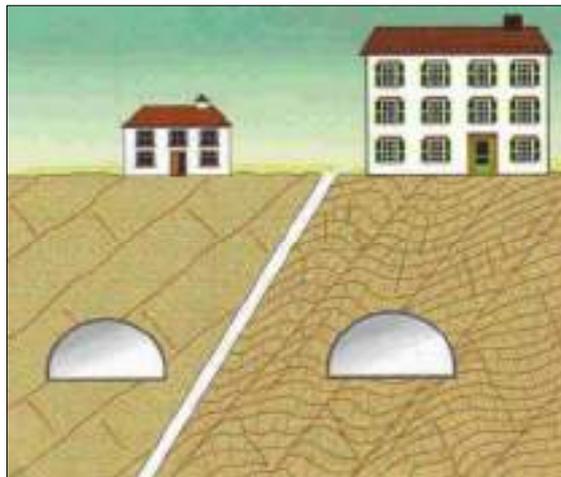


Figura 1. Representación gráfica del grado de fracturamiento.

Fuente: (González de Vallejo, 2002)

1.10.2.3.GEOLOGIA ESTRUCTURAL

De acuerdo con (Belousov, 1979) Una rama de la geotectónica, la geología estructural estudia las características de la estructura y el desarrollo de la corteza terrestre y sus procesos mecánicos, movimientos y deformaciones. El objetivo principal está en estudiar la cinemática o mecanismo de formación de estructuras como pliegues, fallas, etc.

1.10.2.4. CARACTERIZACION GEOMECANICA

Consiste en determinar los parámetros fundamentales de la roca, así como sus discontinuidades y la estructura del macizo, esto involucra el número de familias, espaciado entre los planos de discontinuidad y las propiedades de resistencia de las discontinuidades, como también la estimación del estado tensional in situ y según sea el caso, las producidas por otras excavaciones (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2004).

1.10.2.5. ROCA INTACTA

Se considera el material rocoso libre de discontinuidades o “los bloques de roca intacta que quedan entre ellas, a pesar de considerarse continuo, presenta un comportamiento heterogéneo ligado a su fábrica y microestructura mineral (consecuencia de su génesis e historia geológica); mecánicamente queda definido por su peso específico, resistencia y deformabilidad (González de Vallejo et al., 2002).

1.10.2.6. PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA ROCA

El comportamiento mecánico variable de la roca por lo mencionado líneas arriba, frente a esfuerzos que se apliquen sobre estas; queda definido por su resistencia y el modelo de deformación, su estudio está relacionado a la escala de trabajo (ver figura 2) (González de Vallejo et al., 2002).

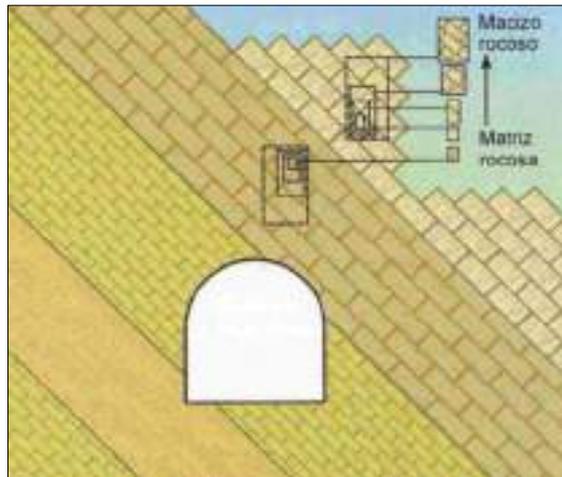


Figura 2. Representación gráfica del factor escala.

Fuente: Cunha, 1990, citado por González de Vallejo et al., 2002

- Las principales propiedades índices de las rocas son:
- Composición mineralógica, fábrica, textura, tamaño de grano y color (mediante la descripción visual, microscopía y difracción de rayos X).
- Porosidad (n)
- Peso específico (γ)
- Contenido de humedad
- Permeabilidad (coeficiente de permeabilidad k)
- Durabilidad.
- Alterabilidad (índice de alterabilidad)
- Mientras tanto, las propiedades mecánicas de la roca son:
- Resistencia a la compresión simple (σ_c)
- Resistencia a la tracción (σ_t)
- Velocidad de ondas sísmicas (V_p , V_s)
- Resistencia

- Cohesión y Angulo de fricción (c y ϕ)
- Deformabilidad (módulos de deformación elástica estáticos o dinámicos: (E, ν))

1.10.2.7.RESISTENCIA Y DEFORMACION DE LA MATRIZ ROCOSA

1.10.2.7.1. RESISTENCIA

Está definido como el esfuerzo que soporta una roca para determinadas deformaciones, esta se presenta en función de las fuerzas cohesivas y friccionales del material, así como otros factores extrínsecos.

Si esta se mide en probetas de roca sin confinar se le denomina resistencia a la compresión simple.

1.10.2.7.2. CRITERIO DE ROTURA

La resistencia a la rotura de la matriz rocosa isótropa se puede determinar mediante los criterios de rotura de Mohr Coulomb y de Hoek y Brown, el primero es un criterio lineal y el segundo no.

➤ CRITERIO DE MOHR COULOMB

Este criterio es lineal y 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 siguiente expresión:

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi$$

Dónde:

τ y σ_n son las tensiones tangencial y normal sobre el plano de rotura.

c y ϕ son la cohesión y el ángulo de rozamiento de la matriz rocosa.

Este criterio presenta inconvenientes debido a:

Los envolventes de la resistencia en roca no son lineales.

La dirección del plano de fractura no siempre coincide con los resultados experimentales

El criterio sobrevalora la resistencia a la tracción.

➤ **CRITERIO DE HOEK Y BROWN**

Este puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_c \left(m_i \frac{\sigma_3'}{\sigma_c} + 1 \right)^{0.5}$$

Dónde:

σ_1' = es el esfuerzo efectivo principal mayor en la falla.

σ_3' = es el esfuerzo efectivo principal menor en la falla.

σ_c = es la resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta.

m_i = es la constante del material para la roca intacta.

La resistencia compresiva uniaxial debe ser determinado siempre que sea posible mediante ensayos de laboratorio sobre testigos de 50mm de diámetro y 100mm de longitud. Si las probetas fueran de menores dimensiones esto se puede estimar a partir de Hoek & Brown, 1980:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_{cd}}{\left(\frac{50}{d}\right)^{0.18}}$$

Dónde σ_{cd} es la resistencia compresiva uniaxial medida sobre muestras de d mm de diámetro.

Los valores más confiables de la resistencia compresiva uniaxial σ_c y de la constante del material son obtenidos a partir de ensayos triaxiales.

1.10.2.7.3. DEFORMABILIDAD

Es la propiedad que tiene la roca para alterar su forma como respuesta a la actuación de fuerzas, según la intensidad, modo de aplicación de la fuerza aplicada y las características de mecánicas de la roca, la deformación será permanente o elástica. La deformación de la roca se expresa por sus constantes elásticas E (módulo de Young) y ν (Coeficiente de Poisson).

1.10.2.7.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

En las rocas los resultados deben ser interpretados teniendo en consideración sus limitaciones y grado de representatividad.

➤ ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL

Según la norma (ASTM D5731-02, 1985), el ensayo de carga puntual o PLT (Point load test) permite determinar la resistencia a compasión simple de fragmentos irregulares de roca o testigos cilíndricos de sondajes partir del I_s , obtenido, estos ensayos no se realizan en materiales anisotrópicos muy marcados.

Según ISRM, (1991), para el I_s es necesario colocar la muestra entre las puntas cónicas, ejercer una determinada fuerza hasta que rompa, valor determinado nos brindara el I_s , que a la vez puede ser correlacionado con valores de compresión simple.

$$I_s = P/D^2$$

Donde P es la carga de rotura y D el diámetro de la probeta, la corrección entre el índice I_s , ahora para determinar el $I_{s(50)}$ se reemplaza en la siguiente formula:

$$I_{s(50)} = k_M * I_s$$

$$K_M = \left(\frac{D}{50}\right)^{0.45}$$

Donde: K_M = Factor de corrección para el diámetro de 50mm

D = Diámetro equivalente (D_e)

$$D_e = \left(\frac{4DW}{\Pi}\right)^{0.5}$$

la resistencia a compresión simple de la roca, σ_c es:

$$\sigma_c = k * I_{s(50)}.$$

K = Factor de corrección, la ASTM propone una ecuación empírica para obtener K :

$$K=6.6817*\ln(D_e) - 3.09$$

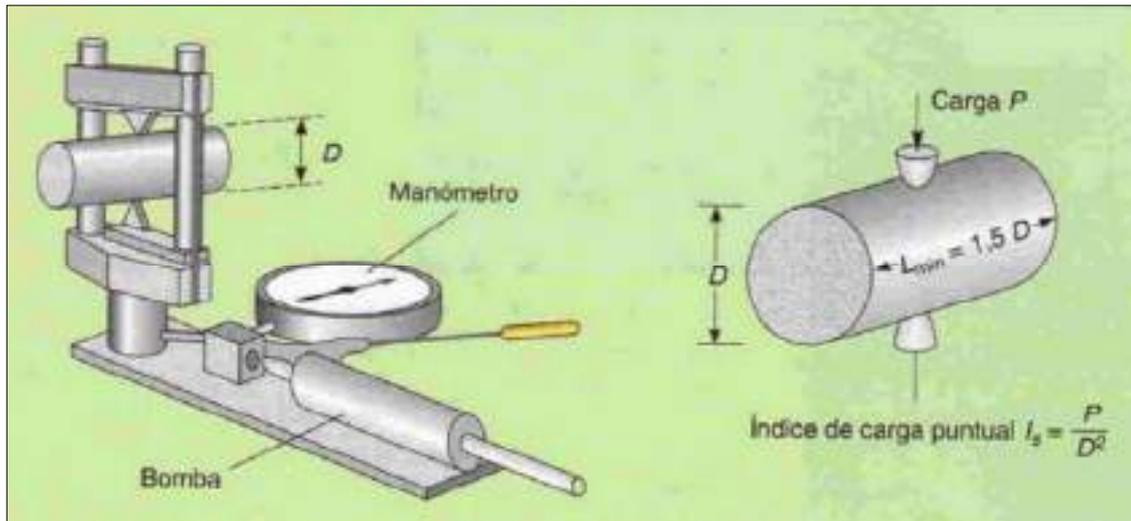


Figura 3. Ensayo de carga puntual.

Fuente: Gonzales de Vallejo et al., 2002

➤ ENSAYO A LA COMPRESION UNIAxIAL NO CONFINADA

Según la norma (ASTM D2938-95, 2002), el ensayo de compresión uniaxial permite determinar la resistencia uniaxial no confinada σ_c de la roca, así como los parámetros físicos o geotécnicos (módulo de Young y coeficiente de poisson), donde se tiene: $\sigma_1 \neq 0$; $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$.

Según la ISRM (1979) establece una serie de recomendaciones para el tallado de la probeta:

- La probeta debe tener una relación $L/D = 20.5 - 3$ con un $D > 54$ mm, donde el diámetro D sea al menos 10 veces mayor que el tamaño de la roca.
- El ensayo se realiza sobre una muestra tipo cilíndrica al que se le aplicara una determinada fuerza con una velocidad de fuerza axial estándar.
- El equipo de UCS puede ser variable de control, donde la sensibilidad y la velocidad tiene que ser estandarizada.

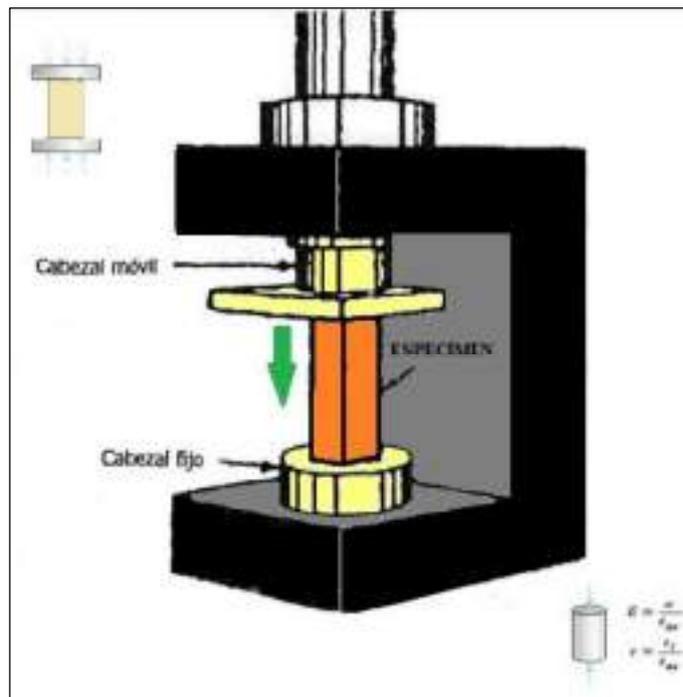


Figura 4. Ensayo de Compresión Uniaxial Simple (UCS).

➤ **ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA**

Según la norma (ASTM D3967-08, 2001), el ensayo de tracción indirecta consiste en medir la resistencia de la tracción uniaxial indirectamente de la probeta, donde se somete a un esfuerzo biaxial, con un esfuerzo principal traccional y otro compresivo de magnitud no superior a 3 veces el esfuerzo traccional, Se aplica una carga vertical compresiva sobre un disco o cilindro de roca, que se coloca en horizontal entre dos placas a través de las cuales se transmite la fuerza hasta conseguir la rotura. (Gonzales, 2002).

La carga compresiva produce una compleja distribución de esfuerzos en la probeta, donde la resistencia a la tracción se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_1 = 2P/\pi DL$$

Donde:

P = Carga que produce la rotura

D = Diámetro de la probeta

L = Longitud de la probeta

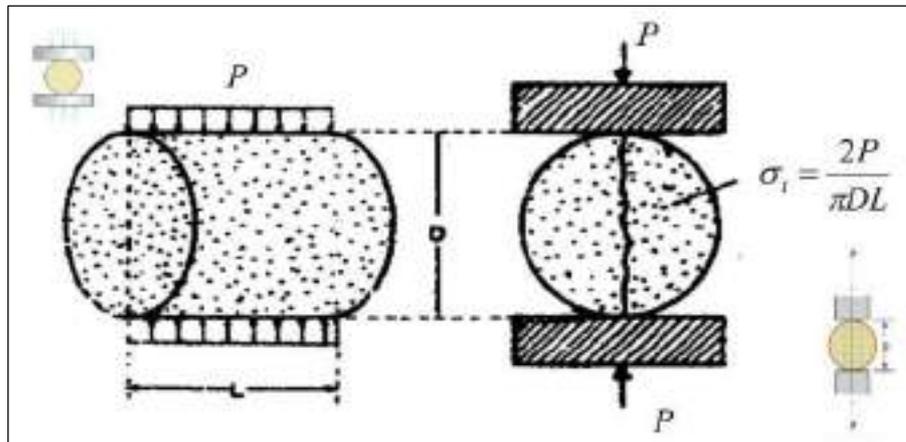


Figura 5. Ensayo de tracción indirecta (TI).

1.10.2.8.DISCONTINUIDADES

Según (González de Vallejo, 2002), Son planos de estructuras que afectan la continuidad de la roca, su estudio nos permite definir estructuras mayores, dominios estructurales y sus tendencias. Debemos empezar con la geología estructural a nivel distrital para entender mejor las tendencias a nivel más local y definir sus respectivos patrones locales que nos interesa.

1.10.2.8.1. TIPOS DE ESTRUCTURAS

a) Estructuras principales

Son las estructuras más importantes en la mina, tales como fallas geológicas distritales o regionales y a razones debe ser estudiadas en forma individual en los estudios y análisis geomecánico las cuales pueden influir en los siguientes:

- Atraviesan generalmente gran parte del área de una operación minera.
- Crean inestabilidad en el macizo rocoso.

b) Estructuras mayores

Son estructuras geológicas que pertenecen a una misma familia o set estructural, siendo sus trazas de cientos de metros, suficiente tamaño como para afectar la inestabilidad dentro del eje del túnel que, podría estar asociado con estructuras menores, debido a estas características deben de ser incluidos en el análisis geotécnico.

1.10.2.9. INFLUENCIA DEL COMPORTAMIENTO ROCOSO

Las superficies o planos de discontinuidad condicionan de una manera definitiva las propiedades del macizo rocoso y su comportamiento resistente, deformación al e hidráulico. Las discontinuidades representan planos preferentes de alteración, meteorización y fractura y permiten el flujo del agua. Es por ello que su reconocimiento, caracterización y descripción cumple un papel muy importante en el análisis del macizo rocoso.

La estabilidad de las excavaciones y las cimentaciones en roca depende de la orientación y la resistencia de las discontinuidades.

1.10.2.10. PERMEABILIDAD

La permeabilidad en una discontinuidad depende de su apertura y tipo de relleno, la apertura está condicionada por el estado de esfuerzos del macizo, por ende, la permeabilidad también lo está. Existen correlaciones empíricas para la determinación del coeficiente de permeabilidad considerando la rugosidad de la junta, el espaciado entre planos de discontinuidad, los coeficientes de viscosidad cinemática y dinámica del agua como valores constantes a 20°C. Asimismo existen pruebas de campo denominadas Lugeon que permite medir los consumos de agua en relación a la presión de inyección (González de Vallejo, 2002).

1.10.2.11. CLASIFICACIONES GEOMECANICAS

Los métodos de clasificación de macizos rocosos proporcionan una base para la evaluación de la calidad de los mismos, y permiten comparar diferentes condiciones de macizos rocosos encontrados en otros lugares de un mismo proyecto o diferente. Los sistemas de clasificación se han ido mejorando a través de los años hasta incluir una larga base de datos de excavaciones y condiciones del terreno.

Particularmente, los sistemas de clasificación de macizos rocosos son ampliamente usados en la industria civil y minera, estos son el Sistema Q de Barton, Lien y Lunde o Sistema NGI y el Sistema RMR de Bieniawski o Sistema CSIR. Aunque los sistemas son diferentes, ellos se basan en la obtención de información similar en orden a clasificar la calidad del macizo rocoso. Los parámetros básicos en estos sistemas son tales como la resistencia de la roca intacta, condición y espaciamiento del fracturamiento, presión de aguas subterráneas y orientación de las estructuras geológicas con respecto a las excavaciones de la mina. El “valor de calidad” resultante puede otorgar una valiosa ayuda para diseñar excavaciones estables y también para apoyar la predicción de los requerimientos de refuerzos de las excavaciones.

1.10.2.12. SISTEMA ROCK MASS RAITING (RMR)

El sistema Rock Mass Rating (RMR), fue desarrollado por Bieniawski, y clasifica los macizos rocosos de 0 a 100 puntos, siendo 0 para roca muy mala y 100 para roca muy buena (Beniawski, 1989), de acuerdo a la tabla 1.

Las versiones más usadas son el RMR76 y el RMR89. Ambas incorporan la valoración de parámetros como:

- Resistencia de la Roca Intacta.
- RQD.

- Espaciamiento de discontinuidades.
- Condición de discontinuidades.
- Agua subterránea.

Tabla 1. Interpretación de los valores de RMR, (Bieniawski).

DESCRIPCION	RMR	CLASE DEL MACIZO ROCOSO
Roca Muy Buena	81-100	I
Roca Buena	61-80	II
Roca Regular	41-60	III
Roca Mala	21-40	IV
Roca Muy Mala	0-20	V

Fuente: Z. T. Bieniawski

El puntaje total del RMR está definido por:

$RMR = (I) + (II) + (III) + (IV) + (V) - \text{Ajuste por orientación de discontinuidades}$. El puntaje

para la versión RMR76 está dado en la siguiente tabla 2:

Tabla 2. Puntaje de RMR según Bieniawski 1976

PARAMETROS	1973	1974	1975	1976	1979
Resistencia de la roca intacta	0 - 10	0 - 10	0 - 15	0 - 15	0 - 15
Rock Quality Designation (RQD)	3 - 16	3 - 20	3 - 20	3 - 20	3 - 20
Espaciado entre juntas (Js)	5 - 30	5 - 30	5 - 30	5 - 30	5 - 20
Separación de juntas	1 - 5	-	-	-	-
Continuidad de juntas	0 - 5	-	-	-	-
Acciones climáticas	1 - 9	-	-	-	-
Estados de las juntas (Jc)	-	0 - 15	0 - 25	0 - 25	0 - 30
Agua subterránea	2 - 10	2 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15
Corrección por orientación de discontinuidades	3 - 15	3 - 15	0 - (-12)	0 - (-12)	0 - (-12)

Fuente: Z. T. Bieniawski

1.10.2.12.1. RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA

La resistencia estimada en los núcleos de un testigo de perforación corresponde a una estimación indirecta de la resistencia de un macizo rocoso. Para núcleos de roca puede ser estimado utilizando un martillo geológico, una navaja y normas internacionales como la del ISRM

usado en Coroccohuayco, que correlacionan fácilmente esta resistencia relativa con la resistencia a la compresión uniaxial expresadas en MPa (González de Vallejo, 2002).

En la siguiente tabla se muestran los tipos de resistencia de la roca de acuerdo a su resistencia.

Tabla 3. Índice de Dureza según la norma ISRM (1981).

SIMBOLO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS DEL TERRENO	Resistencia a la Compresión Uniaxial (Mpa)	Indice de Carga Puntual (MPa)
R0	EXTREMADAMENTE FRAGIL	La roca puede ser marcada por la uña del pulgar.	<1	(1)
R1	MUY FRAGIL	Se disgrega o desintegra al golpe firme con la punta del martillo geológico. Puede ser escarbada con un cortaplumas.	1-5	(1)
R2	FRAGIL	Con dificultad puede ser escarbada con un cortaplumas. Marcas superficiales pueden ser hechas con un golpe firme con la punta del martillo geológico.	5-25	(1)
R3	MODERADA O MEDIANAMENTE DURA	No puede ser escarbada con un cortaplumas. Se rompe con un golpe firme del martillo geológico.	25-50	1-2
R4	DURA	Se rompe con más de un golpe del martillo geológico.	50-100	2-4
R5	MUY DURA	Se requieren muchos golpes del martillo geológico para romper la roca.	100-250	4-10
R6	EXTREMADAMENTE DURA	Los golpes del martillo geológico sólo obtienen esquirlas.	>250	>10

(1) En estos casos, se aconseja efectuar un test de compresión uniaxial. Nota: Materiales con Resistencia a la Compresión Uniaxial menor a 0,5 Mpa y suelos sin cohesión deben ser clasificados usando el Sistema de Clasificación de Suelos. Nota: 1 Mpa = 145 psi. Nota: Para golpear con el martillo geológico, la altura de la muestra debe ser el doble del diámetro. Referencia: Brown, 1981, "Suggeste"

Fuente: Z. T. Beniaowski

1.10.2.12.2. INDICE DE LA CALIDAD DE LA ROCA (RQD)

El RQD es la designación cuantitativa de la calidad de la roca basado en la recuperación de testigos, mediante el cual se consideran solo aquellos trozos de testigos cuya longitud sea mayor a 10 cm (4 pulgadas). (González de Vallejo, 2002).

Para la estimación del RQD, se debe considerar solo los trozos de núcleo espaciados entre fracturas naturales > 10 cm que cuya suma de longitudes debe ser registrado en la columna “Σ Frag's>10 cm (m)” en metros, se tiene que ignorar el final de la corrida, fracturas mecánicas producidas por la perforación y/o transporte, así mismo los núcleos de perforación que presenten una dureza menor a R1 (resistencia estimada ISRM) no deben incluirse en el cálculo del RQD.

$$RQD = \frac{\sum \text{longitud de testigos} \geq 10\text{cm}}{\text{longitud de avance}} \times 100$$

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

El RQD asigna un porcentaje de calificación al macizo rocoso, de 100% (el más competente) a 0% (el menos competente: condición de suelo). La interpretación del valor del RQD se muestra en la tabla 9 siguiente:

Tabla 4. Interpretación de valores de RQD (Deere, 1964)

RQD (%)	DESCRIPCION DEL INDICE DE LA CALIDAD DE LA ROCA
[0 – 25]	Muy pobre
[25 – 50]	Pobre
[50 – 75]	Regular
[75 – 90]	Buena
[90 – 100]	Muy buena

Fuente: Z. T. Beniaowski

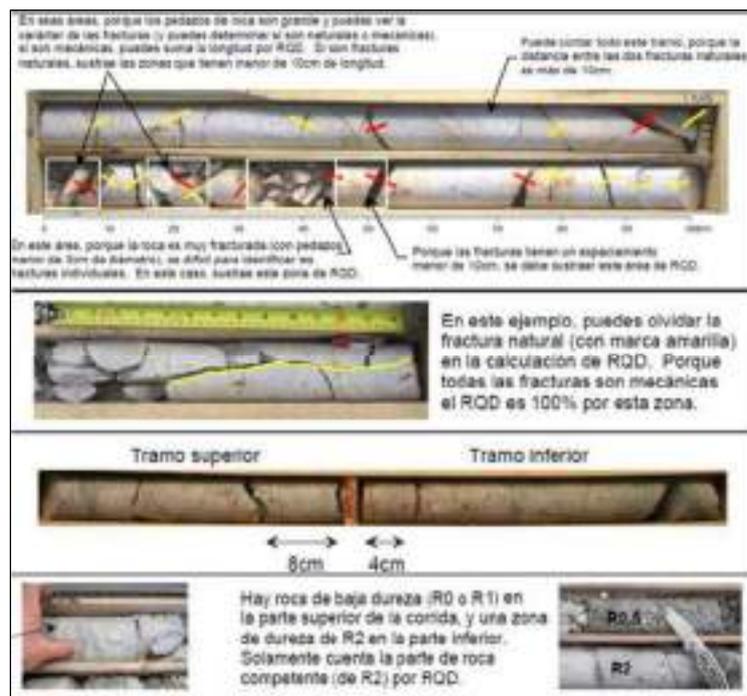


Figura 6. Ejemplos como se designa el RQD.

Fuente: Confidencial.

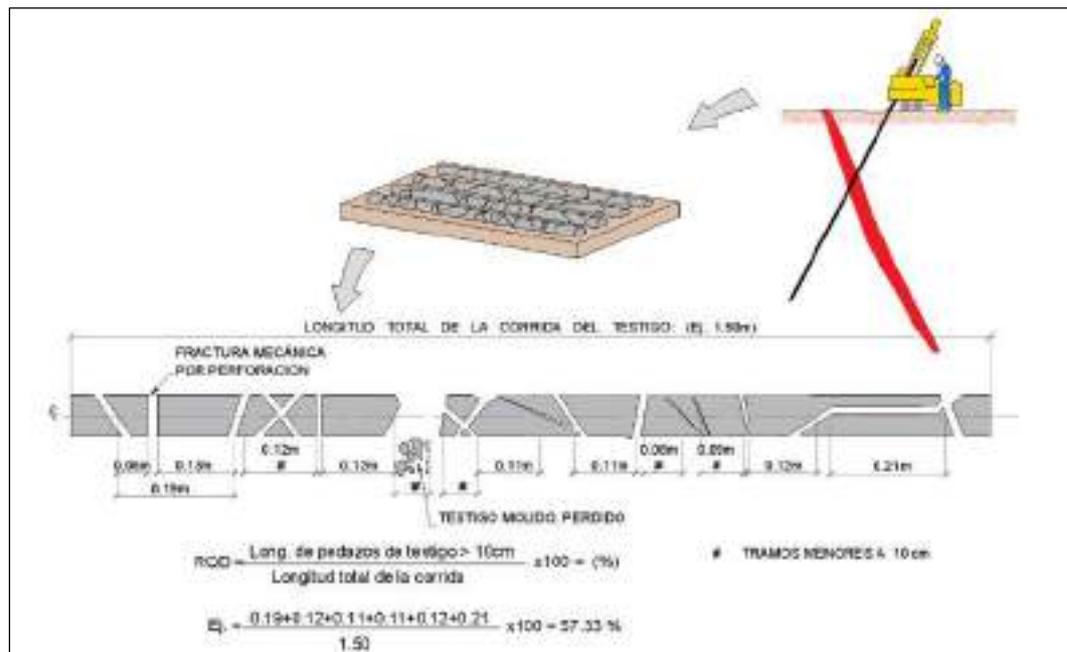


Figura 7. Procedimiento para la medición y cálculo del RQD (Deere, 1989).

Fuente: Guía criterios geomecánicos – (Osinergmin, 2017)

1.10.2.12.3. ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES

Para determinar el espaciamiento primero se debe identificar la cantidad de fracturas naturales que se observan en la longitud del testigo examinado en cada corrida, en la columna “N° de Frac. Naturales” se debe anotar el total de discontinuidades naturales, independiente de la orientación y condición de ellas.

La frecuencia de fracturas (FREC) es usada para determinar el espaciamiento entre fracturas dentro de un macizo rocoso, así mismo este parámetro es requerido para complementar el RQD, ya que las medidas del RQD se vuelven crecientemente menos sensibles a los cambios en el espaciamiento de las fracturas superiores a 10 cm.

$$\text{Frecuencia de fracturas (FREC)} = \frac{\text{Cantidad de fracturas}}{\text{longitud de avance (m)}}$$

Para identificar las fracturas naturales, se busca estas características:

- Márgenes/bordes redondeados.

- Continuidad de la fractura y la fractura cruza todo el diámetro del testigo.
- Relleno alterado o superficies alteradas que es una indicación del caudal de fluido dentro de una fractura abierta.
- Los dos lados de la fractura no se juntan bien, y/o hay espacio cuando se juntan.
- Si la fractura está cerrada, pero, tiene relleno blando como arcilla o panizo, es una fractura o zona de debilidad y puedes considerarla como una fractura natural

Si hay alguna duda si la fractura es natural o mecánica es mejor considerarla como natural.

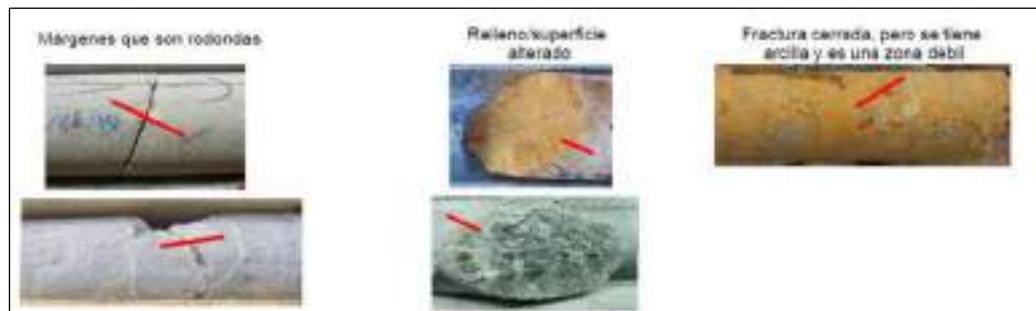


Foto 1. Ejemplos de fracturas naturales.

Para identificar las fracturas mecánicas, se busca estas características:

- Márgenes/bordes que son finos y se desaparecen cuando se junta la roca
- Fracturas que no tienen continuidad – a pesar de cruzar todo el diámetro del testigo
- Relleno fresco o minerales que crucen la fractura
- Superficies inalteradas y frescas



Foto 2. Ejemplo de fracturas mecánicas

1.10.2.12.4. CONDICION DE DISCONTINUIDADES

Según (González de Vallejo, 2002), la condición de fractura puede ser registrada usando diferentes técnicas tales como la del sistema Q de Barton, Lien y Lunde (NGI) y el sistema RMR de Bieniawski (CSIR). Para la estimación de la condición de las discontinuidades, se utilizan 5 parámetros principales los cuales son; persistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración a continuación se detalla las valoraciones usadas para cada uno de estos parámetros.

Tabla 5. Condición de Discontinuidades – Sistema RMR de Bieniawski

ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES					
LONG. DE LA DISCONTINUIDAD	<1m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
PUNTUACION	6	4	2	1	0
ABERTURA	Nada	<0.1 m	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm
PUNTUACION	6	5	3	1	0
RUGOSIDAD	Muy rugosa	rugosa	Ligeramente rugosa	ondulada	suave
PUNTUACION	6	5	3	1	0
RELLENO	Ninguno	relleno duro <5mm	relleno duro >5mm	relleno blando <5mm	relleno blando >5mm
PUNTUACION	6	4	2	2	0
ALTERACION	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
PUNTUACION	6	5	3	1	0

Fuente: Z. T. Bieniawski

1.10.2.12.5. AGUA SUBTERRANEA

Según (González de Vallejo, 2002), las condiciones de humedad y de flujo de agua en las paredes de los taludes están controladas no solo por la porosidad de las rocas, sino también por el grado de infiltración a través de las discontinuidades, esto reduce la resistencia del macizo y también de las discontinuidades a los esfuerzos de corte.

Bieniawski considera una valoración que disminuye con la presencia de agua en el macizo, esto reducirá el valor de RMR cuando exista mayor cantidad de agua:

Tabla 6. Simbología para presencia de agua.

PRESENCIA DE AGUA	SIMBOLOGIA DE LOGUEO
Seco	A
Humedo	B
Mojado	C
Goteando	D
Flujo continuo	E

Fuente: Z. T. Bieniawski

1.10.2.13. MEDICION DEL DIP Y DIP DIRECTION EN SONDAJES ORIENTADOS

La medición de datos geológicos estructurales a partir de registro del núcleo es usada para delimitar los dominios estructurales, identificar las principales características estructurales y así determinar los análisis cinemáticos.

Orientación aparente de la estructura:

- a) **Alfa o Buzamiento (α):** es el máximo ángulo entre el plano de la discontinuidad y el eje del núcleo.



Foto 3. Determinación del ángulo Alfa, mediante el goniómetro.

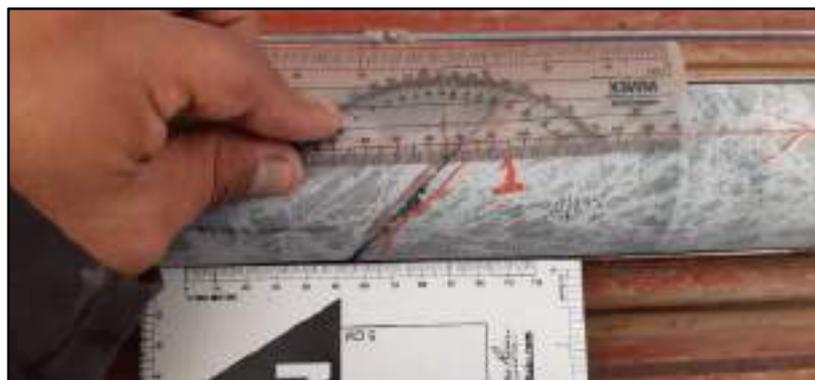


Foto 4. Determinación del ángulo Alfa, mediante el protector.

Fuente: Elaboración propia.

- b) **Beta o Dirección (β):** es el ángulo de la circunferencia en sentido horario a partir de la línea de referencia hacia la dirección máxima del vector buzamiento (alfa), mirando hacia el fondo del pozo.

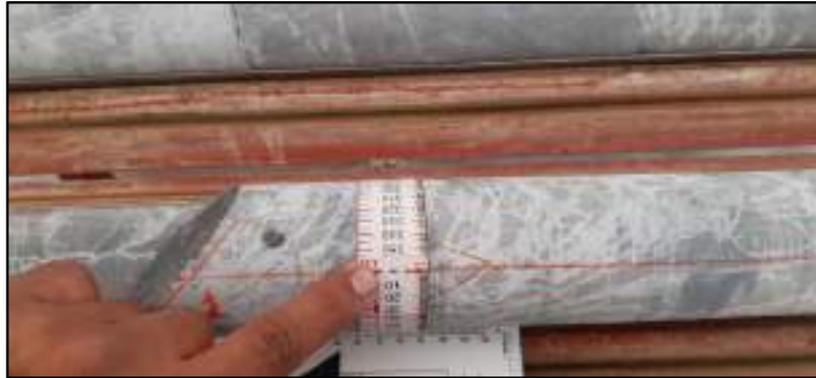


Foto 5. Determinación del ángulo Beta, mediante el cintillo de 306°.



Foto 6. Método para determinar el Beta.



Foto 7. Determinación del eje mayor menor de una fractura natural.

Fuente: Elaboración propia.

1.10.2.14. INDICE GSI (INDICE GEOLOGICO DE RESISTENCIA)

El índice GSI fue modificado por González de Vallejo (2002) con el objetivo de utilizar las tablas originales de manera práctica y sencilla de clasificar cualitativamente al macizo rocoso y

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

recomendar el sostenimiento requerido. Cabe señalar que el índice GSI fue originalmente desarrollado con la finalidad de obtener parámetros para el criterio de falla de Hoek & Brown, por lo que González de Vallejo recurre a las equivalencias del GSI con RMR para recomendar y dimensionar el sostenimiento. Las tablas resultan ser muy prácticas para ser empleadas solo para los colaboradores o trabajadores, sin embargo, corresponderá al personal especializado del área de geomecánica de cada empresa, la adecuación específica, así como la evaluación y/o revisión de su aplicación.

ÍNDICE GEOLÓGICO DE RESISTENCIA GSI (geological strength index)		CONDICIÓN DEL FRENTE				
A partir de la clasificación obtenida en la Figura 3.94 seleccionar el cuadro correspondiente en este ábaco y obtener el valor medio del índice GSI.		MUY BUENA (MB) Superficies muy rugosas sin alterar	BUENA (B) Superficies rugosas ligeramente alteradas, con películas de oxidación	MODERADA (M) Superficies suaves moderadamente alteradas	POBRE (P) Superficies de azolla muy alteradas con rellenos compactos conteniendo fragmentos rocosos	MUY POBRE (MP) Superficies de azolla muy alteradas con rellenos arcillosos
ESTRUCTURA						
	BLOQUES REGULARES (BR) Macizo rocoso sin alterar. Bloques en contacto de forma cúbica formados por tres familias de discontinuidades ortogonales, sin relleno.	80	70			
	BLOQUES IRREGULARES (BI) Macizo rocoso parcialmente alterado. Bloques en contacto de forma angular formados por cuatro o más familias de discontinuidades con rellenos con baja proporción de finos.		60	50		
	BLOQUES Y CAPAS (BC) Macizo alterado, plegado y fracturado con múltiples discontinuidades que forman bloques angulosos y con baja proporción de finos.			40	30	
	FRACTURACIÓN INTENSA (FI) Macizo rocoso muy fracturado formado por bloques angulosos y redondeados, con alto contenido de finos.				20	10

Figura 8. GSI modificado por Vallejo.

Fuente: GSI modificado por Gonzales de Vallejo (2002)

1.10.2.14.1. CORRELACIONES ENTRE SISTEMAS DE CLASIFICACION

Dada la variedad de sistemas de clasificación de los macizos rocosos y su gran aceptación en la industria minera, diversos autores han propuesto correlaciones entre los diversos sistemas de clasificación, en la tabla 7 se muestran las más importantes (Beniawski, 1989).

Tabla 7. Correlaciones entre los sistemas de clasificación de macizo rocoso.

CORRELACION	
$RMR_{76} = 9 * \ln Q_{74} + 44$	
$RMR_{76} = RMR_{89} - 5$	
$RMR_{76} = GSI = RMR_{89} - 5$	
$RMR_{14} = 1.1 * RMR_{89} + 2$	

Tabla 8. Sistema RMR según Bieniawski (1976).

I. PARAMETROS DE CLASIFICACION Y SU UNIDAD		Rango de valores				
Parámetro	Unidad	1	2	3	4	5
1. Estado de la masa rocosa	Indice de resistencia de carga puntal	0-10 MPa	10-20 MPa	20-30 MPa	30-40 MPa	40-70 MPa
	Resistencia a la compresión simple	<200 MPa	100-200 MPa	50-100 MPa	20-50 MPa	20-30 MPa
2. RMR calculado del vector de perforación	Porcentaje	75-100	50-75	25-50	0-25	<0
	Coeficiente de discontinuidades	<2	2-4	4-6	6-10	>10
3. Condiciones de las discontinuidades	Superficies muy lisas a lisas	0	1	2	3	4
	Superficies rugosas a muy rugosas	4	3	2	1	0
4. Agua subterránea	Presencia por 10 m de longitud del sondeo (litros)	0	1	2	3	4
	Presencia de agua en las juntas (litros por metro cuadrado)	0	1	2	3	4
5. Condiciones generales	Tendencias sencillas	0	1	2	3	4
	Solo hundido	4	3	2	1	0
II. AJUSTE DE LA PUNTAJACION POR LA ORIENTACION DE DISCONTINUIDADES						
Orientación de juntas y su tamaño de juntas	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	
	0	-1	-2	-3	-4	
Masculado	Concentricos	0	-1	-2	-3	
	Talud	0	-1	-2	-3	
III. CLASES DE MACIZOS ROCOSOS DEFORMABLES A PARTIR DE LA PUNTAJACION TOTAL						
Puntuación	500-401	300-400	200-300	100-200	<100	
Clasificación	I	II	III	IV	V	
Descripción	Roca muy buena	Roca buena	Roca regular	Roca mala	Roca muy mala	
IV. SIGNIFICADO DE LAS CLASES DE MACIZO ROCOSO						
Clasificación	I	II	III	IV	V	
tiempo promedio de vida esperado	10 años para un túnel para un túnel de 5 m	5 años para un túnel para un túnel de 5 m	3 años para un túnel para un túnel de 5 m	2 años para un túnel para un túnel de 5 m	1 año para un túnel para un túnel de 5 m	
profundidad del macizo rocoso (RPa)	>300	200-300	100-200	50-100	<50	
ángulo de fricción del macizo rocoso (φ)	>45°	45°-35°	35°-25°	25°-15°	<15°	
EFEITO DE ORIENTACION DE FURTO Y BUDAMIENTO DE LAS JUNTAS EN LA CLASIFICACION DE TUNELES						
Furto perpendicular al eje del túnel			Furto paralelo al eje del túnel			
Evaluación de la orientación		Evaluación de la orientación		Evaluación de la orientación		
Max 15°-30°	Max 20°-30°	Max 30°-35°	Max 35°-45°	Max 45°-50°	Max 50°-60°	
Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Extremadamente desfavorable	

Fuente: Z. T. Beniawski

1.10.2.15. PROCESOS DE DISEÑO DE TALUDES

Para desarrollar el diseño de taludes es indispensable realizar una evaluación en todo aspecto del macizo rocoso con un diseño seguro a toda escala y económicamente rentable según (Read & Stacey, 2009) se sigue una secuencia adecuada para tener éxito en el desarrollo del propósito en sí, en la siguiente imagen se muestra en forma resumida los aspectos a seguir.

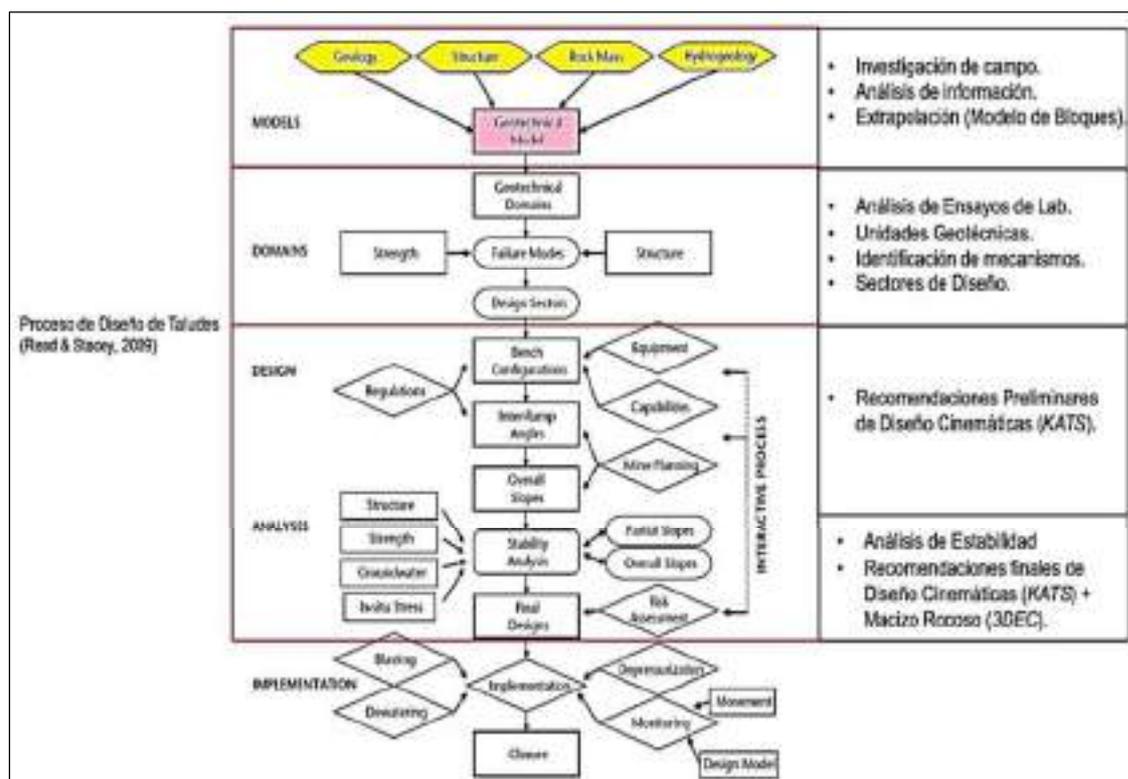


Figura 9. Proceso de diseño de talud.

Fuente: Road & Stacey, 2019

1.10.2.15.1. TALUD

El talud es una superficie inclinada respecto a la horizontal, además constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio implican problemas de mecánica de suelos y mecánica de rocas sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable.

1.10.2.15.2. *PARAMETROS DE LA GEOMETRIA DE UN TALUD*

Los parámetros lo constituyen los siguientes aspectos:

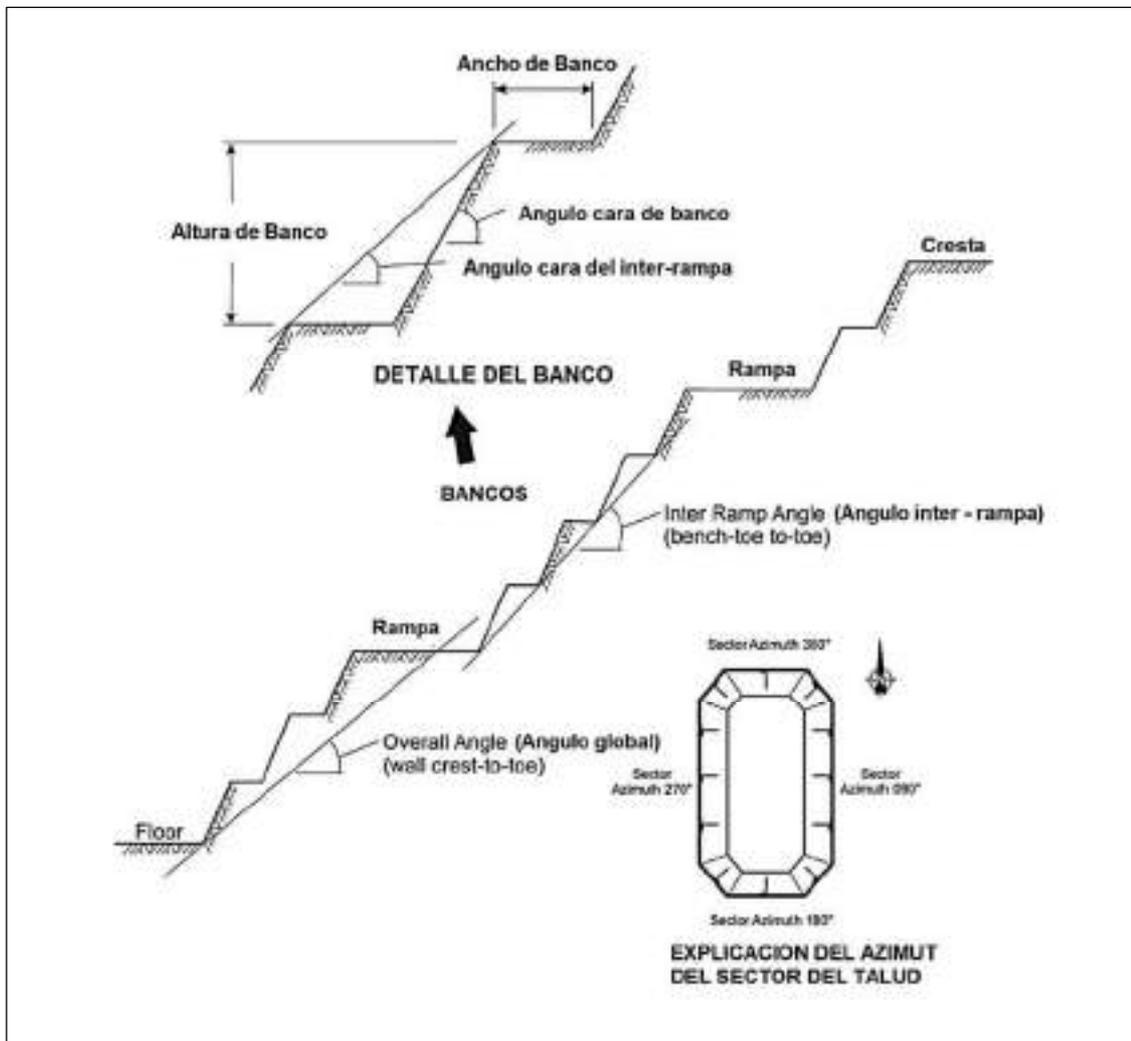


Figura 10. *Parámetros geométricos de un talud.*

Fuente: Modificado de “Guidelines for open pit slope design”

- **Angulo global:** incorpora todas las rampas y bancos (Puede variar en altura y alrededor del pit dependiendo de las condiciones del talud.)
- **Angulo inter-rampa:** depende del número de rampas y sus anchos
- **Angulo de banco:** depende del espaciamiento vertical entre bancos y el ancho de los bancos para contener desprendimientos de roca

1.10.2.16. FACTOR DE DISEÑO DEL TALUD

Utilizando el Criterio de Ritchie, para determinar el ancho del “Catch Bench”. Se cuenta con una serie de elementos que se detallan en la figura 1, en donde:

- h = altura definida para un banco.
- a = dimensiones mínimas del catch bench.
- q = “quebradura” (corte entre la pata y la cresta del banco)
- θ = ángulo de la cara de banco.
- pp = distancia desde la pata superior a la pata inferior (en línea recta horizontal)

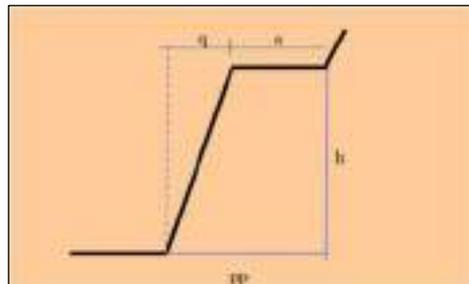


Figura 11. Esquema del Diseño Banco – Berma.

Fuente: Tomado de Minera Alumbraera “Control de diseño”

Todos estos parámetros se definen de acuerdo a criterios geomecánicos, parámetros operacionales y equipos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.

1.10.2.17. ANALISIS CINEMATICO

Un macizo rocoso puede mostrar uno o más modos de ruptura dependiendo de los siguientes factores:

- presencia o ausencia de familias de discontinuidades.
- orientación de las familias de discontinuidades con relación con la cara natural.
- espaciamiento de las discontinuidades en una o en las tres dimensiones;
- la resistencia mecánica entre las paredes de la discontinuidad
- persistencia de las discontinuidades

1.10.2.17.1. RUPTURA TIPO PLANAR

Según (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2004), en la ruptura plana, el movimiento de la roca ocurre por el deslizamiento a lo largo de un plano. Para que ocurra este movimiento, se debe satisfacer las siguientes tres condiciones:

la dirección de buzamiento del plano por el cual la fracción de roca tiende a deslizarse, tiene que estar en aproximadamente 20° alrededor de la dirección de buzamiento de la cara del corte o la cara del talud; el plano de deslizamiento que es un plano de discontinuidad tiene que estar presente en el talud en su totalidad; el buzamiento del plano de deslizamiento debe exceder el ángulo de fricción interna de la interacción de ambos planos.

En este análisis, se ignora aquellos factores tales como la presencia del agua, la presión en los intersticios y en los planos de discontinuidad, y el aporte a la resistencia de las otras caras de la roca.

El procedimiento para construir el contorno que enmarca la presencia de una ruptura en el diagrama estereográfico es el siguiente:

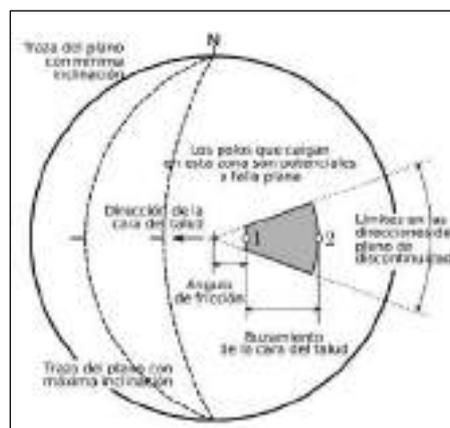


Figura 12. Construcción del contorno de existencia de una ruptura plana.

Fuente: (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2004) “Mecánica de rocas”

1.10.2.17.2. RUPTURA TIPO CUÑA

De acuerdo con (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2004), Este tipo de ruptura tiene en cuenta dos planos potenciales que pueden crear una cuña inestable con relación al borde del talud. El deslizamiento en la dirección de la línea que se forma entre el centro del diagrama estereográfico y la intersección de ambos planos provoca el movimiento. Dos condiciones deben cumplirse para que ocurra la fractura:

- La línea de intersección entre dos planos debe cortar la traza del plano del talud.
- El cabeceo de la línea de intersección debe exceder el valor del ángulo de fricción interno de los planos.

De manera similar a lo anterior, este análisis no considera los valores distintos de los ángulos de fricción interna de cada plano de discontinuidad y las presiones intersticiales potenciales; sin embargo, esta información es suficiente para un análisis de primer nivel para tener una idea de la estabilidad de las cuñas.

El procedimiento es el siguiente:

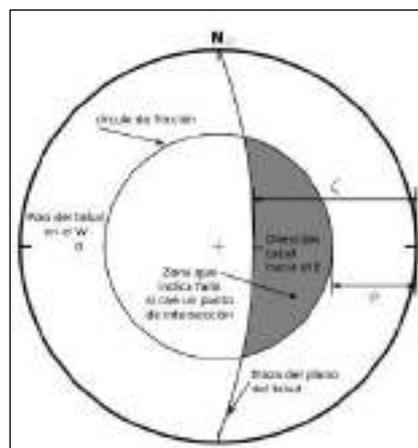


Figura 13. Construcción del contorno de existencia de una ruptura cuña.

Fuente: (Ramirez Oyanguren & Alejano Monge, 2004)

1.10.2.17.3. RUPTURA TIPO VOLTEO (TOPPLING)

Según (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2004) , Las rupturas por volteo pueden ser causadas por volteos de flexión, volteos con la formación de fragmentos de roca o una combinación de ambos.

La ruptura de volteo por flexión implica la flexión de las capas de roca como una viga empotrada. En áreas rocosas con líneas paralelas, especialmente aquellas con valores de separación muy pequeños en centímetros (como lutitas, pizarras y esquistos), su inclinación es casi vertical. Cada capa tiene la tendencia a flexionarse por su peso.

Para analizar este tipo de ruptura, se considera el ángulo γ entre el esfuerzo normal activo en la cara del talud y la línea normal a las discontinuidades potenciales, lo que da como resultado:

$$\gamma = \theta - (90^\circ - \beta)$$

Donde: γ es el cabeceo de la línea del polo del plano de discontinuidad.

La condición límite ocurre cuando se produce una ruptura por volteo cuando la dirección de buzamiento de las discontinuidades analizadas está hasta 30° más alejada de la del plano del talud y la diferencia de buzamiento entre ambos planos es menor a 15°. El método para crear el contorno de análisis en la proyección estereográfica es el siguiente:

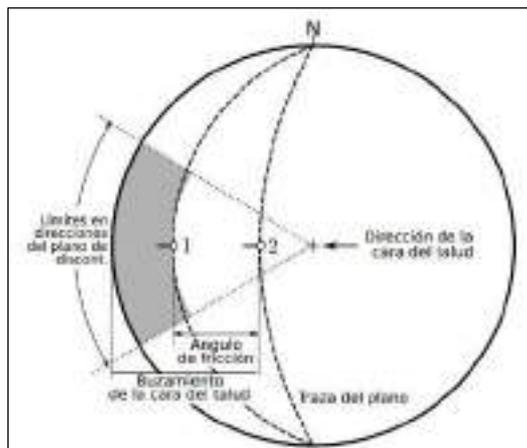


Figura 14. Construcción del contorno de existencia de una ruptura tipo toppling.

Fuente: (Ramírez Oyanguren & Alejano Monge, 2004).

1.10.2.18. ÍNDICE SLOPE MASS RATING (SMR)

Según (Romana, 1985) El índice SMR se obtiene restando al índice RMR básico de Bieniawski, una serie de factores dependientes de la relación entre la discontinuidad y la pendiente y añadiendo otro factor dependiente del método de excavación:

$$SMR = RMR_{\text{Básico}} - (F_1 \cdot F_2 \cdot F_3) + F_4$$

donde:

- **F1** depende del paralelismo (A) entre las direcciones de las discontinuidades y las pendientes del talud. En el caso de roturas en cuña A se refiere al ángulo que forma la línea de máxima pendiente del talud con la línea de intersección de las discontinuidades. Varía de 0.15 a 1.0. El valor de F1 fue inicialmente establecido empíricamente, pero posteriormente el propio autor propuso la siguiente relación:

$$F1 = (1 - \text{sen}A)^2$$

- **F2** se calcula a partir del buzamiento de la discontinuidad (B) para roturas planas. En el caso de roturas por cuña B toma el valor del plunge de la línea de intersección. Su valor varía entre 0.15 a 1.0. Para la rotura por vuelco, F2 toma el valor de 1.0.

$$F2 = \tan^2 B$$

- **F3** se determina a partir de la relación entre los buzamientos de la pendiente y las discontinuidades. Se mantienen los valores propuestos por Bieniawski que son siempre negativos.

- **F4** es un factor de ajuste por el método de excavación empleado, Incluye la pendiente natural, precorte, voladura suave, voladura normal o excavación mecánica y voladura deficiente. De no calcularse los parámetros F1 y F2 mediante las funciones (2) y (3), obtendremos los valores correspondientes a cada uno de estos parámetros, así como los valores correspondientes a F3 y F4, haciendo uso de tablas. De acuerdo con los valores obtenidos con el índice SMR, el autor

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

establece cinco tipos de estabildades y propone una serie de recomendaciones para la elección de medidas correctoras.

Tabla 9. Parámetros de corrección para el SMR (Romana, 1985)

TIPO DE ROTURA	MUY FAVORABLE	FAVORABLE	NORMAL	DESFAVORABLE	MUY DESFAVORABLE
P T P/T	A= $\alpha_j - \alpha_s$ A= $\alpha_j - \alpha_s - 180$ F1	>30°	20-10°	105°	<5°
P P T	B= β_j F2	<20°	30-35	35-45°	>45°
P T P/T	C= $\beta_j - \beta_s$ C= $\beta_j + \beta_s$ F3	>10° <110°	0 >120°	0-(-10°) -	<(-10°) -
		0.15	0.7	0.85	1
		0.15	0.7	0.85	1
		0	-25	-50	-60

Fuente: Romana, 1985)

Tabla 10. Descripción de las clases del SMR (Romana, 1985)

CLASE	V	IV	III	II	I
SMR	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
DESCRIPCION	Muy mala	Mala	Normal	Buena	Muy buena
ESTABILIDAD	Completamente inestable	Inestable	Parcialmente inestable	Estable	Completamente estable
ROTURAS	Grandes planos o circular	Plana o grandes cuñas	Plana a lo largo de algunas juntas o algunas cuñas	Algunas roturas en bloque	Sin roturas
PROBABILIDAD DE ROTURA	0.9	0.6	0.4	0.2	0

Fuente: (Romana, 1985)

1.10.2.19. FACTOR DE SEGURIDAD

Según (Wesseloo, Read, & Stacey, 2009), Para determinar la aceptabilidad del diseño de un talud, se traduce atreves del factor de seguridad (FS), el factor de seguridad se considera como la relación de las fuerzas resistentes y las fuerzas actuantes que se produce al talud y se define de la siguiente manera:

$$FS = \frac{fr}{fa}$$

Donde:

fr = fuerzas resistentes

fa = fuerzas actuantes

cabe indicar que el factor de seguridad tiene que estar acompañado con el juicio y experiencia del ingeniero que evalúa el diseño de los taludes.

El análisis del factor de seguridad en taludes se evalúa en la escala al que se analiza, estos pueden ser a nivel de banco, inter-rampa y/o talud global.

Existe otra forma de analizar el talud y es mediante el análisis del macizo rocoso en su conjunto acompañado del factor de seguridad, esta forma consiste en determinar la probabilidad de falla o el desplazamiento del material y está determinada por la siguiente expresión:

$$PoF = P(FS \leq 1)$$

Donde:

PoF = Es la probabilidad de falla.

FS = Factor de seguridad, en la ecuación se considera como una variable aleatoria.

Tabla 11. Resumen de los factores de seguridad aceptables para distintas escalas de talud.

ESCALA DE TALUD	CONSECUENCIAS DE FALLA	FoS (min) ESTÁTICO	FoS (min) PSEUDOESTÁTICO	FoS (max) P(FoS≤1)
Banco	Bajo - alto	1.1	NA	25 - 50%
Interrampa	Bajo	1.5 - 1.2	1	25%
	Medio	1.2	1	20%
	Alto	1.2 - 1.3	1.1	10%
Global	Bajo	1.2 - 1.3	1	15 - 20%
	Medio	1.3	1.05	5 - 10%
	Alto	1.3 - 1.5	1.1	<5

Fuente: (Wesseloo, Read, & Stacey, 2009)

1.11. UBICACIÓN

1.11.1. UBICACION POLÍTICA

El Proyecto Coroccohuayco se ubica a 13km al Este del tajo de la Unidad Minera Antapaccay y a 9 km al sureste del campamento minero Tintaya, a una altitud entre 4,030 a 4,170 m.s.n.m., presenta la siguiente ubicación política:

- **Región** : Cusco
- **Provincia** : Espinar
- **Distrito** : Espinar
- **Centros poblados aledaños:** Comunidad campesina Huano Huano ubicado a 2 km de distancia promedio, el distrito de Pallpata o Héctor Tejada ubicado a LA distancia de 8.5 kilometros y la comunidad campesina de Alto Huancané, que se encuentra a una distancia de 10 km del proyecto.

1.11.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área del proyecto se encuentra dentro del área delimitada por las siguientes coordenadas proyección UTM, DATUM WGS 1984, Zona y Banda 19L, del hemisferio Sur:

Tabla 12. Ubicación con coordenadas UTM de la zona de proyecto (Fuente: Propia)

COORDENAS UTM - WGS84		
N° VERTICE	ESTE	NORTE
1	255640	8344680
2	255640	8351625
3	263585	8351625
4	263585	8344680

Fuente: Elaboración propia

1.12. EXTENSIÓN

El proyecto Coroccohuayco comprende una extensión de 10, 665 Ha, dentro del predio superficial de propiedad de Xstrata Tintaya, comprendiendo como zona de influencia directa la

propiedad superficial de la misma compañía minera, además se tiene la comunidad de Huano Huano y la provincia de Espinar como zona de influencia indirecta.

1.13. ACCESIBILIDAD

Para llegar al proyecto desde la ciudad de Lima se puede acceder al sitio mediante dos rutas de acceso (en ambos se consideran la vía aérea y terrestre), ver cuadro:

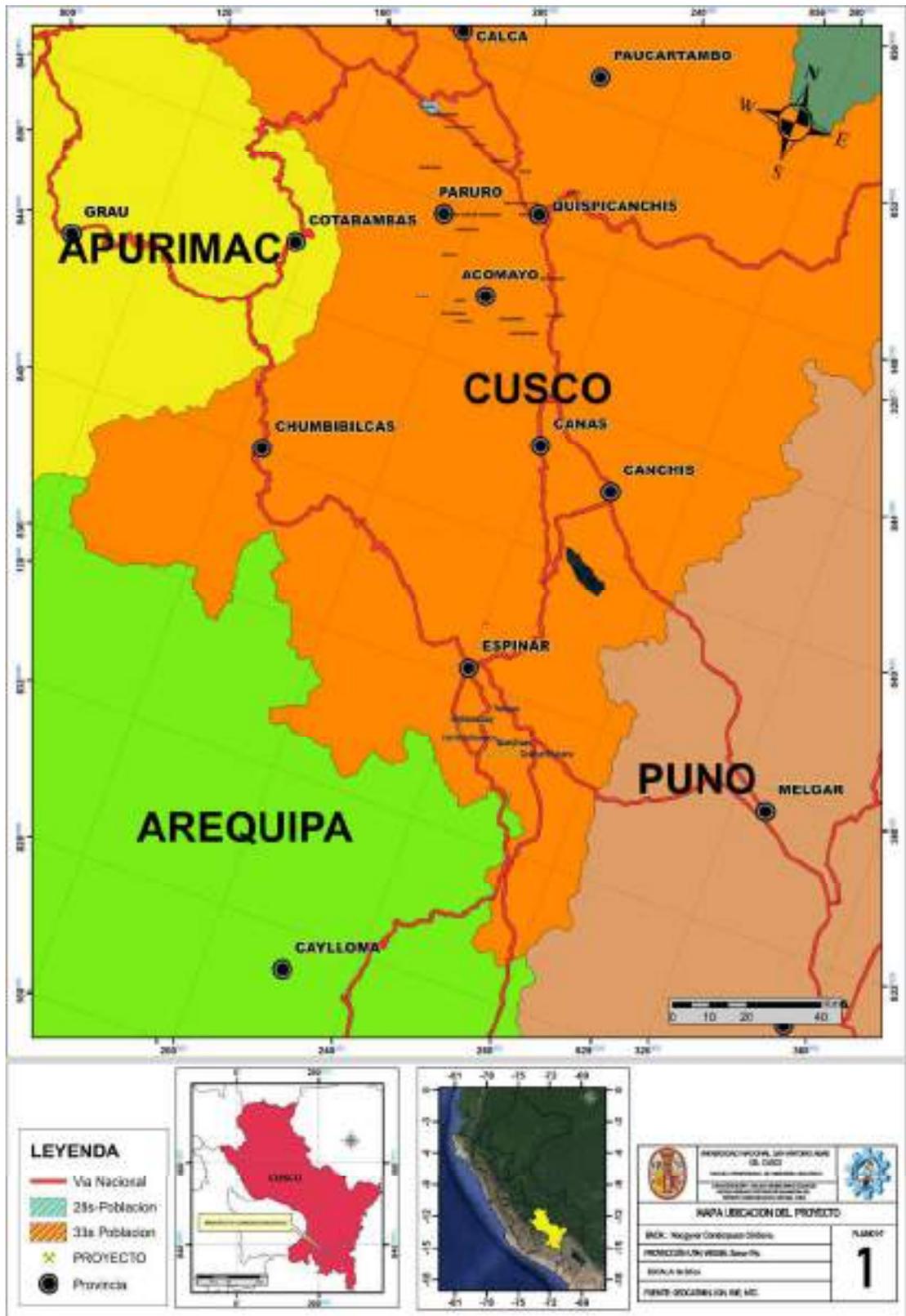
Tabla 13. Accesibilidad a la zona de proyecto (Fuente: Propia).

RUTA	VIA AÉREA	VIA TERRESTRE	DISTANCIA
1	Lima - Arequipa	Arequipa Imata (vía asfaltada) - Condorama - Tintaya -	Lima - Arequipa (275 km)
			Arequipa - Cusco (260 km)
2	Lima - Cusco	Cusco - Sicuani (vía asfaltada) - Espinar - Tintaya - Coroccohuayco	Lima - Cusco (280 km)
			Cusco - Coroccohuayco (130 km)

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente plano 1, se muestra la ubicación y accesibilidad a la zona de proyecto:

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCOCHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 1. Ubicación del proyecto.

CAPITULO II

GEOMORFOLOGÍA

2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

2.1.1. ALTIPLANICIE (*Alt*)

La unidad geomorfológica Altiplanicie (Ap) es reconocida La pequeña planicie Yauri lo representa y se encuentra principalmente en el cuadrángulo 30-T de Yauri. En general, cuenta con una extensión considerable que se ha desarrollado sobre altitudes que oscilan entre los 3900 y 4000 metros sobre el nivel del mar, y su superficie es bastante ondulante, lo que ocasionalmente presenta cauces de ríos deshabitados. Sobre esta superficie, los ríos actuales forman meandros. (De La Cruz, 1995)

2.1.2. CERROS (*Cr*)

Esta unidad geomorfológica se encuentra ampliamente difundida y su extensión se encuentra desarrollada sobre altitudes que oscilan los 4000 y 5400 m.s.n.m. Además, la acción geodinámica de las quebradas en las partes altas es muy activa.

Los cerros o colinas, desde la base hasta la cima, generalmente no superan los 100 metros. En los flancos de los cerros se pueden observar geoformas residuales formadas por morrenas expuestas, así como restos de la acción glaciaria que ha creado valles típicos en "U". Los ríos Velille y Apurímac constituyen la mayor parte del sistema de drenaje en los cuadrángulos de Yauri y Velille. (De La Cruz, 1995)

2.1.3. VALLES (*Va*)

Unidad geomorfológica que Las geoformas están influenciadas activamente por los fenómenos de geodinámica externa, lo que las hace bastante inestables, con pendientes abruptas

que tienden a desarrollar valles más profundos en forma de "V", como en el caso del río Velille.. (De la Cruz et al., 1995).

Es posible reconocer valles fluvio-glaciares de poca relevancia en la zona de estudio.

2.1.4. MONTAÑAS (Mn)

La región de estudio se caracteriza por un relieve con pendientes pronunciadas que crea una topografía abrupta y accidentada. (De la Cruz et al., 1995).

2.1.5. LOMADAS (Lm)

La unidad geomorfológica conocida como "Cerros" se compone de promontorios aislados o contiguos que se desarrollan al pie de la unidad. Su superficie presenta formas suavemente onduladas y sus altitudes oscilan entre los 4000 y 4200 metros sobre el nivel del mar. Además, tiene laderas suaves con pendientes y una litología arcillo-arenosa que se utiliza en la agricultura. (De la Cruz et al., 1995).

2.2. GEOMORFOLOGÍA LOCAL

El relieve topográfico de la zona de trabajo esta expresado por colinas de topografía suave con valles muy abiertos.



Foto 8. Vista de NE a SO del proyecto Coroccohuayco donde se observa las colinas de relieve suave.
Fuente: Elaboración propia

Las áreas de relieve suave, lo conforman los sedimentos fluvioglaciares, así como diversas fases de intrusión, mientras que, las superficies de morfología abrupta a semi-abrupta, están constituidos por areniscas (Fm. Hualhuani) y calizas (Fm. Arcurquina), esta morfología se presenta en el sector O y NO de Coroccohuayco.



Foto 9. Vista de un cerro con afloramiento local de las rocas calizas; al Sur de la quebrada Quiscacampanilla.

Fuente: Elaboración propia

También, parte de la morfología lo constituyen las quebradas poco profundas cuyos flancos presentan relieve suave que obedece a la presencia mayormente de rocas intrusivas como monzonitas, dioritas y en partes sobresalientes calizas.

En la parte suroeste se exponen cumbres de cerros algo elevados, pero aún de topografía suave, al Noroeste y en la periferia de la zona de trabajo, se tiene exposición de cuarcitas y calizas con farallones producto de plegamientos y fallamientos



Foto 10. Quebrada Pichacane con sección transversal en V; con afloramientos de rocas calcáreas, en el sector Sur Oeste del cerro Chapi.

Fuente: Elaboración propia

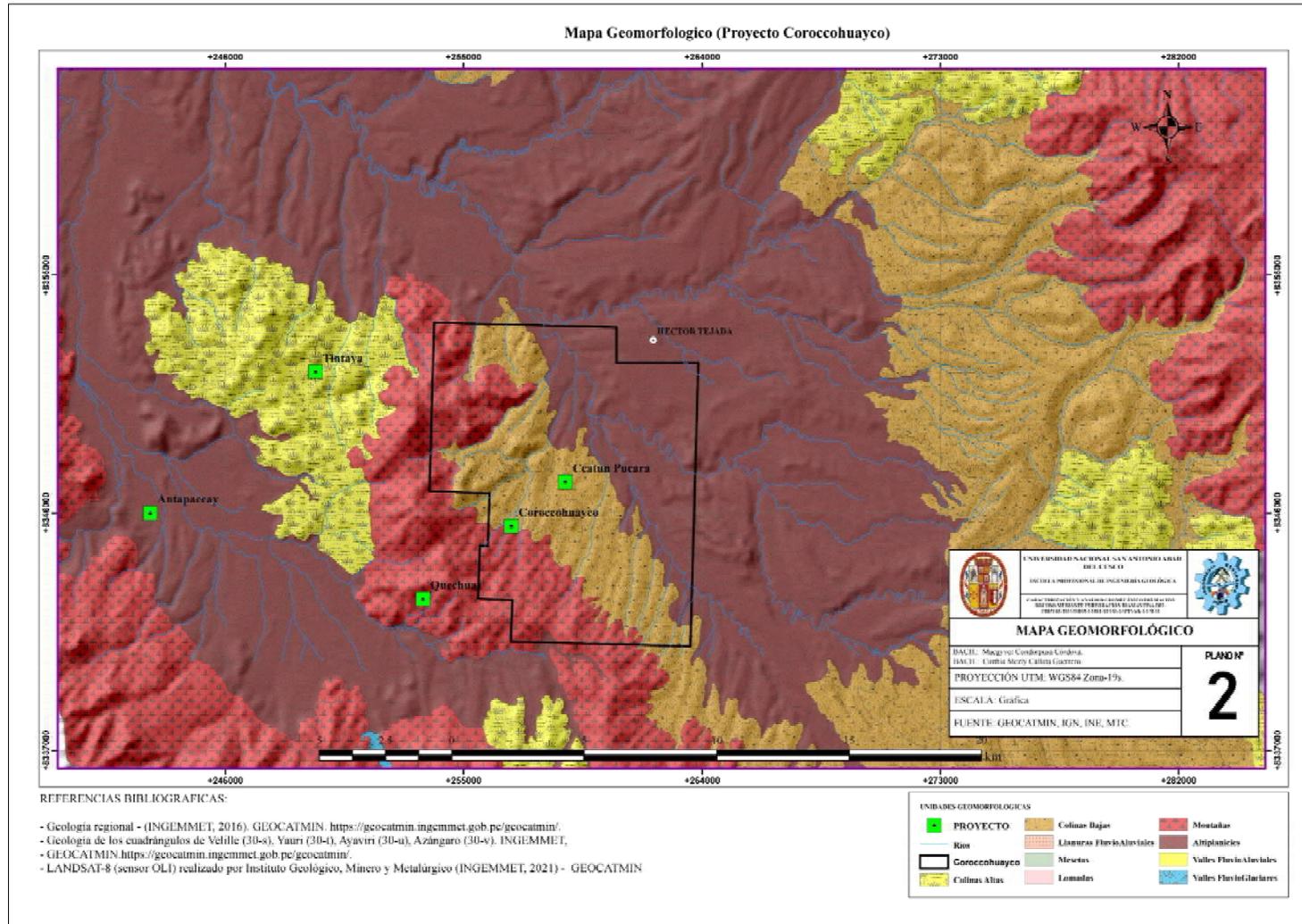
Los principales drenajes o quebradas que hay en el área tienen una dirección casi SO – NE, todos ellos con flujos de agua estacional que confluyen hacia una quebrada principal que es un afluente del Río Salado. En algunas quebradas existen zonas de bofedal con presencia de agua también estacional.



Foto 11. Vista de la quebrada Chacamayo con sección transversal en U, al fondo con bofedales y drenaje.

Fuente: Elaboración propia

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCOCHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 2. Mapa Geomorfológico

CAPITULO III

GEOLOGÍA

3.1. GEOLOGÍA REGIONAL¹

El proyecto Coroccohuayco, se encuentra dentro del cinturón de cobre Andahuaylas-Yauri, comprende una cuenca sedimentaria mesozoica que se extiende por más de 300 km entre Andahuaylas (en el noroeste) y Yauri (en el sureste). La columna estratigráfica está representada por una serie de esquistos paleozoicos en la base, superpuestos por una secuencia transgresora de sedimentos cretáceos marinos y lacustres, incluidas las formaciones Soraya, Mara y Ferrobamba.

Secuencias gruesas de rocas volcánicas ocurren al noroeste del distrito de Tintaya, lo que sugiere que la secuencia sedimentaria se depositó en una cuenca marginal de arco posterior. Los sedimentos del Cretáceo son introducidos por rocas ígneas del oligoceno tardío a medio oligoceno del batolito de Abancay. Las lavas volcánicas y piroclásticos del Terciario tardío al Holoceno se superponen inconforme al cinturón de Andahuaylas - Yauri al oeste. Los sedimentos continentales del plioceno depositados dentro de la cuenca interandina o el Altiplano también se superponen de manera inconformable a los sedimentos marinos del Cretácico.

El cinturón Andahuaylas-Yauri alberga varios depósitos importantes de skarn cálcico de cobre y hierro menor, incluidos Chalcobamba, Ferrobamba y Charcas (conocidos colectivamente como Las Bambas), Katanga y Tintaya. Dentro del distrito inmediato de Tintaya hay una serie de

¹ **Extraído de:**

De La Cruz N, (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro*. Lima, Perú: INGEMMET.

Recuperado de:

repositorio.ingemet.gob.pe/handle/20.500.12544/179

depósitos no desarrollados, incluidos los depósitos de skarn de cobre Antapaccay y Ccatun Pucara y el depósito de pórfido de cobre quechuas, además de Coroccohuayco.

3.1.1. ESTRATIGRAFÍA

La caliza de Ferrobamba se encuentran en el área de Coroccohuayco y se ajusta a las lutitas y limolitas de la formación Mara. Las rocas sedimentarias se plegaron en una serie de anticlinales abiertas y sinclinales que se sumergen poco a poco hacia el suroeste. Este paquete sedimentario ha sido introducido por stocks y plutones de alto nivel del batolito Andahuaylas-Yauri Eoceno-Oligoceno que comprende múltiples fases magmáticas. Los eventos tectónicos que han tenido influencia en la formación de las estructuras en la región Andahuaylas-Yauri han sido:

3.1.1.1. FORMACIÓN YAURI

La mayoría de la formación Yauri se compone de tobas areniscosas y conglomerados lenticulares de los ríos. En general, las tobas son de color gris blanquecino y se han depositado en capas delgadas que muestran estructuras de slumping. Sobre estas estructuras, la secuencia tobácea continua típica está intercalada con varios niveles de caliza cerca del tope de la formación. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.2. GRUPO BARROSO

Se presentan dos fases del grupo barroso que han permitido el emplazamiento y así poder diferenciar dos formaciones que son:

3.1.1.2.1. FORMACIÓN CASANUMA

La formación Casanuma se compone de flujos lávicos y algunos flujos tobaceos. Siguiendo las secuencias de tobas Huaycha, se encuentran flujos de lava afanítica gris negro con disyunción en forma de lajas o lajar, donde se intercalaban con tobas blanquesinas. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.2.2. FORMACIÓN HUAYCHA

Presenta una secuencia gruesa de tobas brechozas, tobas líticas y cineritas. Estas tobas que se presentan poseen castos de andesitas sub redondeados, la variedad de tobas que se presentan son toba riolítica, toba dacítica, toba limolítica de grano fino y presencia de aglomerado brechoide en matriz piroclástica areniscosa. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.3. FORMACIÓN ARCURQUINA

La formación arcurquina se compone de afloramientos de caliza gris de gran tamaño, así como de caliza de color blanquecino y azulino, que tienen un espesor inferior en un metro y se distinguen por tener venillas entrecruzadas de calcita. Además, las calizas están recristalizadas y marmolizadas con manchas verdosas de óxidos de cobre. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.4. FORMACION MURCO

La formación murco presenta esencialmente areniscas de color marrón rojizo en estratos de grosor mediano y limoarcilloso rojizos algo abigarrados. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.5. GRUPO YURA

En la zona de estudio, la formación de Hualhuani expone al grupo yura, que se extiende en el sector este del cuadrángulo de Yauri y se encuentra estructuralmente obliterado por el intrusivo diorítico, granodiorítico del batolito. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.6. FORMACIÓN HUALHUANI

La formación hualhuani se compone de areniscas cuarzosas blanquecinas de grano medio a grueso con clastos subredondeados de cuarcitas estructuralmente obliteradas y redondeadas como el Batolito Andahuaylas - Yauri de composición diorítica/granodiorítica. (De La Cruz, 1995)

3.1.1.7. ROCAS INTRUSIVAS

Las rocas intrusivas que se encuentran en la región del proyecto son cuerpos ígneos plutónicos menores que generalmente se encuentran formando cuerpos pequeños aislados. Los cuerpos más extensos se encuentran cerca de lo que fue la mina Tintaya y al noreste del cuadrángulo de Yauri. Se pueden distinguir rocas plutónicas de la familia de las dioritas, granodioritas monzonitas que se encuentran en la parte occidental (cuadrángulo de Yauri) por su composición. Se calcula la edad de emplazamiento entre el Cretáceo superior y el Neógeno. (De La Cruz, 1995)

3.2. GEOLOGÍA LOCAL

3.2.1. ESTRATIGRAFÍA LOCAL

Se compone principalmente de areniscas cuarzosas de la Formación Hualhuani/Soraya, que pertenece al Grupo Yura y es de edad Jurásico superior - Cretáceo Inferior. En esta formación se encuentran las facies pelíticas de la Formación Murco/Mara y las facies calcáreas de la Formación Arcurquina/Ferrobamba del Cretáceo Superior, así como las secuencias volcanoclásticas del Paleoceno y Mioceno, con la Formación Casanuma y la secuencia lacustrina de origen volcánico de la Formación Yauri del Mioceno – Plioceno, en la parte superior de la columna estratigráfica se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios recientes.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

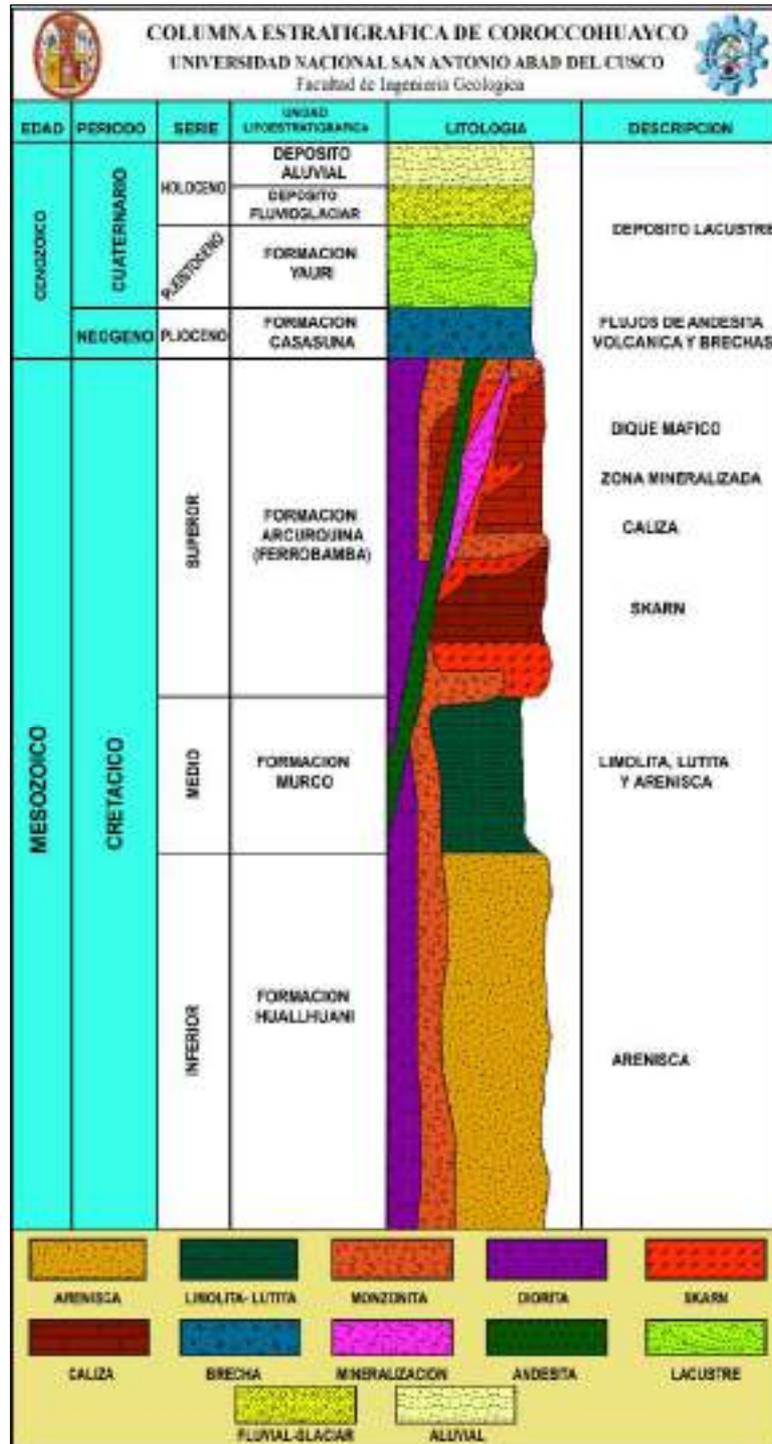


Figura 15. Columna estratigráfica.

Fuente: Kierran C. Maher “GEOLOGY OF THE CU-SKARN AT COROCCOHUAYCO, PERU”

3.2.1.1. MESOZOICO

3.2.1.1.1. GRUPO YURA

FORMACIÓN HUALHUANI

La mayor exposición de la secuencia sedimentaria se encuentra al sur de lo que fue la mina Tintaya, en los cerros Ccatun, Ccoime y Llallahua. Ccatun está formado por una secuencia regular de cuarcitas de color blanco amarillento, grano medio a fino, en la parte media muestra un horizonte de 100 m. con intercalación de estratos delgados de arenisca cuarzosa de color gris a negra con capas de lutita. Al oeste del cerro Llallahua la Formación Hualhuani está enteramente constituida por estratos delgados de cuarcita blanquecina con intercalación de areniscas cuarzosas con tonalidades grises con lutitas en la base de la secuencia, conforman un espesor aproximado de 320 metros. (De La Cruz, 1995).



Foto 12. Secuencia de areniscas y lutitas, sondaje COI - 149. (Fuente: Confidencial).

Fuente: Confidencial.

3.2.1.1.2. FORMACIÓN MURCO-MARA

Secuencia sedimentaria compuesta por una sucesión delgada (50 m – 80 m) de arenisca arcosa, lutita y limolita rojiza a negra, rica en material orgánico, friable, bituminoso, frágil a resistencia y fracturamiento moderado, con pirita diseminada por zonas, dispuesta en estratos delgados plegados de moderada a fuerte intensidad. En los contactos con pulsos intrusivos ígneos esta secuencia se silicifica, en algunas zonas se metasomatiza hasta convertirse en hornfels (Bernabé et al. 2008).

Su contacto es fallado o concordante con la Formación Hualhuani y poco discordante con la Formación Ferrobamba. No se ha logrado ubicar fósiles en la zona.



Foto 13. Presencia de Hornfels, sondaje COUG-02.

Fuente: Confidencial.

3.2.1.1.3. FORMACIÓN ARCURQUINA-FERROBAMBA

Se trata de una secuencia calcárea donde la mayoría de sus afloramientos están formados por calizas gris azulinas cuyos estratos son menores a un metro de espesor y se caracterizan por presentar venillas entrecruzadas de calcita; además, las calizas están recristalizadas y marmolizadas y tiene manchas verdosas por la presencia de óxidos de cobre. Los afloramientos de caliza se encuentran en la zona del proyecto cerca a las inmediaciones de los yacimientos de Tintaya, Atalaya, y Coroccohuayco. Existe intercalación de calizas grises con margas gris amarillentas se encuentran fuertemente plegadas. Tienen un espesor aproximado de 180 metros.

(De La Cruz, 1995)



Foto 14. Presencia de caliza gris, sondaje COI-70.

Fuente: Confidencial.

3.2.1.2. CENOZOICO

3.2.1.2.1. INTRUSIVOS TERCIARIOS

Unidad litológica de gran importancia para el proyecto, junto con las calizas de la Formación Arcurquina - Ferrobamba. Contiene stocks de composición diorítica, monzodiorítica, con algunos sills de granodiorita. Las rocas de composición intermedia suelen cortar a las rocas de composición máfica, por lo que se observa a las monzonitas y granodioritas cortando a tonalitas y dioritas. Las rocas son de color gris verdoso a pardo rosáceo, leucócratas a mesócratas, de grano porfirítico a fanerítico, con abundantes cristales de plagioclasas, hornblenda y ferromagnesianos. En las zonas de contacto con las rocas sedimentarias, la roca es microcristalina, con una textura afanítica. El metamorfismo ha ocasionado recristalización, marmolización y silicificación que además con la circulación de fluidos hidrotermales, ha ocasionado que los afloramientos se presenten en estadios con diferentes grados de alteración hidrotermal, de acuerdo a su cercanía o lejanía a la zona del proyecto.

Se infiere que el batolito comenzó a manifestarse y emplazarse desde finales del Paleoceno hasta el Oligoceno (Rodríguez, 2019).

En la siguiente foto podemos observar como la Monzonita (de 137.05 a 138.55) intruye a la Diorita.



Foto 15. Monzonita intruyendo a la Diorita, Sondaje COTN-06.

3.2.1.2.2. FORMACIÓN CASANUMA

Litológicamente contiene flujos lávicos de composición andesítica - dacítica que se intercalan con flujos tobáceos de composición riolítica - dacítica con textura porfírica - afanítica. Además, tiene una tonalidad que va del gris verdoso al gris pardo oscuro, posee una meteorización moderada a muy fracturada. También existen afloramientos al oeste de la zona Antapaccay-Tintaya y al sur de la Zona Coroccohuayco, por el cerro Quinsa - Puquio. Por estar considerada dentro del Grupo Barroso, se le asigna una edad del Plioceno – Pleistoceno inferior.



Foto 16. Presencia de dacita porfirítica, sondaje COUG-01.

Fuente: Confidencial.

3.2.1.2.3. FORMACIÓN YAURI

La Cuenca Yauri en su parte inferior se interstratifica con la Formación Pampa Garzas. Basándose en los microfósiles determinativos que contiene la formación Yauri, Audebaud (1973) describió estos sedimentos como depósitos lacustrinos de la Cuenca Yauri, posteriormente Klinck, B.A. et al (op. cit) lo categorizó como formación. Los sedimentos lacustrinos ocupan aproximadamente el 40% del área total del cuadrángulo de Yauri y parte del cuadrángulo de Velille, están delimitados por rocas preexistentes que corresponden a los grupos Tacaza, Puno, y Barroso.

Esta formación está constituida principalmente por toba areniscosa y conglomerado lenticular fluvial. Generalmente, las tobas son de color gris blanquecino y se han depositado en capas delgadas que exponen estructuras de slumping, sobre estas estructuras la secuencia tobácea continúa normal, pero cerca al tope de la formación están intercaladas con varios niveles de caliza. El piso está en discordancia angular con la formación Casa Blanca por lo que la base puede sobreyacer indistintamente a tobas o a estratos conglomerádicos. La edad de la formación Yauri se asigna tentativamente al Pleistoceno y se correlacionaría con las cuencas lagunares del distrito de Polobaya (Arequipa), Aricota (Moquegua, Tacna) y Huamanga (Ayacucho) (De La Cruz et al., 1995).



Foto 17. Presencia de tobas y estratos conglomerádicos, sondeo COUG-01.

Fuente: Confidencial.

3.2.1.2.4. SECUENCIA VOLCÁNICA

En esta secuencia se diferencian dos volcánicos, el primero es de depósito de material compuesto por flujos piroclásticos de pómez y cenizas con líticos monomícticos - porfiríticos de color gris violáceo; los que presentan un espesor estimado de 150 m. La segunda secuencia está conformada por depósitos de flujos de lava porfiríticas con cristales de plagioclasa y anfíboles de coloración gris oscura; los que presentan un espesor aproximado de 100 m (De la Cruz et al, 1995).



Foto 18. Presencia de andesita, sondaje CHAP48-B.

Fuente: Confidencial.

3.2.1.2.5. DEPOSITOS FLUVIO - ALUVIALES

Estos depósitos se encuentran distribuidos por el proyecto Coroccohuayco, formando amplias terrazas que se distribuyen en la zona Antapaccay-Tintaya en las áreas donde se

encuentran los ríos Cañipía, Choco, Huinimayo y Huilcarani; así como en las quebradas Cotimayo y Ccatun mayo.

Son materiales que han sido transportados y depositados por acción de esorrentías, compuesto por gravas de matriz areno-limosa, con color cuya tonalidad va del gris claro a oscuro y marrón, sueltos a compactos, húmedos a saturados, de baja plasticidad baja en zonas donde existe mayor cantidad finos. Suelen formar terrazas en una o ambas márgenes de los cauces de ríos, con espesores de hasta 40 m.

3.2.1.2.6. DEPOSITOS COLUVIALES

De corta extensión, compuesta por una mezcla de bloques, cantos y grava angulosa a sub angulosa, de naturaleza ígnea, samítico – pelítica y calcárea, rodeado por una matriz arenosa con bajo contenidos de limo. Presenta bloques aislados que pueden medir hasta 3 m de diámetro. En la zona Corocchohuayco se presentan estos depósitos próximos a las quebradas Huacollo, Corocchohuayco, entre otras.

3.2.1.2.7. DEPOSITOS ALUVIALES

Comprende a las gravas pobremente gradadas, cuya matriz areno-limosa tiene tonalidades que van del color gris claro a oscuro y marrón. El porcentaje del material gravoso suele ser de 60% – 65%, las arenas están entre 30%– 35% y el material fino es menor al 5% del volumen total. Forma terrazas en una o ambas márgenes de los cauces de ríos, con espesores entre 1 m a más de 20 m. En la zona Corocchohuayco los depósitos se presentan en ambas márgenes de los cauces de los ríos Ocoruro y Salado.

3.2.2. ROCAS INTRUSIVAS

Corocchohuayco contiene varios intrusivos ígneos distintos, incluyendo diorita, monzonita, latita y andesita basáltica. las rocas de Corocchohuayco son muy similares mineralógicamente

similares a las de los depósitos de Tintaya, pero difieren por carecer de abundante cuarzo y contienen fenocristales de feldespato.

3.2.2.1. DIORITA

La diorita se superpone a la Formación Ferrobamba y al skarn. Los principales minerales constituyentes son hornblenda, plagioclasa zonada, magnetita y en menor medida a nivel local el cuarzo y piroxeno de menor importancia. El contenido máfico es bastante variable, con minerales máficos que van desde el 10-15 por ciento (leucodiorita) hasta >75 por ciento. La plagioclasa en la diorita está generalmente zonificada y es más o menos equitativa. Los fenocristales de feldespato alterados por clorita alcanzan localmente hasta 2 cm. La hornblenda en la diorita puede ser subhedral, pero es comúnmente poiquilítica y contiene pequeños granos euhedrales de plagioclasa. La magnetita es muy común (localmente >6%) y a menudo tiene un tono azulado en la luz reflejada. La titanita es poco común en las muestras frescas de diorita. Sin embargo, la alteración de los granos de hornblenda y magnetita-ilmenita produce titanita anhedral a euhedral observada en la muestra de mano. El circón se observa muy raramente. Los granos de cuarzo con inclusiones fluidas se encuentran como rellenos intersticiales posteriores a la plagioclasa o la hornblenda. (Kierran, Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú, 1999).



Foto 19. Presencia de Diorita, sondaje CORMP-02.

Fuente: Confidencial

3.2.2.2. MONZONITA

Numerosas rocas porfíricas intruyen la secuencia sedimentaria y la diorita. Al menos 7 subtipos de rocas ígneas porfídicas de composición monzonita a latita están presentes en Coroccohuayco. Algunos están genéticamente relacionados con el skarn y otros son probablemente posteriores y están relacionados con un evento de mineralización de Cu. Para fines de registro, estos subtipos se identifican por la mineralogía modal. (Kierran, Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú, 1999)

MONZONITA F-G-H

La "familia" de monzonitas F-G-H se distingue de otras intrusiones porfíricas en función de la abundancia relativa de fenocristales de hornblenda y biotita. Las designaciones específicas de los subtipos F, G y H se basan en las diferencias texturales entre rocas de composición y mineralogía similares. (J. Brooks, com. pers., 1999).



Foto 20. Presencia de Monzonita tipo F-G-H, sondaje COI-149.

Fuente: Confidencial.

MONZONITA B-Z

La familia de monzonitas B-Z está formada por rocas porfíricas que contienen minerales máficos, generalmente < 8 por ciento de modo, y se caracterizan por la biotita (hasta 2 mm) subigual a la hornblenda (2 mm) como fase fenocristalina. La titanita es generalmente tan

abundante como la magnetita y puede tener una macla bien desarrollada. La Z se diferencia de la B por contener fenocristales de feldespato. Estos fenocristales son mayoritariamente euhedrales, pueden alcanzar los 8mm, y pueden contener minerales euhedrales incluidos (hornblenda, plagioclasa). (Kierran, Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú, 1999)



Foto 21. Presencia de Monzonita tipo B-Z, sondaje COTN-02.

Fuente: Confidencial.

LATITA

La latita en Coroccohuayco es una roca intrusiva porfídica que carece de fenocristales de biotita y contiene hornblenda y magnetita de grano fino. El aspecto general y la textura son similares a la monzonita, pero la mineralogía es ligeramente diferente. Los fenocristales de plagioclasa tienen una distribución de tamaño de grano entre bimodal y seriada y tienen forma

euهدral y tabular que va de 0,5 a 5 mm. Esta textura es similar a la textura fenocristalina seriada de la monzonita Z. La biotita está ausente en la muestra de mano. La hornblenda suele estar alterada a clorita. La piritita puede estar diseminada en la matriz o en lugares máficos. La titanita es menos abundante que en las monzonitas. Los fenocristales de feldespato están localmente presentes, pero son menores. La alteración albítica es relativamente menor comparada con la desarrollada en las monzonitas. La matriz suele ser rosada y fresca. De las rocas ígneas de las que se dispone de datos analíticos, la latita es la de mayor composición en sílice. La latita es posterior a la alteración y mineralización del skarn. (Kierran, Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú, 1999)



Foto 22. Intrusión de Latita, sondaje COEX-09G.

Fuente: Confidencial

ANDESITA BASALTICA

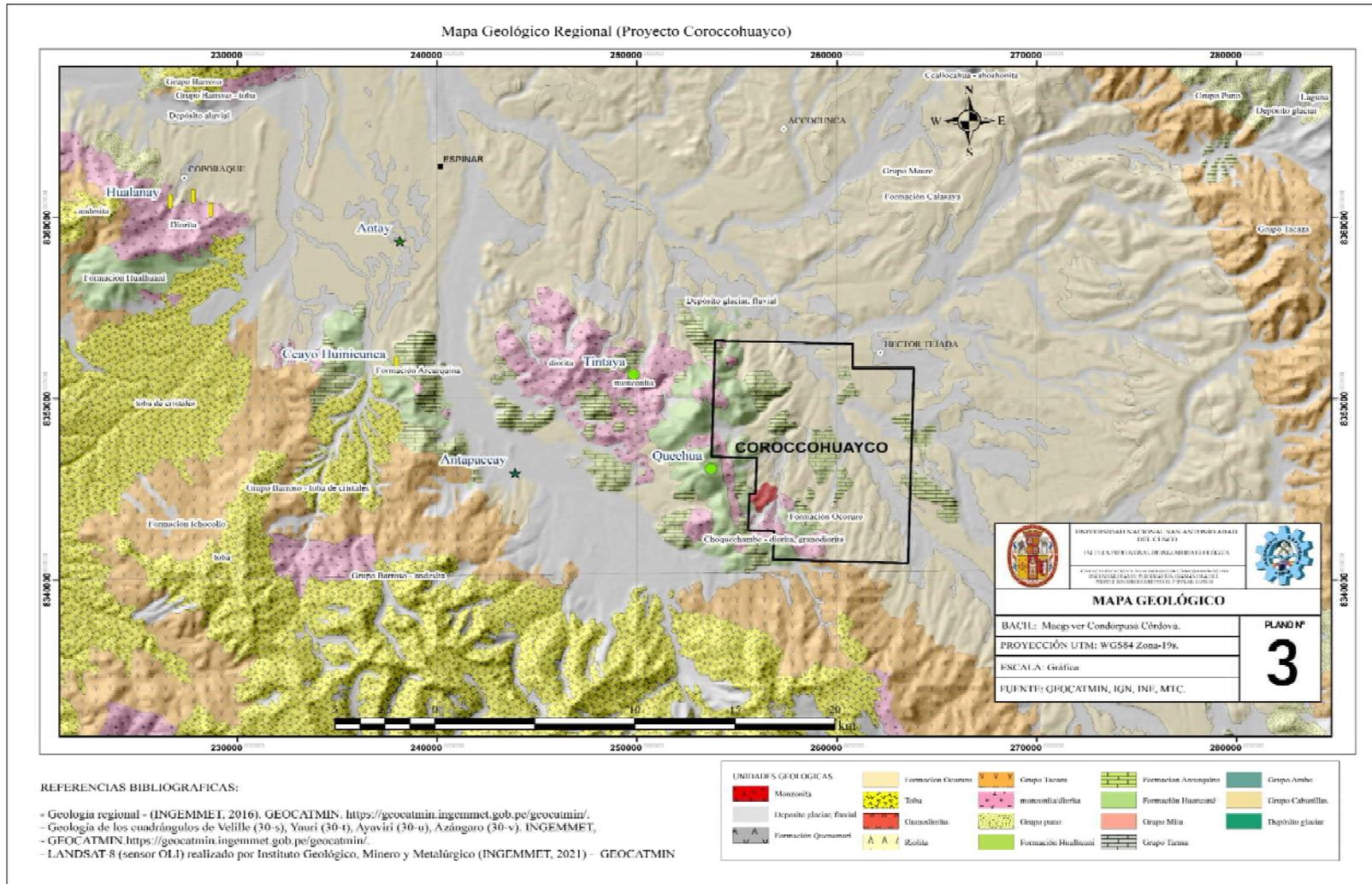
La andesita basáltica es una roca de grano fino de color verde grisáceo oscuro con una textura porfídica compuesta por fenocristales de clinopiroxeno. Los amígdulos son localmente abundantes, con rellenos de calcedonia, calcita o zeolitas. La matriz de la andesita basáltica contiene pequeños listones de plagioclasa, magnetita de grano fino y vidrio marrón verdoso. La andesita basáltica está generalmente cloritizada o argilizada y se encuentra en zonas argilizadas. La andesita basáltica corta a otras rocas ígneas y es ciertamente post skarn ya que contiene xenolitos de skarn de granate. Los fenocristales de piroxeno contienen abundantes inclusiones de fluido/fusión con halita. (Kierran, Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú, 1999)



Foto 23. Intrusión de Andesita, sondaje CROMP-02.

Fuente: Confidencial.

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 3. Mapa Geológico Regional.

3.2.3. MINERALIZACIÓN²

La mineralización está asociada a los sulfuros de cobre por la cual se presenta de la siguiente manera:

La mineralización de cobre se produce tanto en el skarn de piroxeno como en el de granate, y en la monzonita Z. Otras rocas ígneas están mineralizadas, pero normalmente no son de portadores de mineral (excepto en ciertas áreas de la diorita, y la monzonita B). La mineralización de Cu es rica en calcopirita-bornita en skarn de granate con sulfuros intermedios de Cu-Fe de composición cercana a la calcosina. La pirita es generalmente rara en el skarn de granate y suele estar asociada a vetas/difusiones de hematita-calcopirita en el skarn anterior cortado por la monzonita Z. Es más común diseminada en yacimientos máficos en diorita, monzonitas, latita y en caliza o mármol. Como se ha mencionado anteriormente, la pirita también se encuentra en el skarn de granate. La molibdenita está generalmente confinada en La mineralización de cobre tiende a mostrar una débil zonación. La alteración dominante de calcosina también se forma más distal al granate masivo. Por lo tanto, la zonación general es calcosina → bornita → calcopirita, mineralización dominante desde el skarn de granate distal hacia el skarn de granate proximal.

Las rocas ígneas están generalmente dominadas por la mineralización de calcopirita diseminada o controlada por vetas (\pm pirita, molibdenita). La diorita puede albergar vetas de bornita-calcopirita-magnetita. Las vetas masivas de bornita-calcocita-calcopirita-cuarzo ocurren localmente en la monzonita Z, con grados que alcanzan el 30% de Cu. Todos los tipos de roca

² Extraído de:

Kierran M, (2010) *Skarn alteration and mineralization at Coroccohuayco, Tintaya district, Perú*. Washington, Estado Unidos de América: Society of Economic Geologists.

Recuperado de:

<https://pubs.geoscienceworld.org/segweb/economicgeology/article/abstract/105/2/263/128174/Skarn-Alteration-and-Mineralization-at>

albergan mineralización de calcopirita controlada por vetas. Parte de esta mineralización de vetas, que corta tanto piroxeno como granate, está asociada a vetas de cuarzo laminar, también presentes en las intrusiones de monzonita Z y probablemente originadas por ellas. El skarn de granate debajo de la monzonita Z es de muy alta ley. Sin embargo, esta mineralización de alta ley se debe a las vetas de calcopirita probablemente relacionadas con las vetas de bornita-calcocita-cuarzo de alta ley en la monzonita Z, en lugar de la típica mineralización de sulfuro intersticial en el skarn de granate.

La calcopirita diseminada aparece como parches intersticiales en el skarn masivo de granate de color rojo-marrón a marrón, en el que suele ser el sulfuro dominante. También es común con bornita en parches de bornita en granate verdoso. La calcopirita puede tener diferentes tonalidades del color típico de la calcopirita en la misma muestra. Cuando está asociada con bornita, la calcopirita puede tener un ligero tono anaranjado.

La bornita es el sulfuro de Cu-Fe dominante en el granate de color marrón a verde (\pm bordes marrones rojizo). La calcopirita, la calcosina y otros sulfuros de Cu-Fe intercalados suelen aparecer en los granos de bornita, con algunas texturas bien desarrolladas (que se comentan más adelante). El granate verde tiende a tener una mayor porosidad intersticial que puede estar rellena de ganga o sustituida por sulfuros. Cuando esta porosidad está rellena de sulfuros de Cu-Fe, el grado de Cu tiende a ser relativamente alto (>5% de Cu).

La covellita se presenta como pequeños granos monominerales en rocas que contienen abundante calcopirita, o como manchas en los bordes de la calcopirita, o menos comúnmente bornita. La covellita es menos común que otros sulfuros, y generalmente no se observa en las mismas muestras que la calcocita. La calcosina aparece principalmente con bornita.

El skarn de piroxeno alberga mineralización diseminada de bornita-calcopirita, que generalmente es de menor grado que la mineralización en el skarn de granate. Las menores leyes de Cu en el skarn de piroxeno se deben probablemente a la menor porosidad remanente disponible para la posterior sustitución de sulfuros.

Los minerales supergénicos de óxido de Cu son generalmente menores y tienden a aparecer a menos de 100 m de profundidad de la superficie en la masa de diorita. La alteración supergénica está generalmente confinada a fracturas y fallas dentro de la diorita y los óxidos de Fe-hidrógenos son comunes a lo largo de las fracturas. Ni los óxidos de Cu ni los hidróxidos de Fe se encuentran en el skarn por debajo de la diorita. Mientras que el mineral de óxido de Cu es abundante en Tintaya, en Coroccohuayco la mayor parte de la mineralización de óxido de Cu no llega por debajo de los 100 metros, lo que todavía está bien dentro de la diorita.



Foto 24. Skarn en sondaje COUG-14, de 157.20m a 167.55m.

Fuente: Confidencial.



Foto 25. Skarn en sondaje COUG-14, de 157.20m a 167.55m.

Fuente: Confidencial.

En la foto 18 y 19 del sondaje COUG-14, se puede observar una secuencia de la presencia del skarn y endoeskarn en diorita, que lo podemos analizar por tramos de la siguiente manera:

- **Tramo 157.20 a 159.75:** Diorita de grano fino – medio, textura equigranular, alteración propílica con epidota, cuarzo, calcita y clorita; en la matriz al piso se observa un halo de endoskarn menor a 0.6 m. con cantidades mínimas de pirita y calcopirita.
- **Tramo 159.75 a 163.40:** Skarn Magnetita –Granate y piroxenos.
- **Tramo 163.40 a 167.55:** EndoSkarn en Pórfido Monzonítico, pervasiva con piroxenos y epidotas en partes con cuarzo, calcita y clorita con cantidades mínimas de calcopirita en venillas.
- **Tramo 167.55 a 169.70:** Skarn de Granate, magnetita, piroxenos con cuarzo, calcita, clorita y calcopirita en trazas.
- **Tramo 169.70 a 174.05:** Endoskarn en Pórfido monzonítico presenta partes granates, epidota con cuarzo, calcita y clorita con cantidades mínimas de calcopirita diseminada y oxido de fierro en fracturas.

- **Tramo 174.05 a 175.45:** Porfido MZ HB, alteración propílica con epidota, cuarzo, calcita y clorita con anortita por tramos con cantidades mínimas de calcopirita en diseminados y vetas asociadas a Epidota en trazas de Bornita.

3.2.4. ALTERACIÓN

Mármol calcáreo-silíceo

Las calizas más alteradas contienen minerales de calcosilicato de grano muy fino diseminados en la roca. La roca con esta débil silicatación se denomina "mármol de calcosilicato".

El mármol de calcosilicato es una roca de color blanco tostado a blanco anaranjado, similar a la caliza recristalizada, y suele contener un sulfuro de grano fino (casi siempre pirita, ocasionalmente calcopirita o bornita). Sin embargo, también puede consistir en bandas de calcosilicato de grano fino que cortan la caliza gris a blanqueada. Otros minerales presentes además del carbonato son piroxeno, wollastonita, anfíbol, flogopita, pequeños granos de cuarzo, calcedonia, albita, apatita, clorita, sericita, titanita, hematita de grano fino y sulfuros. El mármol calcosilicato representa una alteración de transición entre la caliza blanqueada y recristalizada y los hornfels/skarn de piroxeno.

Alteración y zonación del skarn

El tema de la zonificación del skarn ha sido discutido a fondo por Meinert (1993), Atkinson y Einaudi (1978), y una serie de otros trabajadores que han estudiado las ocurrencias del skarn. El modelo general de zonificación del skarn desarrollado por muchos trabajadores fue utilizado en el mapeo e interpretación del skarn en Coroccohuayco. El modelo sugiere que la mineralogía y el carácter del skarn cambian sistemáticamente con la distancia y el tiempo desde la fuente de fluido hidrotermal. En general, este modelo es exitoso cuando se evalúa un depósito a escala

bruta. Las desviaciones del modelo están en función de las complejidades locales de la geología del yacimiento, de la sobreimpresión del skarn con el tiempo y de las múltiples fuentes de fluidos en el área local.

En un sentido general, se han identificado dos áreas de alteración voluminosa (proximal) de skarn de granate y de mineralización de Cu de alta ley.

El granate en el skarn proximal es de textura masiva a granular. El granate más masivo es generalmente de color marrón a marrón rojizo.

Zonación lateral del skarn

Las características generales descritas anteriormente para la alteración de calcosilicato sugieren que el skarn está zonificado lateralmente de granate a piroxeno a mármol de calcosilicato y finalmente a caliza inalterada lateralmente lejos de las dos áreas de skarn proximal. La proximidad del skarn cerca del contacto Ferrobamba-Mara sugiere que el fluido hidrotermal reaccionó con el carbonato tan pronto como se alcanzó. Las variaciones de permeabilidad dentro de la Formación Ferrobamba pueden haber determinado la distancia que recorrieron los fluidos del skarn y el carácter de la alteración.

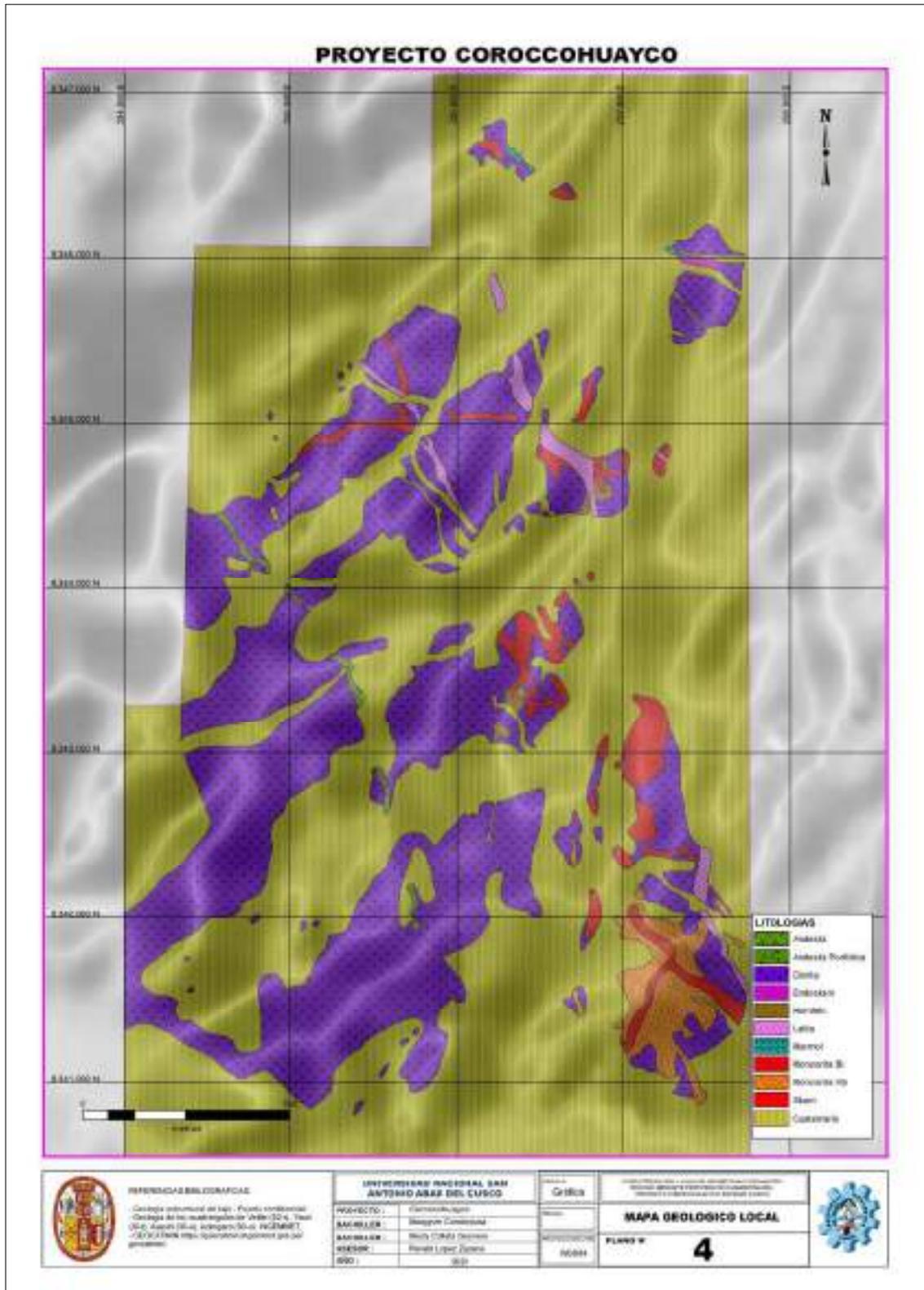
La abundancia de diques de monzonita Z tiende a oscurecer las tendencias de la zonación del skarn, Sin embargo, el skarn de granate alrededor de estas intrusiones tiende a ser menos masivo y menos de color marrón rojizo, con piroxeno comúnmente adyacente a los contactos.

El skarn tampoco está claramente zonificado a gran escala en relación con los fuertes diques alterados de endoskarn (considerados como monzonita F). Localmente el skarn puede estar zonificado en relación con este endoskarn. El endoskarn de la monzonita F no siempre está en contacto con el skarn granate proximal, o incluso con la alteración dominante del granate. La "exposición" de los núcleos de perforación no es generalmente concluyente sobre estas

relaciones de contacto y la zonación del skarn. Los mayores diques de monzonita F en el lado oeste de la sección no están generalmente rodeados por una gran cantidad de skarn.

Zonación vertical del skarn

El skarn también muestra una zonación vertical bien desarrollada en mineralogía y carácter. Las secuencias verticales de zonación del color del granate son comunes dentro de la alteración dominante del granate. La variación vertical del color del granate, especialmente los bordes rojo-marrón sobre el granate verde, indican que se encuentran capas o secuencias zonificadas de skarn de granate más proximal dentro de los paquetes de alteración dominantes en el granate. La zonificación vertical del color de los granates también se observa dentro de capas individuales ricas en granate en el skarn de piroxeno o en el mármol de calcosilicato. La geometría de capas observada sugiere que los gradientes de temperatura y químicos deben haber sido complejos en Coroccohuayco.



Plano 4. Mapa Geológico Local.

3.3. GEOLOGÍA DEL TAJO (pit)

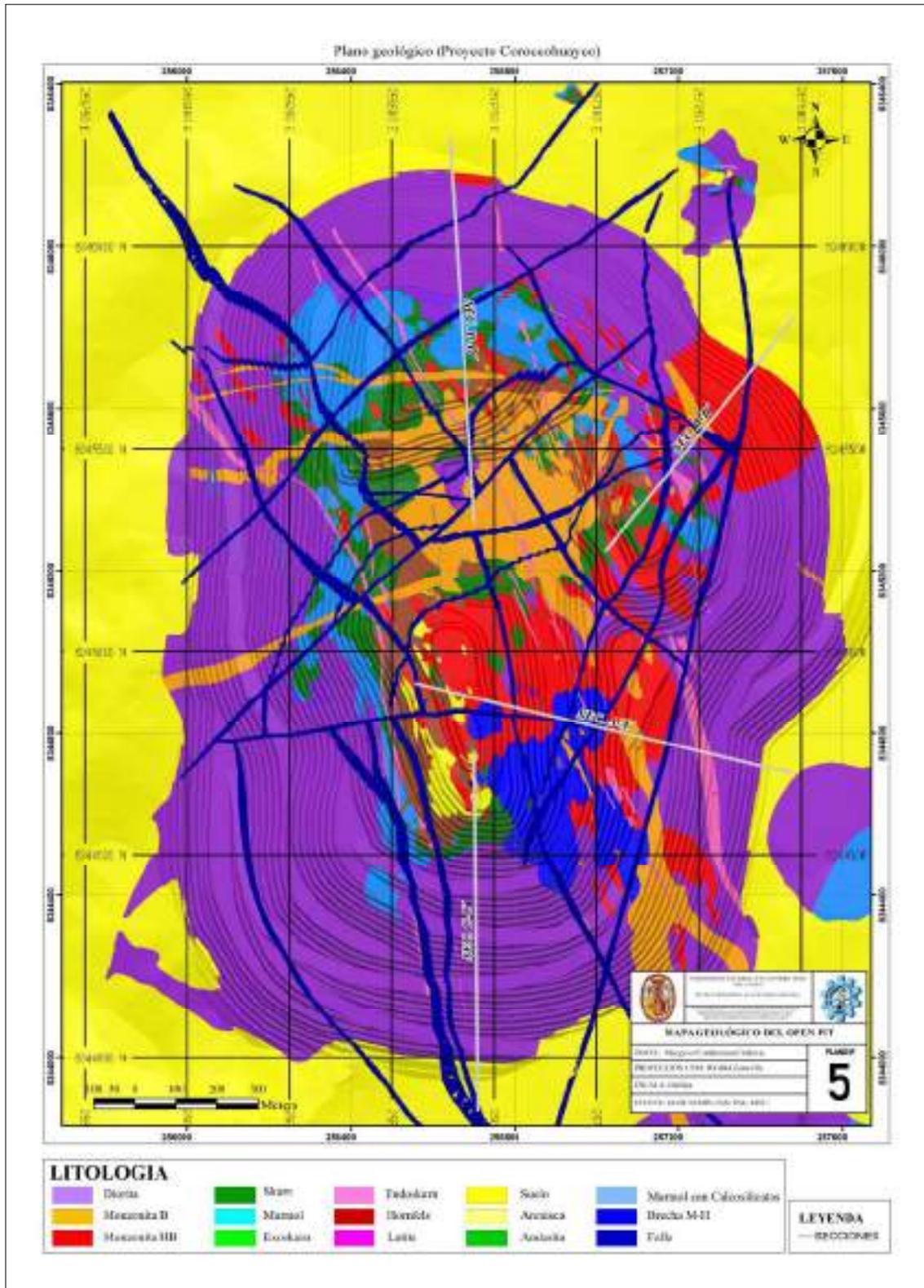
Coroccohuayco es un yacimiento pórfido - skarn de cobre, la geología está compuesta por capas sedimentarias con secuencias de caliza y lutita, donde interactúan cuerpos de diorita que sirven como una zona pre - mineral (roca hospedante), los siguientes eventos con rocas pórfido monzoníticas de zona intra mineral (rocas mineralizadas), están en contacto entre estas (sedimentarias e ígneas) y den origen a rocas metamórficas y por ende zonas de endoskarn y exoskarn, la mineralización básicamente se encuentra de forma diseminada como también alojados en contactos litológicos (mantos), en las imágenes se puede apreciar las secciones realizadas del yacimiento.

Tabla 14. Códigos litológicos usados en la mina Coroccohuayco.

Clasificación	Litología de Logueo	Código lito	
Cuaternario	Cobertura aluvial	99	
ROCAS IGNEAS	Post-Mineral	Andesita Basáltica	58
		Latita	56
	Intra-mineral	Monzonita Biotítico (MZB)	54
	Tardío	Stockwork Cuarzo en Monzonita Biotítico (MZB)	84
		Endoskarn en Monzonita Biotita (MZB)	64
	Intra-mineral	Brecha Magmato-Hidrotermal	78
		Monzonita Hornblenda Biotítica (MZB)	52
		Endoskarn Monzonita Hornblenda Biotita (MZHb)	62
		Stockwork Cuarzo en Monzonita Hornblenda Biotita (MZHb)	82
		Monzonita Hornblenda Biotita Porfírico (MZHBP)	53
	Pre-Mineral	Diorita	51
		Stockwork Cuarzo en Diorita	80
		Monzonita de Cuarzo (MZQ)	55
Endoskarn en Diorita		61	
Rocas Metasomáticas	Exoskarn CuT ≥ 0.2%	71	
	Exoskarn en clásticos, entre o continuidad con el 71	72	
	Mármol con calcosilicatos CuT ≥ 0.2%, entre o continuidad con el 71	44	
	Mármol, entre o continuidad con el 71	42	
	Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 71	40	
	Exoskarn CuT < 0.2%	81	
	Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 81	40	
	Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 81	72	
	Mármol con calcosilicatos CuT ≥ 0.2%	44	
	Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 44	40	
	Exoskarn en clásticos, entre o continuidad con el 44	72	
	Rocas Sedimentarias - Metamórficas	Caliza o Mármol con Chert	27
		Caliza	41
Mármol Gris		42	
Mármol Blanco		43	
Mármol con calcosilicatos, CuT < 0.2%		44	
Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 27, 41, 42, 43 y 44		40	
Lutita/Limonita Calcárea		49	
Hornfels		47	
Exoskarn en clásticos, entre o continuidad con el 49		72	
Stock Work en Hornfels 49		60	
Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con e 47,49 y 72		40	
Cuarcita		50	
Arenisca		28	
Stock Work en Cuarcita 50	68		
Evaporita, Yeso, Anhidrita, entre o continuidad con el 50 y 28	40		

Fuente: Confidencial.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 5. Mapa Geológico del open pit.

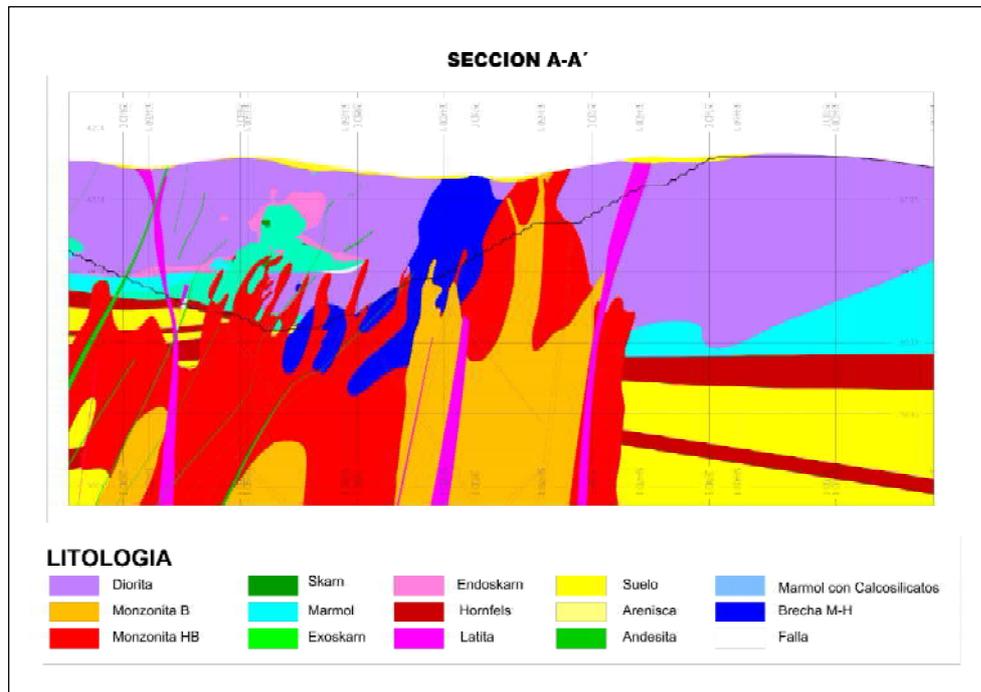


Figura 16. Sección A-A'.

Fuente: Confidencial.

En la sección A-A', de la figura 16 realizado del mapa geológico del Pit, se puede observar que existe interacciones entre las rocas sedimentarias, ígneas y metamórfica, así mismo la presencia de fallas que generan el alto grado de fracturamiento del yacimiento.

En la sección B-B' de la figura 17, generado del mapa geológico del Pit, también se puede observar que existe interacciones entre las rocas sedimentarias, ígneas y metamórfica, así mismo la presencia de fallas generan el alto grado de fracturamiento del yacimiento, estos factores sumados a la alteración hidrotermal nos brindan diferentes calidades del macizo rocoso, se realizaron 4 secciones A-A', B-B', C-C', y D-D'.

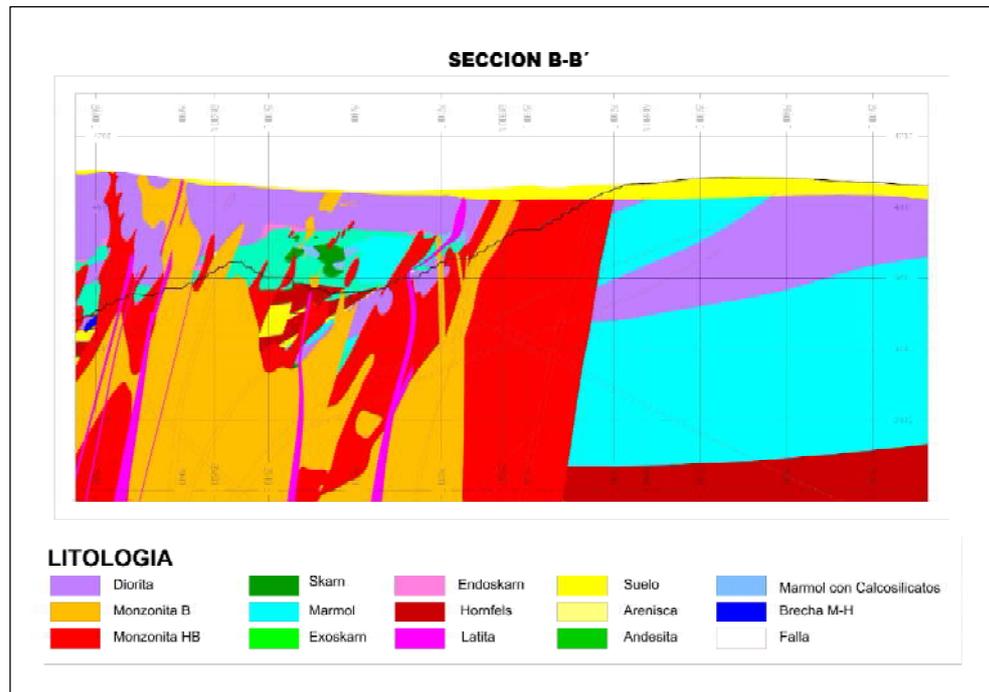


Figura 17. Sección B-B'.

Fuente: Confidencial.

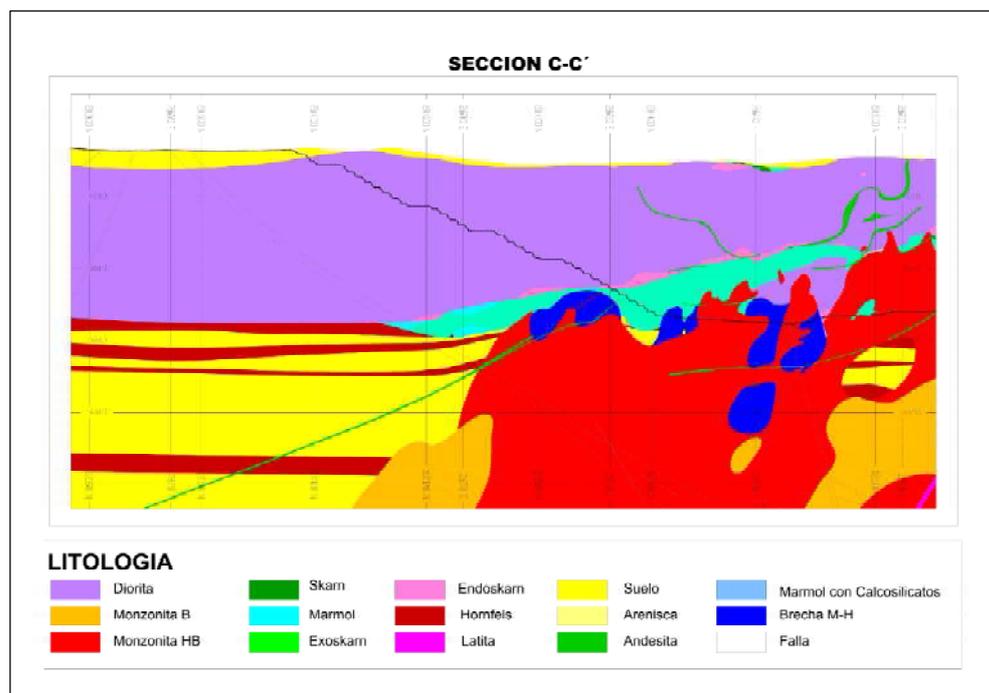


Figura 18. Sección C-C'.

Fuente: Confidencial.

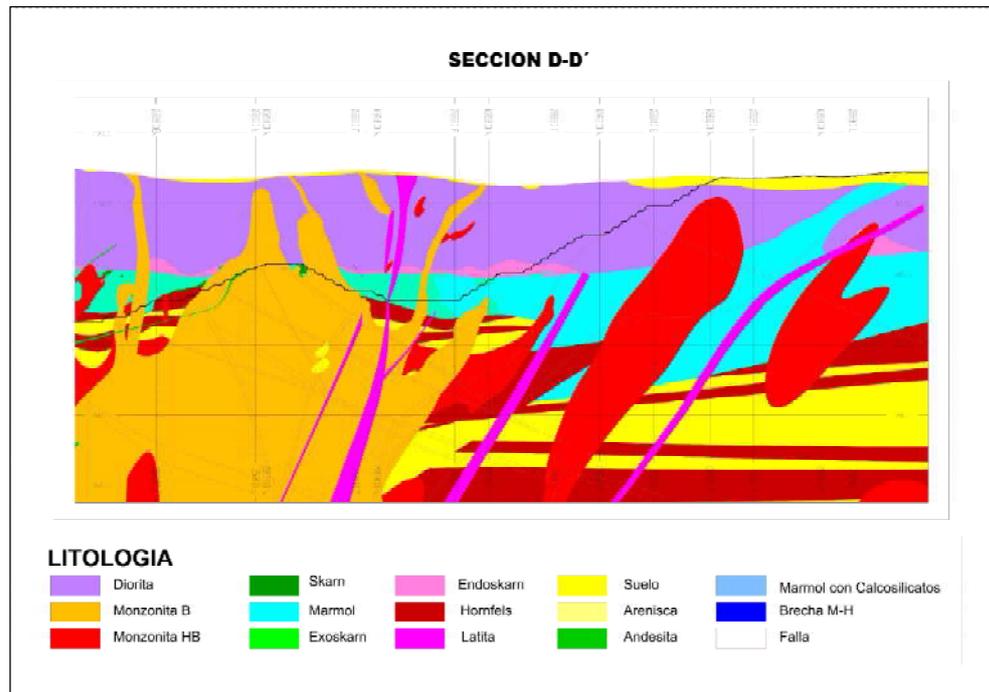


Figura 19. Sección D-D'.

Fuente: Confidencial.

Las secciones demuestran o se trata de verificar lo caótico que se ha desarrollado este yacimiento y por ende se generaron diversas calidades en el macizo rocoso.

CAPITULO IV

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

4.1. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL³

Según (De La Cruz, 1995), La historia geológica del área de estudio se basa en los esfuerzos compresivos y distensivos producidos durante las fases tectónicas. El área de estudio registra estructuras de diversos orígenes que tuvieron un impacto en rocas sedimentarias tanto antiguas como nuevas. En los cuerpos ígneos de edad Cretáceo-Paleógeno y en las rocas volcánicas que se han manifestado intermitentemente desde el Permiano hasta el Cenozoico, se pueden observar fracturamientos, plegamientos y direcciones de flujo distintivas, lo que indica una gran variedad de estructuras.

Las características estructurales se agrupan en dos unidades.

El primero es la cuenca de Yura, que se extiende a Arequipa secuencias sedimentarias del Jurásico - Cretácico cubiertos por rocas volcánicas del Terciario están perturbados por las intrusiones ígneas, como en Tintaya. Esta unidad reconoce dos sistemas de fallas orientadas NW-SE y NE - SW y buzamiento mayor a 70 °.

La segunda unidad corresponde a una serie de rocas Paleógeno, conocido como el Alto Yauri, donde se identifican dos sistemas de fallas orientadas NW-SE y NE. (De La Cruz, 1995). En la ciudad de Langui, Layo, hay una franja de rocas paleozoicas dobladas y las edades del Cretácico, con una dirección NO - SE y vergencia SW (Adebaud, 1973). El plegamiento de las secuencias del Paleozoico está vinculado a Tardi-tectónica herciniana. Sin embargo, el plegamiento de las rocas del Cretácico está relacionadas con la tectónica del Perú. (López, 1996) a 40 km al norte del área de estudio, que se encuentra en el sistema de fallas del Vilcanota entre los 14 ° 30 'de latitud Sur y 71 ° y 71 ° 30' de longitud este, alcanzando una longitud de 90 km de Urcos (Cusco) con una orientación Promedio de ONO - ESE y la inmersión que varía entre 60 ° y 70 ° SW. del sistema El

³ Extraído de:

De La Cruz N, (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azángaro*. Lima, Perú: INGEMMET.

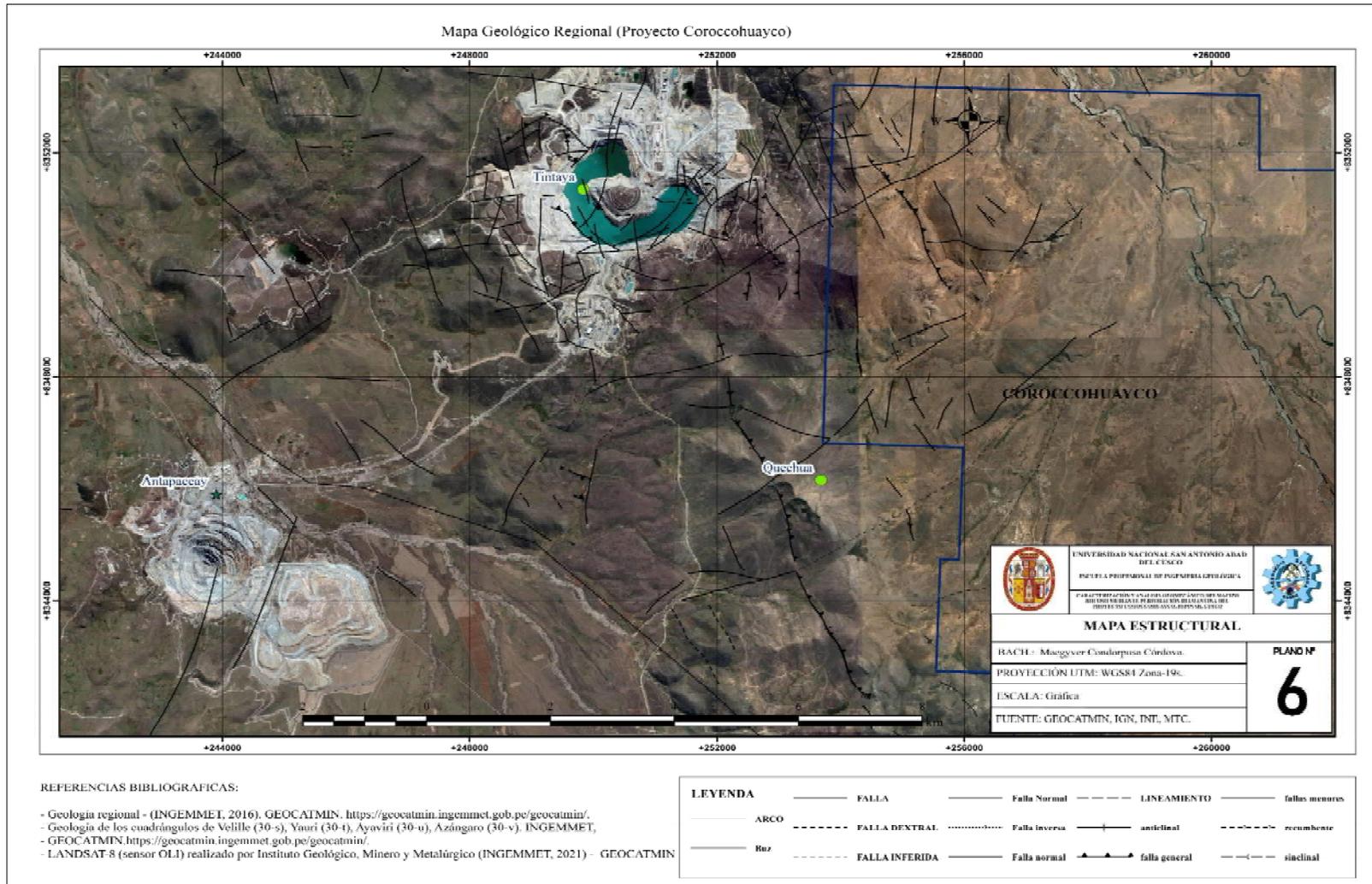
Recuperado de:

repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/179

movimiento reactivo es normal y sinistral muestra un estado de NS cepa en el cuaternario. La banda no se separa de los sedimentos del Mesozoico - Cenozoico formaciones del Paleozoico al sureste de la Cordillera Oriental hacia el noreste (**Sébrier et al, 1985.**).

La geología estructural del yacimiento de Coroccohuayco explica claramente cómo la tectónica ayudó a formar el yacimiento. Este aspecto geotécnico es crucial ya que es uno de los principales determinantes de la calidad de las rocas.

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 6. Mapa Estructural.

4.2. GEOLÓGICO ESTRUCTURAL LOCAL

Según (De La Cruz, 1995), En la parte oeste de la cadena occidental (zona de Huanzo), se activaron varias fallas de sobreescurreamiento y fallas normales de alto ángulo y orientación NO-SE, N-S y E-O durante la fase compresiva y ascendente de la corteza. Las fallas normales de alto ángulo ocurrieron durante el Eoceno y Oligoceno y, en conjunto con los sistemas de fallas Condorama - Caylloma y las fallas Cusco - Lagunillas - Mañazo, permitieron la entrada de pulsos magmáticos mineralizados en la región (Batolito Andahuaylas - Yauri). Las principales fallas de la región son Pomacanchis, Cusicamba, Santo Tomás, Tastani y Yauri.

La región se elevó hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar debido a la orogenia compresiva quechua durante el Mioceno. Durante el Neógeno y Pleistoceno, se produjeron eventos compresivos y distensivos que crearon una cuenca intracordillerana llamada cuenca El Descanso – Yauri. En esta cuenca se formó un gran lago donde se depositaron las secuencias tobáceas y lacustrinas de la Formación Yauri. No se han encontrado indicios o signos de fallas activas en la región, y la revisión de la información técnica especializada no indica que existan fallas activas en la región.

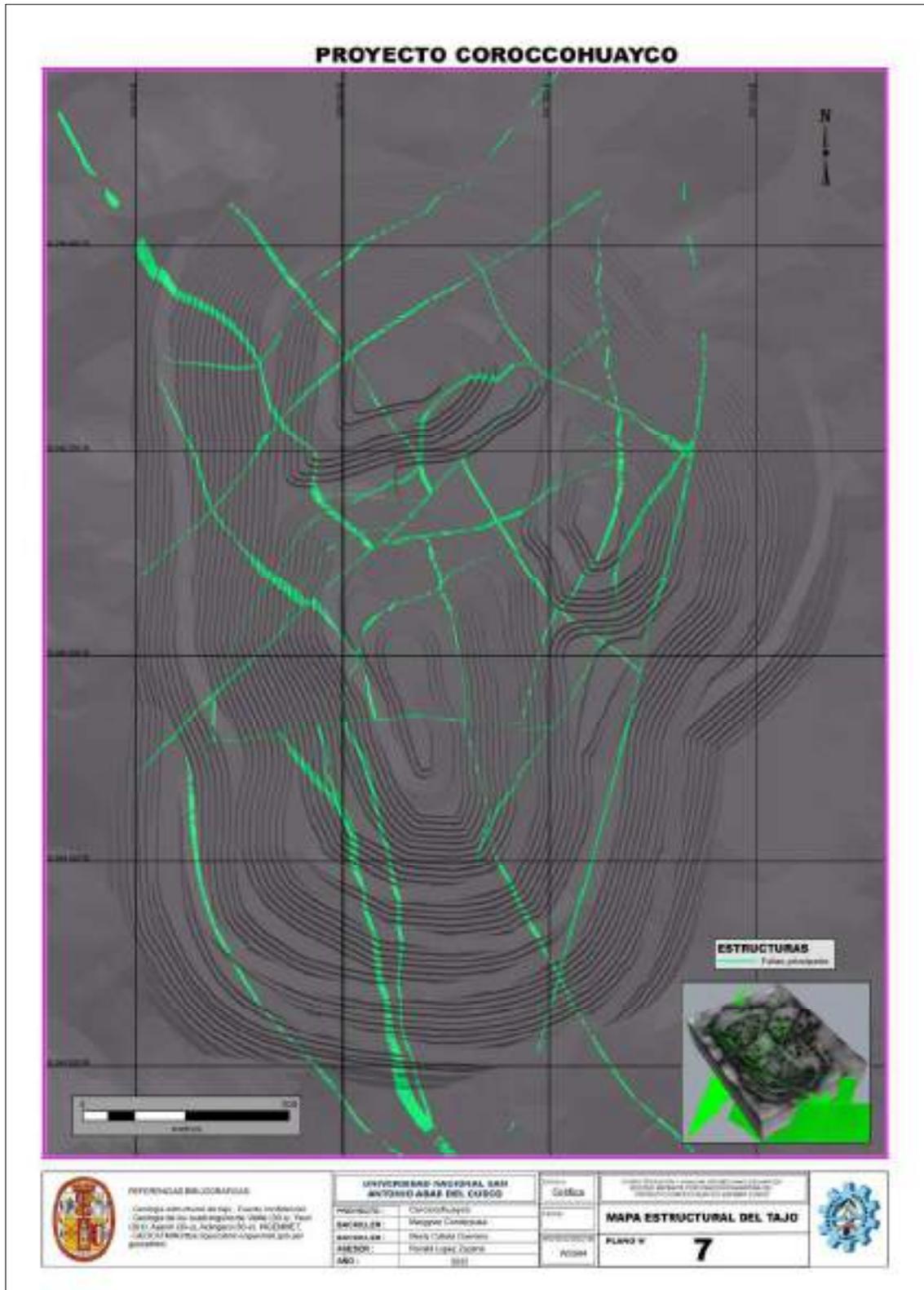
Estos tipos de fallas son comunes porque se consideran a menudo fallas de contacto, como se puede ver en la foto.



Foto 26. Presencia de Falla, sondaje COTN-06.

Fuente: Confidencial.

Las fallas que se presentan en el yacimiento de Coroccohuayco normalmente poseen Gouch (Roca molida), y en los extremos del piso y techo mayormente podemos encontrar zonas de broken o roca triturada, esta última tiene la característica de que la roca tenga clastos con bordes filosos.



Plano 7. Mapa Estructural del open pit.

CAPITULO V

PROPIEDADES Y PARAMETROS GEOTECNICOS DEL MACIZO

ROCOSO

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

5.1.1.1. PERFORACIÓN DIAMANTINA

Durante la campaña 2018 se perforó un total de 26336.75m, 20547.30m a cargo de la Superintendencia de Geología y 5789.45m a cargo de la Superintendencia de Geotecnia.

En total GeoDrill realizó el logueo geomecánico de 76 sondajes, de los cuales 54 sondajes fueron geológicos y 22 sondajes geotécnicos

5.1.1.1.1. *Perforaciones Geotécnicas*

Durante la campaña de perforación Coroccohuayco 2018, se realizó el logueo geomecánico de 22 sondajes Orientados (5789.45m), el cual inicio en junio con el logueo geomecánico y de estructuras del sondaje COEX-09G y finalizó en diciembre con logueo geomecánico del sondaje COUG-02.

La Tabla 13 muestra un resumen de los sondajes geotécnicos y sus metrajes finales:



Foto 27. Perforación diamantina de taladro orientado.



Foto 28. Orientación del testigo.

Fuente: Confidencial.



Foto 29. Muestras orientadas durante la perforación.

Fuente: Confidencial.

Tabla 15. Total, de Metros Registrados en Sondajes Geotécnicos 2018.

2018		
N°	SONDAJE	PROFUNDIDAD
1	CHAP-48-B	470.00
2	COBN-07	100.00
3	COEX-09G	420.00
4	COORP-01	450.10
5	CORMP-02	150.00
6	CORMP-03	90.20
7	CORMP-04	200.00
8	COTN-02	220.00
9	COTN-03	220.00
10	COTN-06	220.00
11	COTN-12	240.00
12	COTN-16	250.00
13	COTS-02	220.00
14	COTS-07	200.05
15	COTS-09	240.15
16	COTS-11	240.00
17	COUG-01	500.00
18	COUG-02	550.00
19	COUG-09	480.00
20	COUG-14	243.50
21	DH-CC-01	20.45
22	DH-CC-02	65.00
TOTAL		5789.45

Fuente: Confidencial.

Cabe indicar que también se utilizó sondajes orientados de la campaña 2017, esto básicamente para realizar el análisis de los dominios geotécnicos porque a mayor densidad de

sondajes orientados mayor confiabilidad mas no se utilizaron para la caracterización geotécnica (ensayos de laboratorio).

Tabla 16. Registrados en Sondajes Geotécnicos 2017.

2017		
N°	SONDAJE	PROFUNDIDAD
1	CONV-07G	301.9
2	CONV-08G	204.4
3	CONV-24G	229
4	CORE-02G	50
5	CORE-57	500.05
6	CORI-036G	180
7	CORI-067	140
8	CORI-085	220.1
9	CORI-114G	240
10	CORI-161G	250
11	CORI-178G	150
12	CORI-196G	580
13	CORI-209G	240
14	CORI-211	200
15	CORI-228	220
16	CORO-32A	220
17	CORO-32G	580
18	CORO-41B	240
19	CORO-47G	350
TOTAL		5095.45

Fuente: Confidencial.

5.1.1.1.2. Perforaciones Geológicas

Durante la campaña de perforación Coroccohuayco 2018, se realizó el logueo geomecánico de 54 sondajes Geológicos (20547.30m), el cual inicio en julio con el logueo geomecánico del sondaje COI-161 y finalizó en noviembre con logueo geomecánico del sondaje COI-263.

De estos logueos se han podido obtener los datos de RMR que nos han permitido caracterizar el macizo rocoso conforme a sus características geomecánicas.

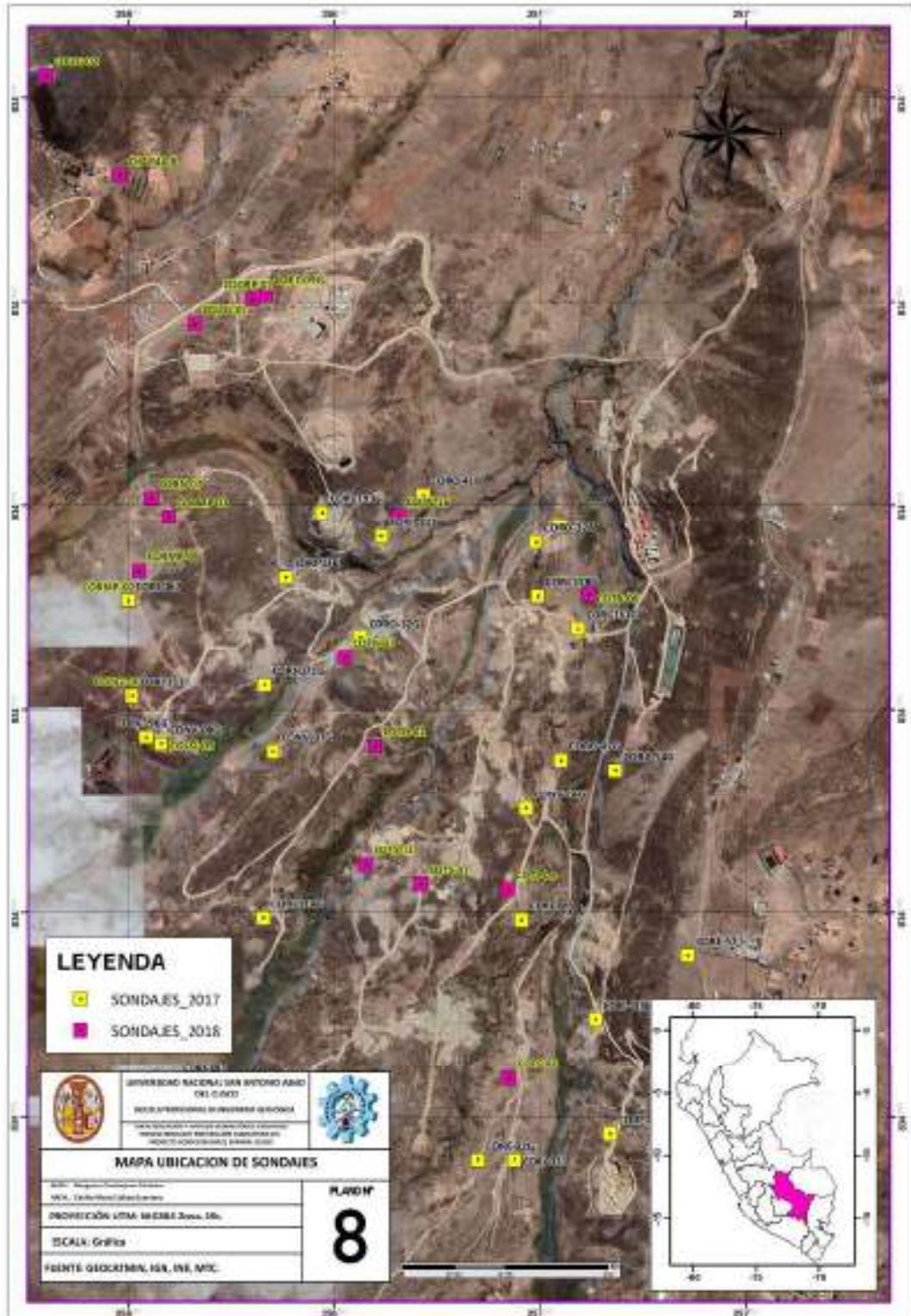
“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

La tabla 25 demuestra un resumen de sondajes geológicos programados con sus respectivos metrados:

Tabla 17. Metros Registrados en Sondajes Geológicos.

N°	SONDAJE	PROF.	N°	SONDAJE	PROF.
1	COI-145	485.8	28	COI-279	480
2	COI-149	420	29	COI-286	185
3	COI-154	387.8	30	COI-287	387.1
4	COI-156	388.7	31	COI-289	468
5	COI-160	452	32	COI-295	402.7
6	COI-161	450	33	COI-312	267.1
7	COI-167	459.4	34	COI-315	228.6
8	COI-169	372.9	35	COI-317	275.6
9	COI-183	390	36	COI-319	197.7
10	COI-194	542.2	37	COI-323	333.4
11	COI-201	419.2	38	COI-328	431.8
12	COI-204	532.35	39	COI-332	260.2
13	COI-207	434.1	40	COI-34	345
14	COI-209	360.1	41	COI-344	301.3
15	COI-212	382.6	42	COI-351	329.2
16	COI-215	425.1	43	COI-362	215.7
17	COI-222	420	44	COI-368	245.2
18	COI-229	370.6	45	COI-371	258.1
19	COI-235	487.6	46	COI-379	568
20	COI-237	454.7	47	COI-38	287.1
21	COI-242	400	48	COI-393	310.3
22	COI-243	470	49	COI-394	422.45
23	COI-246	319.6	50	COI-395	392
24	COI-253	518	51	COI-53	290
25	COI-263	405	52	COI-55	408.1
26	COI-265	380.8	53	COI-70	421.9
27	COI-266	417.2	54	COI-88	290
TOTAL					20547.3

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 8. Mapa de ubicación de los Sondajes Geotécnicos.

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se llevaron a cabo principalmente en rocas.

5.2.1. ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL (PLT)

La prueba del ensayo está de acuerdo a la Norma de la **ASTM D 5731** y provee una gran cantidad de datos de dominio geotécnico de interés para el diseño de una mina. El objetivo es generar suficientes datos confiables para el modelamiento geotécnico de variaciones a la resistencia en el macizo rocoso.

Para la realización de esta prueba se debe de seguir los siguientes pasos:

- Destinar de un intervalo una muestra para la prueba, usualmente el tramo no deberá ser menor a 3m ni mayor a 6m.
- Seleccionar una muestra de testigo adecuada de las profundidades designadas. Lo más importante es que la muestra seleccionada deberá estar libre de oquedades, venillas, defectos que pudiera influir de manera negativa en los resultados de la prueba. El objetivo de la prueba es medir la resistencia de la roca intacta. También es importante la ratio de longitud / diámetro del espécimen seleccionado, el cual deberá ser >2 , tal como se muestra en la figura

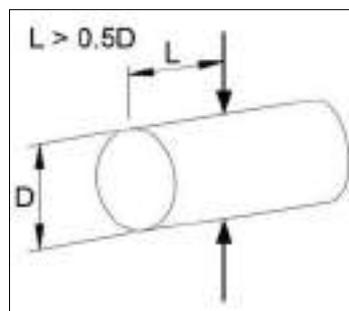


Figura 20. Medidas de la muestra y la posición correcta del core para el ensayo.

- Coloque al testigo diametralmente cargado entre las dos puntas de carga del instrumento (como se muestra abajo) y accione la bomba lentamente hasta que las puntas sujeten al testigo en su lugar.



Foto 30. Equipo de Carga puntual, ubicación y dirección de muestra a ensayar.

Fuente: Elaboración propia.

- Utilice la herramienta proporcionada por el probador del equipo de carga puntual para medir y apuntar la distancia (en mm) entre las puntas del punto de carga.
- Accione la bomba de toma de carga de muestra lentamente hasta que la muestra empiece a romperse entre 10 y 60 segundos después del inicio de la prueba. Si la prueba de carga se lleva a cabo demasiado rápido, podría generar una lectura de datos incorrecta, lo que requeriría el descarte y reemplazo de un espécimen diferente. Según lo indicado por la aguja estática en el medidor, anote la lectura más alta durante el examen.
- Examine los fragmentos de testigo rotos para determinar si la prueba es confiable. Las superficies de fracturas recientes a lo largo de la roca intacta son necesarias para que las

pruebas sean válidas. La prueba deberá repetirse si cualquier espécimen presenta fracturas parciales o a lo largo de fallas previas. De alguna manera, los diagramas proporcionan una guía rápida para determinar si una prueba es válida o no.

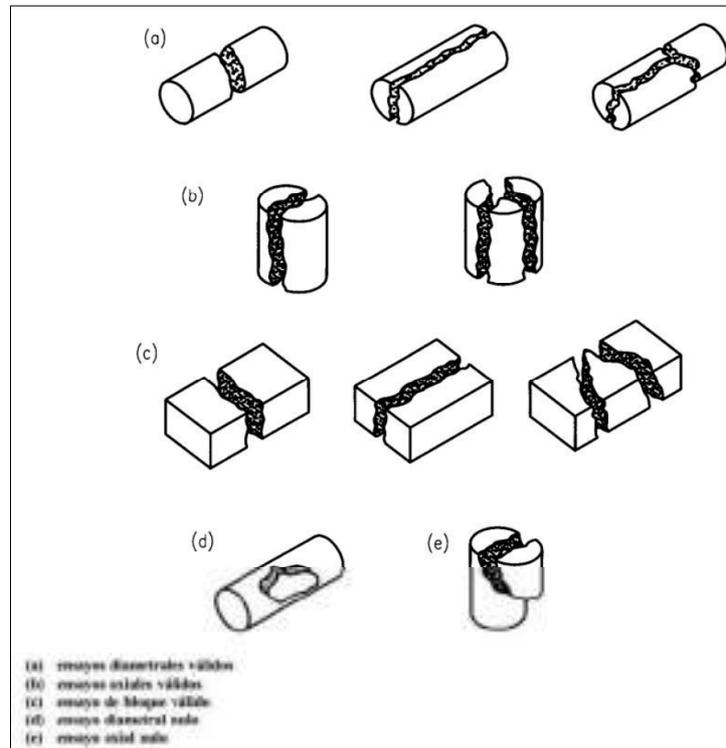


Figura 21. Ensayos validos e inválidos.

Además, cualquier espécimen que muestre aberturas notables como resultado de la prueba de carga específica deberá ser descartado y la prueba deberá repetirse. La prueba no se puede realizar en una zona débil debido a: 1) espaciamientos o 2) un testigo fisible o roto. En este punto, se anotará "sin prueba" para el intervalo y se evaluará el siguiente.

Cálculos

El esfuerzo de carga puntual (I_s) se muestra de la siguiente manera:

$$I_s = \left(\frac{P}{D_e} \right)$$

Dónde:

De es el diámetro equivalente, el cual es igual a:

Ensayo diametral : $De^2 = D^2$

Ensayo axial o de bloques irregulares: $De^2 = \frac{4WD}{\pi}$

Porque I_s es una función de De , se debe aplicar una corrección para obtener un valor de esfuerzo único para una muestra de roca. El valor I_s medido en un ensayo diametral de $D = 50$ mm es el valor corregido, conocido como $I_s(50)$. La solución es:

$$\sigma_c = KI_{s(50)}$$

Dónde:

$I_s(50)$: El índice de carga puntual ajustado para una muestra de 50 mm de diámetro (MPa)

σ_c : Resistencia a la compresión simple estimada a partir del $I_s(50)$ (en MPa)

K : Variable de conversión

El factor K , que oscila entre 10 y 50, se calcula comparando los ensayos de compresión simple y carga puntual por cada grupo de muestras de una roca específica.



Foto 31. Muestras antes del ensayo en el equipo de Carga Puntual.

Fuente: Creación propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Foto 32. Muestras después del ensayo en el equipo de Carga Puntual.

Fuente: Creación propia.

Tabla 18. Resultado de ensayos de Carga puntual.

RESULTADOS ENSAYOS CARGA PUNTUAL - Is(50)													
LITOLOGIA	16	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56
Media (MPa)	5.00	0.89	3.43	3.49	2.23	4.07	1.43	2.49	4.70	4.36	4.01	3.19	4.40
Error típico	3.66	0.29	1.31	0.16	0.37	0.22	0.43	0.18	0.06	0.17	0.24	0.76	0.31
Mediana	5.00	0.79	1.63	3.61	1.61	3.96	0.80	2.13	4.31	3.90	3.59	2.83	4.07
Desviación estándar	5.17	0.58	3.20	1.93	1.68	2.04	1.78	1.74	2.93	2.99	2.84	2.01	2.85
Rango	7.31	1.20	6.94	9.89	6.41	9.31	7.41	8.01	13.66	15.47	10.47	6.28	10.21
Mínimo	1.34	0.38	1.05	0.05	0.29	0.37	0.47	-0.28	0.22	0.29	0.25	0.68	0.33
Máximo	8.65	1.58	7.99	9.94	6.70	9.68	7.89	7.73	13.88	15.75	10.72	6.96	10.54
Suma	9.99	3.55	20.58	482.19	46.90	353.72	24.32	226.58	10311.06	1394.30	570.03	22.32	365.32
Cuenta	2	4	6	138	21	87	17	91	2195	320	142	7	83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resultado de ensayos de Carga puntual.

RESULTADOS ENSAYOS CARGA PUNTUAL - Is(50)													
LITOLOGIA	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	85
Media	2.76	3.11	4.18	3.74	4.48	5.28	6.21	8.76	7.98	3.70	5.23	5.39	4.58
Error típico	0.34	0.23	0.26	0.32	0.96	0.15	1.31	0.03	0.37	0.35	0.47	1.25	1.06
Mediana	2.38	2.51	4.19	3.63	2.66	4.90	6.21	8.78	8.09	3.16	4.64	5.74	3.59
Desviación estándar	1.85	2.63	2.67	2.31	3.20	2.75	1.85	0.06	0.63	2.82	2.06	3.31	3.53
Rango	7.19	14.76	9.71	9.67	9.33	10.77	2.62	0.11	1.25	15.07	7.43	8.23	12.83
Mínimo	0.60	0.26	0.47	0.39	0.72	0.29	4.91	8.69	7.29	0.28	2.07	0.58	0.70
Máximo	7.79	15.01	10.17	10.07	10.05	11.06	7.52	8.81	8.54	15.36	9.50	8.82	13.53
Suma	80.11	410.58	451.73	190.94	49.24	1891.42	12.43	26.28	23.93	233.21	99.38	37.76	50.42
Cuenta	29	132	108	51	11	358	2	3	3	63	19	7	11

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. ENSAYOS DE COMPRESION UNIAXIAL SIMPLE (UCS)

El objetivo del ensayo es medir la resistencia a la compresión uniaxial de una muestra de roca cilíndrica intacta (no confinada). El ensayo se usa principalmente para clasificar la resistencia y caracterizar la roca intacta.

Las dimensiones de las muestras son calculadas considerando las proporciones recomendadas por tipo de ensayo y el diámetro de testigo HQ igual a 63.5 mm. Así:

- El diámetro debe ser por lo menos 10 veces mayor que el grano de mineral más grande.
- El diámetro del testigo debe ser mayor a 54mm.
- El testigo debe ser cortado en sus extremos perpendiculares a su eje, conservando una relación L / D entre 2.5 y 3.
- Los lados que han sido cortados deben estar libres de irregularidades.
- El uso de materiales “capping” en las superficies de los extremos no está permitido.
- El almacenamiento de los testigos no debe exceder a treinta días, de tal modo que se preserve su humedad natural.

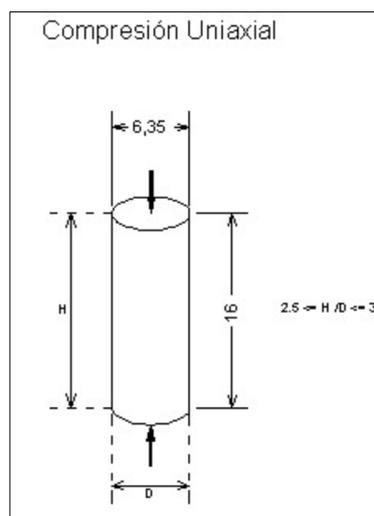


Figura 22. Dimensiones de la muestra para el ensayo de Compresión Uniaxial no confinada.

El procedimiento de ensayo es el siguiente:

- Medir las dimensiones del testigo.
- El área de la sección del testigo debe calcularse utilizando el diámetro promedio.
- Registre el número de muestra, ubicación, tipo de roca y descripción de los planos de debilidad.

- Asegúrese limpiar la base de la prensa después de cada ensayo.
- Ponga la muestra de tal modo que el eje de la prensa coincida con el eje del testigo.
- Cierre la rejilla que se utiliza para proteger de las esquirlas de roca.
- Coloque las agujas del manómetro en cero.
- Al iniciar la presión en la muestra inicie también su cronometro.
- La carga debe ser aplicada en forma continua y con un esfuerzo constante dentro de los límites de 0.5 – 1MPa por segundo.
- La falla deberá ocurrir entre 5 y 10 minutos del inicio del ensayo.
- La carga máxima en el momento de falla es registrada, en KN y libras fuerza, así como el tiempo de ensayo.
- El modo de falla se puede describir como: Tracción, cizalla.
- La orientación del eje de carga respecto a estructuras contenidas en la muestra ensayada.



Foto 33. Equipo de Compresión Uniaxial.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo

La resistencia a la compresión de la muestra ensayada se puede calcular dividiendo la máxima carga alcanzada por el área de la sección de la muestra:

$$\sigma_c = P_{max}/A \times 1000$$

Donde,

P_{max} = Carga máxima alcanzada en el momento de falla

A = Es el área de la sección del testigo.

Nótese que P_{max} es registrada en KN o en Lbf y transformada a KN, así mismo que “ A ” está en mm². Estos valores deben ser convertidos para obtener el resultado en MPa.

Corrección por tamaño de muestra

Los testigos con la razón longitud / diámetro menor y cerca de 2 necesitan una corrección para la resistencia a la compresión calculada, de acuerdo a lo siguiente:

$$C = C_a / (0.8 + (0.24b/h))$$

Dónde:

C = resistencia a la compresión calculada con una relación L/D =2

C_a = resistencia a la compresión medida en la muestra ensayada

b = diámetro de la muestra ensayada

h = altura de la muestra ensayada



Foto 34. Muestra antes del ensayo en el equipo de Compresión Uniaxial.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 35. Muestra después del ensayo en el equipo de Compresión Uniaxial.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 20. Resultado de ensayos de UCS.

RESULTADOS ENSAYOS UCS													
LITOLÓGIA	16	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56
Media	49.96	56.70	13.80099	61.72	60.88	40.66	14.79	34.57	54.72	43.98	59.08	31.89	66.44
Error típico	36.57	17.30	1.642764	14.55	12.81	2.19	0.17	8.94	3.19	9.82	18.26	7.62	14.53
Mediana	49.96	56.70	13.3575	47.52	62.77	39.65	14.79	27.16	45.81	53.60	32.25	28.33	55.75
Desviación estándar	51.71	24.46	3.285528	32.53	36.24	20.42	0.24	30.97	39.96	29.45	65.85	20.15	38.45
Rango	73.13	34.59	7.47012	81.10	103.32	93.12	0.34	115.99	215.95	84.95	184.87	62.82	117.40
Mínimo	13.39	39.40	10.50942	30.54	17.74	3.66	14.62	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	6.81	31.10
Máximo	86.52	74.00	17.97954	111.64	121.05	96.79	14.96	114.99	214.95	83.95	183.87	69.63	148.50
Suma	99.91	113.40	55.20398	308.58	487.01	3537.19	29.58	414.88	8590.45	395.80	768.00	223.20	465.11
Cuenta	2	2	4	5	8	87	2	12	157	9	13	7	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Resultado de ensayos de UCS

RESULTADOS ENSAYOS UCS													
LITOLÓGIA	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	85
Media	27.63	52.17	41.83	37.44	44.77	52.83	62.15	81.74	79.78	37.02	52.31	53.94	45.84
Error típico	3.44	6.50	2.57	3.23	9.65	1.46	13.09	32.48	3.65	3.55	4.72	12.53	10.63
Mediana	23.77	49.52	41.89	36.27	26.64	49.03	62.15	47.25	80.94	31.62	46.41	57.38	35.94
Desviación estándar	18.54	25.99	26.68	23.08	31.99	27.54	18.51	129.93	6.33	28.17	20.56	33.14	35.26
Rango	71.92	122.17	97.07	96.74	93.28	107.72	26.18	526.52	12.49	150.73	74.30	82.33	128.28
Mínimo	6.02	-1.00	4.67	3.91	7.18	2.89	49.06	-0.52	72.95	2.85	20.71	5.82	7.03
Máximo	77.94	121.17	101.74	100.65	100.46	110.61	75.24	526.00	85.44	153.58	95.01	88.16	135.31
Suma	801.13	834.73	4517.35	1909.36	492.45	18914.21	124.30	1307.77	239.33	2332.11	993.80	377.60	504.20
Cuenta	29	16	108	51	11	358	2	16	3	63	19	7	11

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. ENSAYOS DE TRACCIÓN INDIRECTA (TI)

El objetivo de este ensayo es medir la resistencia a la tracción uniaxial de una roca intacta utilizando el método brasileño de ensayo. La justificación de este examen se basa en las observaciones experimentales, ya que muchas rocas sometidas en un campo de esfuerzos biaxiales fallan por tracción en el límite de resistencia a la tracción cuando uno de los esfuerzos principales es de tracción y otro esfuerzo principal de compresión es finito y la magnitud del esfuerzo compresivo no es mayor a tres veces el esfuerzo principal de tracción.

La falla por tracción indirecta ocurre debido a que la resistencia de la roca intacta a la tracción es a menudo de 10 a 20 veces menos que la resistencia a la compresión de la roca intacta.

Las dimensiones de las muestras son calculadas considerando las proporciones recomendadas por tipo de ensayo y el diámetro de testigo HQ igual a 63.5 mm. Así:

Siendo t el espesor del disco y D el diámetro del testigo, la relación t/D debe ser mayor o igual a 0.5 o menor o igual a 1

Se considera un espesor de 4.5cm como adecuado, luego de cortar la muestra, los lados deben quedar suaves y rectos, el diámetro $D > 54\text{mm}$ Utilizar cartones en los contactos de la muestra y la prensa.

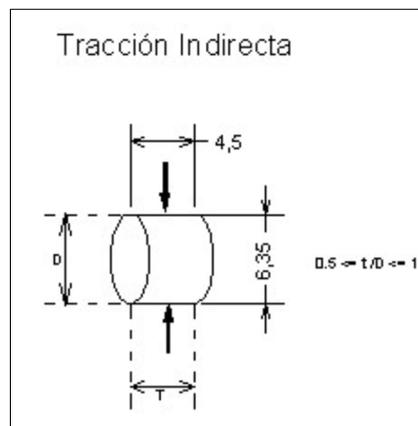


Figura 23. Dimensiones de la muestra para el ensayo de tracción Uniaxial.

El procedimiento de ensayo es el siguiente:

- Medir las dimensiones de la muestra, registrar la información de número de muestra, ubicación, tipo de roca y descripción de los planos de debilidad. Ponga cartones en los extremos de la muestra
- Centre la muestra con el eje de la prensa, Cuando se inicie la presión en la muestra, inicie también su cronometro
- Aumente la carga de modo constante, tal que la falla ocurra dentro de los 15 y 30 segundos del inicio del ensayo, Es recomendable una velocidad de carga de 200N/s.

- Registre la carga alcanzada cuando la muestra falle. En la falla inicial existirá una breve pausa en el movimiento de la aguja indicadora. (Note que la muestra podría aun sostener incrementos de carga adicionales).
- Si la falla de la muestra envuelve planos de anisotropía, fracturas o resquebrajamientos perpendiculares o en ángulo oblicuo a la línea de carga, el ensayo debe ser descartado.
- Cualquier plano de anisotropía debe de ser descrito con respecto a la línea de carga.



Foto 36. Muestra en el Pre-Ensayo de tracción indirecta.

Fuente: Elaboración propia.



Foto 37. Muestra en el Post-Ensayo de tracción indirecta.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo

La resistencia a la tracción se calcula según:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot t} \times 1000$$

Siendo:

P = La carga en el inicio de falla en KN.

D = Diámetro en mm.

t = Longitud del testigo en mm, La tracción resulta en MPa.

La muestra debe fallar a lo largo de una línea paralela a la dirección de la carga y cerca del centro de la muestra. Si la falla envuelve fracturas de cizalla o fracturas de ángulo oblicuo, el ensayo debe ser eliminado.

Una aproximación al valor de “Tracción indirecta” La relación empírica se utiliza para determinar el índice de carga puntual:

$$\sigma_t = \frac{I_s(50)}{0.8}$$

Tabla 22. Resultado de ensayos de Tracción Indirecta.

RESULTADOS EN ENSAYOS TI (Tracción Indirecta)										
LITOLOGIA	28	42	43	47	49	51	52	54	56	60
Media	34.31	29.46	15.97	20.74	25.29	34.96	24.84	16.70	47.17	29.96
Error típico	4.30	5.26	5.71	14.12	5.42	1.35	5.39	4.87	3.28	4.20
Mediana	34.31	29.46	22.47	20.74	25.77	38.07	27.33	12.46	45.11	31.83
Desviación estándar	6.09	7.44	12.77	19.97	17.15	16.12	16.18	16.86	8.67	16.79
Rango	8.61	10.53	28.78	28.24	50.04	67.16	46.02	44.30	25.74	64.38
Mínimo	30.00	24.19	1.00	6.62	1.00	1.00	1.00	1.00	33.81	-1.00
Máximo	38.61	34.72	27.78	34.86	49.04	66.16	45.02	43.30	59.55	63.38
Suma	68.61	58.91	79.84	41.48	252.94	4998.77	223.55	200.38	330.17	479.31
Cuenta	2	2	5	2	10	143	9	12	7	16

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN ROCA (CDR)

El ensayo de corte directo mide la resistencia corte directo punta y residual como función de tensión normal al plano de cizallamiento.

Estos esfuerzos se calcularon dividiendo las respectivas fuerzas por el área (A) de la muestra o de la caja de corte y deberían satisfacer la ecuación de

$$\text{Coulomb: } \tau = c + \sigma_n \times T_n(^{\circ})$$

Las dimensiones de las muestras son calculadas considerando las proporciones recomendadas por tipo de ensayo y el diámetro de testigo HQ igual a 63.5mm. Así:

La discontinuidad debe de ser natural con un ángulo mayor a 45°, la discontinuidad debe de ser plana a ondulada, la muestra debe de estar encintada, el testigo debe ser cortado en sus extremos perpendiculares a su eje, la longitud de la misma debe de estar entre 8 a 10cm.

En el armado de briquetas la discontinuidad debe de ser paralela a la horizontal de tapa del lado de la misma, La muestra puede estar contacto solo con agua, el fraguado de las briquetas es de 1 a 2 días, curado como mínimo de 7 días y secado al sol de 2 días.

Con este ensayo se determina los parámetros de resistencia a cizallamiento básicos y las características superficiales de una discontinuidad que controla la resistencia al cizallamiento.

Sobre este plano de discontinuidad actúan esfuerzos:

- Un esfuerzo normal (σ), aplicado externamente debido a la carga normal (P_n).
- Un esfuerzo cortante (τ), debido a la aplicación de la carga tangencial (P_t).



Foto 38. Molde de briqueta para corte directo



Foto 39. Equipo de corte directo.

Tabla 23. Resumen ensayos Corte directo.

SONDAJE	ROCA	COHESION	ANGULO DE FRICCION
COUG-09	Diorita	0	52.9
COTN-02	Monzonita	0.16	35
COTN-02	Caliza	0.12	54.1

5.2.5. PROPIEDADES Y PARAMETROS FISICOS DE LAS LITOLOGIAS

De acuerdo con la información obtenida de los ensayos se pudo obtener los parámetros físicos de los materiales en este caso se realizó por códigos litológicos, cabe indicar que el modelo constitutivo que se utilizó es el de HOEK & BROWN generalizado.

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 24. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (D = 0).

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	CLASIFICACION HOEK & BROWN	UNIDADES LITOLÓGICAS (Corocchohuayco)																										
		ARENISCA	ANHIDRITA	MARMOL GRIS	MARMOL BLANCO	MARMOL CON CALCIFICACIONES	HORNIFELS	LUTITA	DIORITA	PORFIDO MONZONICO	PORFIDO MONZONICO	PORFIDO MONZONICO	LATITA	ANDESITA	STOCKWORK EN HORNIFELS	ENDOSKARN EN DIORITA	ENDOSKARN EN PMSZ	ENDOSKARN EN PMSA	EXOSKARN	EXOSKARN EN CLASTICOS	EXOSKARN EN CLASTICOS	PORFIDO MONZONICO	BRECHA HORNIFERAL	STOCKWORK EN DIORITA	STOCKWORK EN PMSZ	SUELO	FALLA	
D (Macizo rocoso disturbado por esfuerzos; 0-1)	0																											
Profundidad	30.0																											
ESCALA DE DISEÑO	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES / LITO	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	99	0	
Roca Intacta	S _{3max}	1.347	1.001	1.321	1.321	1.321	1.291	1.291	1.411	1.386	1.386	1.386	1.321	1.275	1.306	1.346	1.346	1.346	1.621	1.621	1.621	1.621	1.286	1.306	1.306	0.831	0.831	
	UCS _i (MPa)	56.7	13.8	61.7	60.9	40.7	14.8	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	42.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	79.8	37.0	52.3	53.9	0.1	0.1	
	Modulo de elasticidad (GPa) - De UCS lab. Tests	0.500	0.150	3.160	8.480	0.700	4.730	4.940	4.640	4.190	4.190	4.190	4.190	4.190	2.780	2.860	2.280	6.850	2.370	2.370	2.370	4.190	2.780	2.780	2.780	0.000	0.000	
	Modulo de elasticidad (GPa) - Estimado por ER Range	19.845	3.795	16.973	16.742	11.182	5.177	12.100	19.152	15.393	20.678	11.162	18.271	7.598	14.347	11.778	10.296	12.312	14.528	17.091	22.479	21.940	10.181	14.385	14.834	0.028	0.028	
	Densidad (kg/m3)	2692	2000	2640	2640	2640	2580	2640	2580	2820	2770	2770	2641	2580	2610	2690	2690	3240	3240	3240	3240	3240	3240	2610	2610	1660	1660	
	Poisson's ratio	0.20	0.00	0.40	0.27	0.27	0.31	0.34	1.71	0.22	0.22	0.22	0.34	0.34	0.19	0.40	0.33	0.31	0.35	0.35	0.35	0.22	0.19	0.19	0.19	0.00	0.00	
mi	8.0	0.0	13.5	13.5	14.6	18.1	8.0	28.6	8.0	9.5	9.5	9.5	8.0	8.0	19.0	19.0	19.0	14.0	14.0	16.0	18.5	18.5	8.0	8.0	0.0	0.0		
Escala de bloque 1m3 (Inputs to DEM)	GSI	50.0	17.1	61.7	40.9	40.7	30.0	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	41.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	79.8	37.0	52.3	53.9	10.0	10.0	
	Modulo de elasticidad (GPa)	0.153	0.004	1.766	1.438	0.117	0.385	0.544	1.866	0.876	2.091	0.386	2.775	0.294	0.971	0.517	0.305	1.509	0.859	1.348	2.129	3.679	0.362	0.979	1.072	0.000	0.000	
	mb	1.340	0.289	2.039	0.969	0.961	1.483	0.773	5.672	1.082	1.855	0.703	2.413	0.803	1.450	1.002	0.857	1.113	1.484	2.070	4.167	3.886	0.844	1.457	1.544	0.321	0.321	
	s	0.004	0.000	0.014	0.001	0.001	0.000	0.001	0.007	0.002	0.011	0.001	0.024	0.000	0.005	0.002	0.001	0.002	0.005	0.015	0.131	0.106	0.001	0.005	0.006	0.000	0.000	
	a	0.506	0.604	0.503	0.511	0.511	0.522	0.516	0.504	0.509	0.503	0.520	0.502	0.526	0.505	0.510	0.514	0.508	0.505	0.502	0.501	0.501	0.514	0.505	0.504	0.585	0.585	
	Tension (MPa)	-0.163	-0.002	-0.430	-0.088	-0.058	-0.004	-0.031	-0.063	-0.081	-0.338	-0.023	-0.661	-0.015	-0.177	-0.067	-0.042	-0.087	-0.188	-0.448	-2.579	-2.171	-0.040	-0.179	-0.209	0.000	0.000	
	Cohesion (MPa)	0.713	0.107	1.228	0.556	0.460	0.312	0.363	0.891	0.528	1.059	0.346	1.653	0.287	0.728	0.480	0.406	0.530	0.752	1.255	4.976	4.297	0.400	0.733	0.794	0.022	0.022	
	Angulo de fricción (°)	47	30	50	45	42	38	39	58	44	49	37	51	35	48	43	41	44	48	51	52	52	40	48	48	30	30	
	UCS _b (MPa)_Mohr Coulomb	3.664	0.371	6.812	2.718	2.079	1.280	1.529	6.317	2.466	5.740	1.388	9.450	1.096	3.748	2.217	1.770	2.524	3.892	7.006	28.971	25.105	1.736	3.778	4.153	0.077	0.077	
	UCS _b (MPa)_Hoek & Brown	3.407	0.027	7.281	2.126	1.401	0.254	0.809	4.331	1.854	6.000	0.625	10.229	0.402	3.565	1.585	1.055	1.979	3.750	7.512	29.609	25.909	1.015	3.603	4.082	0.000	0.000	
	Reduccion de fuerza (Efecto escala)	6%	0%	12%	3%	3%	2%	2%	8%	4%	10%	2%	15%	1%	7%	4%	3%	4%	7%	12%	36%	32%	3%	7%	8%	0%	0%	
	Escala de Tunel (Inputs to FEM)	GSI (tunnel scale rock mass)	50.0	17.1	61.7	40.9	40.7	30.0	54.7	54.7	54.7	54.7	66.4	27.6	52.2	41.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	79.8	37.0	52.3	53.9	10.0	10.0	
		Modulo de elasticidad (GPa), Hoek & Diederichs (2006)	0.153	0.004	1.766	1.438	0.117	0.385	1.985	1.864	1.864	1.864	1.864	2.775	0.294	0.971	0.517	0.305	1.509	0.859	1.348	2.129	3.679	0.362	0.979	1.072	0.000	0.000
		1.33950	0.28933	2.03867	0.96852	0.96094	1.48287	1.58659	5.66808	1.58659	1.58659	1.58659	1.58659	2.41300	0.60338	1.44951	1.00194	0.85655	1.11287	1.48409	2.07022	4.16743	3.88568	0.84380	1.45678	1.54410	0.32147	0.32147
		s	0.0038	0.0000	0.0142	0.0014	0.0014	0.0004	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0240	0.0003	0.0049	0.0016	0.0010	0.0022	0.0053	0.0149	0.1315	0.1058	0.0009	0.0050	0.0060	0.0000	0.0000
a		0.506	0.604	0.503	0.511	0.511	0.522	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.502	0.526	0.505	0.510	0.514	0.508	0.505	0.502	0.501	0.501	0.514	0.505	0.504	0.585	0.585	
Tension (MPa), Hoek & Brown (2002)		-0.163	-0.002	-0.430	-0.088	-0.058	-0.004	-0.142	-0.063	-0.181	-0.243	-0.131	-0.661	-0.015	-0.177	-0.067	-0.042	-0.087	-0.188	-0.448	-2.579	-2.171	-0.040	-0.179	-0.209	0.000	0.000	
Cohesion (MPa)		0.71	0.11	1.23	0.56	0.46	0.31	0.62	0.89	0.73	0.88	0.61	1.65	0.29	0.73	0.48	0.41	0.53	0.75	1.26	4.98	4.30	0.40	0.73	0.79	0.02	0.02	
Angulo de fricción (°)		47	30	50	45	42	38	45	58	47	49	44	51	35	48	43	41	44	48	51	52	52	40	48	48	30	30	
UCS _{rm} (MPa)_Mohr Coulomb		3.664	0.371	6.812	2.718	2.079	1.280	3.006	6.313	3.677	4.671	2.883	9.450	1.096	3.748	2.217	1.770	2.524	3.892	7.006	28.971	25.105	1.736	3.778	4.153	0.077	0.077	
UCS _{rm} (MPa)_Hoek & Brown		3.407	0.027	7.281	2.126	1.401	0.254	2.733	4.326	3.477	4.671	2.521	10.229	0.402	3.565	1.585	1.055	1.979	3.750	7.512	29.609	25.909	1.015	3.603	4.082	0.000	0.000	

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 25. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (D = 0.5).

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	CLASIFICACION HOEK & BROWN	UNIDADES LITOLÓGICAS (Coroccohuayco)																										
		ARENISCA	AMHIDRITA	MARMOL GRIS	MARMOL BLANCO	MARMOL CON CALCULOS	HORNIFELS	LUTITA	DIORITA	PORFIDO MONZONITICO	PORFIDO MONZONITICO	PORFIDO MONZONITICO	LATITA	ANDESITA	STOCKWORK EN HORNIFELS	ENDOSKARN EN DIORITA	ENDOSKARN EN PWSSE	ENDOSKARN EN PWSSE	EXOSKARN	EXOSKARN EN CLASTICOS	EXOSKARN EN CLASTICOS	PORFIDO MONZONITICO	RIECHA MACAMA-HIDROTHERMAL	STOCKWORK EN DIORITA	STOCKWORK EN PWSSE	SUELO	FALLA	
D (Macizo rocoso disturbado por esfuerzos; 0-1)	0.5																											
Profundidad	30.0																											
ESCALA DE DISEÑO	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES / LITO	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	99	0	
Roca Intacta	S _{max}	1.347	1.001	1.321	1.321	1.321	1.291	1.291	1.411	1.386	1.386	1.386	1.321	1.275	1.306	1.346	1.346	1.346	1.621	1.621	1.621	1.621	1.286	1.306	1.306	0.831	0.831	
	UCS _i (MPa)	56.7	13.8	61.7	60.9	40.7	14.8	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	42.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	79.8	37.0	52.3	53.9	0.1	0.1	
	Modulo de elasticidad (GPa) - De UCS lab. Tests	0.500	0.150	3.160	8.480	0.700	4.730	4.940	4.640	4.190	4.190	4.190	4.190	4.190	2.780	2.860	2.280	6.850	2.370	2.370	2.370	4.190	2.780	2.780	2.780	0.000	0.000	
	Modulo de elasticidad (GPa) - Estimado por ER Range	19.845	3.795	16.973	16.742	11.182	4.067	4.730	4.940	4.640	4.190	4.190	4.190	4.190	11.778	10.296	12.312	14.528	17.091	22.479	21.940	10.181	14.385	14.834	0.028	0.028		
	Densidad (Kg/m3)	2692	2000	2640	2640	2640	2580	2580	2820	2770	2770	2770	2641	2549	2610	2690	2690	2690	3240	3240	3240	3240	2570	2610	2610	1660	1660	
	Poisson's ratio	0.20	0.00	0.40	0.27	0.27	0.31	0.34	1.71	0.22	0.22	0.22	0.34	0.34	0.19	0.40	0.33	0.31	0.35	0.35	0.35	0.35	0.22	0.19	0.19	0.00	0.00	
mi	8.0	0.0	13.5	13.5	14.6	18.1	8.0	28.6	8.0	9.5	9.5	9.5	8.0	8.0	19.0	19.0	19.0	14.0	14.0	16.0	18.5	18.5	8.0	8.0	0.0	0.0		
Escala de bloque 1m3 (Inputs to DEM)	GSI	49.96	17.05	61.72	40.88	40.66	30.00	34.57	54.72	43.98	59.08	31.90	66.44	27.63	52.17	41.83	37.44	44.77	52.83	62.15	81.74	79.78	37.02	52.31	53.94	10.00	10.00	
	Modulo de elasticidad (GPa)	0.07	0.00	0.94	0.69	0.06	0.21	0.28	0.92	0.42	1.08	0.20	1.58	0.17	0.47	0.25	0.15	0.71	0.42	0.72	1.44	2.45	0.18	0.47	0.53	0.00	0.00	
	mb	0.74	0.15	1.29	0.48	0.47	0.29	0.35	0.93	0.56	1.14	0.31	1.62	0.25	0.82	0.50	0.41	0.58	0.85	1.32	3.35	3.05	0.40	0.83	0.89	0.11	0.11	
	s	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	a	0.51	0.55	0.50	0.51	0.51	0.52	0.52	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50	0.53	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.59	0.59	
	Tensión (MPa)	-0.10	0.00	-0.29	-0.05	-0.03	0.00	-0.02	-0.14	-0.05	-0.22	-0.01	-0.47	-0.01	-0.11	-0.04	-0.02	-0.05	-0.12	-0.30	-2.14	-1.76	-0.02	-0.11	-0.13	0.00	0.00	
	Cohesion (MPa)	0.525	0.113	0.900	0.408	0.345	0.181	0.277	0.613	0.390	0.771	0.250	1.227	0.211	0.543	0.364	0.307	0.401	0.560	0.924	4.107	3.482	0.303	0.547	0.590	0.012	0.012	
	Angulo de fricción (°)	43	30	47	40	36	30	32	44	38	46	30	49	30	43	37	34	39	43	47	51	51	34	43	44	30	30	
	UCS _b (MPa) Mohr Coulomb	2.402	0.391	4.608	1.737	1.362	0.628	1.002	2.903	1.609	3.838	0.871	6.554	0.730	2.497	1.464	1.159	1.675	2.594	4.752	23.370	19.790	1.135	2.517	2.770	0.042	0.042	
	UCS _b (MPa) Hoek & Brown	1.941	0.030	4.748	1.087	0.714	0.113	0.382	2.608	0.984	3.797	0.285	7.036	0.172	2.084	0.820	0.516	1.061	2.210	4.923	24.167	20.690	0.495	2.110	2.436	0.000	0.000	
	Reduccion de fuerza (Efecto escala)	3%	0%	8%	2%	2%	1%	1%	5%	2%	6%	1%	11%	1%	4%	2%	1%	2%	4%	8%	30%	26%	1%	4%	5%	0%	0%	
	Escala de Tunel (Inputs to FEM)	GSI (tunnel scale rock mass)	50.0	17.1	61.7	40.9	40.7	30.0	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	41.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	79.8	37.0	52.3	53.9	10.0	10.0
Modulo de elasticidad (GPa), Hoek & Diederichs (2006)		0.07	0.00	0.94	0.69	0.06	0.21	0.28	0.92	0.42	1.08	0.20	1.58	0.17	0.47	0.25	0.15	0.71	0.42	0.72	1.44	2.45	0.18	0.47	0.53	0.00	0.00	
mb		0.74	0.15	1.29	0.48	0.47	0.29	0.35	0.93	0.56	1.14	0.31	1.62	0.25	0.82	0.50	0.41	0.58	0.85	1.32	3.35	3.05	0.40	0.83	0.89	0.11	0.11	
s		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
a		0.51	0.55	0.50	0.51	0.51	0.52	0.52	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50	0.53	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.59	0.59	
Tensión (MPa), Hoek & Brown (2002)		-0.10	0.00	-0.29	-0.05	-0.03	0.00	-0.02	-0.14	-0.05	-0.22	-0.01	-0.47	-0.01	-0.11	-0.04	-0.02	-0.05	-0.12	-0.30	-2.14	-1.76	-0.02	-0.11	-0.13	0.00	0.00	
Cohesion (MPa)		0.53	0.11	0.90	0.41	0.35	0.18	0.28	0.61	0.39	0.77	0.25	1.23	0.21	0.54	0.36	0.31	0.40	0.56	0.92	4.11	3.48	0.30	0.55	0.59	0.01	0.01	
Angulo de fricción (°)		43	30	47	40	36	30	32	44	38	46	30	49	30	43	37	34	39	43	47	51	51	34	43	44	30	30	
UCS _{mi} (MPa) Mohr Coulomb		2.402	0.391	4.608	1.737	1.362	0.628	1.002	2.903	1.609	3.838	0.871	6.554	0.730	2.497	1.464	1.159	1.675	2.594	4.752	23.370	19.790	1.135	2.517	2.770	0.042	0.042	
UCS _{mi} (MPa) Hoek & Brown		1.941	0.030	4.748	1.087	0.714	0.113	0.382	2.608	0.984	3.797	0.285	7.036	0.172	2.084	0.820	0.516	1.061	2.210	4.923	24.167	20.690	0.495	2.110	2.436	0.000	0.000	
Reduccion de fuerza (Efecto escala)		3%	0%	8%	2%	2%	1%	1%	5%	2%	6%	1%	11%	1%	4%	2%	1%	2%	4%	8%	30%	26%	1%	4%	5%	0%	0%	

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 26. Propiedades y parámetros físicos, evaluados con un factor de disturbancia (D = 1).

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	CLASIFICACION HOEK & BROWN	UNIDADES LITOLÓGICAS (Coroccohuayco)																										
		ARENISCA	ANHRDITA	MARMOL GRIS	MARMOL BLANCO	MARMOL CON CALCAREACION	HORNIFELS	LUTITA	DIORITA	POFIRIDO MONZONITICO	POFIRIDO MONZONITICO	POFIRIDO MONZONITICO	LATITA	ANDESITA	STOCKWOREN HORNIFELS	ENDOSKARN EN DIORITA	ENDOSKARN EN PMS2	ENDOSKARN EN PMS3	EXOSKARN	EXOSKARN EN CLASTICOS	EXOSKARN EN CLASTICOS	POFIRIDO MONZONITICO	ARECHA MASANA HIDROTHERMAL	STOCKWOREN DIORITA	STOCKWOREN PMS3	SUELO	FALLA	
D (Macizo rocoso disturbado por esfuerzos, 0-1)	1																											
Profundidad	30.0																											
ESCALA DE DISEÑO	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES / LITO	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	99	0	
Roca Intacta	S _{3max}	1.347	1.001	1.321	1.321	1.321	1.291	1.291	1.411	1.386	1.386	1.386	1.321	1.275	1.306	1.346	1.346	1.346	1.621	1.621	1.621	1.621	1.286	1.306	1.306	0.831	0.831	
	UCS _i (MPa)	56.7	13.8	61.7	60.9	40.7	14.8	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	42.8	37.4	44.8	52.8	62.2	62.2	81.7	37.0	52.3	53.9	0.1	0.1	
	Modulo de elasticidad (GPa) - De UCS lab. Tests	0.500	0.150	3.160	8.480	0.700	4.730	4.940	4.640	4.190	4.190	4.190	4.190	4.190	2.780	2.860	2.280	6.850	2.370	2.370	2.370	4.190	2.780	2.780	2.780	0.000	0.000	
	Modulo de elasticidad (GPa) - Estimado por ER Range	19.845	3.795	16.973	16.742	11.182	4.067	4.730	4.940	4.640	4.190	4.190	4.190	4.190	4.190	4.190	11.778	10.296	12.312	14.528	17.091	22.479	21.940	10.181	14.385	14.834	0.028	0.028
	Densidad (kg/m3)	2692	2000	2640	2640	2640	2580	2580	2820	2770	2770	2770	2641	2549	2610	2690	2690	2690	3240	3240	3240	3240	2570	2610	2610	1660	1660	
	Poisson's ratio	0.20	0.00	0.40	0.27	0.27	0.31	0.34	1.71	0.22	0.22	0.22	0.34	0.34	0.19	0.40	0.33	0.31	0.35	0.35	0.35	0.35	0.22	0.19	0.19	0.19	0.00	0.00
Escala de bloque 1m3 (Inputs to DEM)	mi	8.0	0.0	13.5	13.5	14.6	18.1	8.0	28.6	8.0	9.5	9.5	8.0	8.0	19.0	19.0	19.0	14.0	14.0	16.0	18.5	8.0	8.0	8.0	0.0	0.0		
	GSI	50.0	17.1	61.7	40.9	40.7	30.0	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	41.8	37.4	44.8	52.8	62.2	62.2	81.7	37.0	52.3	53.9	10.0	10.0	
	Modulo de elasticidad (GPa)	0.033	0.003	0.427	0.352	0.029	0.134	0.160	0.410	0.202	0.483	0.125	0.743	0.112	0.211	0.124	0.082	0.343	0.187	0.328	0.816	1.355	0.098	0.212	0.234	0.000	0.000	
	mb	0.22	0.02	0.52	0.12	0.12	0.05	0.07	0.32	0.15	0.43	0.06	0.73	0.05	0.26	0.13	0.09	0.15	0.28	0.54	2.17	1.89	0.09	0.27	0.30	0.01	0.01	
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	a	0.51	0.55	0.50	0.51	0.51	0.52	0.52	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50	0.53	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.59	0.59
	Tension (MPa)	-0.060	-0.001	-0.201	-0.027	-0.018	-0.002	-0.008	-0.092	-0.026	-0.150	-0.006	-0.340	-0.004	-0.069	-0.021	-0.012	-0.029	-0.074	-0.211	-1.795	-1.454	-0.011	-0.070	-0.084	0.000	0.000	
	Cohesion (MPa)	0.333	0.045	0.599	0.244	0.206	0.092	0.155	0.398	0.239	0.508	0.135	0.834	0.106	0.349	0.219	0.178	0.248	0.361	0.616	3.223	2.668	0.174	0.352	0.382	0.004	0.004	
	Angulo de fricción (°)	33	30	40	30	30	30	30	35	30	38	30	43	30	33	30	30	30	34	40	49	48	30	33	35	30	30	
	UCS _b (MPa) Mohr Coulomb	1.22	0.16	2.57	0.84	0.71	0.32	0.54	1.54	0.83	2.10	0.47	3.83	0.37	1.30	0.76	0.62	0.86	1.35	2.66	17.06	13.98	0.60	1.31	1.46	0.01	0.01	
	UCS _b (MPa) Hoek & Brown	0.84	0.01	2.50	0.40	0.26	0.03	0.12	1.22	0.38	1.91	0.09	4.01	0.05	0.93	0.30	0.18	0.42	1.00	2.61	17.82	14.76	0.17	0.95	1.12	0.00	0.00	
	Reduccion de fuerza (Efecto escala)	1%	0%	4%	1%	1%	0%	0%	2%	1%	3%	0%	6%	0%	2%	1%	0%	1%	2%	4%	22%	19%	0%	2%	2%	0%	0%	
	Escala de Tunel (Inputs to FEM)	GSI (tunnel scale rock mass)	50.0	17.1	61.7	40.9	40.7	30.0	34.6	54.7	44.0	59.1	31.9	66.4	27.6	52.2	41.8	37.4	44.8	52.8	62.2	81.7	37.0	52.3	53.9	10.0	10.0	
		Modulo de elasticidad (GPa), Hoek & Diederichs (2006)	0.033	0.003	0.427	0.352	0.029	0.134	0.160	0.410	0.202	0.483	0.125	0.743	0.112	0.211	0.124	0.082	0.343	0.187	0.328	0.816	1.355	0.098	0.212	0.234	0.000	0.000
mb		0.22	0.02	0.52	0.12	0.12	0.05	0.07	0.32	0.15	0.43	0.06	0.73	0.05	0.26	0.13	0.09	0.15	0.28	0.54	2.17	1.89	0.09	0.27	0.30	0.01	0.01	
s		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
a		0.506	0.553	0.503	0.511	0.511	0.522	0.516	0.504	0.509	0.503	0.520	0.502	0.526	0.505	0.510	0.514	0.508	0.505	0.502	0.501	0.501	0.514	0.505	0.504	0.585	0.585	
Tension (MPa), Hoek & Brown (2002)		-0.060	-0.001	-0.201	-0.027	-0.018	-0.002	-0.008	-0.092	-0.026	-0.150	-0.006	-0.340	-0.004	-0.069	-0.021	-0.012	-0.029	-0.074	-0.211	-1.795	-1.454	-0.011	-0.070	-0.084	0.000	0.000	
Cohesion (MPa)		0.33	0.05	0.60	0.24	0.21	0.09	0.15	0.40	0.24	0.51	0.14	0.83	0.11	0.35	0.22	0.18	0.25	0.36	0.62	3.22	2.67	0.17	0.35	0.38	0.00	0.00	
Angulo de fricción (°)		33	30	40	30	30	30	30	35	30	38	30	43	30	33	30	30	30	34	40	49	48	30	33	35	30	30	
UCS _{rm} (MPa), Mohr Coulomb		1.217	0.157	2.571	0.845	0.713	0.320	0.536	1.536	0.828	2.096	0.468	3.826	0.369	1.296	0.759	0.615	0.858	1.353	2.661	17.063	13.975	0.603	1.308	1.457	0.012	0.012	
UCS _{rm} (MPa) Hoek & Brown		0.835	0.007	2.501	0.387	0.260	0.033	0.124	1.219	0.381	1.912	0.088	4.014	0.048	0.932	0.305	0.177	0.416	0.999	2.612	17.820	14.765	0.168	0.946	1.123	0.000	0.000	

Fuente: Elaboración propia.

5.3. LOGUEO EN SONDAJES GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS

El logueo se realizó con dos finalidades uno para determinar el RMR y el otro para determinar el DIP y DIP DIRECTION de las estructuras (juntas, venillas y fallas).

5.3.1. LOGUEO GEOMECÁNICO

5.3.1.1. DETERMINACIÓN DEL RMR BIENIAWSKI 1976

En base a los parámetros mostrados en la parte teórica, así como en el procedimiento realizado en el logueo geomecánico, se determinó la calidad del macizo rocoso en sondajes geológicos y geotécnicos, para eso se procedió a determinar el RMR de los sondajes

El RMR de los siguientes taladros como se muestran en las figuras, se realizaron un versus entre la litología y el RMR

5.3.2. LOGUEO EN SONDAJES ORIENTADOS

5.3.2.1. DETERMINACION DEL DIP Y DIP DIRECTION

En los sondajes orientados o geotécnicos se determinaron el ángulo alfa y beta del que se puede calcular el dip y dip direction, básicamente solo en este tipo de sondajes se obtuvieron estos valores porque son sondajes que se orientan mas no los geológicos.

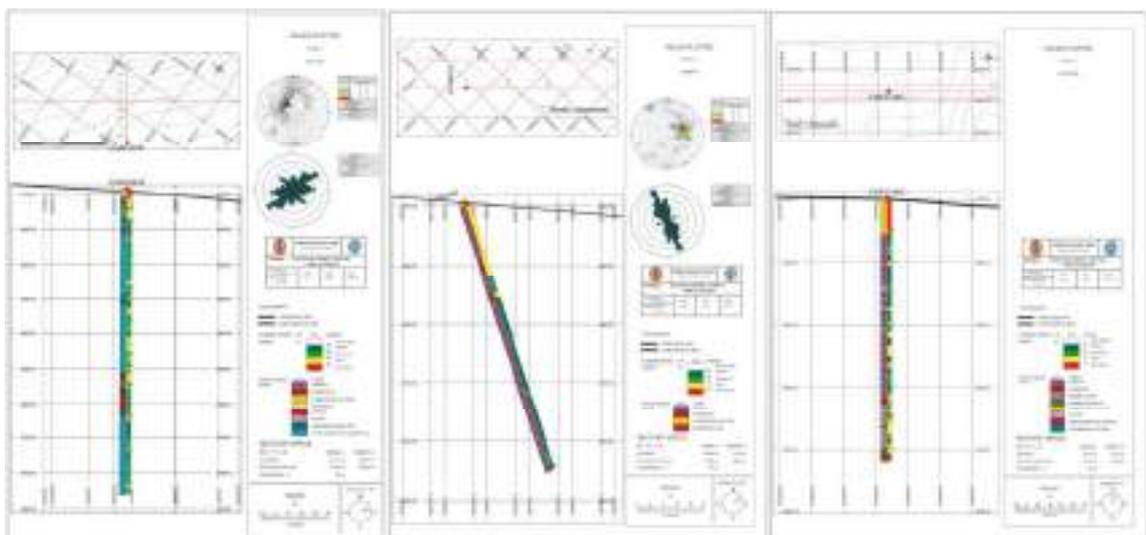


Figura 24. Sondajes Orientados CHAP48-B, COBN-07, COEX-09G, de la campaña 2018.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

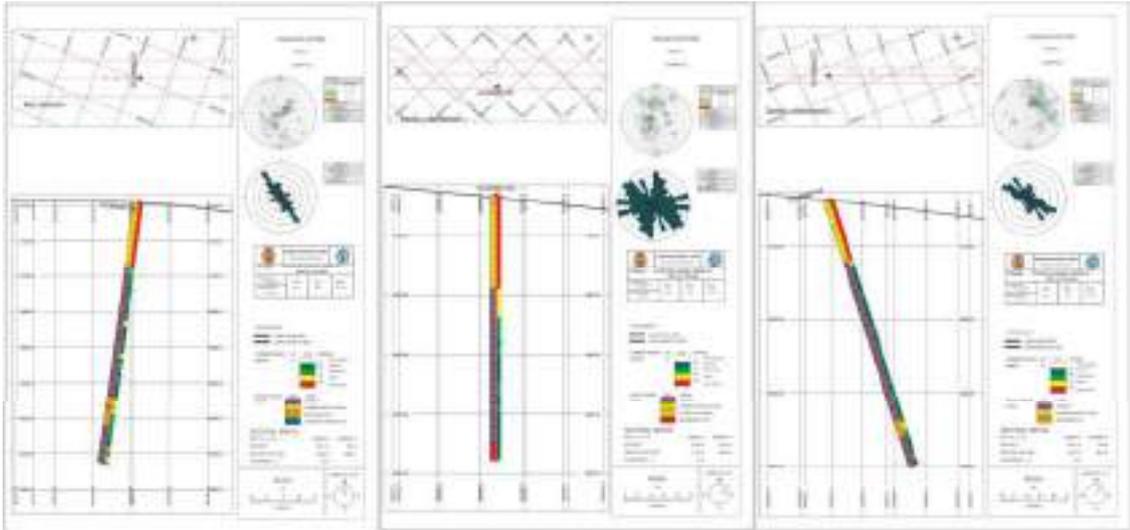


Figura 25. Sondajes Orientados CORMP-02, CORMP-03, CORMP-04, de la campaña 2018.

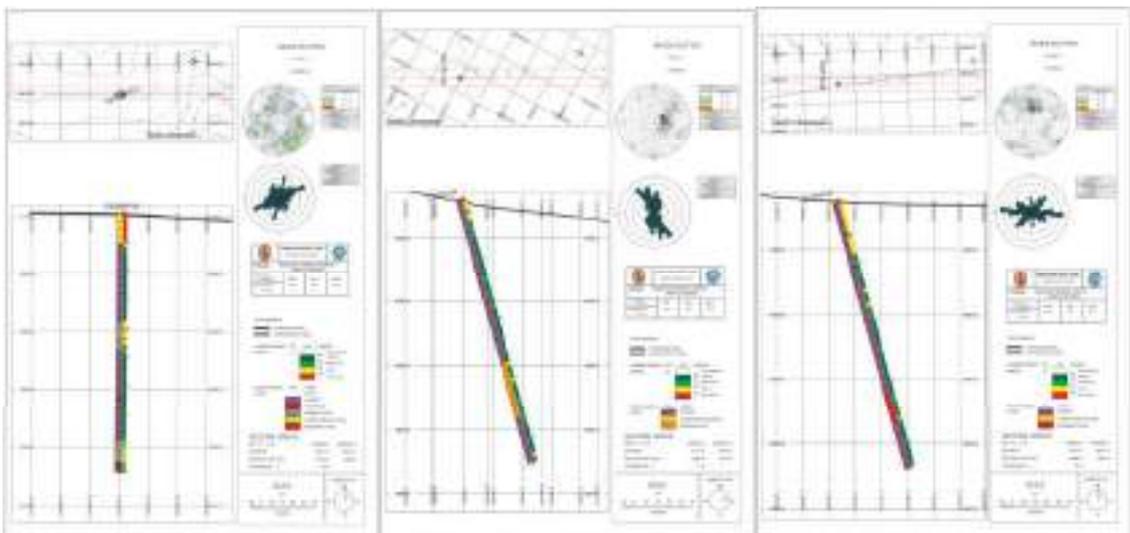


Figura 26. Sondajes Orientados COORP-01, COTN-02, COTN-03, de la campaña 2018.

Fuente: Elaboración propia.

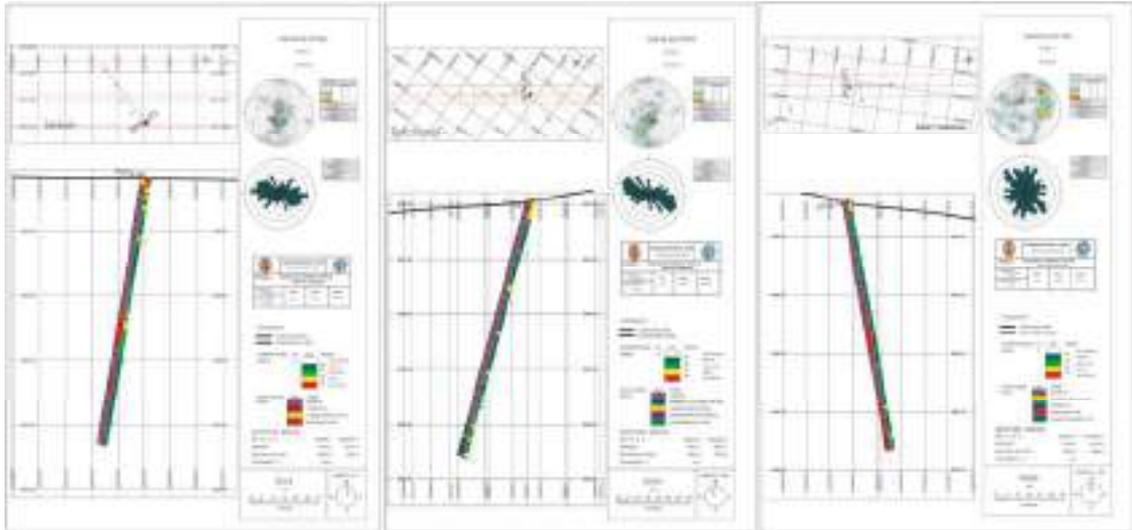


Figura 27. Sondajes Orientados COTN-06, COTN-16, COTS-02, de la campaña 2018.

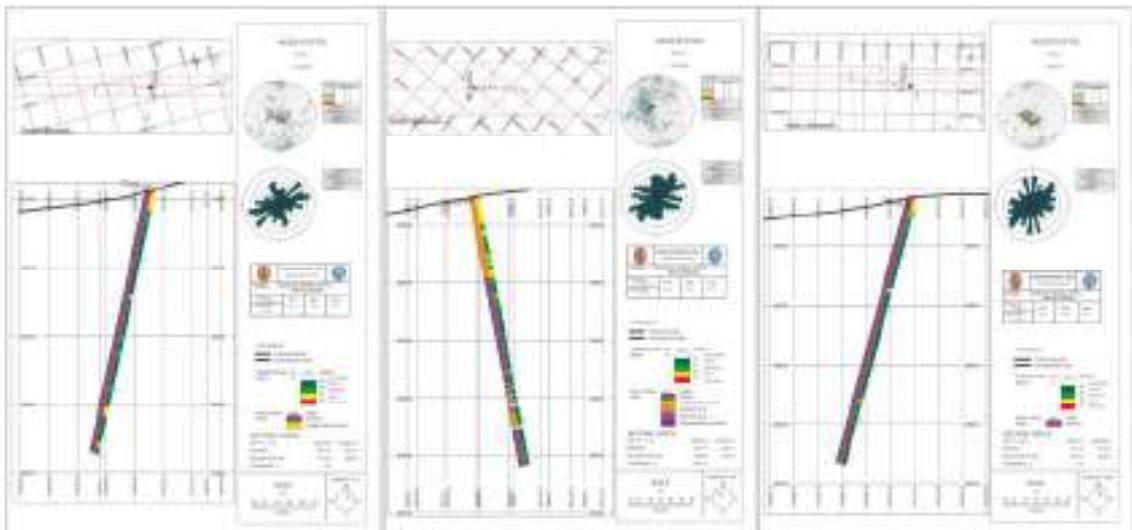


Figura 28. Sondajes Orientados COTS-07, COTS-09, COTS-11, de la campaña 2018.

Fuente: Elaboración propia.

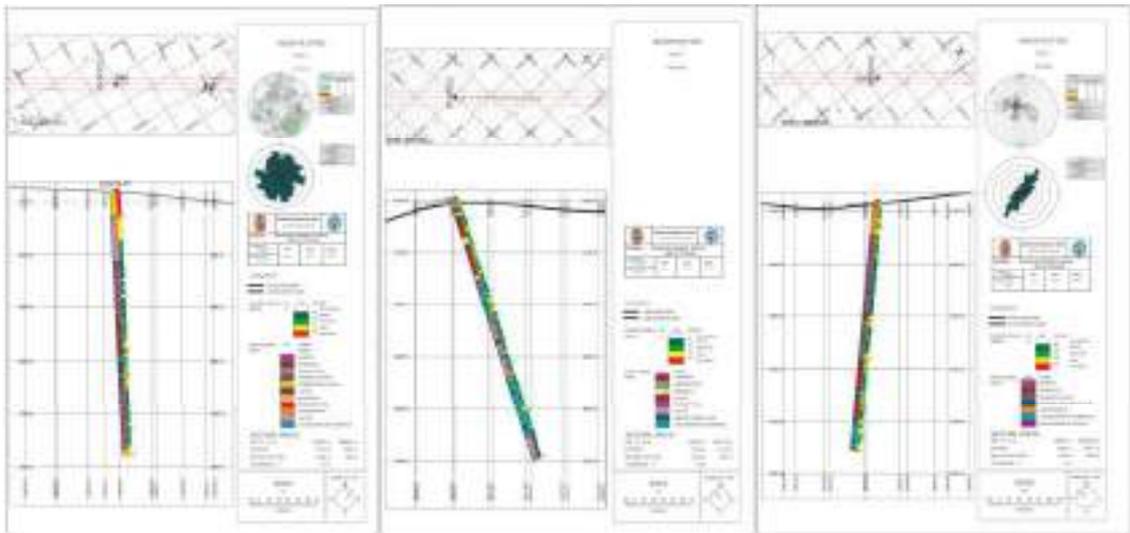


Figura 29. Sondajes Orientados COUG-01, COUG-02, COUG-09, de la campaña 2018.

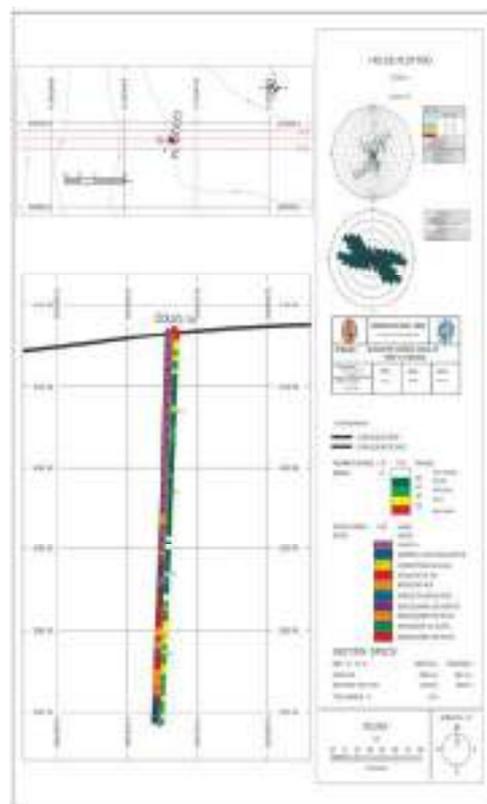


Figura 30. Sondajes Orientados COUG-14, de la campaña 2018.

Fuente: Elaboración propia.

Las secciones de los sondajes orientados se presentan de forma en el anexo B

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 27. RMR promedio por litología de logeos geomecánicos.

RMR													
LITOLOGIA	16	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56
Media	61.4	51.6	53.5	48.0	50.1	49.7	45.7	46.7	58.5	50.2	44.6	53.3	47.1
Mediana	64.0	52.5	52.0	52.0	53.0	52.0	47.0	49.0	63.0	53.0	44.0	56.5	50.0
Desviación estándar	20.2	9.4	24.9	18.0	17.1	19.0	11.4	16.4	17.5	16.4	15.4	14.4	15.8
Varianza de la muestra	407.8	88.4	620.5	322.8	293.8	362.7	130.9	267.5	306.5	267.7	238.5	207.2	250.0
Coefficiente de asimetría	0.0	-2.6	0.0	-0.3	-0.5	-0.3	-0.5	-0.1	-0.8	-0.4	0.0	-1.4	-0.4
Rango	52.0	38.0	71.0	71.0	63.0	65.0	50.0	59.0	95.0	70.0	59.0	49.0	57.0
Mínimo	36.0	22.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	0.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Máximo	88.0	60.0	90.0	90.0	82.0	84.0	69.0	78.0	95.0	89.0	78.0	68.0	76.0
Suma	307.0	722.0	909.0	19062.0	2953.0	12718.0	2787.0	13930.0	288016.0	47054.0	21975.0	640.0	12632.0
Cuenta	5.0	14.0	17.0	397.0	59.0	256.0	61.0	298.0	4924.0	937.0	493.0	12.0	268.0

Tabla 28. RMR promedio por litología de logeos geomecánicos.

RMR													
LITOLOGIA	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	85
Media	56.4	51.3	49.3	48.9	43.5	56.5	51.4	43.8	70.5	60.2	63.1	38.5	65.6
Mediana	63.0	51.0	49.5	50.0	40.0	60.0	51.0	46.5	72.5	67.0	66.0	35.0	68.0
Desviación estándar	22.9	13.0	19.1	19.5	15.3	19.4	14.1	14.7	8.4	19.2	16.0	16.9	10.7
Varianza de la muestra	523.6	168.2	364.9	379.0	233.8	375.0	199.3	215.4	70.3	367.4	254.9	286.0	114.5
Coefficiente de asimetría	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	-0.4	0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-0.4	0.4	-3.7
Rango	90.0	61.0	77.0	76.0	55.0	77.0	35.0	48.0	24.0	76.0	76.0	47.0	63.0
Mínimo	0.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	35.0	19.0	56.0	19.0	19.0	19.0	19.0
Máximo	90.0	80.0	96.0	95.0	74.0	96.0	70.0	67.0	80.0	95.0	95.0	66.0	82.0
Suma	3894.0	16934.0	16776.0	9885.0	2132.0	73263.0	257.0	526.0	705.0	8494.0	2522.0	1538.0	1574.0
Cuenta	69.0	330.0	340.0	202.0	49.0	1296.0	5.0	12.0	10.0	141.0	40.0	40.0	24.0

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 29. RQD promedio por litología de logeos geomecánicos.

RQD													
LITOLOGIA	16	28	40	42	43	44	47	49	51	52	54	55	56
Media	72.4	76.5	66.0	52.2	57.2	55.9	58.4	54.0	73.6	59.9	47.6	75.7	53.0
Mediana	73.7	84.5	95.9	60.9	64.9	61.9	67.7	61.2	88.9	71.1	46.2	84.9	59.5
Desviación estándar	24.5	25.3	44.9	36.1	32.7	36.6	27.8	36.6	31.7	34.6	34.7	28.1	34.7
Varianza de la muestra	602.5	637.7	2015.2	1303.5	1070.5	1340.4	770.8	1339.6	1005.7	1198.4	1205.3	791.5	1206.9
Coefficiente de asimetría	-1.0	-2.4	-0.8	-0.3	-0.7	-0.4	-0.8	-0.3	-1.2	-0.6	0.0	-2.1	-0.3
Rango	66.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.2	100.0	100.0	100.0	100.0	98.5	100.0
Mínimo	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Máximo	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	95.2	100.0	100.0	100.0	100.0	98.5	100.0
Suma	361.8	1071.2	1121.8	20736.7	3372.8	14323.0	3565.4	16082.0	362570.4	56154.3	23478.5	908.5	14198.2
Cuenta	5.0	14.0	17.0	397.0	59.0	256.0	61.0	298.0	4924.0	937.0	493.0	12.0	268.0

Tabla 30. RQD promedio por litología de logeos geomecánicos.

RQD													
LITOLOGIA	58	60	61	62	64	71	72	74	75	78	80	82	85
Media	66.8	64.1	56.4	48.9	39.7	65.2	64.1	41.7	92.3	75.6	80.6	36.4	86.4
Mediana	89.5	66.7	63.0	50.0	36.7	80.0	60.6	40.5	96.9	90.0	91.1	16.1	90.9
Desviación estándar	38.3	27.6	35.7	19.5	33.0	35.5	17.2	30.6	9.9	32.4	24.6	38.6	18.8
Varianza de la muestra	1469.9	759.6	1274.7	379.0	1085.8	1258.4	295.4	937.1	98.9	1046.9	603.3	1489.5	354.3
Coefficiente de asimetría	-0.8	-0.8	-0.4	0.1	0.2	-0.8	-0.2	0.0	-1.3	-1.4	-1.8	0.3	-4.5
Rango	100.0	100.0	100.0	76.0	100.0	100.0	44.7	84.6	26.7	100.0	100.0	97.3	97.9
Mínimo	0.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	40.6	0.0	73.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Máximo	100.0	100.0	100.0	95.0	100.0	100.0	85.3	84.6	100.0	100.0	100.0	97.3	97.9
Suma	4610.6	21141.2	19181.4	9885.0	1946.1	84516.6	320.6	500.8	922.6	10658.7	3224.0	1420.4	2072.6
Cuenta	69.0	330.0	340.0	202.0	49.0	1296.0	5.0	12.0	10.0	141.0	40.0	39.0	24.0

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO VI

ANALISIS, EVALUACION Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. ANALISIS ESTEREOGRAFICO

Para el análisis estereográfico se utilizaron la información obtenida de los sondajes orientados o geotécnicos.

6.1.1. *CORRECCIÓN DE TERZAGUI*

La información base con la cual se realizaron las agrupaciones que conforman los dominios presentados se realizó en base a una revisión de la información, donde se determinó que se debía realizar una corrección y la corrección más sugerida es la corrección por Terzaghi. Incluso, antes de realizar la corrección de Terzaghi, los sistemas estructurales de los dominios obtenidos de la información base diferían de los sistemas reportados.

La siguiente figura demuestra una comparación a modo de ejemplo entre los sistemas reportados y la corrección por Terzaghi con la que se realizó por la cual se observa una similitud entre la información reportada y el ploteo generado con la corrección de Terzaghi las correcciones se realizaron para todos los sondajes que están dentro de los dominios realizados para lo cual se menciona en el anexo todos los sondajes con la corrección de Terzagui.

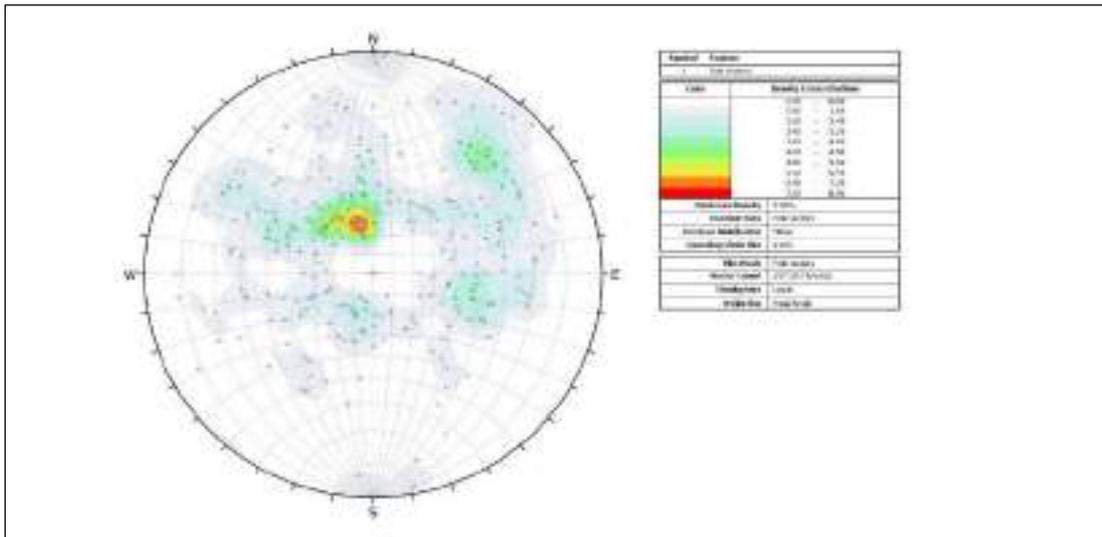


Figura 31. Sondaje COTS-02, ploteo utilizando la información base.

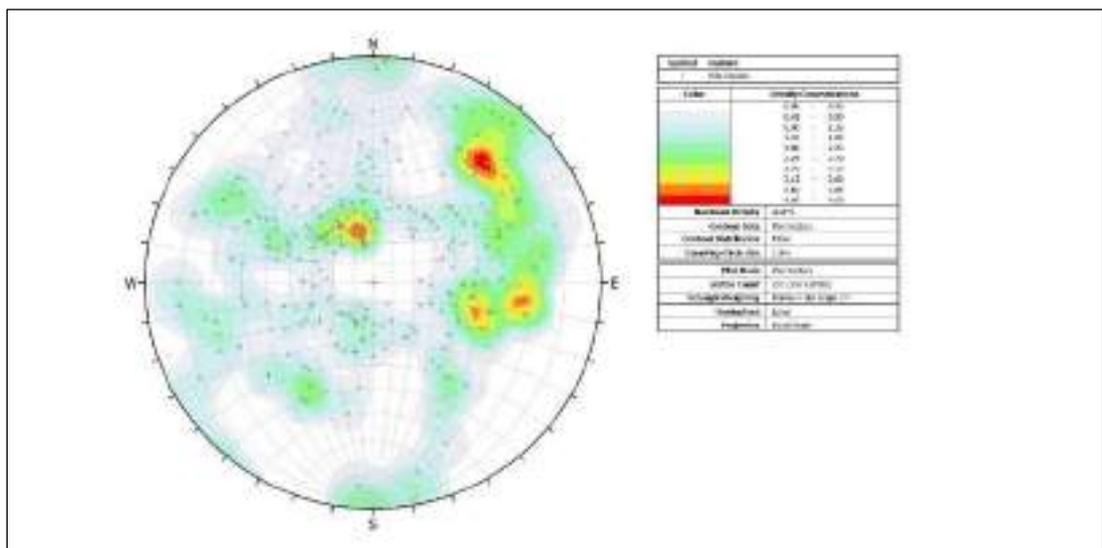


Figura 32. Sondaje COTS-02, ploteo utilizando la información base más la corrección de Terzagui.

Fuente: Elaboración propia.

El sondaje COTS-02, se observar que al realizar la corrección de Terzagui se pueden generar más sets o familias de juntas, esto básicamente nos ayuda para poder evaluar el tipo de rotura que se pueda generar.

6.1.2. ANALISIS Y VALIDACION ESTEREOGRÁFICA DE LOS SONDAJES GEOTÉCNICOS

Para la validación de las estructuras se hizo un comparativo de la disposición de las discontinuidades con los registros de televiever y el logueo encontrándose una razonable similitud entre ambas fuentes de información (como se muestra en las figuras 32, 33, 34 y 35).

Habiendo corroborado que existe una información fiable entre el logueo geotécnico y el televiever con una confiabilidad superior al 90%, se procede a juntar las ambas informaciones para luego realizar los dominios con una data general.

La corrección de Terzaghi, se aplicó a todos los sondajes realizados por el logueo geotécnico, básicamente sirvió para ajustar más y mejorar los errores que se pueda presentar.

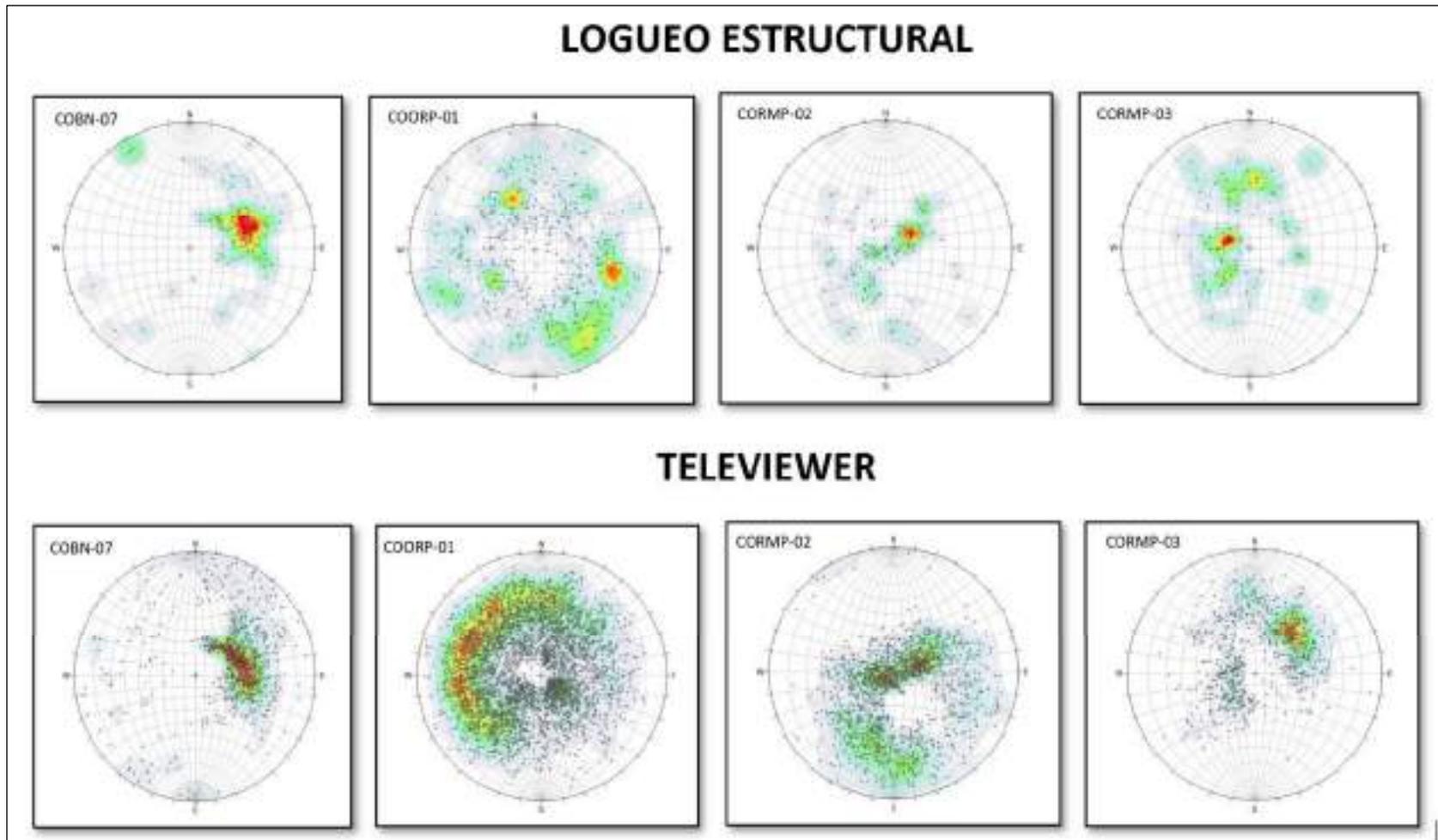


Figura 33. Comparación entre el logueo y el Televiewer. Sondajes COBN-07, COORP-01, CORMP-02, CORMP-03.

Fuente: Elaboración propia.

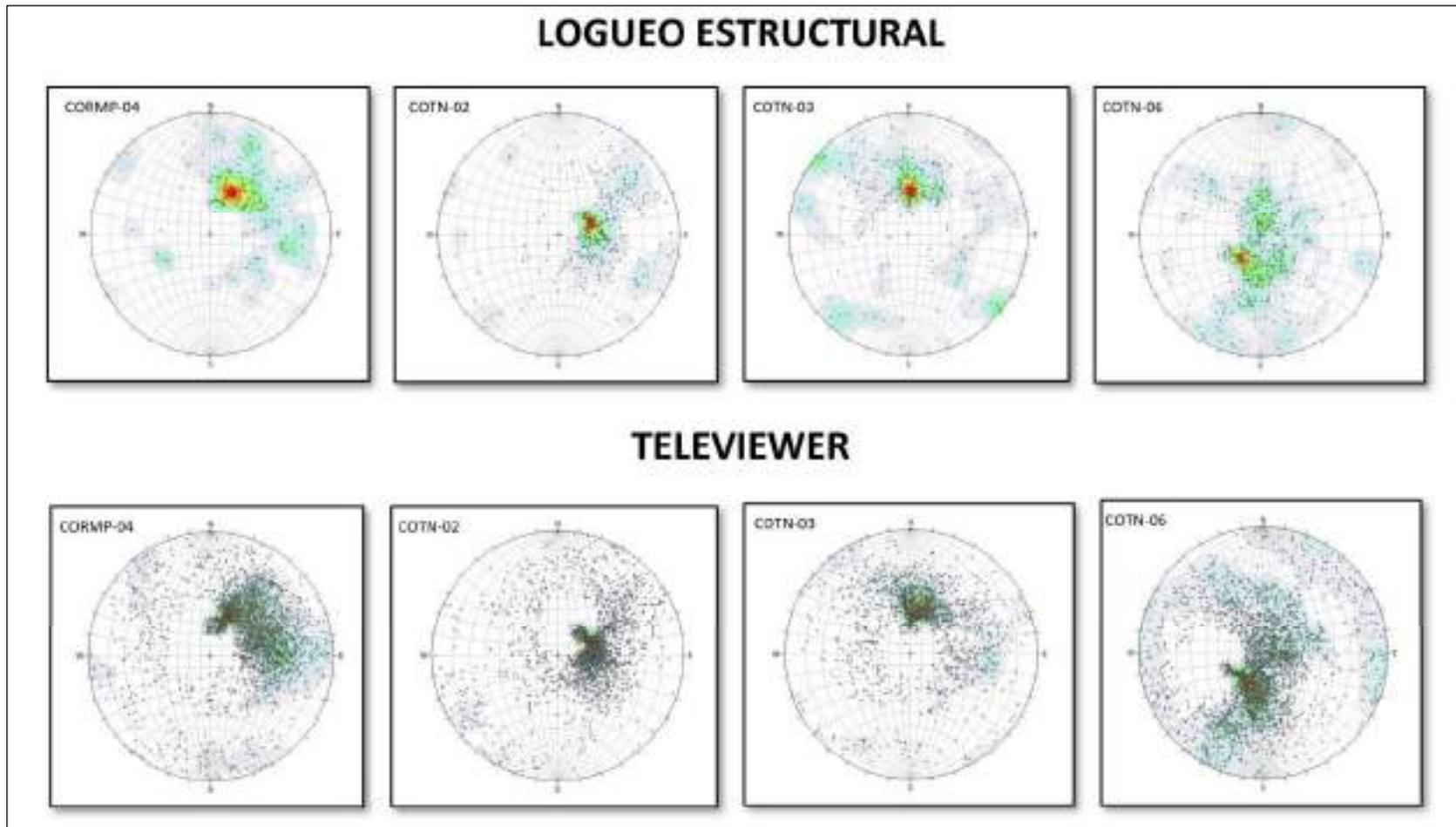


Figura 34. Comparación entre el logueo y el Televiewer. Sondajes CORMP-04, COTN-02, COTN-03, COTN-06.

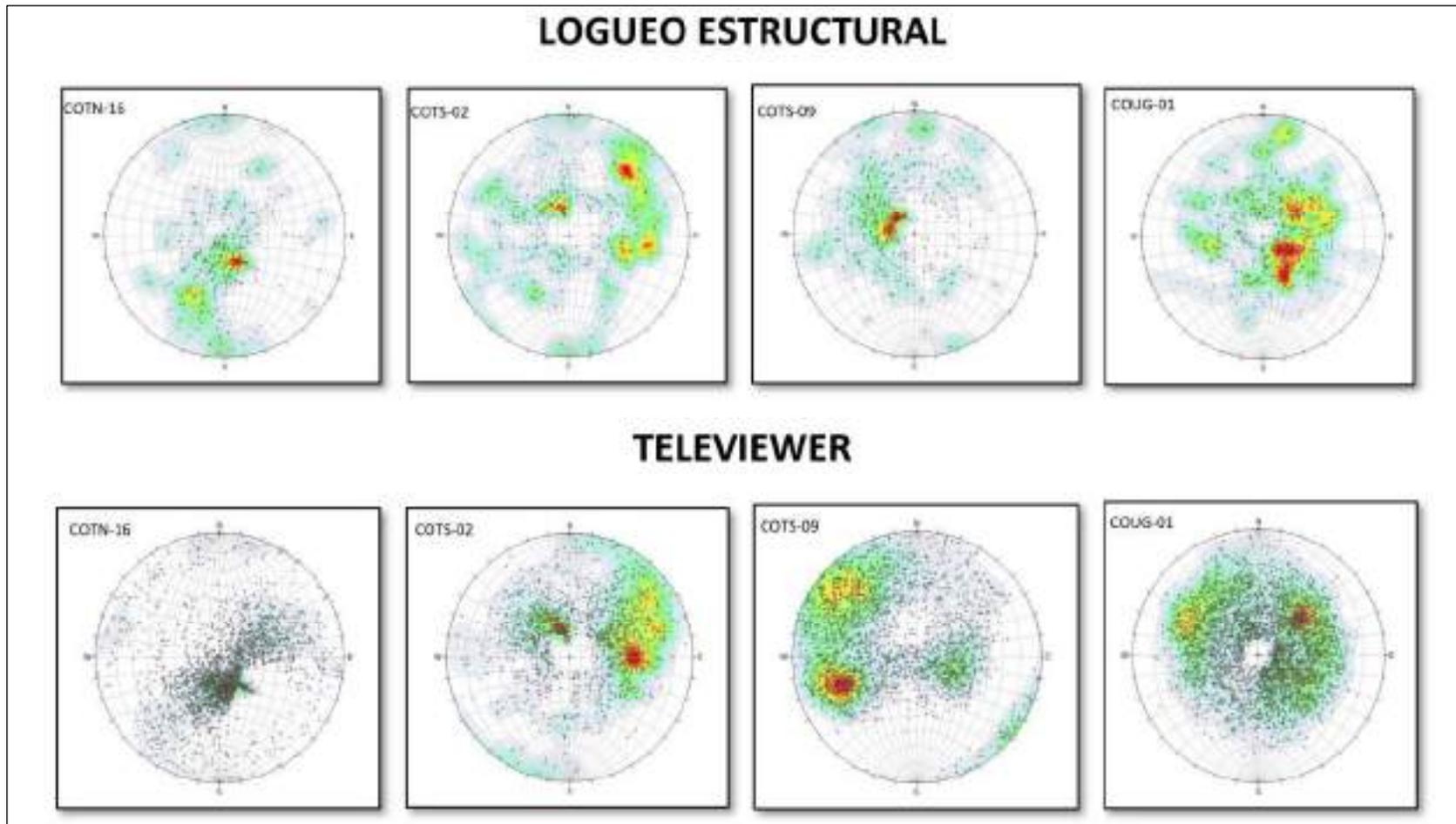


Figura 35. Comparación entre el logueo y el Televiewer. Sondajes COTN-16, COTS-02, COTS-09, CUG-01.

Fuente: Elaboración propia.

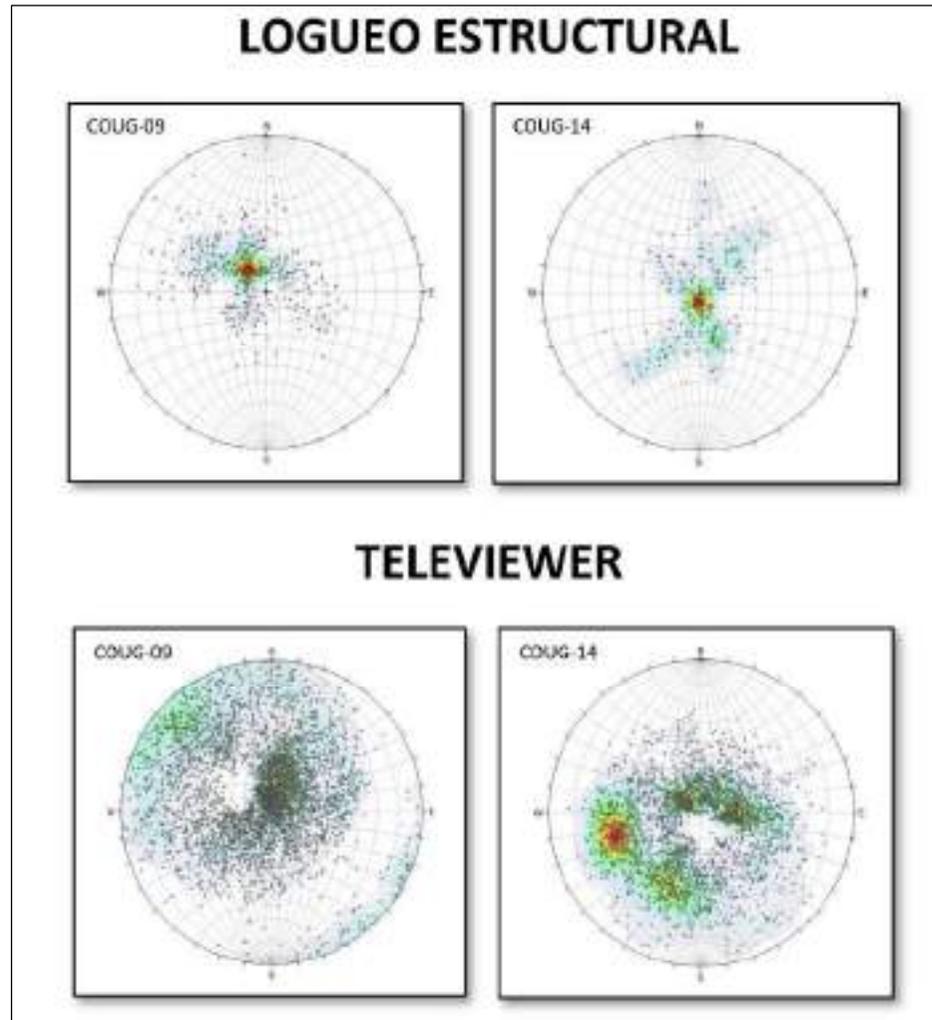


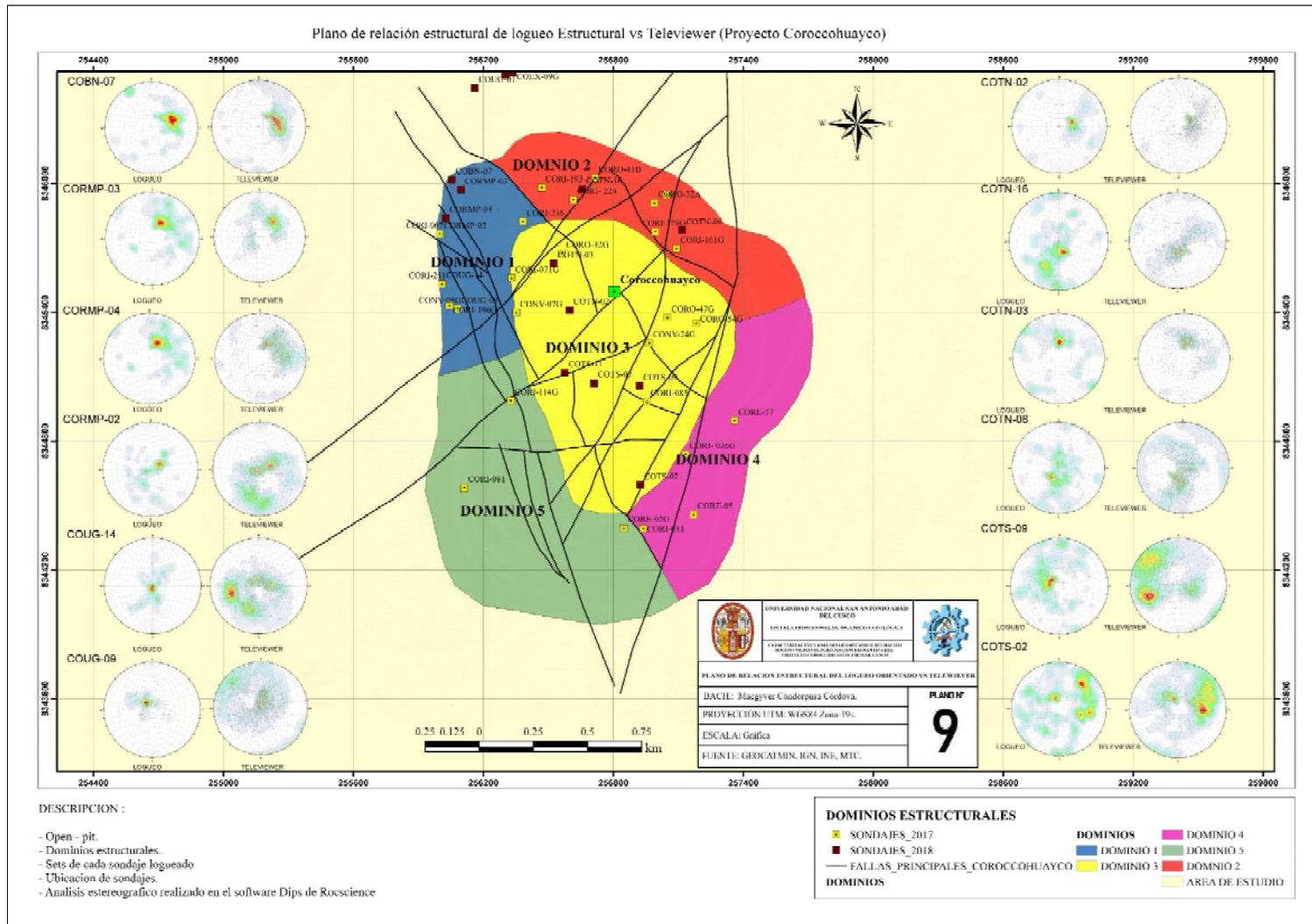
Figura 36. Comparación entre el logueo y el Televiewer. Sondajes COUG-09, COUG-14.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinados la validación en base a la información de logueo de sondajes y televiewer se muestra la comparación de la información recopilada entre el logueo geotécnico y el televiewer, esta información demuestra que existen una buena concordancia entre los sistemas sugeridos por el análisis de los datos en comparación.

En el siguiente plano 9. La distribución espacial de los estereogramas realizados entre el logueo estructural y la información obtenida del televiewer se muestra aquí. Es importante destacar que la información del televiewer no se trata porque ya se ha obtenido la información correcta.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 9. Mapa comparativo de los estereogramas del Logueo geotécnico vs Televiever.

6.2. GENERACION DE DOMINIOS PARA EL ANALISIS CINEMATICO

Para el análisis cinemático es indispensable definir los dominios estructurales en base a sistemas de fallas que se presentan en la zona de estudio y teniendo en cuenta la litología.

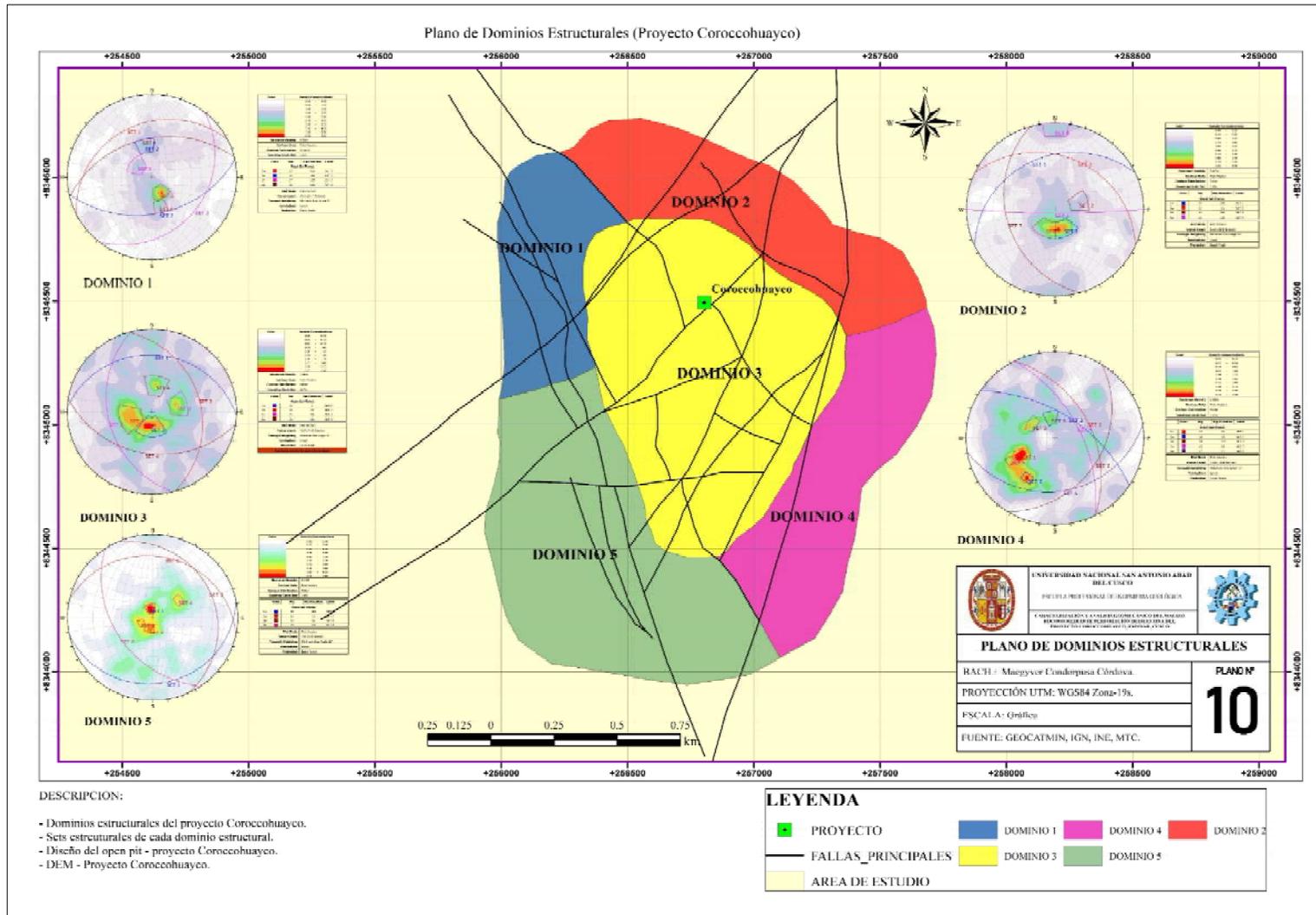
6.3. DOMINIOS ESTRUCTURALES

El plano 10 se muestra los límites de dominio estructural definidos para el estudio. Estos límites de dominio toman aspectos importantes que ayudaran a definir las zonas o dominios estructurales y están definidas en base a:

- Litología
- Estructuras mayores (Fallas)
- RMR

Estos aspectos nos ayudaran a determinar la configuración de la delimitación de los dominios geotécnicos, a partir de esta información base lograremos realizar el análisis cinemático a mayor detalle.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCOCHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 10. Dominios estructurales proyecto Coroccohuayco.

El plano demuestra los dominios estructurales determinados a partir de todas de la validación de la información del logueo estructural de cada sondaje y que pudo ser agrupado en un solo estereograma para un solo dominio y así empezar a determinar los sets o familia de juntas de cada dominio.

6.3.1. ANALISIS CINEMÁTICO

A modo de ejemplo las Tablas, muestran el resumen estadístico de los sets estructurales del Dominio, determinan la estadística asociada a cada familia estructural dentro de cada dominio, información con la cual se llevó a cabo el análisis cinemático probabilístico a escala de banco presentado en secciones posteriores.

6.3.1.1. DOMINIO 1

Para el dominio 1 se observan las redes estereográficas corregidas por Terzaghi, donde se puedo determinar 4 sets o 4 familias de juntas.

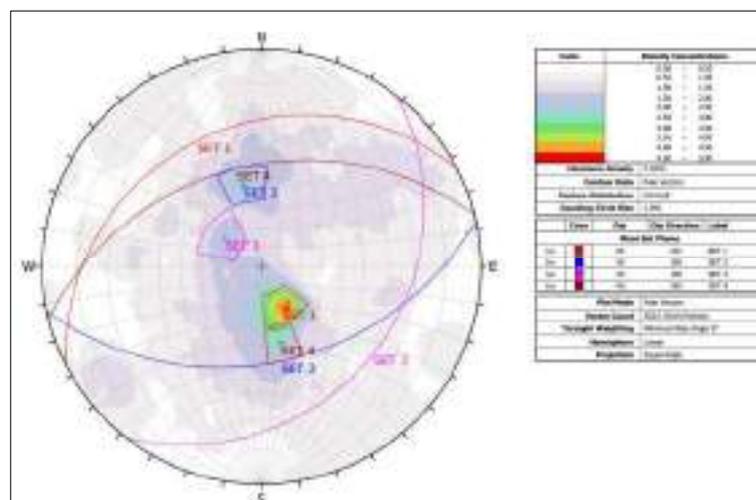


Figura 37. Red estereográfica de la fábrica estructural del Dominio 1.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 31. Distribución de polos en dominio 1

Polos	Cantidad
Total polos	3914
Total polos en Sets	620
% Clasterizados	15.8

Tabla 32. Sistemas estructurales Dominio 1.

Conjunto	DOM-1								N° de Polos Considerados	Peso de cada set (%)
	Dip (°)				Dip Direction (°)					
	Promedio	σ	Mínimo	Máximo	Promedio	σ	Mínimo	Máximo		
DOM-1_J1	79	10	26	90	329	18	300	360	186	4.75
DOM-1_J2	67	20	13	90	157	93	354	4	173	4.42
DOM-1_J3	67	17	29	86	143	29	90	189	125	3.19
DOM-1_J4	61	14	13	81	235	68	358	13	136	3.47
TOTAL									620	15.84

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Resumen Dominio 1 (GSI, RMR y RQD)

LITOLOGIAS	DOMINIO 1		
	GSI	RMR	RQD
13	34%	44%	47%
16	50%	55%	72%
26	62%	62%	100%
28	14%	15%	0%
31	62%	67%	100%
40	67%	65%	98%
41	32%	36%	50%
42	36%	44%	52%
43	32%	40%	46%
44	39%	46%	56%
47	14%	15%	0%
48	40%	43%	63%
49	31%	40%	49%
50	45%	49%	64%
51	49%	53%	72%
52	40%	45%	59%
54	32%	40%	45%
55	41%	40%	64%
56	34%	41%	49%
58	41%	48%	64%
60	29%	37%	64%
61	39%	45%	56%
62	38%	45%	53%
64	31%	41%	40%
67	29%	38%	42%
71	46%	52%	65%
72	45%	49%	64%
74	32%	39%	42%
75	62%	64%	92%
78	52%	56%	76%
80	55%	58%	81%
81	30%	40%	39%
82	26%	36%	36%
84	31%	41%	42%
85	57%	60%	86%
99	-1%	-1%	0%
101	-1%	-1%	0%

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 34. Resultado de los ensayos especiales, Dominio 1.

LITO	DOMINIO 1							ROCA
	TRIAxIAL		UCS (MPa)	TRACCION INDIRECTA		CORTE DIRECTO		
	σ_1	σ_3	σ_1	Mpa	D = f*ITS (**)	COHESION	Φ	
42	-	-	40.8	6.4	-5.8	0.314	17.18	MARMOL
43	182.3	1.93	66.7	13.5	-12.1	-	-	
49	156.7	2.46	38.9	16.3	-14.7	-	-	HORNFELS
51	220.2	0.5	66.4	33.0	-26.4	0.13	34.65	DIORITA
52	-	-	-	24.2	-19.3	-	-	MONZONITA
54	-	-	85.8	24.6	-19.7	-	-	
60	-	-	115.0	49.0	-44.1	-	-	STOCKWORK
61	259.6	1.07	-	11.7	-10.5	-	-	ENDOSKARN
62	183.0	1.27	63.4	12.3	-11.1	-	-	
71	295.5	1.17	-	13.3	-12.0	-	-	EXOSKARN

** El resultado obtenido del ensayo de traccion indirecta(TI), tenemos que multiplicar por un factor de correccion de acuerdo al tipo de roca: IGNEA=0.8, METAMORFICA = 0.9 y SEDIMENTARIA = 0.7

Los resultados son obtenidos del laboratorio externo y laboratorio de Antapaccay, en este dominio se obtuvieron varios resultados, gracias a la mayor cantidad de sondajes perforados en el dominio 1.

6.3.1.2. DOMINIO 2

Para el dominio 2 se observan las redes estereográficas corregidas por Terzaghi, donde se puede determinar 4 sets o 4 familias de juntas

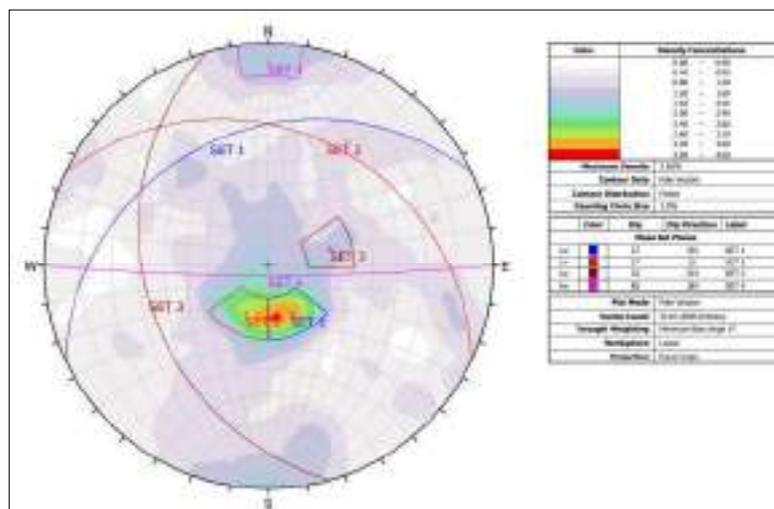


Figura 38. Red estereográfica de la fábrica estructural del Dominio 2.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 35. Distribución de polos en dominio 2.

Polos	Cantidad
Total polos	3095
Total polos en Sets	200
% Clasterizados	6.5

Tabla 36. Sistemas estructurales Dominio 3.

Conjunto	DOM-2								N° de Polos Considerados	Peso de cada set (%)
	Dip (°)		Dip Direction (°)		Dip Direction (°)					
	Promedio	σ	Mínimo	Máximo	Promedio	σ	Mínimo	Máximo		
DOM-2_J1	82	5	71	90	330	15	309	360	75	2.42
DOM-2_J2	80	7	61	90	29	14	3	52	75	2.42
DOM-2_J3	51	7	38	64	241	5	234	254	32	1.03
DOM-2_J4	19	8	3	29	177	41	110	229	18	0.58
TOTAL									200	6.46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Resumen Dominio 2 (GSI, RMR y RQD)

LITOLOGÍAS	DOMINIO 2		
	GSI	RMR	RQD
13	34%	44%	47%
16	50%	55%	72%
26	62%	62%	100%
28	46%	47%	77%
30	51%	49%	78%
31	62%	67%	100%
40	46%	51%	66%
41	32%	36%	50%
42	37%	44%	53%
43	29%	37%	41%
44	39%	46%	56%
47	37%	41%	59%
48	40%	43%	63%
49	32%	41%	51%
50	45%	49%	64%
51	49%	53%	72%
52	40%	45%	59%
54	31%	40%	44%
55	48%	47%	74%
56	39%	45%	57%
58	42%	50%	67%
60	33%	40%	65%
61	39%	46%	56%
62	38%	45%	53%
64	31%	41%	40%
67	29%	38%	42%
71	46%	52%	65%
72	45%	49%	64%
74	32%	39%	42%
75	62%	64%	92%
78	52%	56%	76%
80	55%	58%	81%
82	26%	36%	36%
84	31%	41%	42%
85	57%	60%	86%
99	-1%	-1%	0%
101	-1%	-1%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Resultado de los ensayos especiales, Dominio 2.

LITO	DOMINIO 2							ROCA
	TRIAxIAL		UCS (MPa)	TRACCION INDIRECTA		CORTE DIRECTO		
	σ_1	σ_3	σ_1	Mpa	D = f*ITS (**)	COHESION	Φ	
42	-	-	-	-	-	-	-	MARMOL
43	-	-	-	-	-	-	-	
49	-	-	-	-	-	-	-	HORNFELS
51	404.45	1.02	63.58	43.2	-34.6	43.81	0.25	DIORITA
52	-	-	31.7	-	-	-	-	MONZONITA
54	-	-	-	-	-	-	-	
60	-	-	-	-	-	-	-	STOCKWORK
61	-	-	-	-	-	-	-	ENDOSKARN
62	-	-	-	-	-	-	-	
71	-	-	-	-	-	-	-	EXOSKARN

** El resultado obtenido del ensayo de traccion indirecta(TI), se multiplica por un factor de correccion de acuerdo al tipo de roca: IGNEA =0.8, METAMORFICA = 0.9 y SEDIMENTARIA = 0.7

De igual manera los resultados son obtenidos del laboratorio externo y laboratorio de Antapaccay, en este dominio 2, se obtuvieron pocos resultados, gracias a la poca cantidad de sondajes perforados en este dominio y las pocas muestras seleccionadas.

6.3.1.3. DOMINIO 3

Para el dominio 3 se observan las redes estereográficas corregidas por Terzaghi, donde se puede determinar 4 sets o 4 familias de juntas

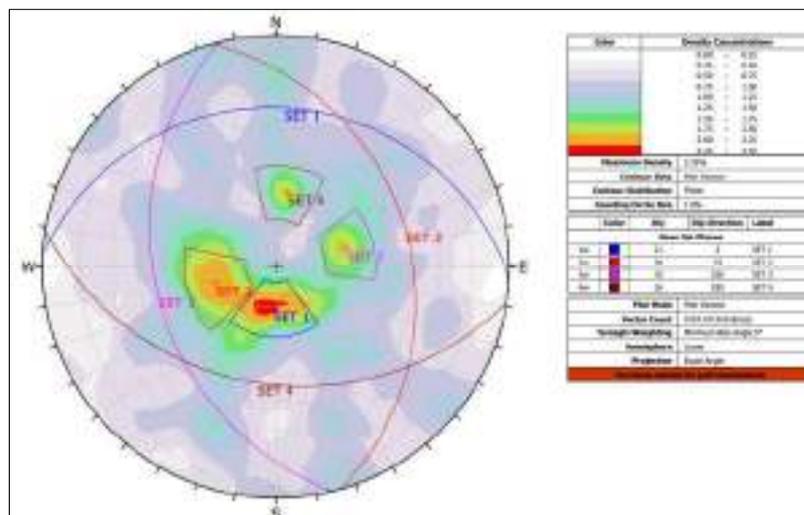


Figura 39. Red estereográfica de la fábrica estructural del Dominio 3.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 39. Distribución de polos en dominio 3.

Polos	Cantidad
Total polos	4734
Total polos en Sets	318
% Clusterizados	6.7

Tabla 40. Sistemas estructurales Dominio 3.

Conjunto	DOM-3								N° de Polos Considerados	Peso de cada set (%)
	Dip (°)		Dip Direction (°)		Dip Direction (°)		Mínimo	Máximo		
	Promedio	σ	Mínimo	Máximo	Promedio	σ				
DOM-3_J1	64	15	31	79	12	7	1	28	66	1.39
DOM-3_J2	65	12	35	90	71	14	46	102	103	2.18
DOM-3_J3	74	9	49	90	256	12	234	278	69	1.46
DOM-3_J4	80	5	70	90	187	12	168	209	80	1.69
TOTAL									318	6.72

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Resumen Dominio 3 (GSI, RMR y RQD)

LITOLOGIAS	DOMINIO 3		
	GSI	RMR	RQD
13	34%	44%	47%
16	50%	55%	72%
26	62%	62%	100%
28	46%	47%	77%
30	51%	49%	78%
31	62%	67%	100%
40	46%	51%	66%
41	32%	36%	50%
42	37%	44%	52%
43	38%	46%	57%
44	39%	46%	56%
47	37%	41%	59%
48	40%	43%	63%
49	34%	42%	54%
50	45%	49%	64%
51	50%	54%	73%
52	41%	46%	59%
54	34%	41%	48%
55	49%	48%	76%
56	39%	44%	56%
58	43%	50%	67%
60	33%	40%	64%
61	39%	46%	56%
62	38%	45%	53%
64	31%	41%	40%
67	29%	38%	42%
71	46%	52%	65%
72	45%	49%	64%
74	32%	39%	42%
75	62%	64%	92%
78	52%	56%	76%
80	55%	58%	81%
81	30%	40%	39%
82	26%	36%	36%
84	31%	41%	42%
85	57%	60%	86%
99	-1%	-1%	0%
101	-1%	-1%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Resultado de los ensayos especiales, Dominio 3.

LITO	DOMINIO 3							ROCA
	TRIAxIAL		UCS (MPa)	TRACCION INDIRECTA		CORTE DIRECTO		
	σ_1	σ_3	σ_1	Mpa	D = f*ITS (**)	COHESION	Φ	
42	-	-	-	-	-	-	-	MARMOL
43	-	-	-	-	-	-	-	
49	121.43	0.93	-	-	-	-	-	HORNFELS
51	282.86	1.5	96.46	39.9	-31.9	0.34	24.46	DIORITA
52	-	-	-	45.0	-36.0	0.16	35	MONZONITA
54	265.53	1.06	110.42	29.5	-23.6	-	-	
60	-	-	-	-	-	-	-	STOCKWORK
61	-	-	-	-	-	-	-	
62	-	-	-	-	-	-	-	ENDOSKARN
71	-	-	-	-	-	-	-	EXOSKARN

** El resultado obtenido del ensayo de traccion indirecta(TI), se multiplica por un factor de correccion de acuerdo al tipo de roca: IGNEA =0.8, METAMORFICA = 0.9 y SEDIMENTARIA = 0.7

Los resultados son obtenidos del laboratorio externo y laboratorio de Antapaccay, en este dominio 3, se obtuvieron pocos resultados, gracias a la poca cantidad de sondajes perforados en este dominio y las pocas muestras seleccionadas.

6.3.1.4. DOMINIO 4

Para el dominio 4 se observan las redes estereográficas corregidas por Terzaghi, donde se puede determinar 5 sets o 5 familias de juntas

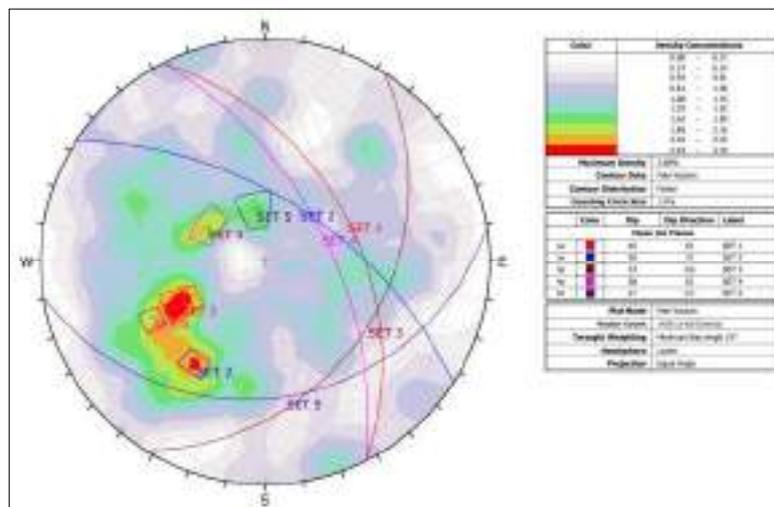


Figura 40. Red estereográfica de la fábrica estructural del Dominio 4.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 43. Distribución de polos en dominio 4

Polos	Cantidad
Total polos	1425
Total polos en Sets	154
% Clusterizados	10.8

Tabla 44. Sistemas estructurales Dominio 4.

Conjunto	DOM-4								N° de Polos Considerados	Peso de cada set (%)
	Dip (°)		Dip Direction (°)		Dip Direction (°)					
	Promedio	σ	Mínimo	Máximo	Promedio	σ	Mínimo	Máximo		
DOM-4_J1	49	6	31	60	79	12	52	98	29	2.04
DOM-4_J2	32	9	13	40	34	12	23	73	16	1.12
DOM-4_J3	74	12	53	89	121	22	90	185	44	3.09
DOM-4_J4	40	3	34	44	122	39	92	179	13	0.91
DOM-4_J5	73	12	54	90	146	37	102	224	52	3.65
TOTAL									154	10.81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Resumen Dominio 4 (GSI, RMR y RQD)

LITOLOGIAS	DOMINIO 4		
	GSI	RMR	RQD
13	34%	44%	47%
16	50%	55%	72%
26	62%	62%	100%
31	62%	67%	100%
40	67%	65%	98%
41	32%	36%	50%
42	39%	46%	55%
43	26%	35%	37%
44	39%	47%	56%
48	40%	43%	63%
49	32%	41%	46%
50	45%	49%	64%
51	49%	53%	72%
52	41%	46%	59%
54	33%	40%	46%
55	46%	46%	72%
56	35%	41%	49%
58	46%	52%	67%
60	44%	48%	63%
61	40%	46%	57%
62	38%	45%	53%
64	31%	41%	40%
67	29%	38%	42%
71	46%	52%	65%
72	45%	49%	64%
74	32%	39%	42%
75	62%	64%	92%
78	52%	56%	76%
80	55%	58%	81%
82	26%	36%	36%
84	31%	41%	42%
85	57%	60%	86%
99	-1%	-1%	0%
101	-1%	-1%	0%

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 46. Resultado de los ensayos especiales, Dominio 4.

LITO	DOMINIO 4							ROCA
	TRIAxIAL		UCS (MPa)	TRACCION INDIRECTA		CORTE DIRECTO		
	σ_1	σ_3	σ_1	Mpa	D = f*ITS (**)	COHESION	Φ	
42	-	-	-	-	-	-	-	MARMOL
43	-	-	-	-	-	-	-	
49	-	-	-	-	-	-	-	HORNFELS
51	-	-	-	37.0	-29.6	-	-	DIORITA
52	215.46	0.9	53.08	13.1	-10.5	-	-	MONZONITA
54	-	-	-	-	-	-	-	STOCKWORK
60	-	-	-	-	-	-	-	
61	-	-	-	-	-	-	-	ENDOSKARN
62	-	-	-	-	-	-	-	
71	-	-	-	-	-	-	-	EXOSKARN

** El resultado obtenido del ensayo de traccion indirecta(TI), se multiplica por un factor de correccion de acuerdo al tipo de roca: IGNEA =0.8, METAMORFICA = 0.9 y SEDIMENTARIA = 0.7

Los resultados son obtenidos del laboratorio externo y laboratorio de Antapaccay, en este dominio 4, se obtuvieron pocos resultados, gracias a la poca cantidad de muestras seleccionadas.

6.3.1.5. DOMINIO 5

Para el dominio 5 se observan las redes estereográficas corregidas por Terzaghi, donde se puede determinar 4 sets o 4 familias de juntas.

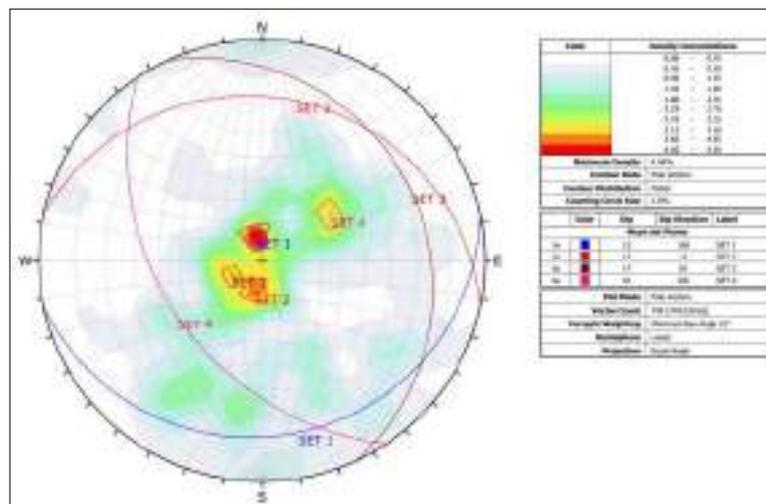


Figura 41. Red estereográfica de la fábrica estructural del Dominio 5.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Tabla 47. Distribución de polos en dominio 5.

Polos	Cantidad
Total polos	744
Total polos en Sets	88
% Clusterizados	11.8

Tabla 48. Sistemas estructurales Dominio 5.

Conjunto	DOM-5								N° de Polos Considerados	Peso de cada set (%)
	Dip (°)		Dip Direction (°)		Dip Direction (°)		Mínimo	Máximo		
	Promedio	σ	Mínimo	Máximo	Promedio	σ				
DOM-5_J1	27	10	6	39	171	18	138	194	37	4.97
DOM-5_J2	16	6	8	29	48	11	32	62	14	1.88
DOM-5_J3	21	7	10	32	42	6	28	50	19	2.55
DOM-5_J4	46	5	37	54	224	18	200	245	18	2.42
TOTAL									88	11.83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Resumen Dominio 5 (GSI, RMR y RQD)

LITOLOGIAS	DOMINIO 5		
	GSI	RMR	RQD
13	34%	44%	47%
16	50%	55%	72%
26	62%	62%	100%
31	62%	67%	100%
40	67%	65%	98%
41	32%	36%	50%
42	38%	46%	55%
43	26%	35%	37%
44	39%	46%	56%
48	40%	43%	63%
49	32%	41%	46%
50	45%	49%	64%
51	49%	54%	73%
52	41%	46%	61%
54	33%	41%	47%
55	46%	46%	72%
56	34%	41%	48%
58	47%	53%	69%
60	45%	48%	64%
61	39%	45%	56%
62	37%	45%	52%
64	31%	41%	40%
67	29%	38%	42%
71	46%	52%	65%
72	55%	57%	74%
74	32%	39%	42%
75	62%	64%	92%
78	51%	55%	75%
80	55%	58%	81%
82	26%	36%	36%
84	31%	41%	42%
85	64%	72%	98%
99	-1%	-1%	0%
101	-1%	-1%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resultado de los ensayos especiales, Dominio 5.

LITO	TRIAxIAL		UCS (MPa)	TRACCION INDIRECTA		CORTE DIRECTO		ROCA
	σ_1	σ_3	σ_1	Mpa	D = f*ITS (**)	COHESION	Φ	
42	-	-	60.3	24.2	-21.8	-	-	MARMOL
43	-	-	37.17	-	-	-	-	
49	-	-	17.6	38.2	-34.4	-	-	HORNFELS
51	-	-	62.07	31.1	-24.9	-	-	DIORITA
52	-	-	-	-	-	-	-	MONZONITA
54	-	-	-	29.5	-23.6	-	-	
56	-	-	53.8	-	-	-	-	LATITA
60	-	-	70.5	34.9	-31.4	-	-	STOCKWORK
61	-	-	51.87	-	-	-	-	ENDOSKARN
62	-	-	45.75	-	-	-	-	
71	-	-	49	-	-	-	-	EXOSKARN

** El resultado obtenido del ensayo de traccion indirecta(TI), se multiplica por un factor de correccion de acuerdo al tipo de roca: IGNEA =0.8, METAMORFICA = 0.9 y SEDIMENTARIA = 0.7

De la misma forma, estos resultados que se tienen en el dominio 5, se seleccionaron muy poco y por tanto es recomendable realizar mas campañas para cubrir todas litologías con sus respectivos ensayos especiales.

6.3.2. GENERACIÓN DE SUBSECTORES GEOTÉCNICOS

Para poder realizar el análisis cinemático del tajo se necesita realizar una sub sectorización de los dominios determinados, esto básicamente es para realizar un análisis y una evaluación más al detalle del tajo.

6.3.3. ANALISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 1

El análisis cinemático en el dominio 1 se dividió en sub sectores para un análisis más detallado, para la interpretación y el análisis se realizaron mediante los tipos de rotura planar, cuña y toopling.

6.3.3.1. ANALISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO PLANAR

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 1.1 y 1.2

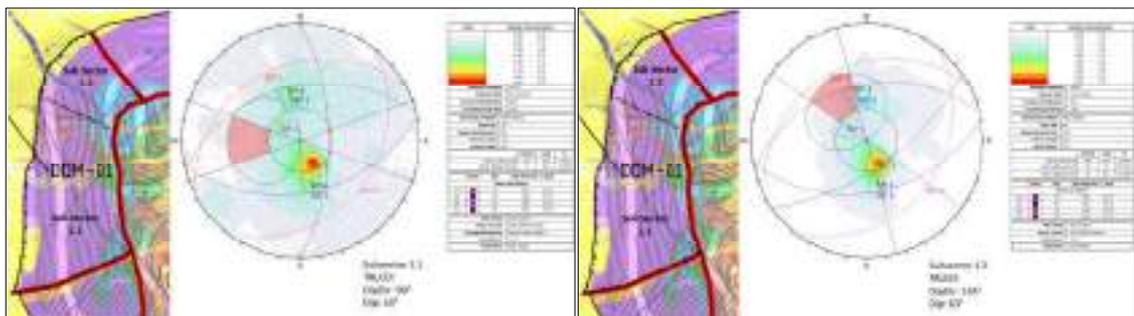


Figura 42. Análisis cinemático tipo planar, dominio 1.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.2. ANALISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO CUÑA

El análisis cinemático tipo cuña se evaluó en los subsectores 1.1 y 1.2

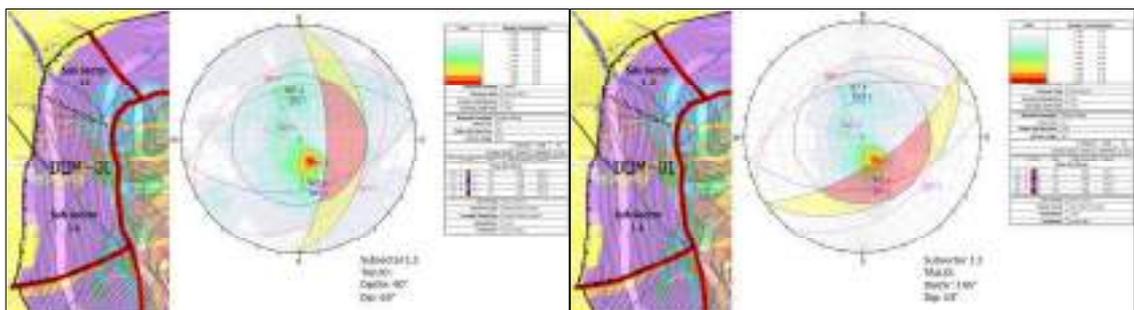


Figura 43. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 1.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3.3. ANALISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO TOOPLING

El análisis cinemático tipo cuña se evaluó en los subsectores 1.1 y 1.2

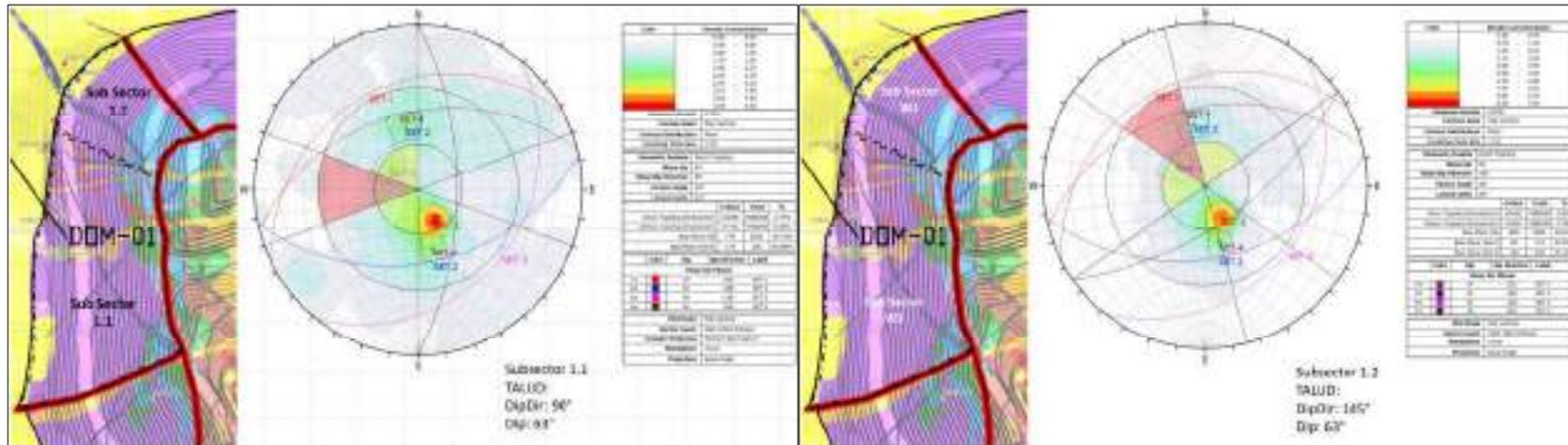


Figura 44. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 1.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.4. ANALISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 2

El análisis cinemático en el dominio 2 se dividió en sub sectores para un análisis más detallado, para la interpretación y el análisis se realizaron mediante los tipos de rotura planar, cuña y toopling.

6.3.4.1. ANALISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO PLANAR

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5

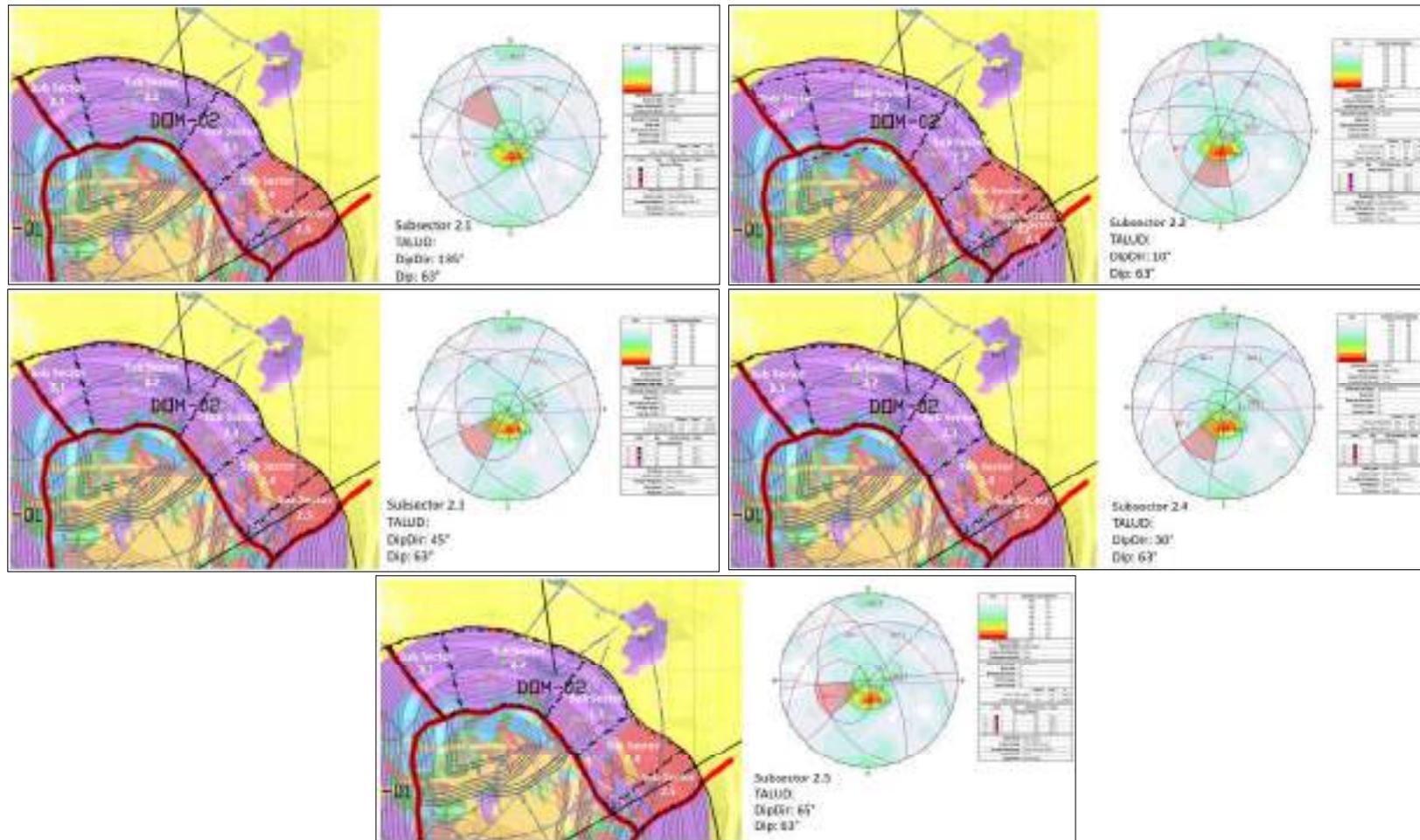
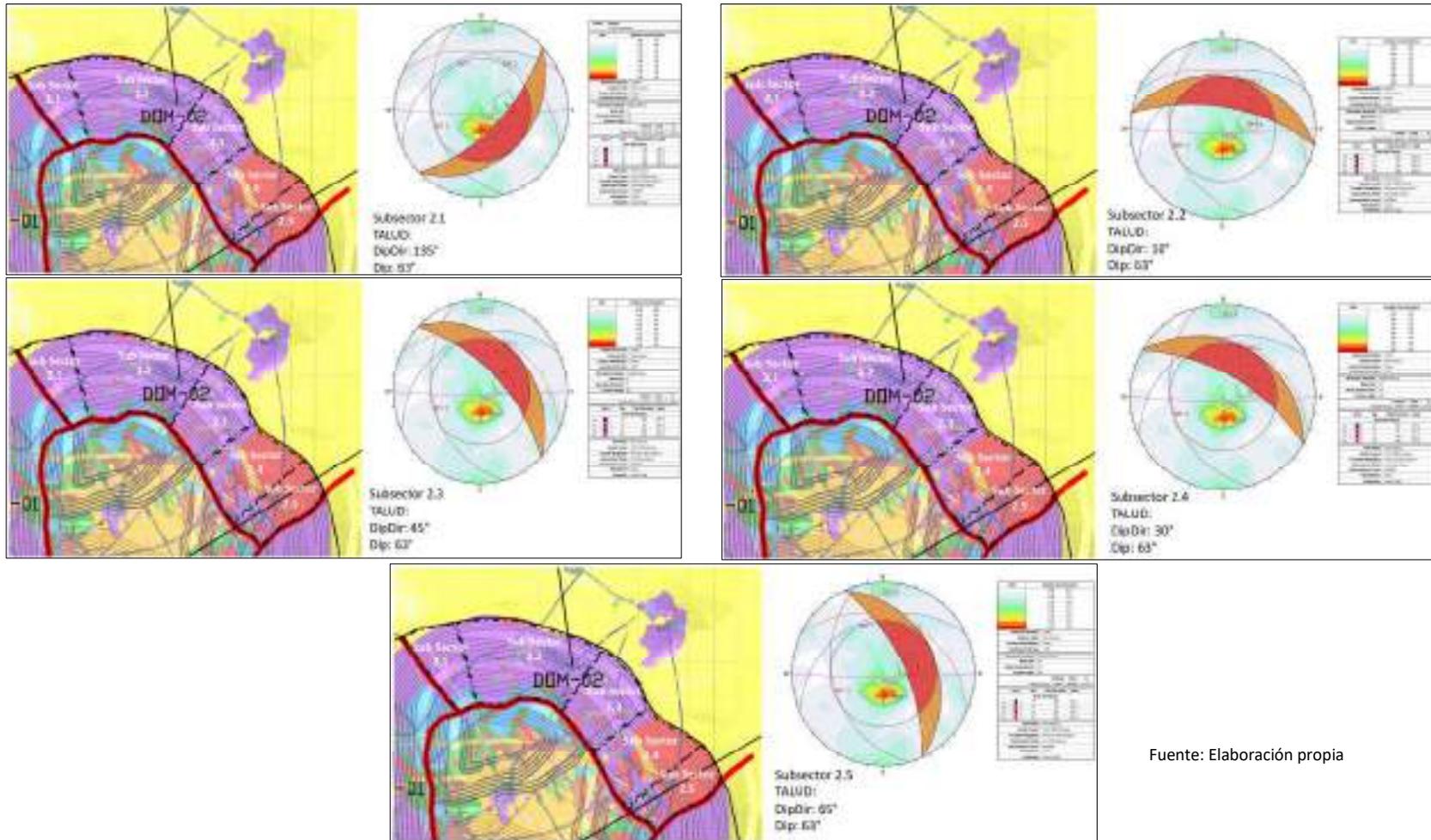


Figura 45. Análisis cinemático tipo planar, dominio 2.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.4.2. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO CUÑA

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5

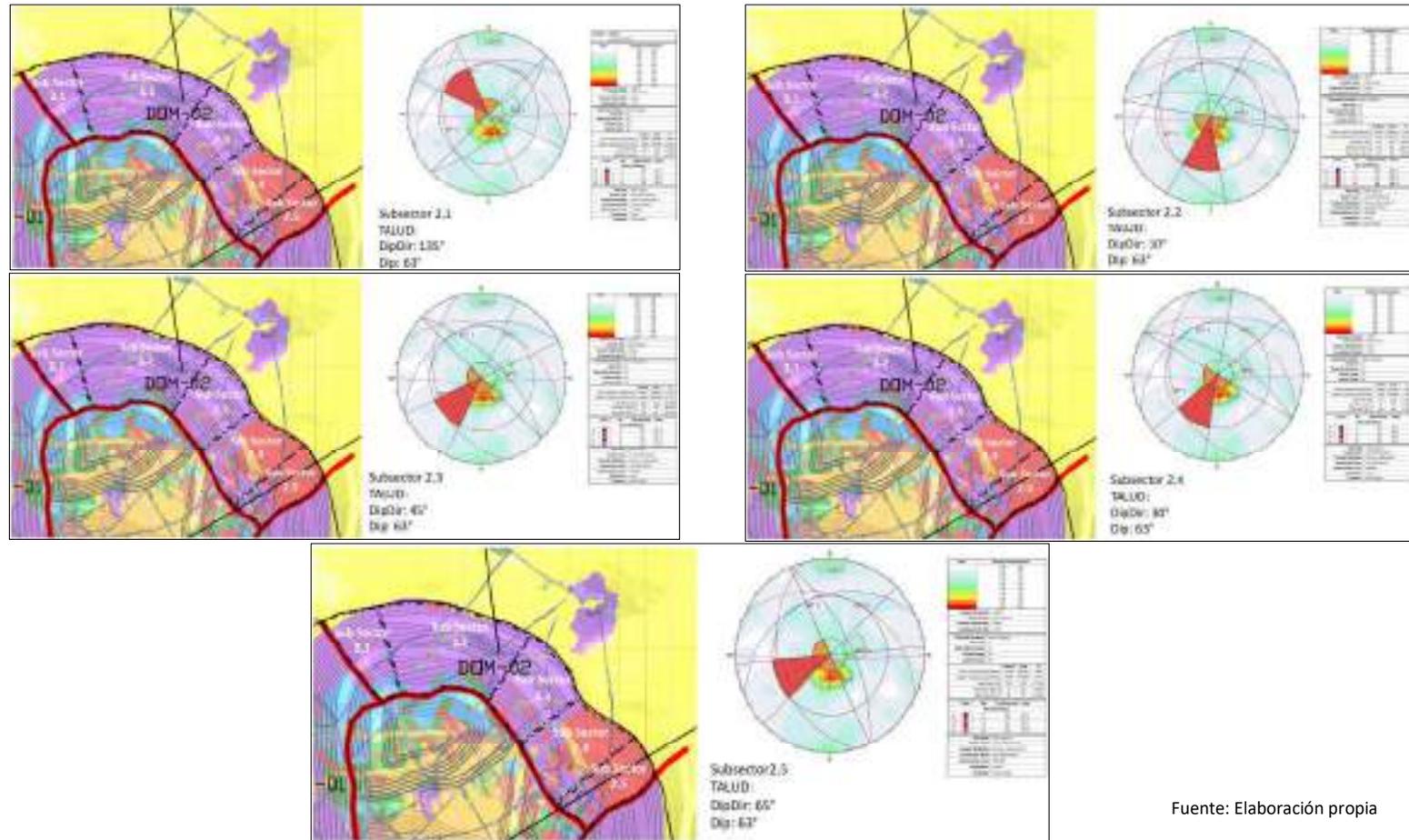


Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 2.

6.3.4.3. ANALISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO TOOPLING

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5



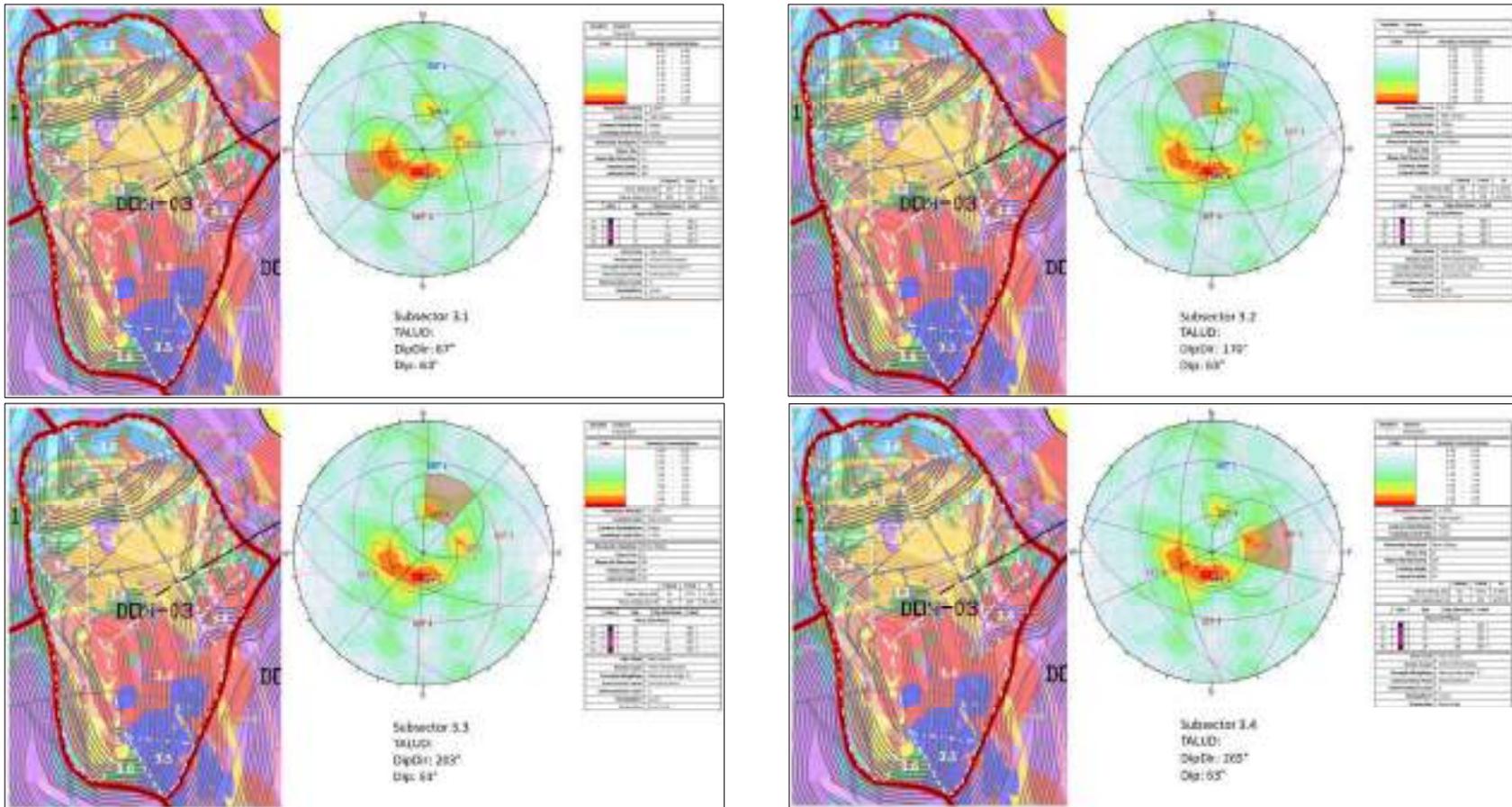
Fuente: Elaboración propia

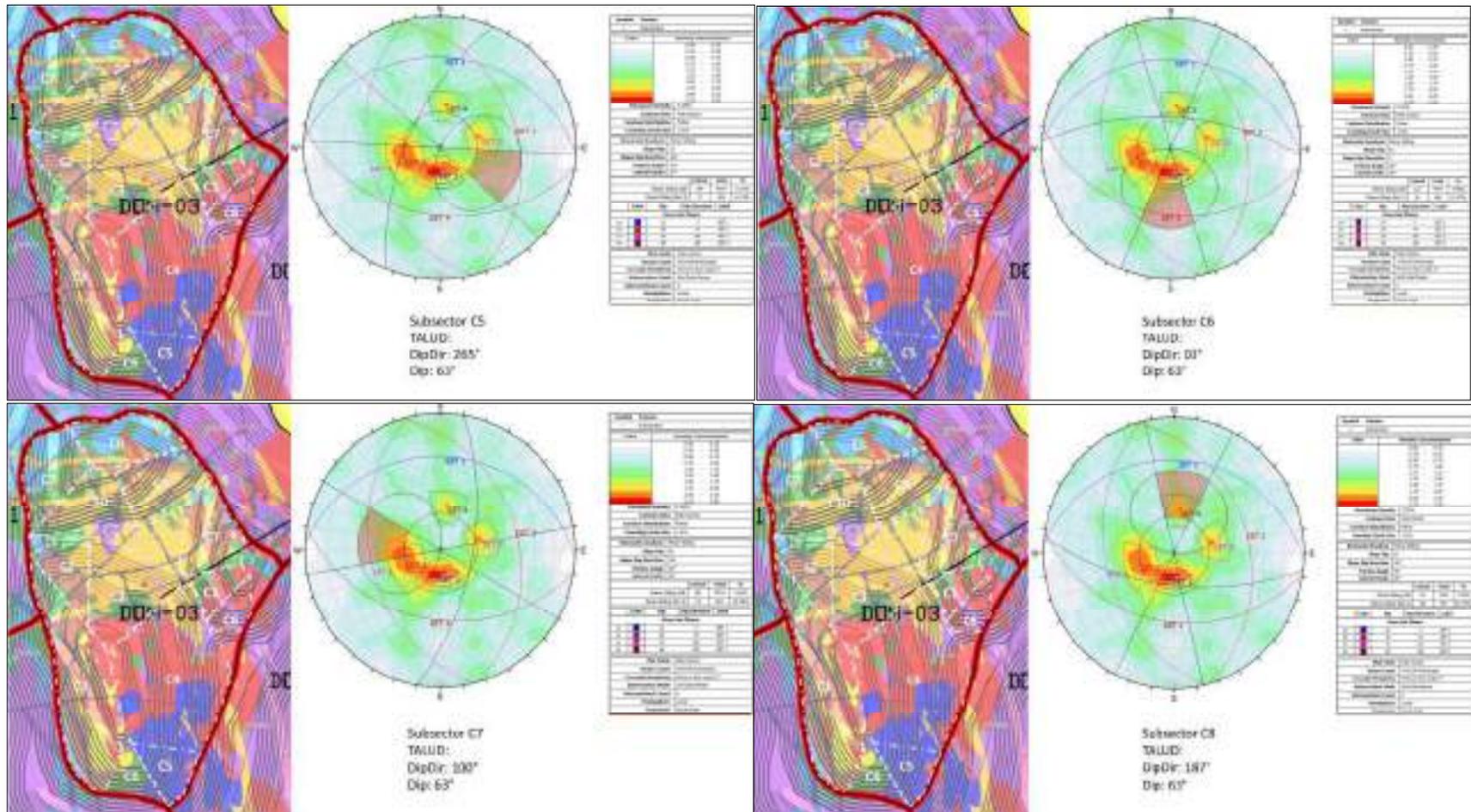
Figura 47. Análisis cinemático tipo toppling, dominio 2.

6.3.5. ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 3

6.3.5.1. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO PLANAR

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10





Fuente: Elaboración propia.

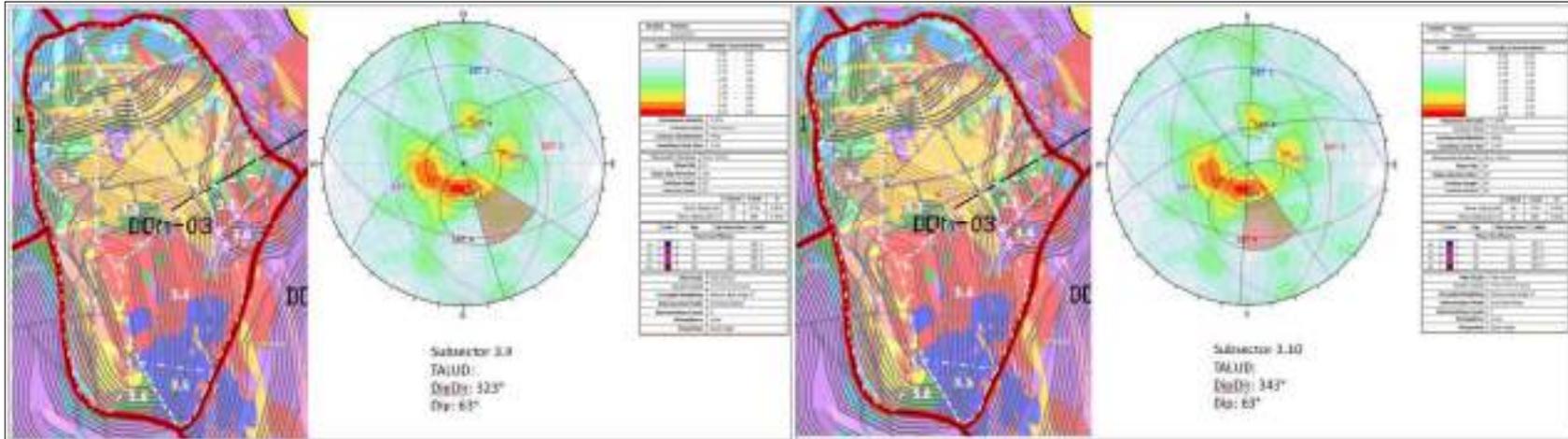
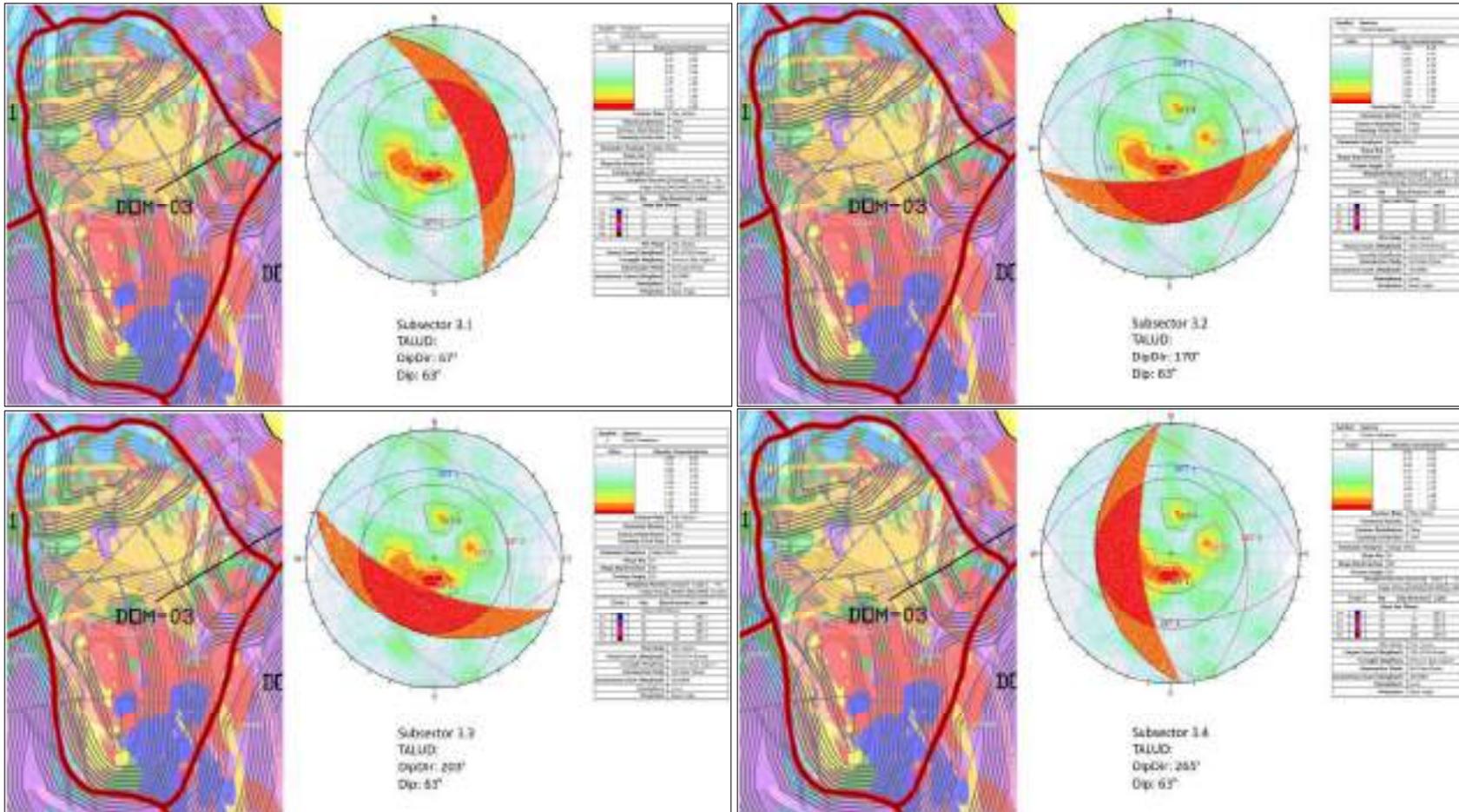


Figura 48. Análisis cinemático tipo planar, dominio 3.

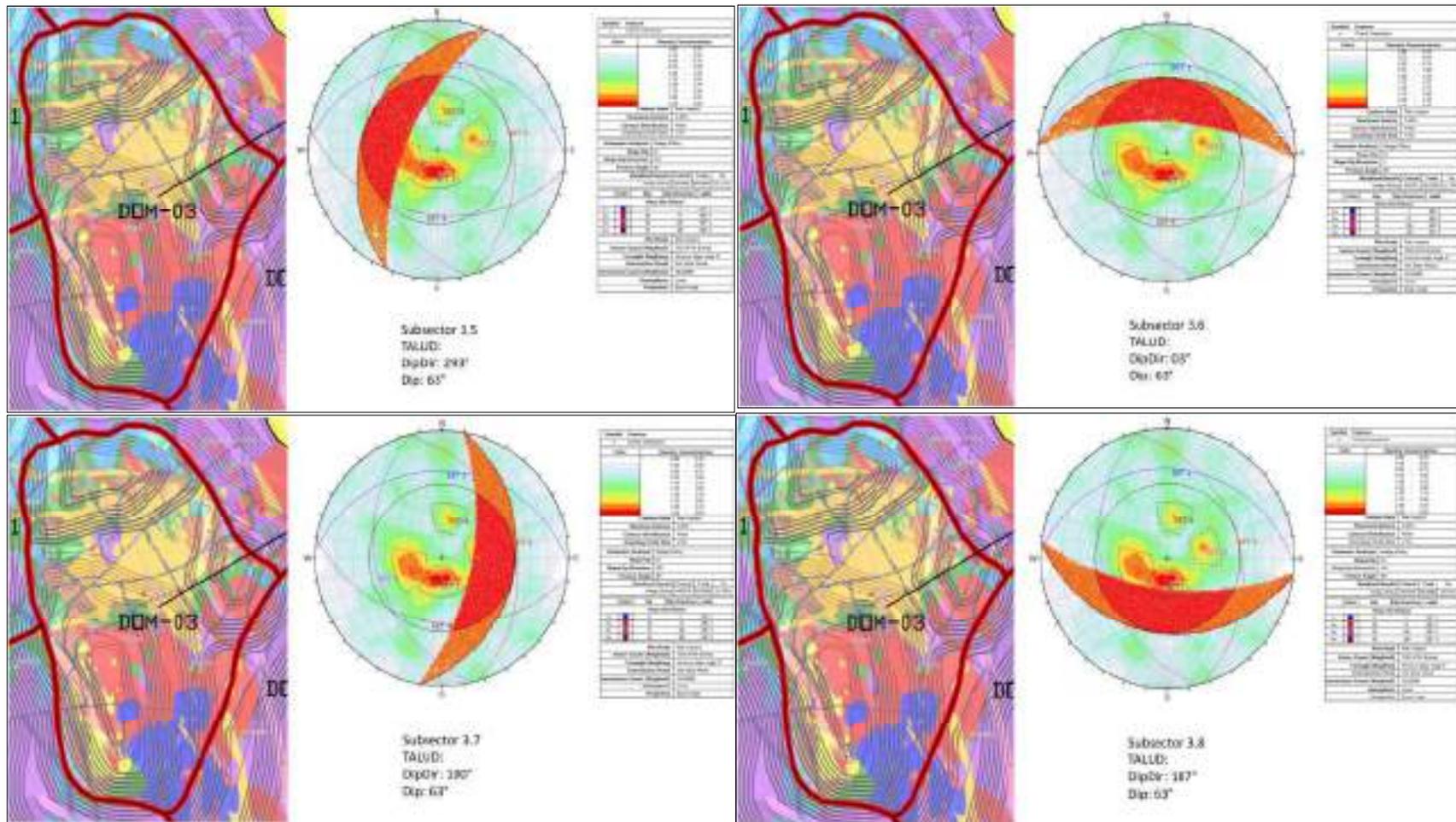
Fuente: Elaboración propia.

6.3.5.2. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO CUÑA

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

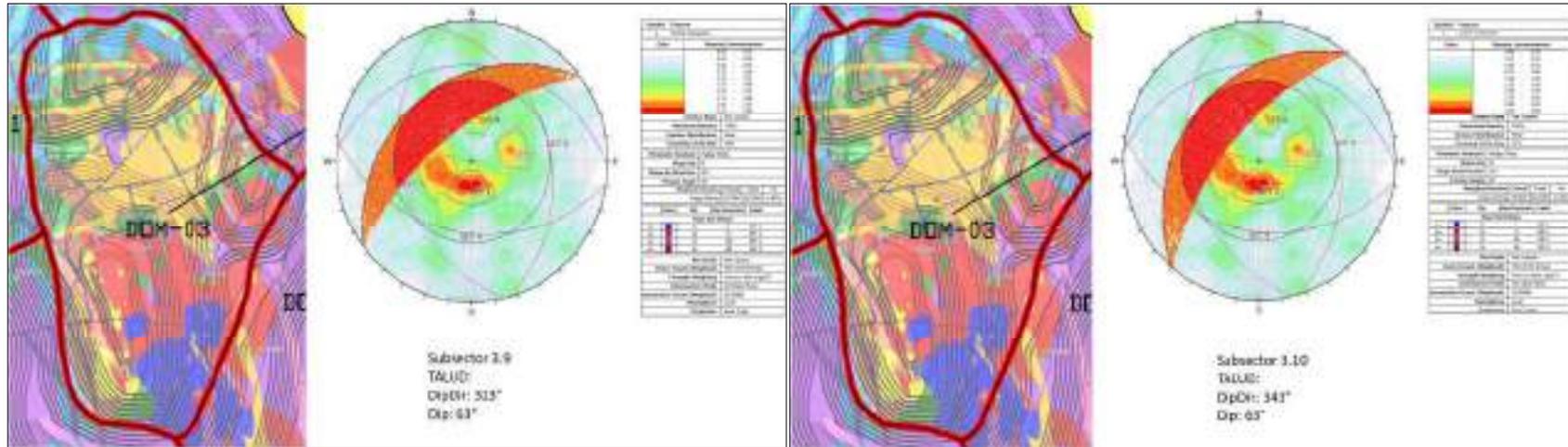
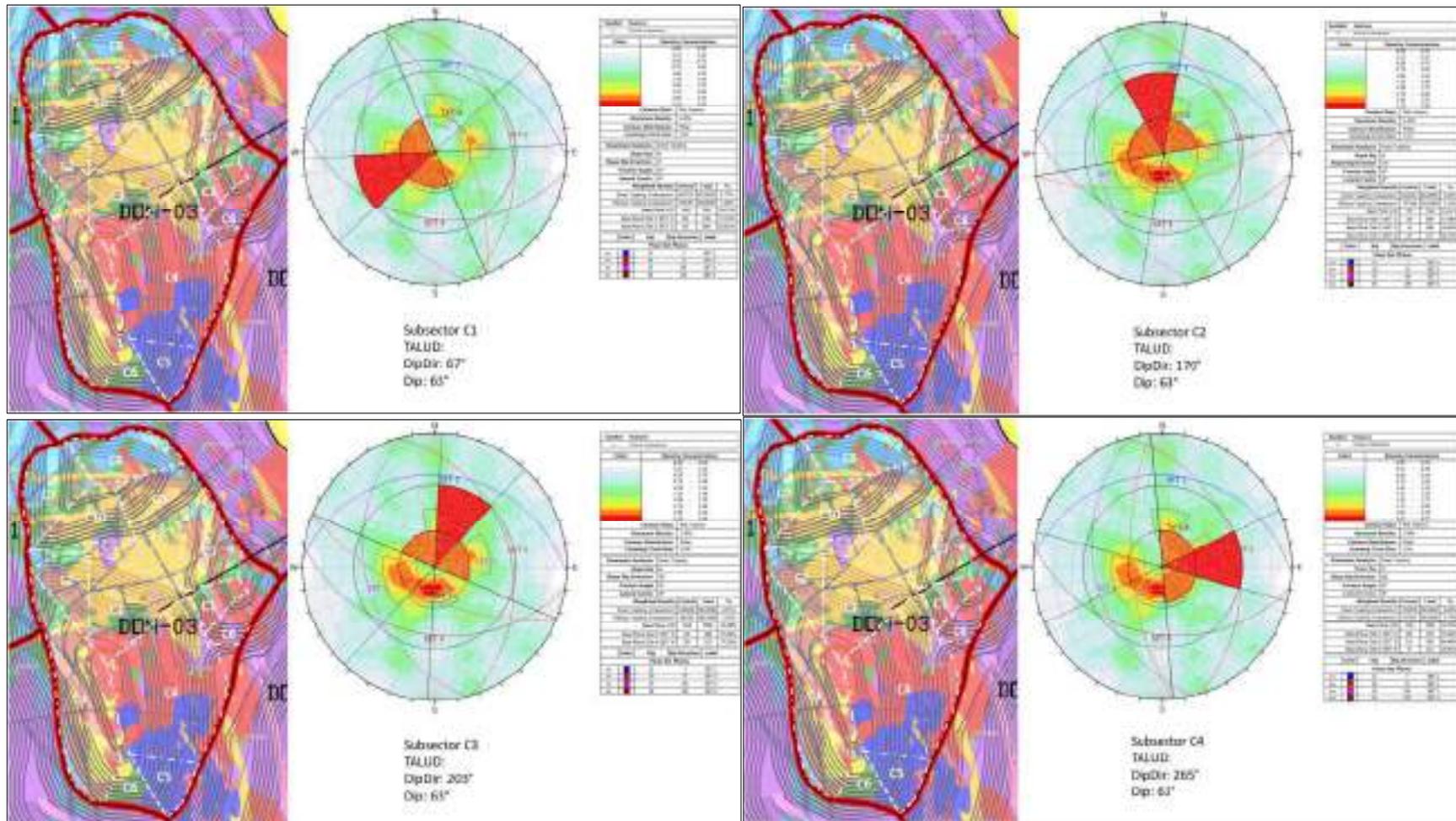


Figura 49. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 3.

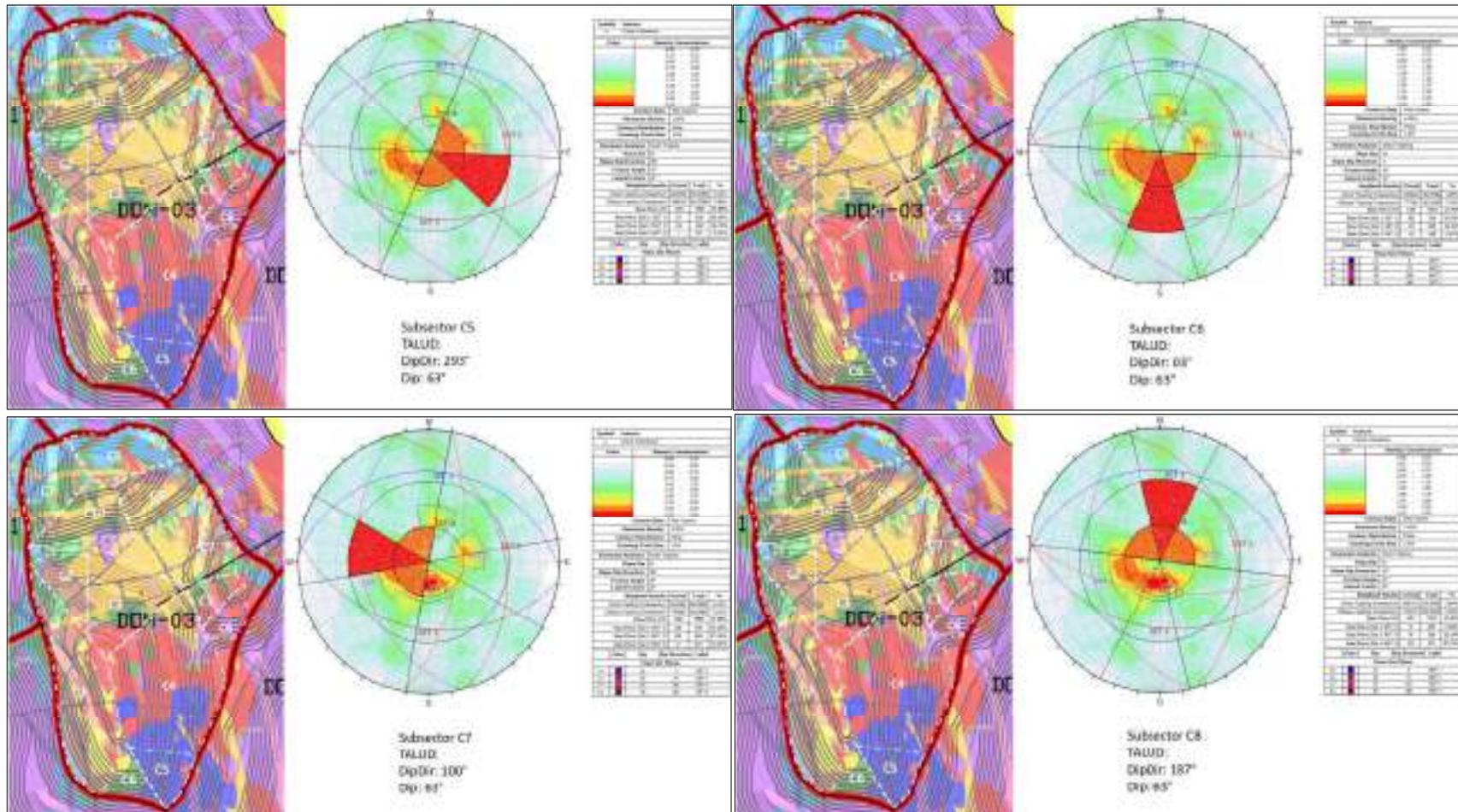
Fuente: Elaboración propia.

6.3.5.3. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO TOOPLING

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

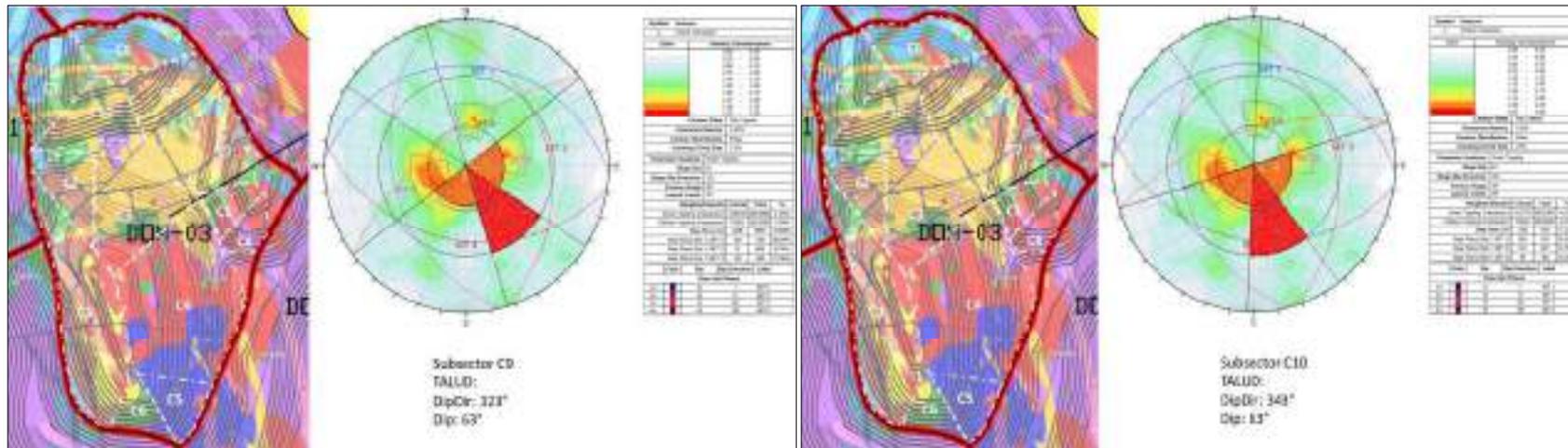


Figura 50. Análisis cinemático tipo toppling, dominio 3.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.6. ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 4

6.3.6.1. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO PLANAR

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 4.1 y 4.2.

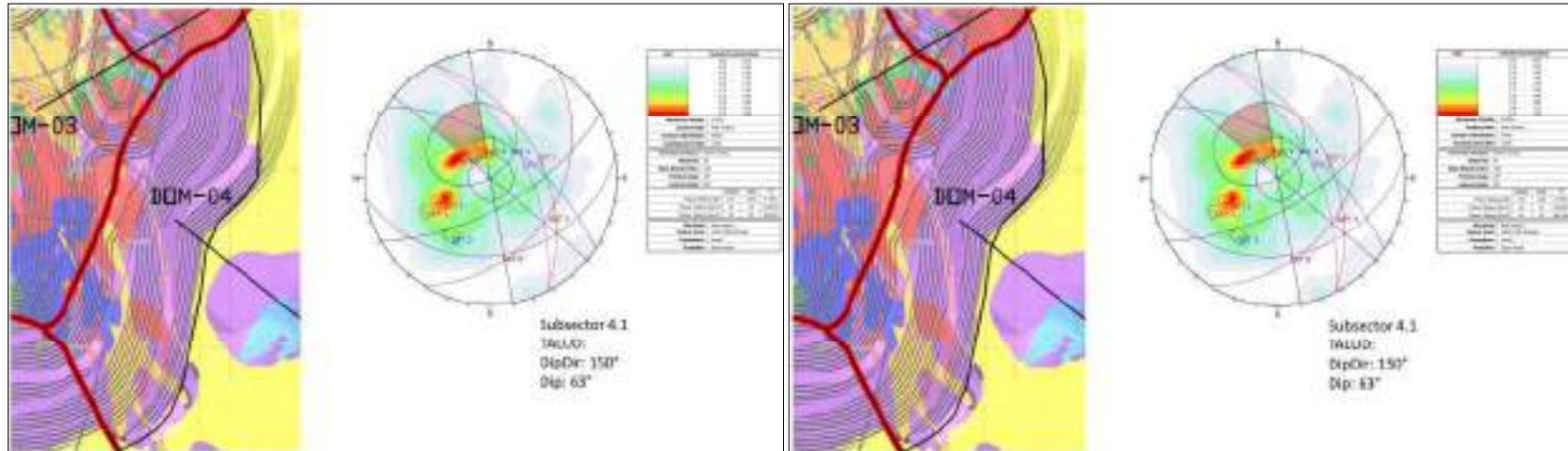


Figura 51. Análisis cinemático tipo planar, dominio 4.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.6.2. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO CUÑA

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 4.1 y 4.2

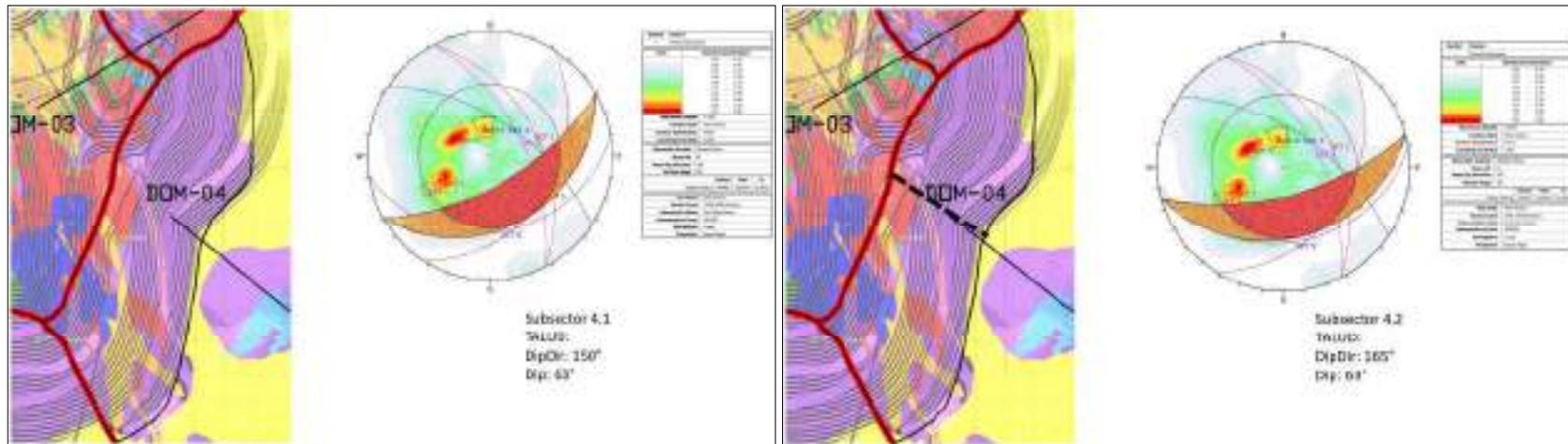


Figura 52. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 4.

6.3.6.3. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO TOOPLING

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 4.1 y 4.2

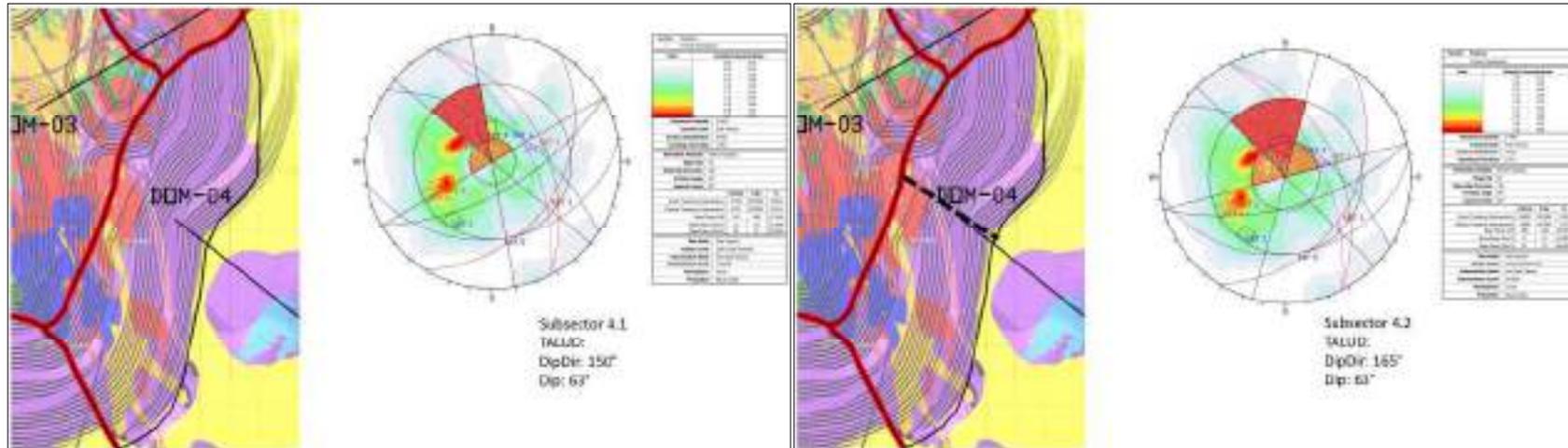


Figura 53. Análisis cinemático tipo toppling, dominio 4.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7. ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL DOMINIO 5

6.3.7.1. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO PLANAR

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 5.1, 5.2, 5.3, 5.4

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

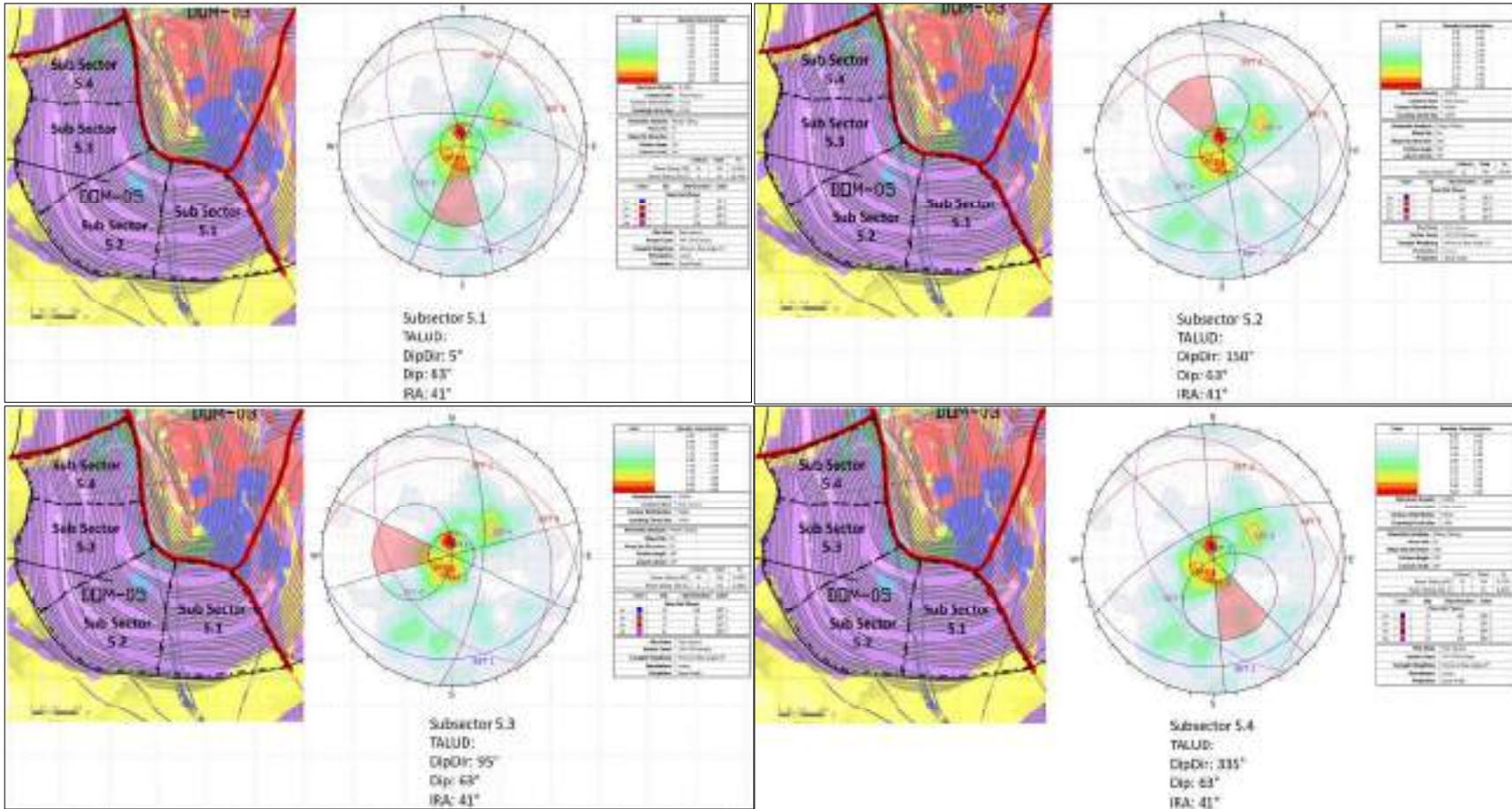


Figura 54. Análisis cinemático tipo planar, dominio 5.

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7.2. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO CUÑA

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 5.1, 5.2, 5.3, 5.4

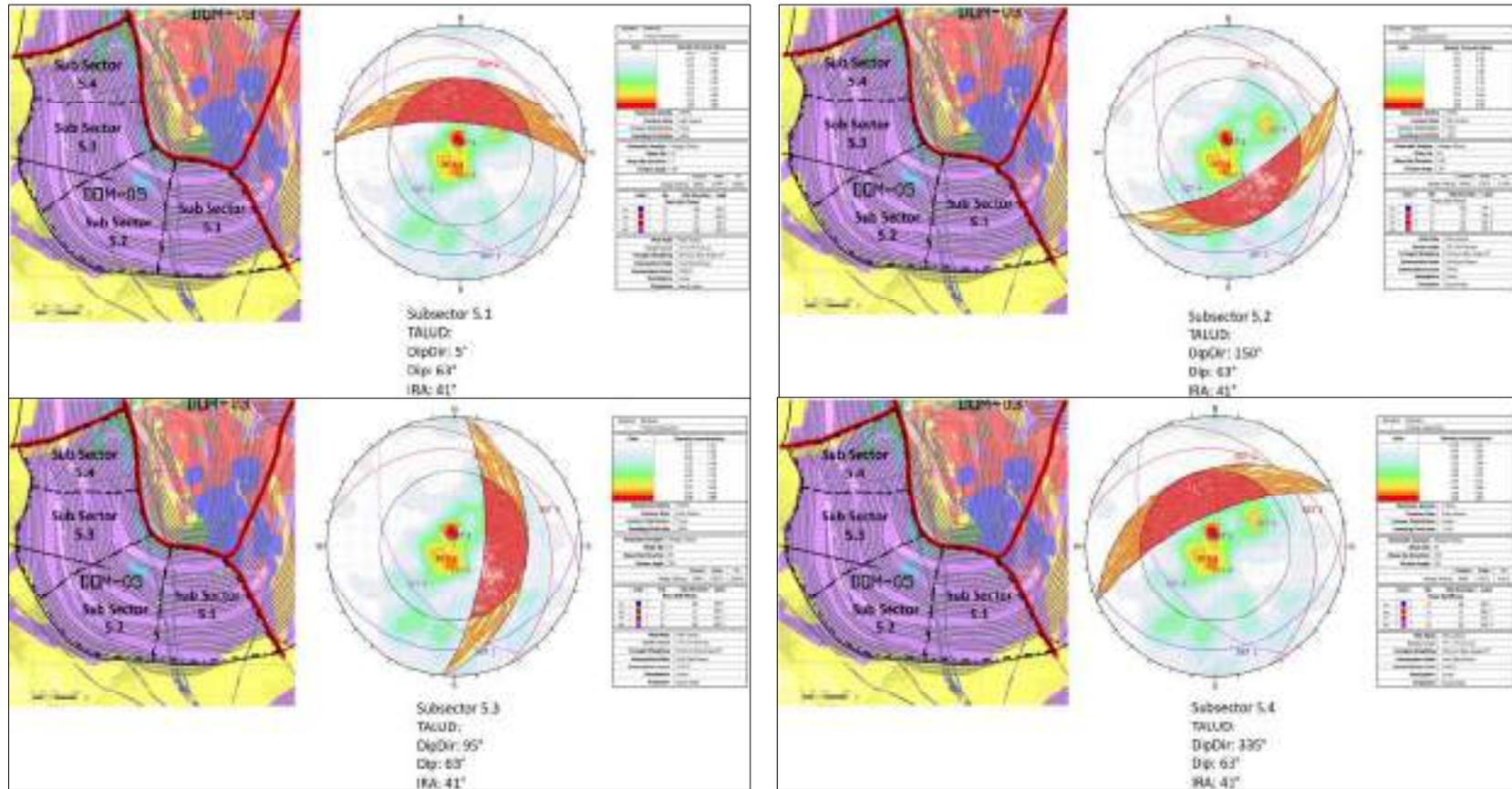


Figura 55. Análisis cinemático tipo cuña, dominio 5.

Fuente: Elaboración propia

6.3.7.3. ANÁLISIS CINEMÁTICO DE RUPTURA TIPO TOOPLING

El análisis cinemático tipo planar se evaluó en los subsectores 5.1, 5.2, 5.3, 5.4

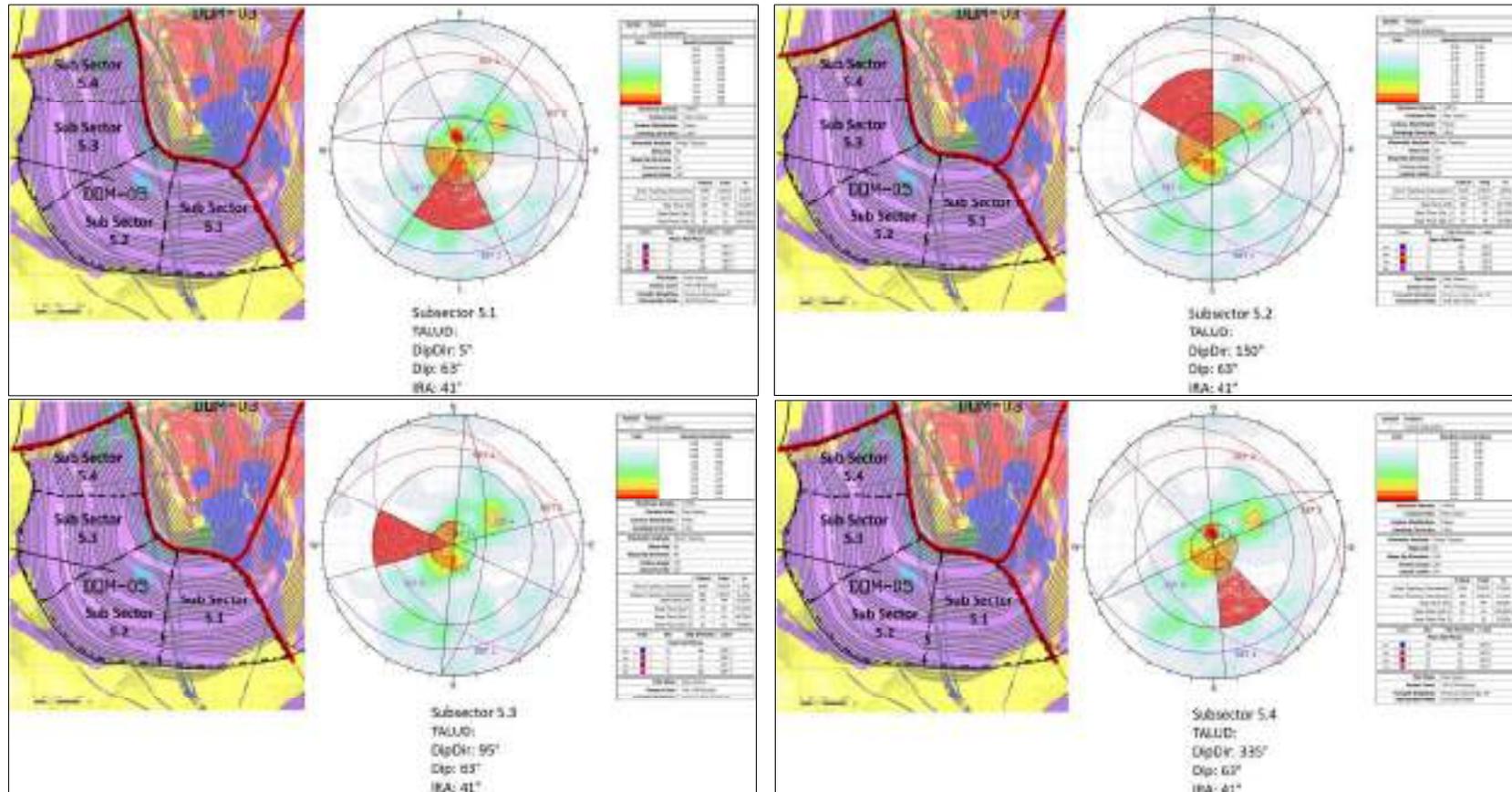


Figura 56. Análisis cinemático tipo toopling, dominio 5.

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

Los mecanismos de falla evaluados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 51. Tabla resumen de los mecanismos de falla evaluados.

DOMINIO	SUBSECTOR	DIP DIRECTION(°) DEL TALUD	DIP(°) DEL TALUD	PLANAR			CUÑA			DIRECT TOPPLING		
				SISTEMA	BUZAMIENTO	% FALLA CRITICA	PLANO 1	PLANO 2	% FALLA CRITICA	SISTEMA	BUZAMIENTO	% FALLA CRITICA
1	1	90	63	SET_3	81	1.46	SET_2	SET_3	9.14	SET_3	81	2.77
	2	145	63	SET_2	78	37.57	SET_3	SET_4	12.1	SET_3	81	3.87
2	1	135	63	-	-	4.95	SET_2	SET_4	7.35	SET_2	45	4.56
	2	10	63	SET_2	25	57.97	SET_2	SET_4	17.1	SET_2	10	1.33
	3	45	63	SET_2	78	44.64	SET_1	SET_2	14.06	SET_2	78	1.38
	4	30	63	SET_2	30	68.12	SET_2	SET_3	15.57	SET_2	78	1.45
	5	65	63	SET_2	78	12.46	SET_1	SET_2	11.87	SET_2	78	1.56
3	1	67	63	SET_2	65	40.52	SET_3	SET_4	15.86	SET_2	65	5.77
	2	170	63	SET_4	80	51.25	SET_1	SET_2	12.92	SET_4	80	3.64
	3	203	63	SET_4	70	59.14	SET_1	SET_2	14.1	SET_4	80	4.51
	4	265	63	SET_3	74	59.87	SET_1	SET_2	14.89	SET_3	74	6.06
	5	293	63	SET_3	74	8.74	SET_2	SET_4	13.77	SET_1	68	5.16
	6	3	63	SET_1	68	11.67	SET_3	SET_4	12.79	SET_1	68	3.89
	7	100	63	SET_2	75	22.95	SET_1	SET_3	15.78	SET_2	65	5.13
	8	187	63	SET_4	65	81.72	SET_1	SET_2	13.91	SET_4	80	3.84
	9	323	63	SET_1	68	4.38	SET_2	SET_4	12.89	SET_1	68	4.23
	10	343	63	SET_1	75	7.5	SET_2	SET_4	13.48	SET_1	75	4.03
4	1	150	63	SET_5	70	46.15	SET_1	SET_2	18.16	SET_5	70	3.65
	2	165	63	SET_5	75	94.23	SET_2	SET_5	16.56	SET_5	80	5.76
5	1	5	63	SET_2	95	18.75	SET_1	SET_2	9.06	SET_2	15	2.69
	2	150	63	-	-	4.17	SET_1	SET_2	5.41	SET_1	60	3.66
	3	95	63	SET_3	-	5.26	SET_1	SET_4	5.64	SET_1	10	3.75
	4	335	63	SET_2	78	6.25	SET_2	SET_3	9.41	SET_2	78	0.75

Fuente: Elaboración propia.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

En la siguiente tabla se resume el análisis cinemático de los subsectores, donde se demuestra que existe una variedad de ruptura o tipo de deslizamiento probable, por la cual se deben tomar mucho en cuenta estos análisis para la futura explotación del yacimiento, cabe precisar que solo es parte de un estudio preliminar, este estudio nos ayudara a prevenir incidentes y/o accidentes futuros, a continuación se puede demostrar el plano cinemático donde demostramos de manera didáctica los sectores con posibles tipos de roturas.

6.3.8. ANALISIS Y EVALUACION DE TALUD MEDIANTE EL SMR (SLOP MASS RATING)

Para evaluar el talud se utilizó el índice SMR, propuesto por Romana, los cálculos se analizaron en el software SMRTool propuesto por Riquelme de la Universidad de Alicante – España, este software permitirá determinar parámetros importantes del talud evaluado.

Para la evaluación del talud minero se utilizó los mecanismos de falla evaluados en el análisis cinemático, los resultados los podemos apreciar en el Anexo E
A continuación, se presenta la tabla donde demuestra los parámetros de funciones discretas y continuas para evaluar el talud.

Tabla 52. Resultados obtenidos usando SMRTool de los dominios 1 y 2

DOMINIO	SUB SECTOR	TALUD		SET O FAMILIAS		RMR	LITOLOGIAS	ROTURA A EVALUAR	CLASE	SMR	DESCRIPCION	ESTABILIDAD	PROBABILIDAD DE ROTURA	TALUD
		DIP	DIP DIRECTION	DIP	DIP DIRECTION									
1	1	63	90	24	333	38	51, 54, 56, FALLA	CUÑA	IV	38	MALO	INESTABLE	0.6	
				42	168									
				24	128									
				40	346									
	2	63	145	24	333	59	51	PLANAR	III	59	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				42	168									
				24	128									
				40	346									
2	1	63	135	27	335	59	51	CUÑA	III	59	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				27	25									
				32	254									
				85	180									
	2	63	10	27	335	55	51	PLANAR	III	59	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				27	25									
				32	254									
				85	180									
	3	63	45	27	335	50	52	PLANAR	III	46	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				27	25									
				32	254									
				85	180									
	4	63	30	27	335	36	52, 51, FALLA	PLANAR	IV	32	MALO	INESTABLE	0.6	
				27	25									
				32	254									
				85	180									

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

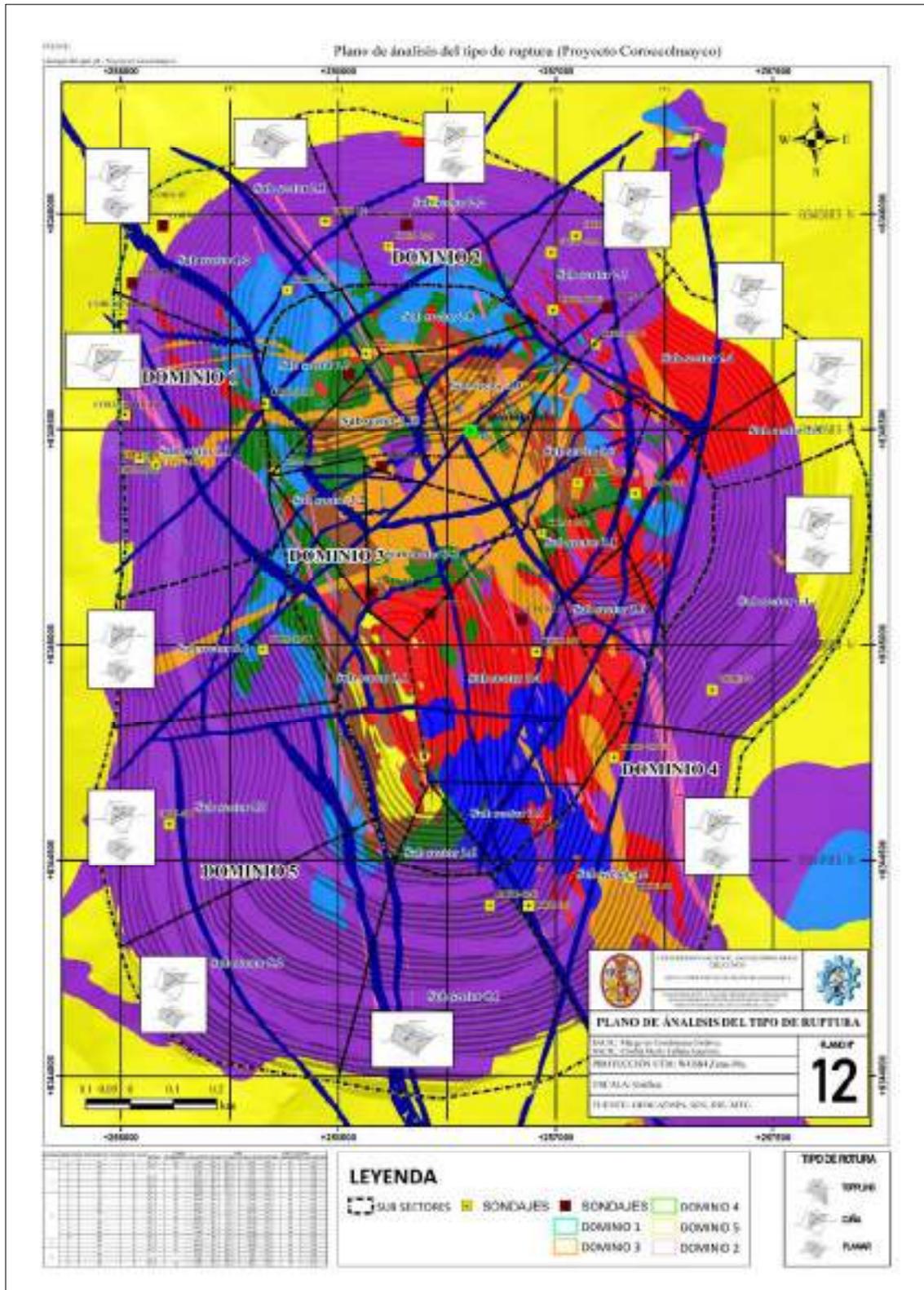
Tabla 53. Resultados obtenidos usando SMRTool del dominio 3.

DOMINIO	SUB SECTOR	TALUD		SET O FAMILIAS		RMR	LITOLOGIAS	ROTURA A EVALUAR	CLASE	SMR	DESCRIPCION	ESTABILIDAD	PROBABILIDAD DE ROTURA	TALUD
		DIP	DIP DIRECTION	DIP	DIP DIRECTION									
3	1	63	65	21	3	39	47, 28, 52, FALLA	PLANAR	IV	35	MALO	INESTABLE	0.6	
				30	74									
				35	256									
				36	189									
	2	63	67	21	3	43	47, 71, 72, 52, 54, 42, 43, FALLA	PLANAR	IV	39	MALO	INESTABLE	0.6	
				30	74									
				35	256									
				36	189									
	3	63	170	21	3	41	47, 71, 72, 52, 54, FALLA	PLANAR	III	41	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				30	74									
35				256										
36				189										
4	63	203	21	3	43	52, 62, 82, 56, 54, 64, 42, 43, 44, FALLA	PLANAR	III	43	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
5	63	265	21	3	41	42, 43, 44, 52, 62, 82, FALLA	CUÑA	III	41	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
6	63	293	21	3	41	52, 62, 82, 54, 64, 40, 72, FALLA	CUÑA	IV	37	MALO	INESTABLE	0.6		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
7	63	3	21	3	43	42, 43, 44, 54, 64, 71, 72, FALLA	CUÑA	V	19	MUY MALO	INESTABLE	0.9		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
8	63	100	21	3	44	42, 43, 44, 71, 72, 47, 56, FALLA	PLANAR	III	44	NORMAL	INESTABLE	0.6		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
9	63	187	21	3	39	47, 54, 64, 42, 43, FALLA	CUÑA	IV	29	MALO	INESTABLE	0.6		
			30	74										
			35	256										
			36	189										
10	63	323	21	3	39	47, 54, 64, 42, 43, FALLA	CUÑA	IV	35	MALO	INESTABLE	0.6		
			30	74										
			35	256										
			36	189										

Tabla 54. Resultados obtenidos usando SMRTool de los dominios 4 y 5

DOMINIO	SUB SECTOR	TALUD		SET O FAMILIAS		RMR	LITOLOGIAS	ROTURA A EVALUAR	CLASE	SMR	DESCRIPCION	ESTABILIDAD	PROBABILIDAD DE ROTURA	TALUD
		DIP	DIP DIRECTION	DIP	DIP DIRECTION									
4	1	63	343	45	63	59	51	PLANAR	III	51	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				58	33									
				33	122									
				58	63									
2	63	150	27	171	43	51, 42, 43, 44, 52, 54, FALLA	PLANAR	IV	35	MALO	INESTABLE	0.6		
			45	63										
			58	33										
			33	122										
5	1	63	165	58	63	59	51	PLANAR	III	50	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4	
				27	171									
				13	168									
				17	12									
2	63	5	17	65	39	51, 42, 43, FALLA	CUÑA	IV	39	MALO	INESTABLE	0.6		
			41	236										
			13	168										
			17	12										
3	63	150	17	65	39	51, 42, 43, FALLA	CUÑA	IV	32	MALO	INESTABLE	0.6		
			41	236										
			13	168										
			17	12										
4	63	95	17	65	51	51, 54, 42, 40, FALLA	CUÑA	III	49	NORMAL	PARCIALMENTE ESTABLE	0.4		
			41	236										
			13	168										
			17	12										

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”



Plano 12. Mapa de zonificación y análisis cinemático.

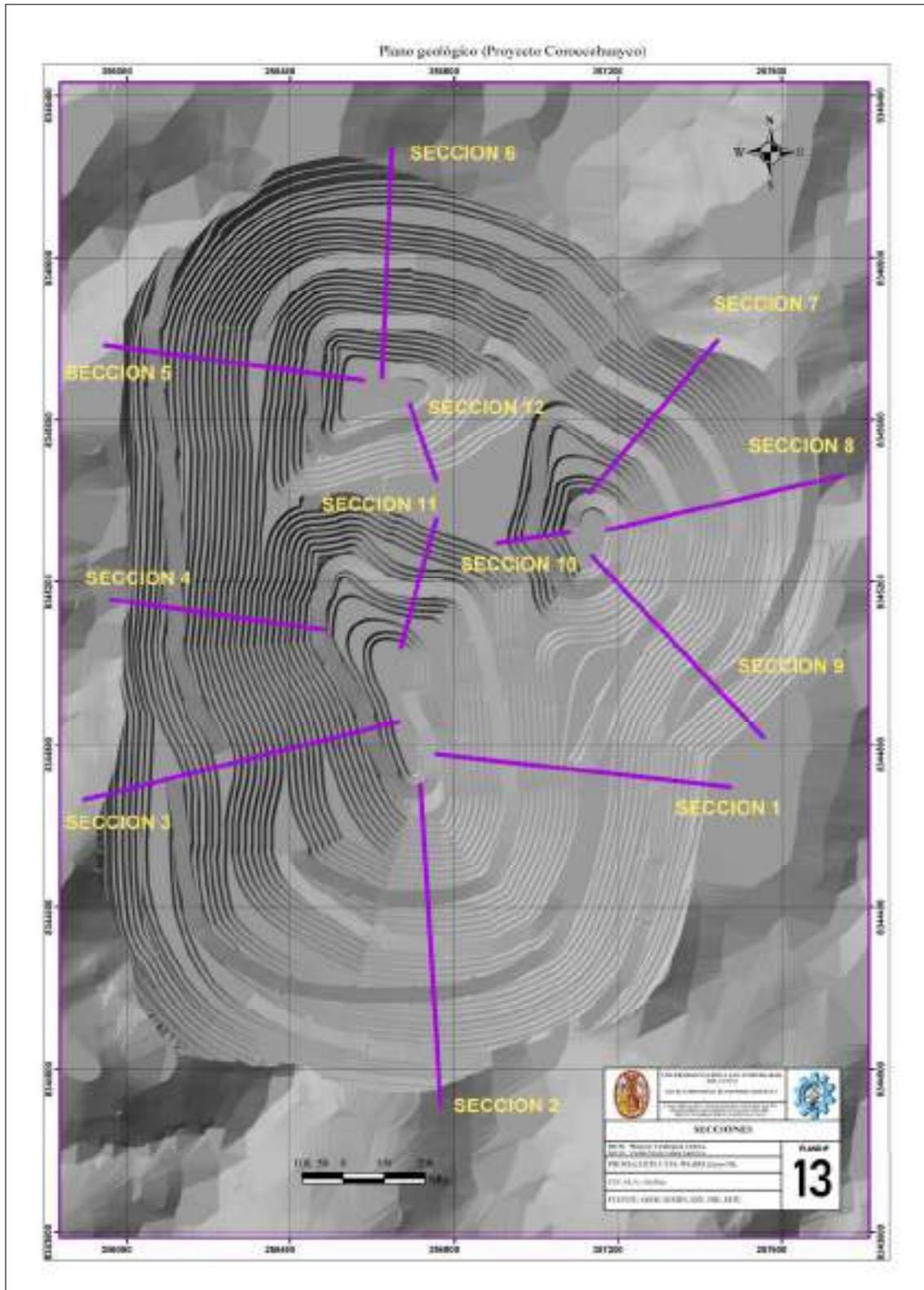
6.3.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

Para el análisis de la estabilidad del talud se deben considerar varios parámetros físicos y/o geotécnicos que se requiere para evaluar y analizar en el software(slide). Que es determinado por el método de equilibrio limite (MEL)para luego realizar la debida interpretación del macizo rocoso con su determinada valoración en este caso el factor de seguridad esos parámetros son:

- Litología (sectores geotécnicos)
- Peso especifico
- Angulo de fricción
- Cohesión
- UCS (Kpa)
- GSI
- mi
- Factor de disturbancia (D)
- Nivel freático
- Modelo constitutivo

Estos parámetros son requeridos para introducir al software, en los dominios y sub sectores generados, se planificaron 12 secciones (Anexo - plano 14), para un análisis más al detalle con un dip del talud de 63° esto planificado para todos los taludes, el dip del talud puede variar mientras se empieza a minar y quizás requieran reajustes para modificar algunos detalles del talud.

Para una mejor interpretación se realizaron el análisis para el método estático y pseudo - estático.



Plano 13. Secciones para el Análisis.

6.3.9.1. ANÁLISIS DE LA SECCIÓN 01

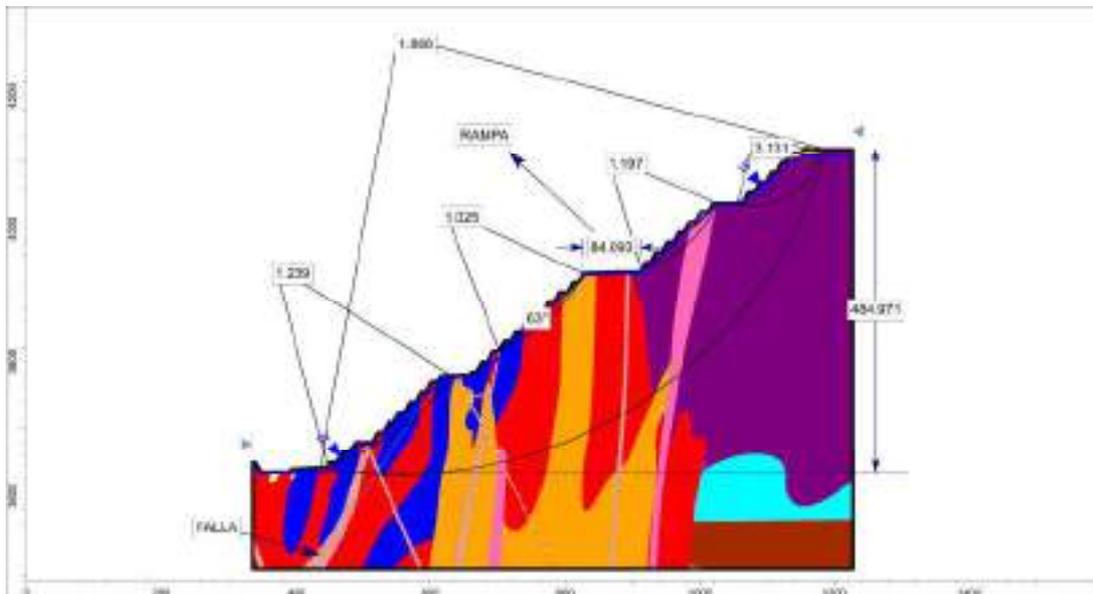


Figura 57. Perfil de diseño de la sección 01 (análisis estático).

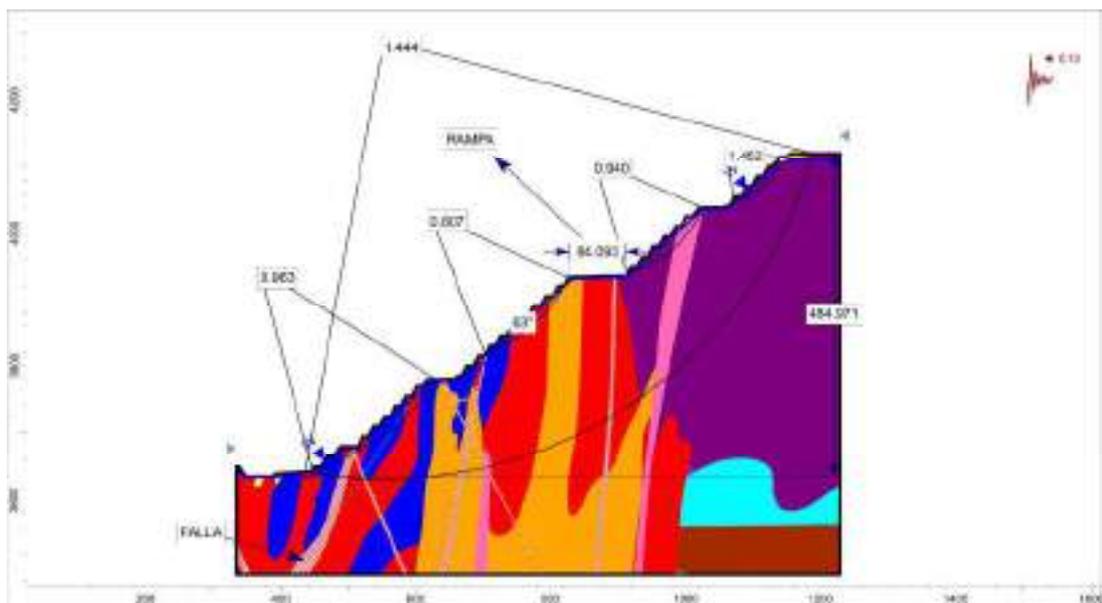


Figura 58. Perfil de diseño de la sección 01 (análisis pseudoestático).

Tabla 55. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 01.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 01	3.131	1.452	1.868	1.444
	1.197	0.940		
	1.025	0.807		
	1.239	0.963		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.2. ANÁLISIS DE LA SECCION 02

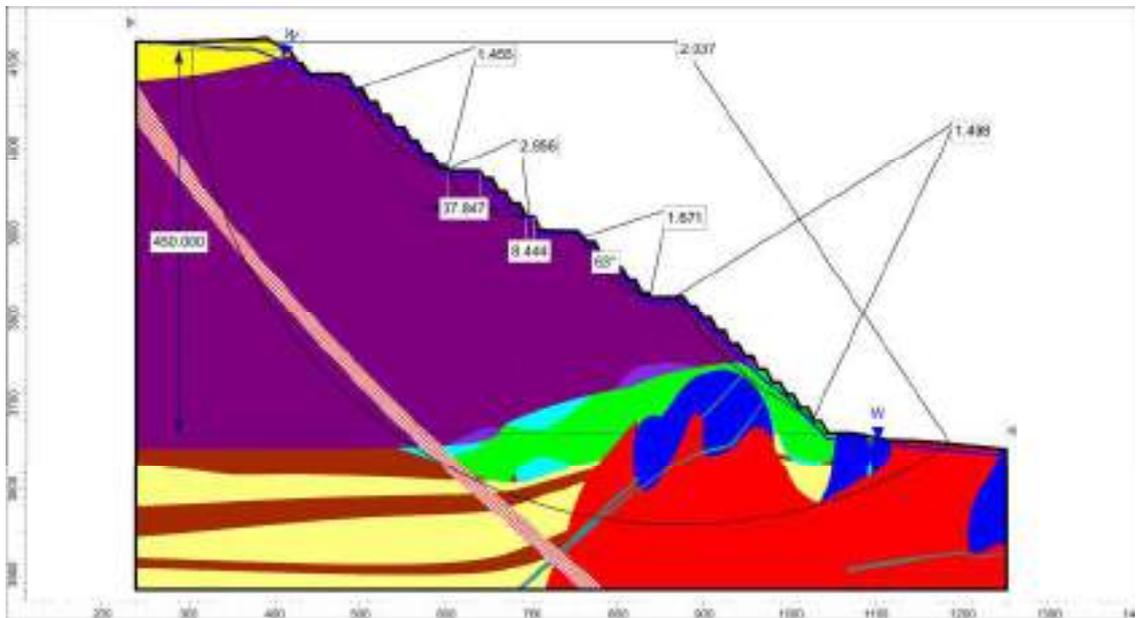


Figura 59. Perfil de diseño de la sección 02 (análisis estático).

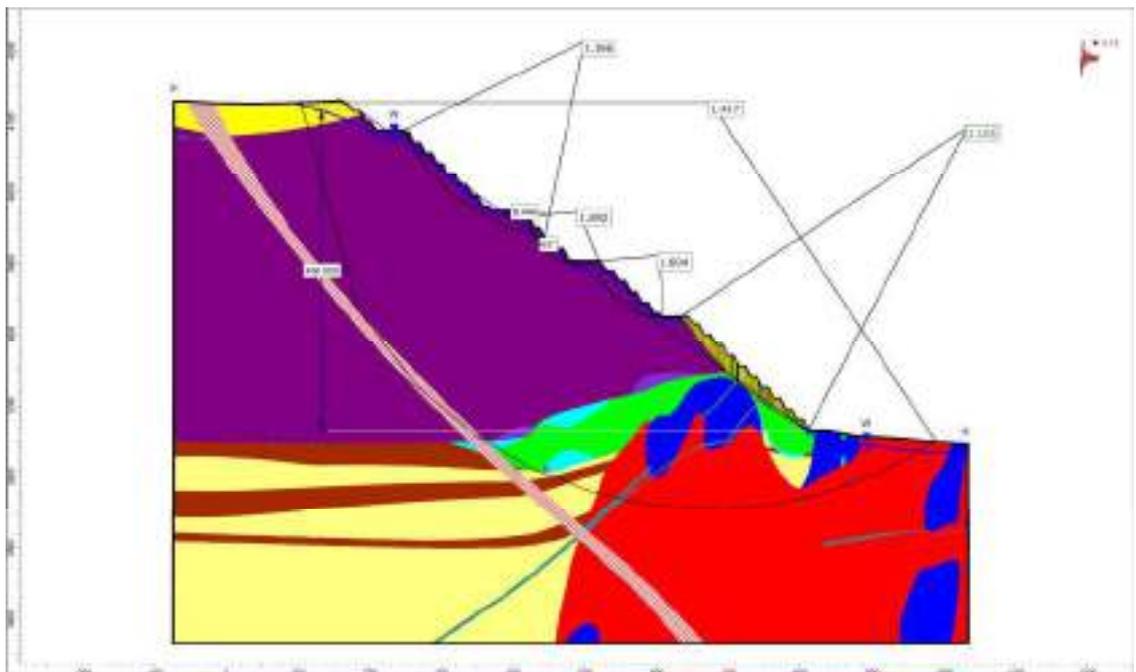


Figura 60. Perfil de diseño de la sección 02 (análisis pseudoestático).

Tabla 56. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 02.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 02	1.455	1.366	2.037	1.105
	2.956	1.892		
	1.671	1.604		
	1.498	1.105		

6.3.9.3. ANALISIS DE LA SECCION 03

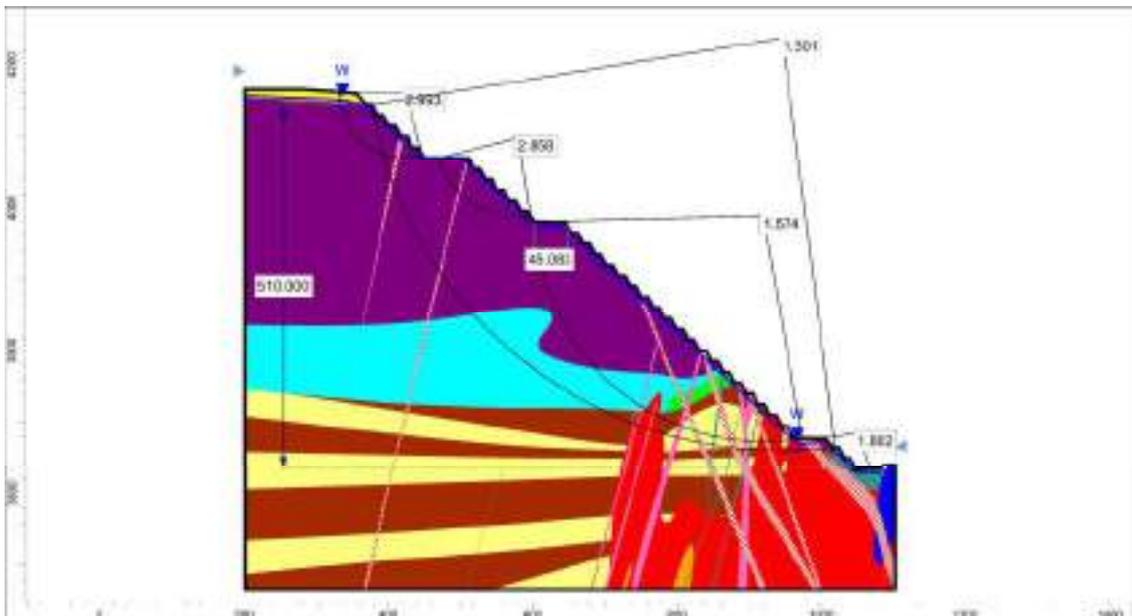


Figura 61. Perfil de diseño de la sección 03 (análisis estático).

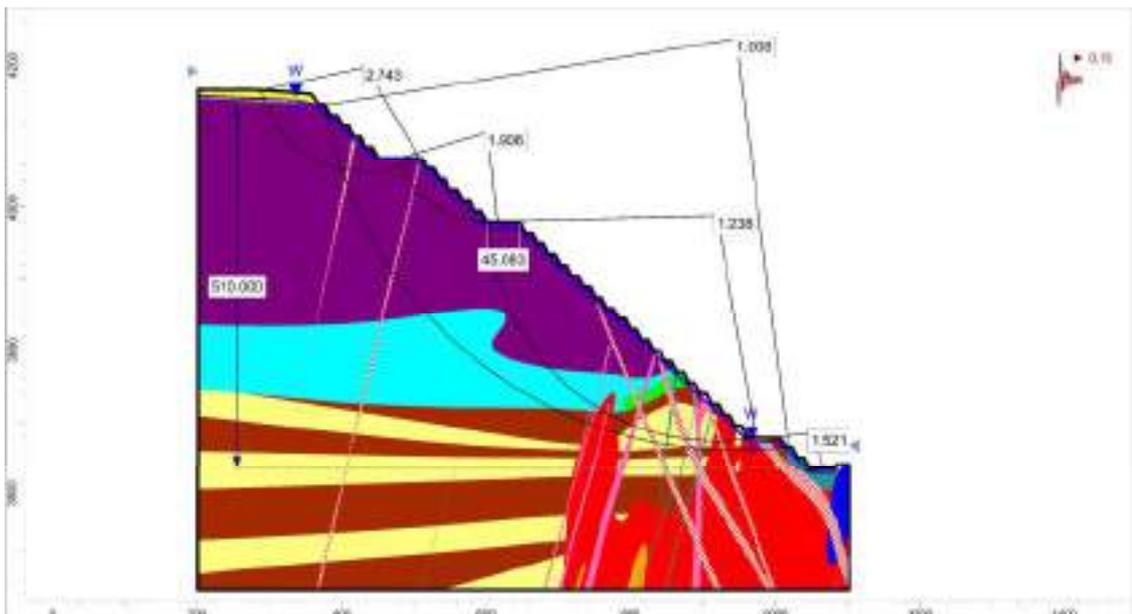


Figura 62. Perfil de diseño de la sección 03 (análisis pseudoestático).

Tabla 57. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 03.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 03	2.993	2.743	1.301	1.008
	2.858	1.906		
	1.574	1.238		
	1.802	1.521		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.4. ANALISIS DE LA SECCION 04

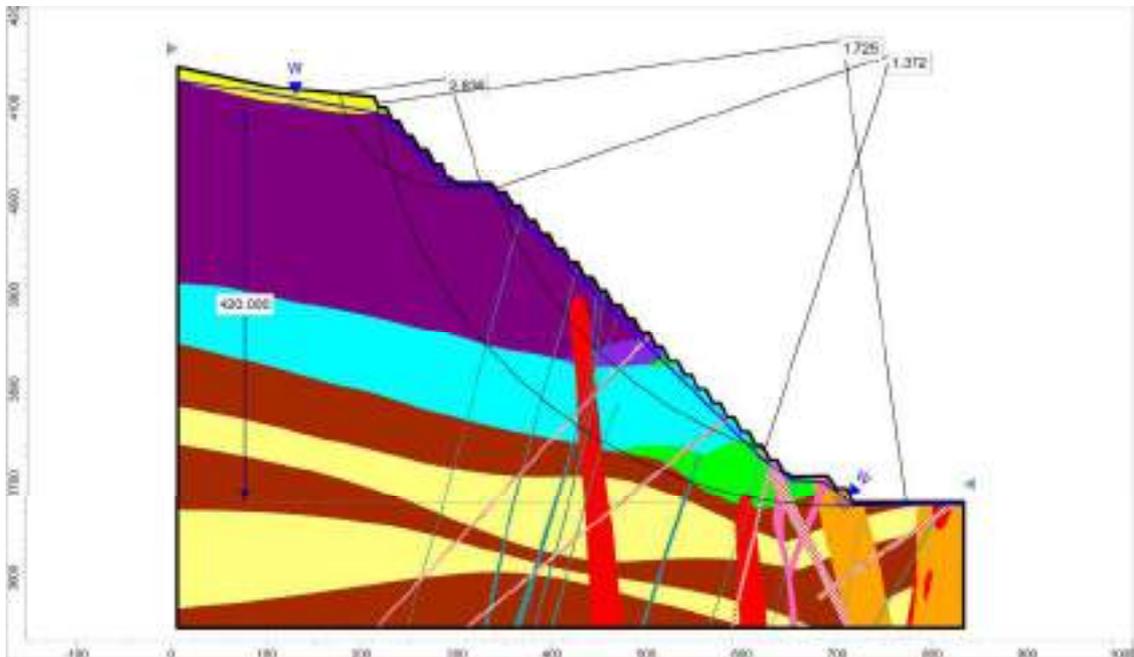


Figura 63. Perfil de diseño de la sección 04 (análisis estático).

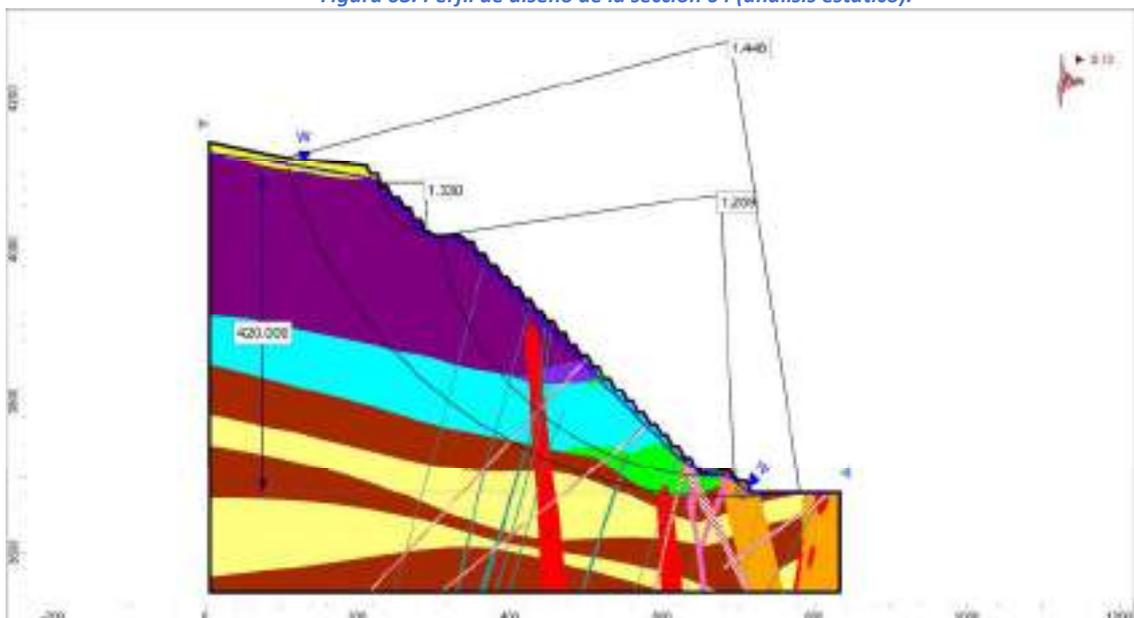


Figura 64. Perfil de diseño de la sección 04 (análisis pseudoestático).

Tabla 58. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 04.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 04	2.836	1.330	1.725	1.448
	1.372	1.259		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.5. ANALISIS DE LA SECCION 05

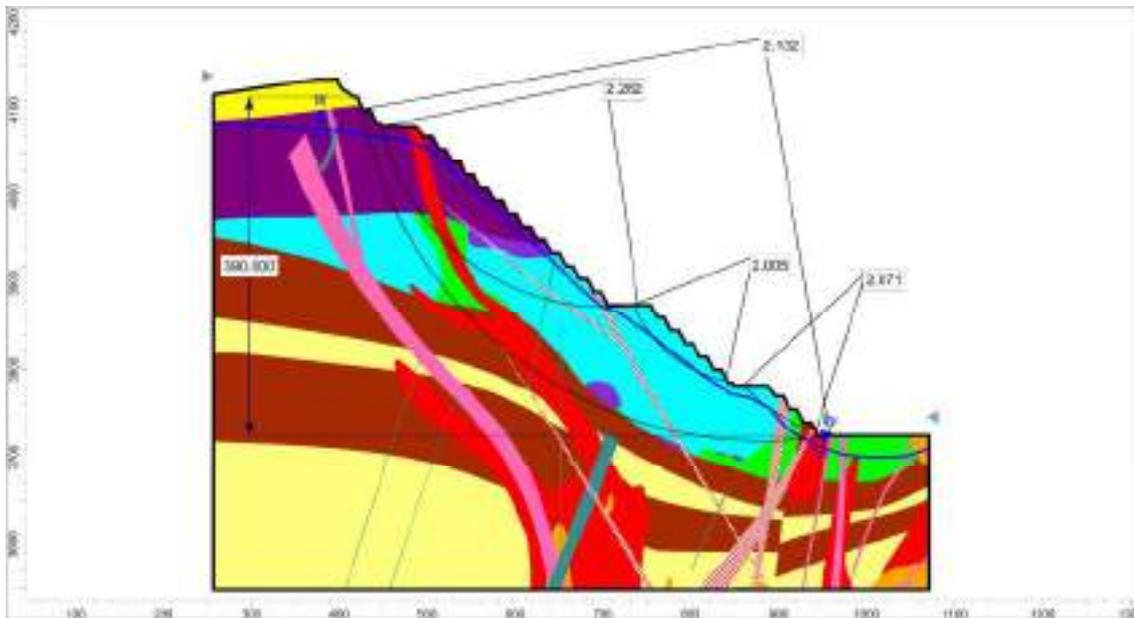


Figura 65. Perfil de diseño de la sección 05 (análisis estático).

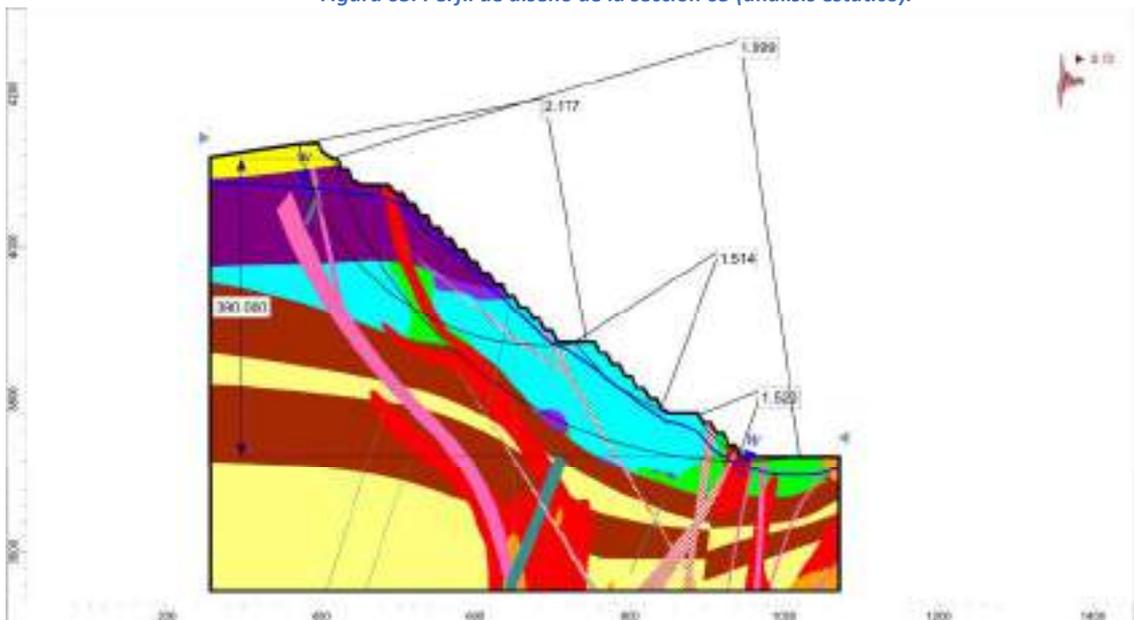


Figura 66. Perfil de diseño de la sección 05 (análisis pseudoestático).

Tabla 59. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 05.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 05	2.282	2.177	2.132	1.999
	2.005	1.514		
	2.071	1.520		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.6. ANALISIS DE LA SECCION 06

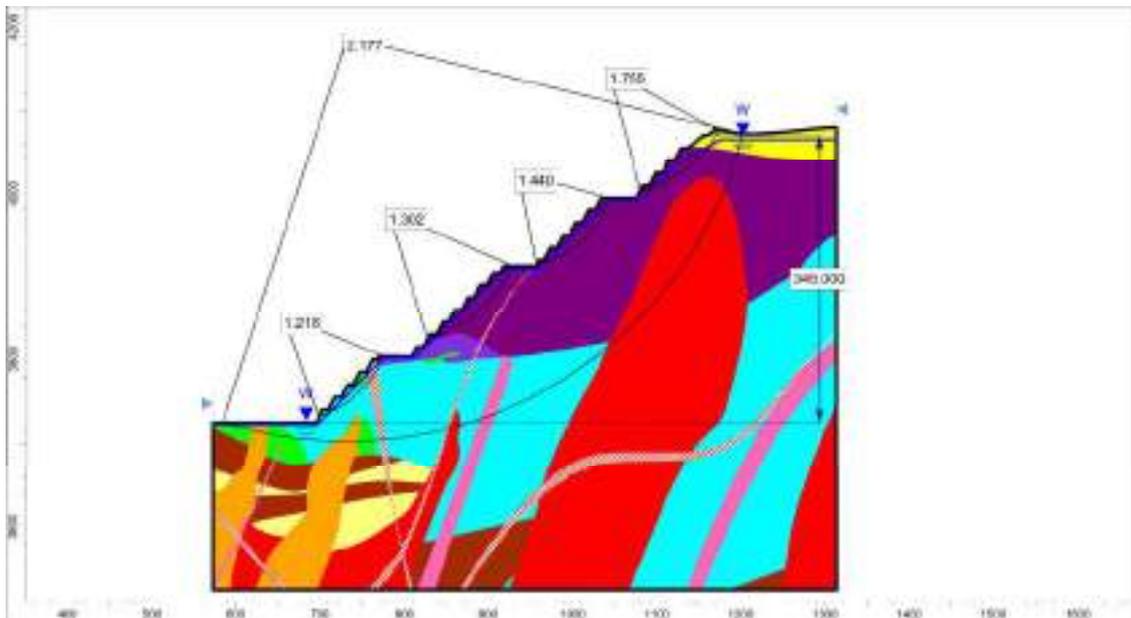


Figura 67. Perfil de diseño de la sección 06 (análisis estático).

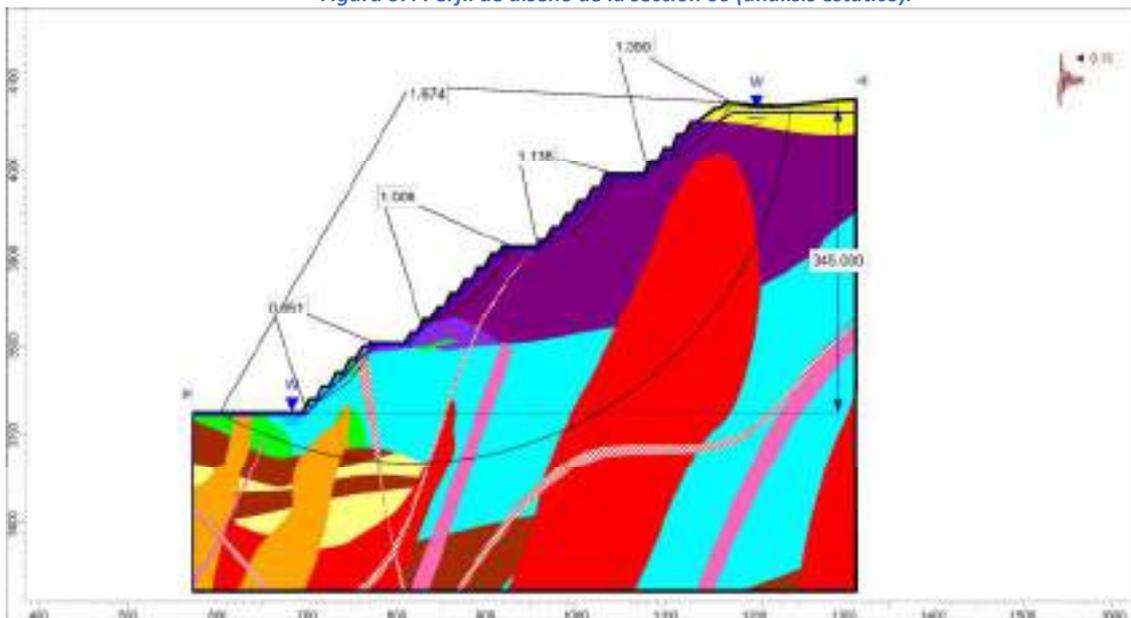


Figura 68. Perfil de diseño de la sección 06 (análisis pseudoestático).

Tabla 60. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 06.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MINIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 06	1.755	1.390	2.177	1.674
	1.440	1.136		
	1.302	1.008		
	1.218	0.951		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.7. ANALISIS DE LA SECCION 07

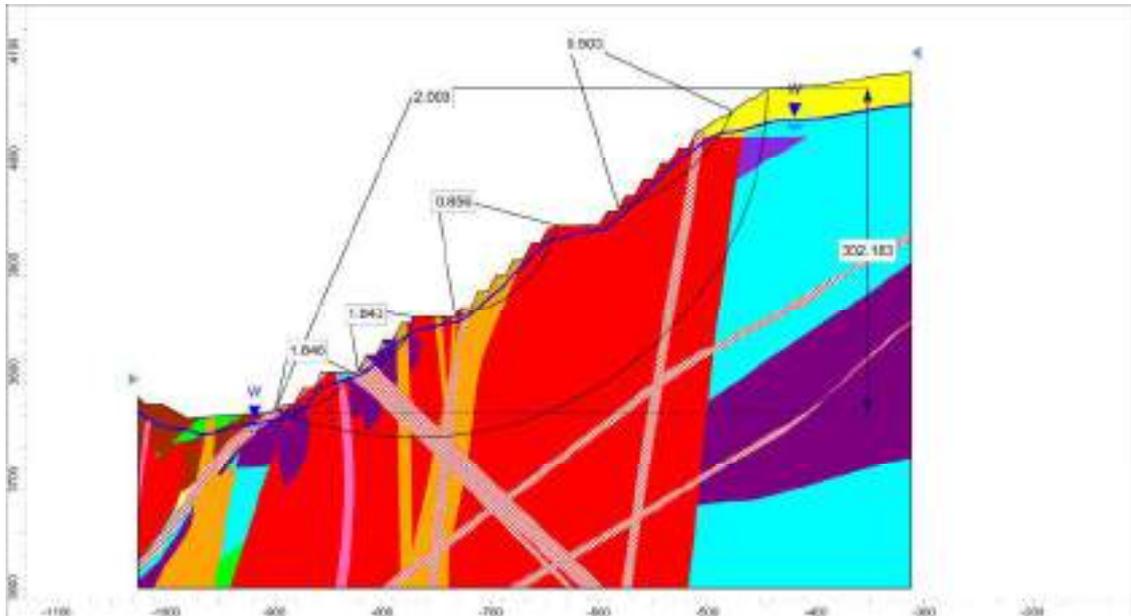


Figura 69. Perfil de diseño de la sección 07 (análisis estático).

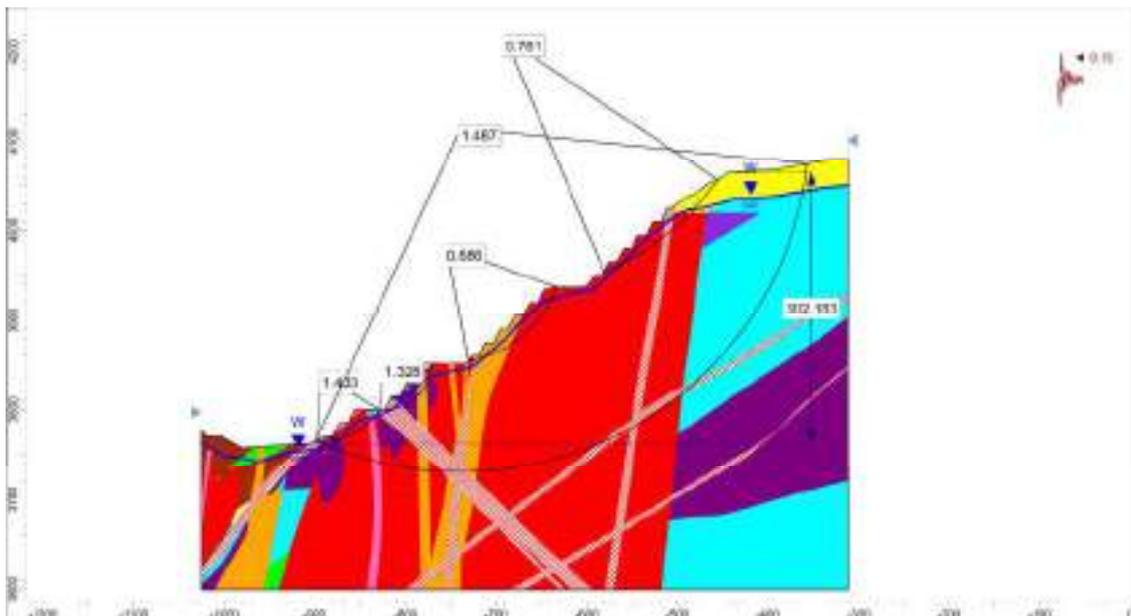


Figura 70. Perfil de diseño de la sección 07 (análisis pseudoestático).

Tabla 61. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 07.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 07	0.903	0.761	2.003	1.487
	0.856	0.686		
	1.843	1.328		
	1.846	1.433		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.8. ANALISIS DE LA SECCION 08

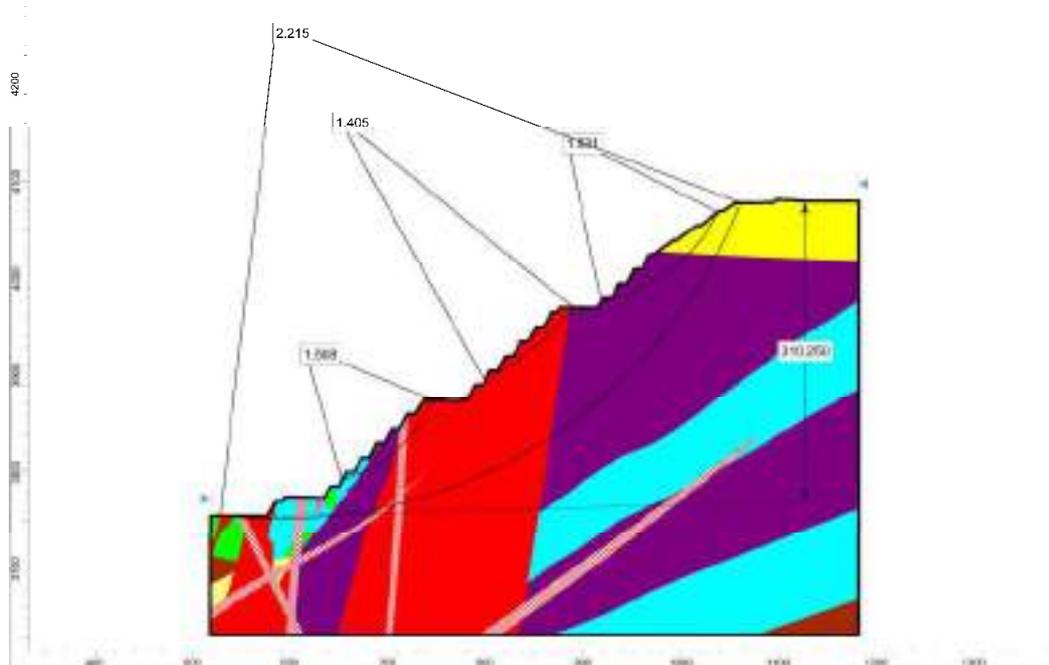


Figura 71. Perfil de diseño de la sección 08 (análisis estático).

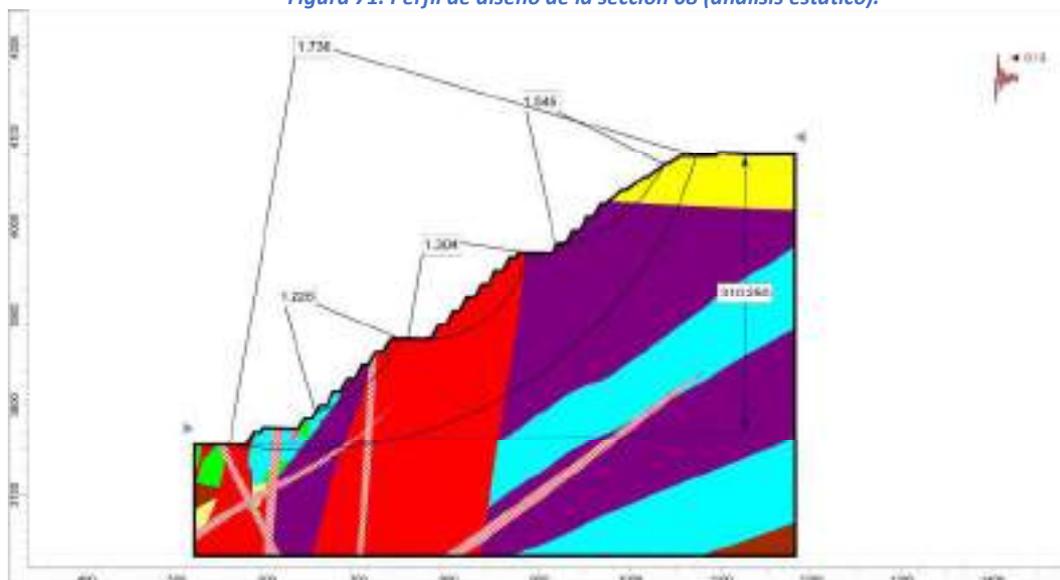


Figura 72. Perfil de diseño de la sección 08 (análisis pseudoestático).

Tabla 62. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 08.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 08	1.931	1.546	2.215	1.736
	1.405	1.304		
	1.508	1.226		

6.3.9.9. ANALISIS DE LA SECCION 09

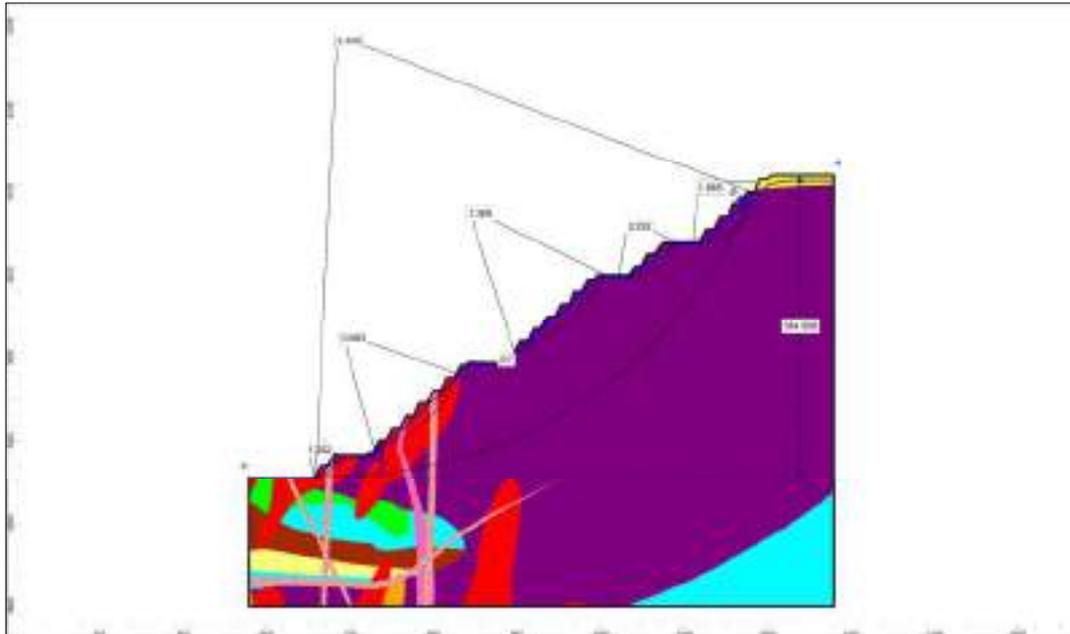


Figura 73. Perfil de diseño de la sección 09 (análisis estático).

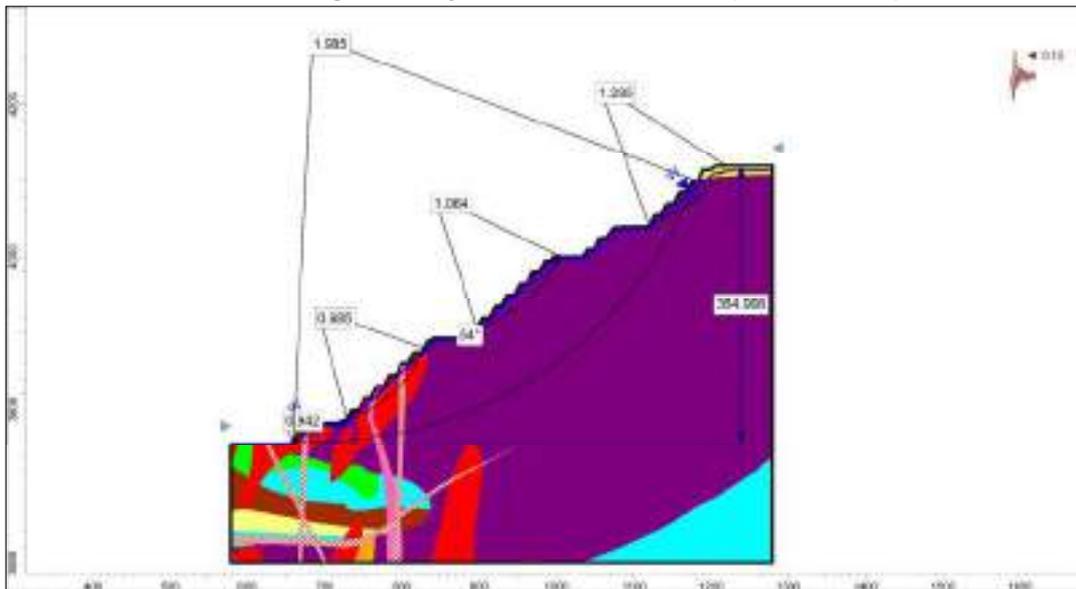


Figura 74. Perfil de diseño de la sección 09 (análisis pseudoestático).
 Tabla 63. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 09.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 09	1.865	1.295	2.539	1.985
	2.292	-		
	1.369	1.064		
	0.882	0.685		
	1.202	0.942		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.10. ANALISIS DE LA SECCION 10

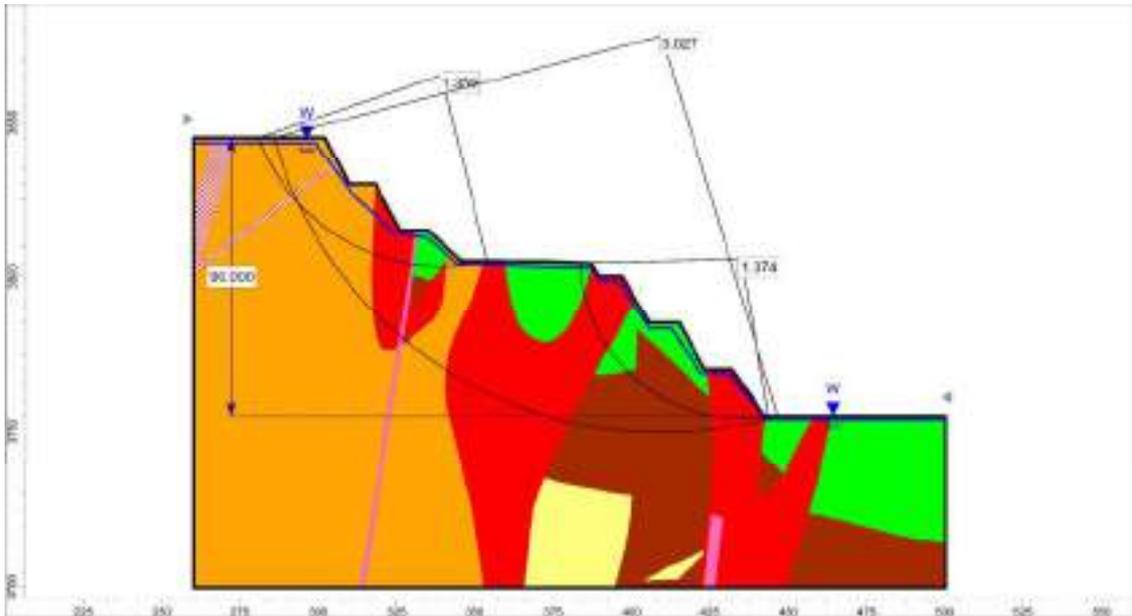


Figura 75. Perfil de diseño de la sección 10 (análisis estático).

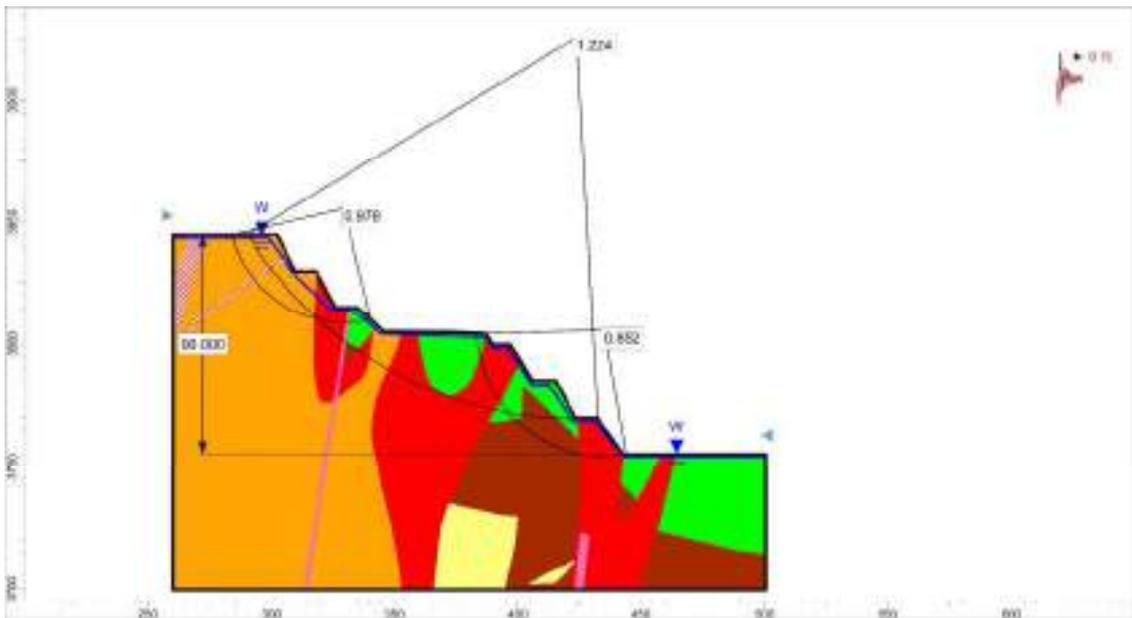


Figura 76. Perfil de diseño de la sección 10 (análisis pseudoestático).

Tabla 64. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 10.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 10	1.359	0.978	3.027	1.224
	1.374	0.852		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.11. ANALISIS DE LA SECCION 11

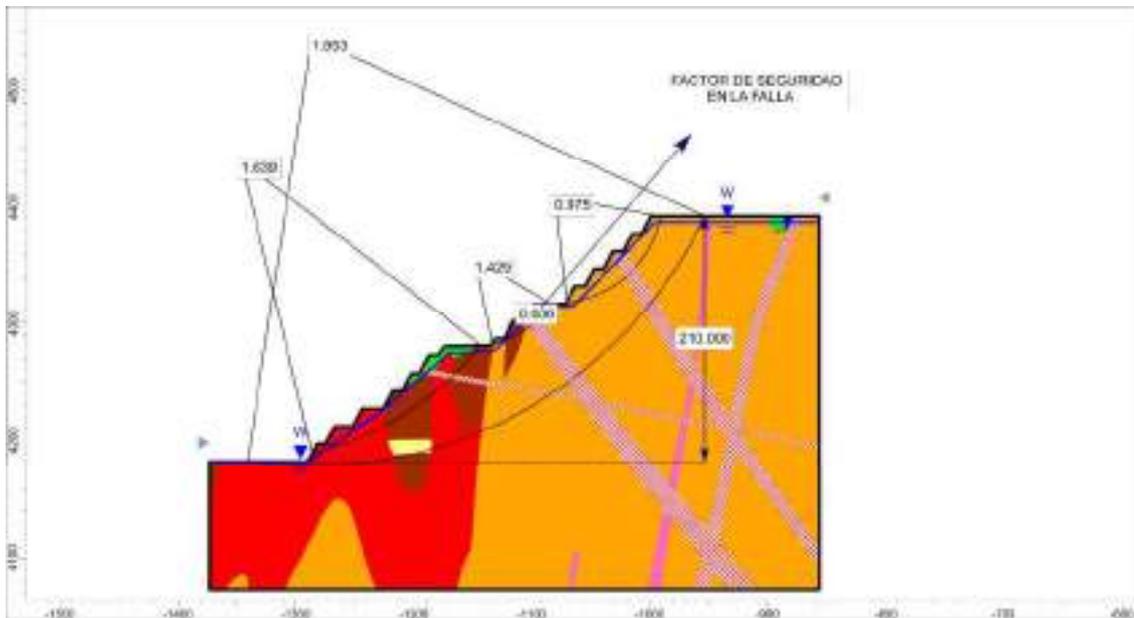


Figura 77. Perfil de diseño de la sección 11 (análisis estático).

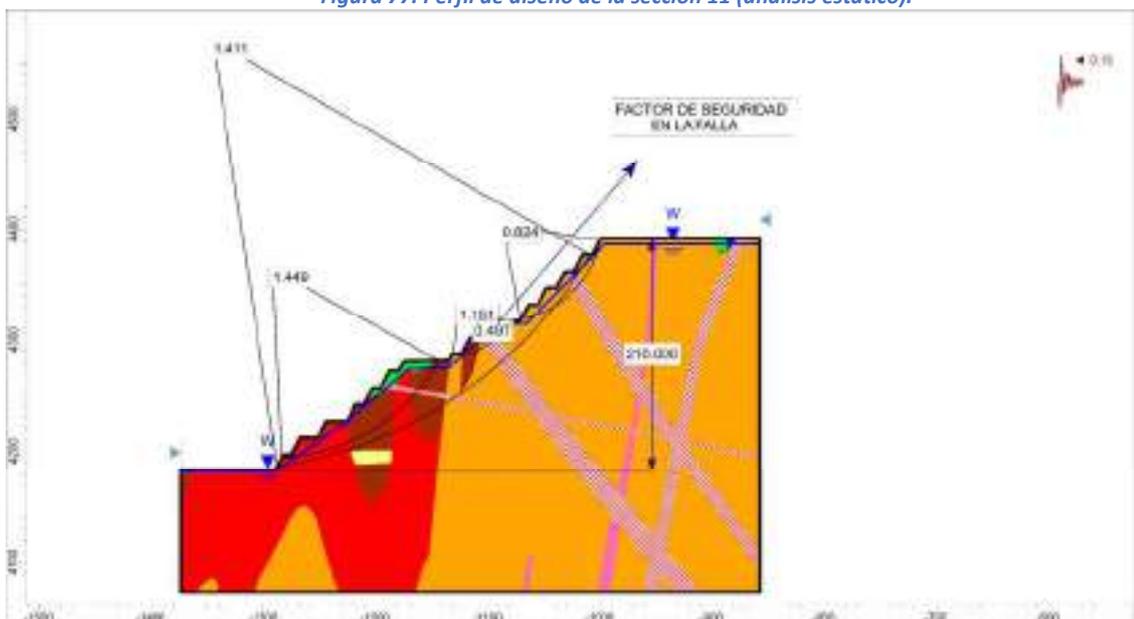


Figura 78. Perfil de diseño de la sección 11 (análisis pseudoestático).

Tabla 65. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 11.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 11	0.975	0.824	1.953	1.411
	1.429	1.151		
	1.639	1.449		

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9.12. ANALISIS DE LA SECCION 12

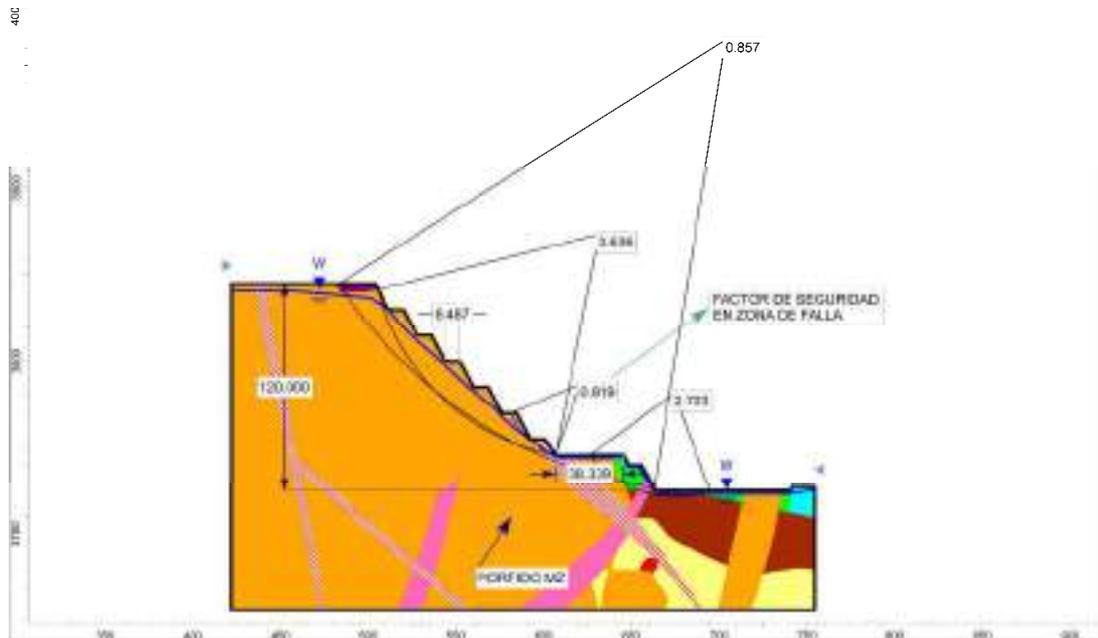


Figura 79. Perfil de diseño de la sección 12 (análisis estático).

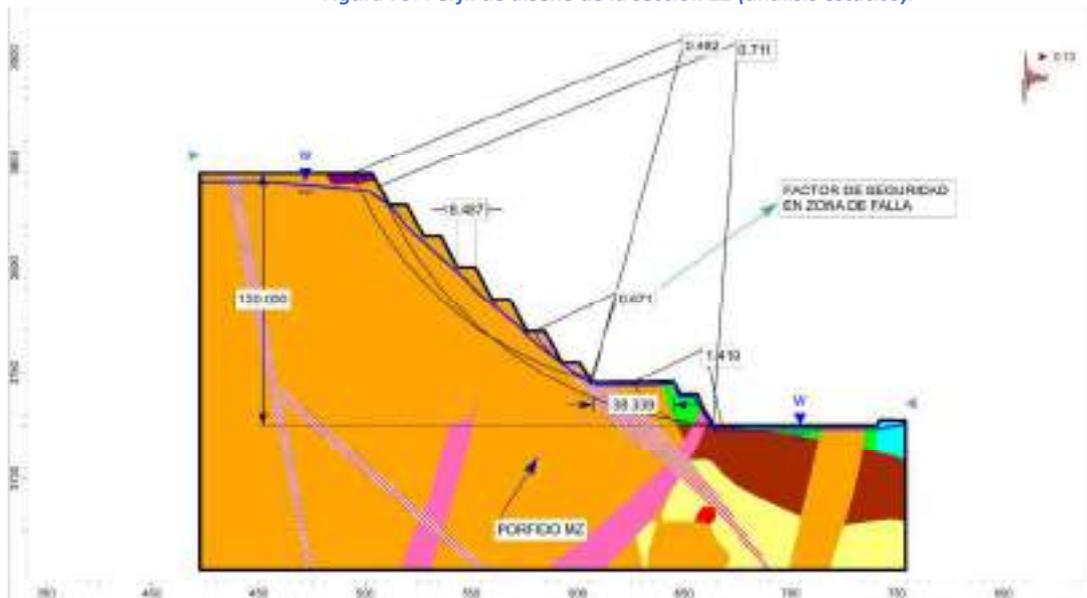


Figura 80. Perfil de diseño de la sección 12 (análisis pseudoestático).

Tabla 66. Resumen de los resultados del factor de seguridad de la sección 12.

	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
	F.S MÍNIMO INTERRAMPA		F.S GLOBAL	
	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO	ESTÁTICO	PSEUDOESTÁTICO
SECCIÓN 12	0.936	0.482	0.857	0.711
	0.819	0.671		
	2.703	1.419		

Fuente: Elaboración propia.

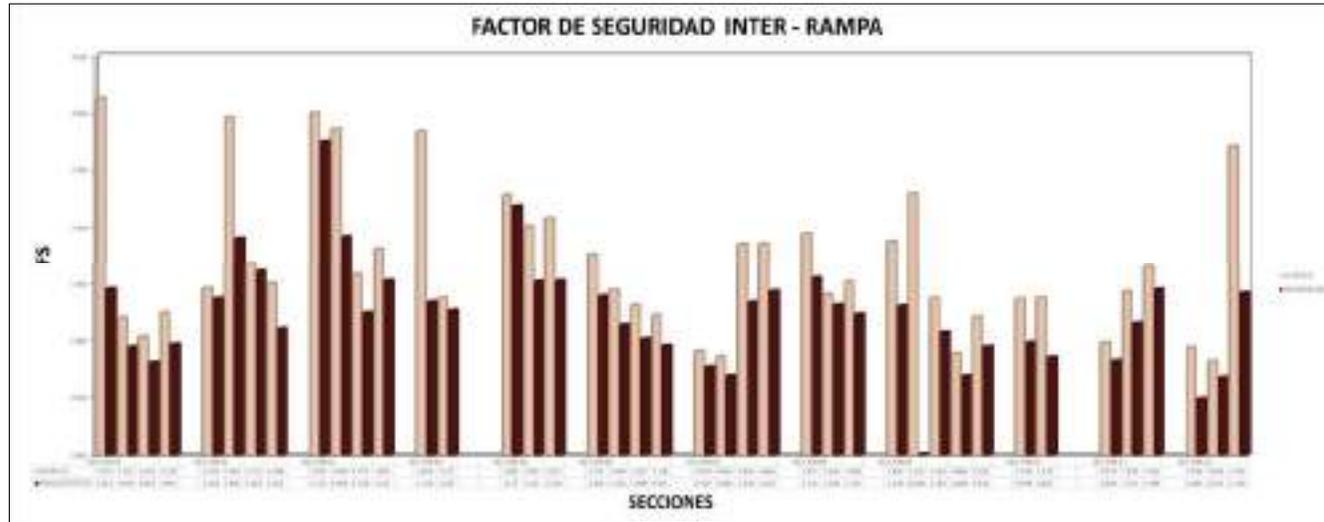


Figura 81. Relación F.S Inter-rampa Estático vs Pseudoestático.



Figura 82. Relación F.S Global Estático vs Pseudoestático.

6.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Del trabajo realizado en el proyecto Coroccohuayco, se puede deducir que existe alta probabilidad de ruptura tipo planar y el tipo cuña, mientras que en el tipo toopling no se tiene una probabilidad de que suceda. Esto debido a que las características geotécnicas del macizo rocoso tienen un alto grado de fracturamiento sobre todo las litologías que presentan mineralización y también a la caótica presencia de los tipos de roca y la presencia de fallas que hacen al macizo rocoso vulnerable para el momento de la voladura que se llevara a cabo en un futuro próximo.

En cuanto al análisis para la estabilidad de taludes se pudo determinar que la sección mas inestable es la sección 12 teniendo valores debajo del factor de seguridad mínimo requerido para su estabilidad.

6.5. MODELO GEOTECNICO DEL TAJO

En el modelo geotécnico de Coroccohuayco, se determinó realizando la interpolación de los valores obtenidos del RMR, la cual se sometió la composición a una longitud de 5m, obteniendo como resultado el modelo geotécnico, en esta evaluación para la generación del modelo no se detallará el proceso para la elaboración del modelo, solo se presenta el trabajo final, este modelo nos permitirá tomar decisiones, para la voladura que programará al momento de su explotación.

El modelo demuestra la calidad de la roca que va desde una roca de muy mala calidad, mala calidad, calidad regular, calidad buena y calidad muy buena.

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

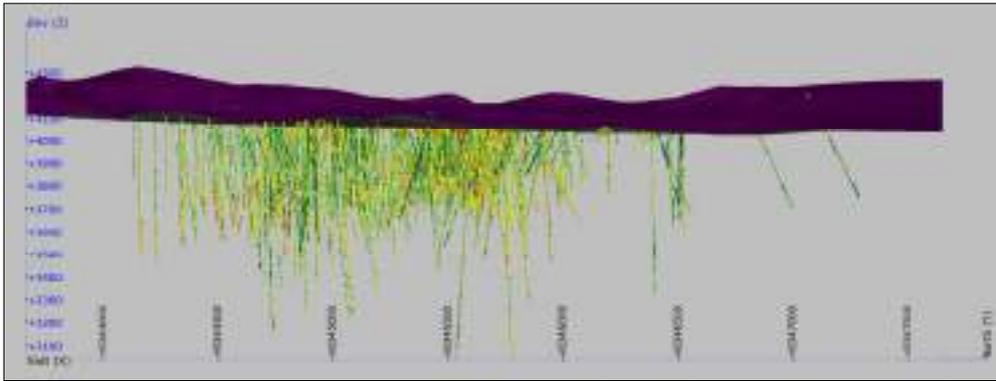
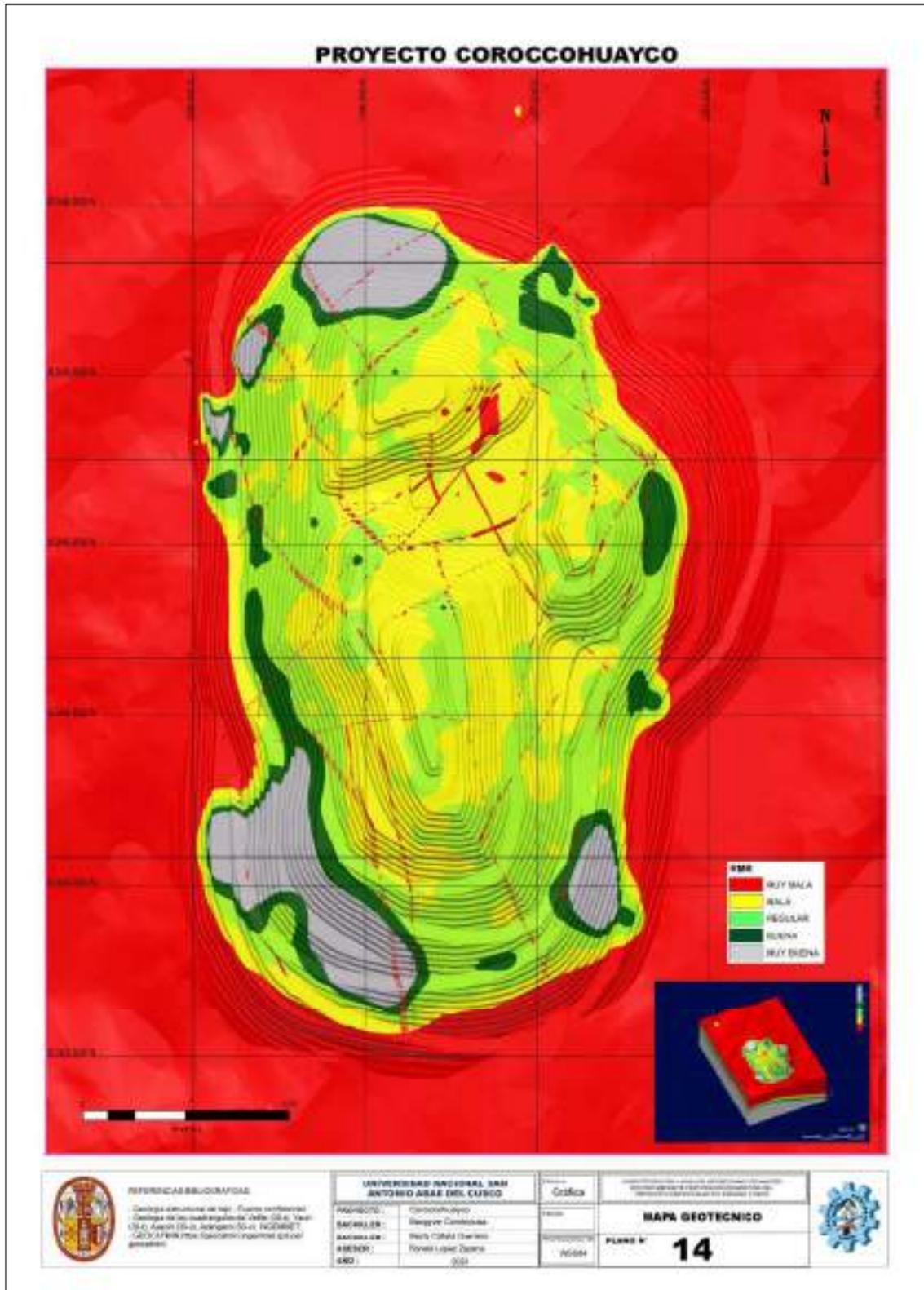


Figura 83. Sondajes compositados para el modelo vista E-W.



Plano 14. Modelo Geotécnico basado en el RMR

CONCLUSIONES

- En virtud a la caracterizado y analizado, se concluyó que existe una variabilidad en los resultados, donde la descripción del RMR indica que la diorita (51) es la roca con mayor frecuencia de buena calidad y el mármol (44) con el pórfido Monzonítico biotítico (54), son rocas de mayor frecuencia de mala calidad.
- Se ejecuto el logueo en sondajes orientados, donde se obtuvieron la información del dip y dip direction de las estructuras (fallas, juntas y venillas), donde se concluyó que la información obtenida tiene una confiabilidad mayor al 90%
- Se ejecutaron los ensayos en roca como UCS, Tracción Indirecta y carga puntual, para analizar y determinar los parámetros geotécnicos, donde se concluyó que los valores obtenidos demuestran una confiabilidad superior al 98%
- Se determino las propiedades físicas y/o geotecnicas evaluadas con un factor de disturbancia de 0, 0.5 y 1, donde se concluye que se determinó todos los parámetros para las 24 litologías en roca, incluyendo suelo y falla.
- Se evaluó el análisis cinemático para determinar el tipo de ruptura (planar, cuña o toppling), donde se concluyó que la ruptura tipo cuña es la más prevalente, seguida de la ruptura tipo planar y la ruptura tipo toppling sin mucha incidencia.
- De acuerdo con el modelo geotécnico en base a los valores obtenidos del RMR (Rock Mass Rating), se concluyó que existe una variabilidad en cuanto a la calidad del macizo rocoso que van desde muy mala calidad, mala, regular, buena y muy buena calidad.
- Se valido la orientación en las discontinuidades descritas en los testigos logueados, la información obtenida por el logueo orientado, se comparó con la información obtenida por el televiewer, encontrándose una similitud mayor al 85% de la información, por lo cual se puede determinar que el logueo está bien realizado.

- Se determino 5 dominios estructurales en base a la geología estructural, litología y RMR.
- Se analizo la estabilidad de taludes mediante el software slide para para 12 secciones realizadas, donde se puede indicar que el talud de la sección 12, es la más crítica con un factor de seguridad global estática y pseudoestática de 0.8 y 0.7.
- Se analizo y evaluó los taludes mediante el SMR (Slope Mass Rating), donde se determinó que el dominio 3, presenta 11 subsectores con taludes inestables y 10 subsectores con taludes estables.
- Se obtuvieron resultados de los ensayos en el laboratorio externo y laboratorio Antapaccay, donde los resultados se distribuyó para cada dominio como se demuestra en las tablas 36 ,38 ,42 ,46,50.

RECOMENDACIONES

- Realizar más campañas de perforación con fines geotécnicos para obtener más información geotécnica y así tener un nivel de confiabilidad mayor.
- Realizar más ensayos geotécnicos en roca, para poder cubrir toda la información de las litologías que se tienen en el yacimiento.
- Considerar las perforaciones de sondajes orientados en el dominio 4 y 5.
- Actualizar el modelo geotécnico, después de cada campaña de perforación para tener un panorama más preciso del tajo que se va a explotar.
- Complementar y actualizar el modelo de forma sistemática a medida que se realiza una campaña de perforación y/o mapeo e incluso durante el minado de los distintos frentes, esto por medio de recolección de información como son los mapeos geotécnicos, perforaciones, muestreos y ensayos.
- Realizar el cambio de diseño del talud para la sección 12
- Realizar un modelo geotécnico por método de elementos finitos (FEM) y método de elementos discretos (DEM).
- Contratar geólogos con experiencia para los trabajos de la recopilación de la información geotécnica para reducir los errores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTM D2938-95. (2002).** Standard Test Method For Unconfined Compressive Strength Of Intact Rock Core Specimens.
- ASTM D3967-08. (2001).** Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Intact Rock Core Specimens.
- ASTM D5607-08. (2006).** Standard Test Method for Performing Laboratory Direct Shear Strength Tests of Rock Specimens Under Constant Normal Force.
- ASTM D5731-02. (1985).** Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock.
- Belousov, V. (1979).** Geología Estructural. URSS.
- Beniawski, Z. (1989).** Engineering rock mass classifications. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>.
- De La Cruz, N. (1995).** Geologia de los cuadrangulos de Velille, Yauri, Ayaviri y Azangaro. Lima, Perú: INGEMMET.
- González de Vallejo, L. (2002).** Ingeniería Geológica. Pearson Education.
- Hoek, E. (2007).** Practical Rock Engineering.
- ISRM. (1984).** Point load test: "Suggested method for determinng point load strenght.
- ISRM. (1991).** Uniaxial compressive Strength: "Suggested method for determining uniaxial compressive strength and deformability of rock materials" - ASTM: "Standard test method for unconfined compressive strength of intact rock core specimens".
- Kierran, M. (1999).** Geology of the Cu - Skarn at Coroccohuayco, Perú. Washington.
- Kierran, M. (2010).** Skarn alteration and mineralization at Coroccohuayco, Tintaya district, Perú. Society of Economic Geologists.
- Mendoza , W. (2014).** Análisis preliminar de estabilidad de taludes mediante equilibrio limite en etapa de prefactibilidad del proyecto Coroccohuayco.

Ramirez Oyanguren, P., & Alejano Monge, L. (2004). Mecanica de rocas: Fundamentos e Ingenieria de Taludes.

Riquelme, A. & Tomás, R. & Abellán A. (2014). SMRTTool beta. A calculator for determining Slope Mass Rating (SMR). Universidad de Alicante.

Rodriguez, J. (2019). Estudio geotécnico para el tajo de Coroccohuayco.

Romana, M. (1993). SMR classification. Proc 7th ISRM International Congress on Rock Mechanics, Aachen, 16-20 September 1991V2, P955-960. Rotterdam: A A Balkema

Wesseloo, J., Read, J., & Stacey, P. (2009). Guidelines for OPEN PIT SLOPE DESIGN.

ANEXO A

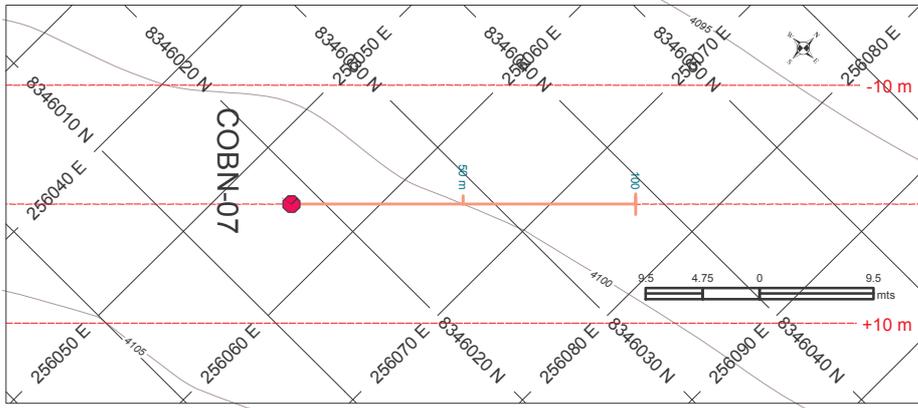
MATRIZ DE CONSITENCIA

“CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”											
AUTORES: Bach. Macgyver Condorpusa Cordova Bach. Cinthia Mezly Callata Guerrero				FACULTAD: INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALURGIA							
ORIENTACION	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA				
ENFOQUE	GENERAL	GENERAL	GENERAL	DEPENDIENTE			DISEÑO DE INVESTIGACION	DATOS A RECOLECTAR			
Cuantitativo	¿Como es la calidad del macizo rocoso del proyecto Coroccohuayco ?	Realizar la caracterización y análisis de la calidad del macizo rocoso del proyecto Coroccohuayco	Determinando la calidad del macizo rocoso en el proyecto Coroccohuayco, se podrá obtener información geotécnica precisa.	- Caracterización del macizo rocoso Calidad Macizo rocoso Inestabilidad de talud	- Muy mala calidad a muy buena calidad - Muy malo a muy bueno - Estable a inestable	- RQD - RMR - Factor de seguridad	Quasi - Experimental Transeversal	Grado de fracturamiento - Litología. Resistencia - Abertura. Rugosidad - Grado de intemperismo. Relleno - Espesor - Presencia de agua Dip y Dip Direction de las estructuras			
PARADIGMA	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	INDEPENDIENTES			METODOS DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS			
Interpretativo	¿Como podemos obtener la calidad del macizo rocoso?	Realizar la caracterización geotécnica en los testigos de roca obtenidos por la perforación diamantina.	La caracterización geotécnica del macizo rocoso permitirá proporcionar una información confiable para obtener la calidad del macizo rocoso.	- Geomecanica de rocas - Condiciones Geologicas Geología regional Geología local Geología Estructural	- Estudio geomecanico. - Determinar las estructuras. - Determinación de las litologías. - Clasificación por sus características petrologicas.	- Modelo Geomecanico - Modelo estructural. - Plano geológico regional. - Plano geológico local.	Metodo Observacion. Procedimiento de trabajo para logueo. Procedimiento de trabajo para ensayos en muestras de roca.	Formatos y/o fichas de recolección de datos. Escala de clasificación del RMR de Bieniowski. RQD			
	¿Como podemos obtener los parametros geomecanicos de la calidad del macizo rocoso?	Analizar los resultados obtenidos de los ensayos en rocas como: UCS (comprensión uniaxial simple), tracción indirecta (TI) y PLT (carga puntual).	Los resultados obtenidos por los ensayos en roca permitirá obtener parametros geotécnicos, que servirán para determinar la estabilidad del macizo rocoso.								
TIPO										POBLACION	MUESTRA
Cuantitativo	¿Como podemos determinar el tipo de ruptura que se puede suitar en el diseño de talud?	Realizar el análisis cinemático en los diferentes sectores de los tajos del proyecto Coroccohuayco.	El análisis cinemático, que se va a realizar permitirá obtener el criterio de ruptura que mas predomina en el macizo rocoso.							Macizo rocoso del Proyecto Coroccohuayco	Sondajes Geologicos y Geotécnicos
ALCANCE							UNIDAD DE MUESTREO	UNIDAD DE ANALISIS			
Descriptivo correlativo	¿Como podemos determinar las zonas de calidad del macizo rocoso?	Realizar el modelo geotecnico para determinar las zonas de calidad del macizo rocoso.	Realizando el modelo geotecnico, permitirá identificar zonas de diferente calidad en el macizo rocoso.				54 Sondajes geologicos 22 Sondajes geotécnicos	Tipo de roca			

ANEXO B

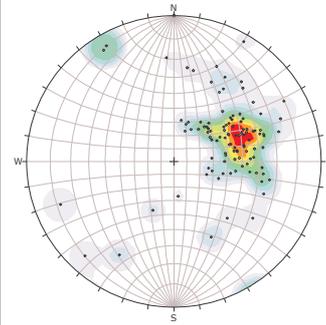
SECCIONES DE SONDAJES



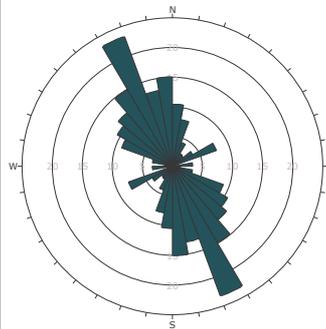
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

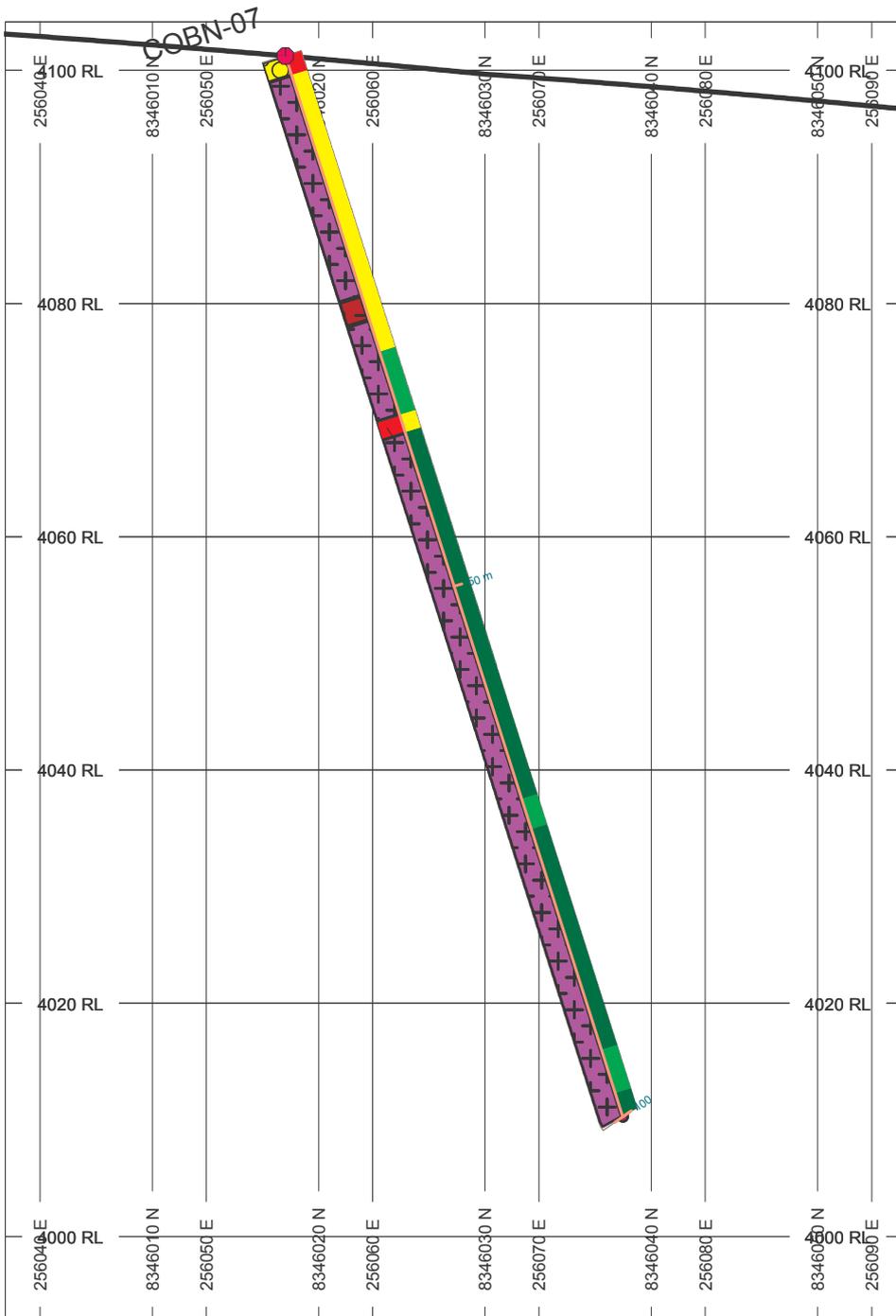
COBN-07



Color	Density Concentrations
0.00	0.00
1.00	1.00
2.00	2.00
3.00	3.00
4.00	4.00
5.00	5.00
6.00	6.00
7.00	7.00
8.00	8.00
9.00	9.00
10.00	10.00



Color	Topographic Concentrations
0.00	0.00
1.00	1.00
2.00	2.00
3.00	3.00
4.00	4.00
5.00	5.00
6.00	6.00
7.00	7.00
8.00	8.00
9.00	9.00
10.00	10.00



	CORCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COBN-07 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Magister Condorpusa Gordiano	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COBN-07
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

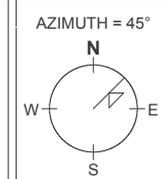
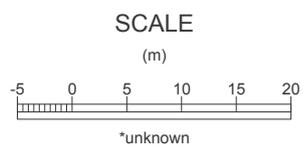
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

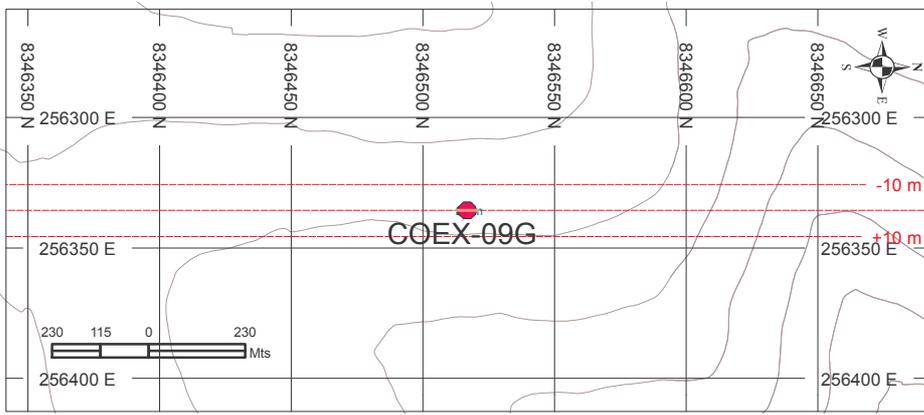
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA
			60 BUENA
			40 REGULAR
			20 MALA
			10 MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		HORNFELS
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA HB

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256065 m	8346028 m
EXTENTS	76.33 m	111.6 m
SECTION TOP, BOT	4104 m	3993 m
TOLERANCE +/-	10 m	

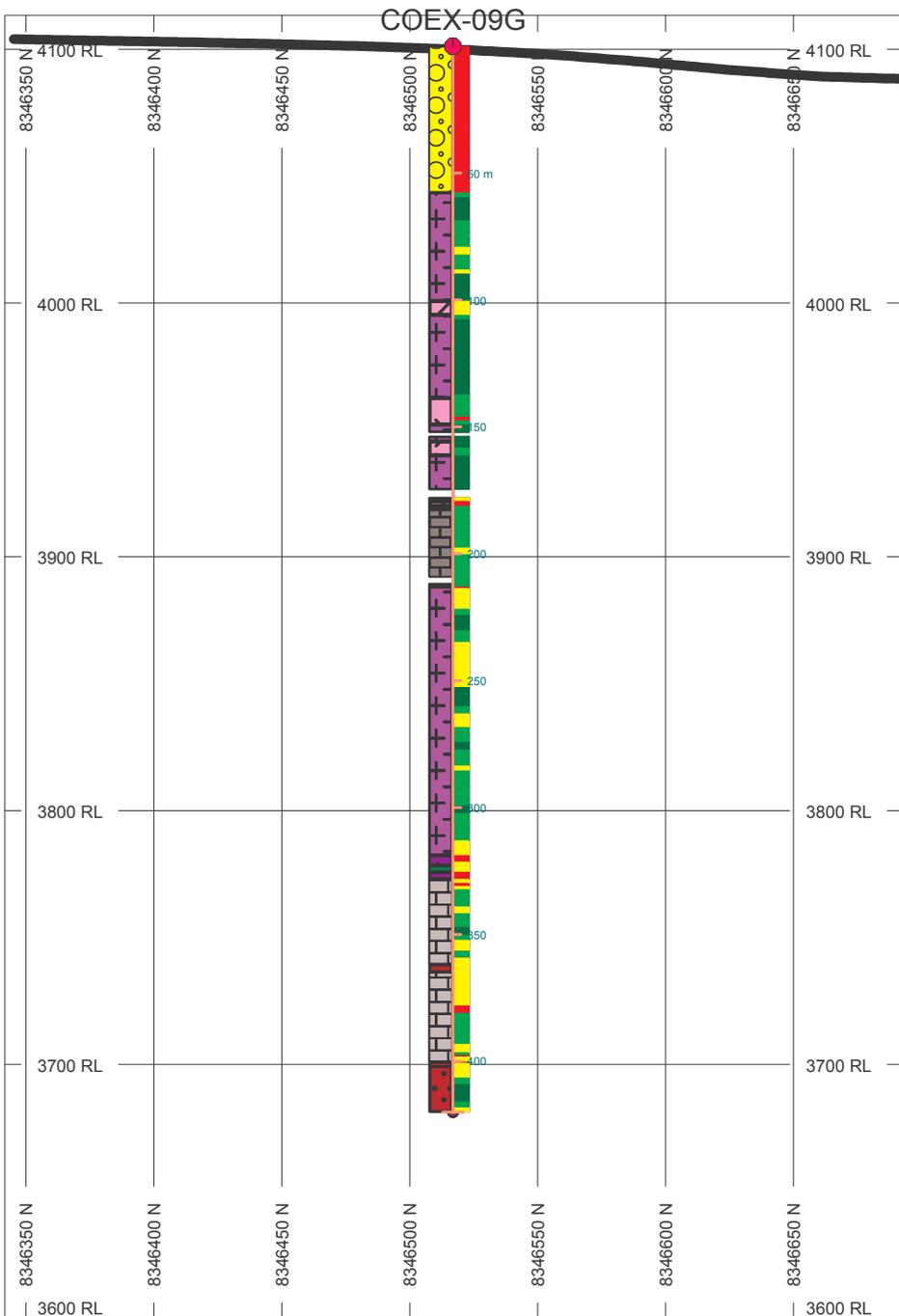




HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COEX-09G



	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COEX-09G RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Manayari Candopura Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COEX-09G
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

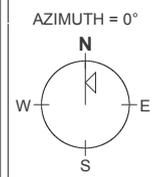
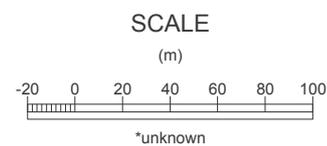
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

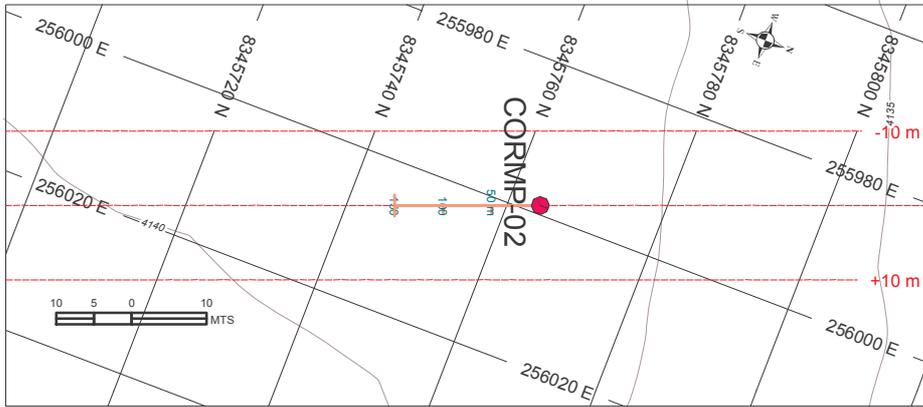
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA
			BUENA
			REGULAR
			MALA
			MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		HORNFELS
		MARMOL GRIS
		MARMOL BLANCO
		COBERTURA ALUVIAL
		LATITA
		ENDOSKARN EN DIORITA
		EXOSKARN Cu<0.25%

SECTION SPECS:

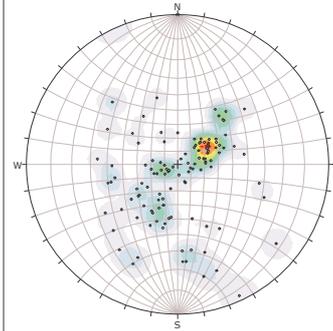
REF. PT. E, N	256336 m	8346517 m
EXTENTS	351.3 m	513.6 m
SECTION TOP, BOT	4113 m	3600 m
TOLERANCE +/-	10 m	



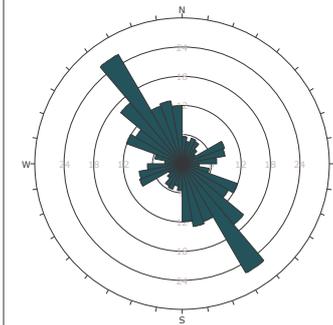


HOLES PLOTTED

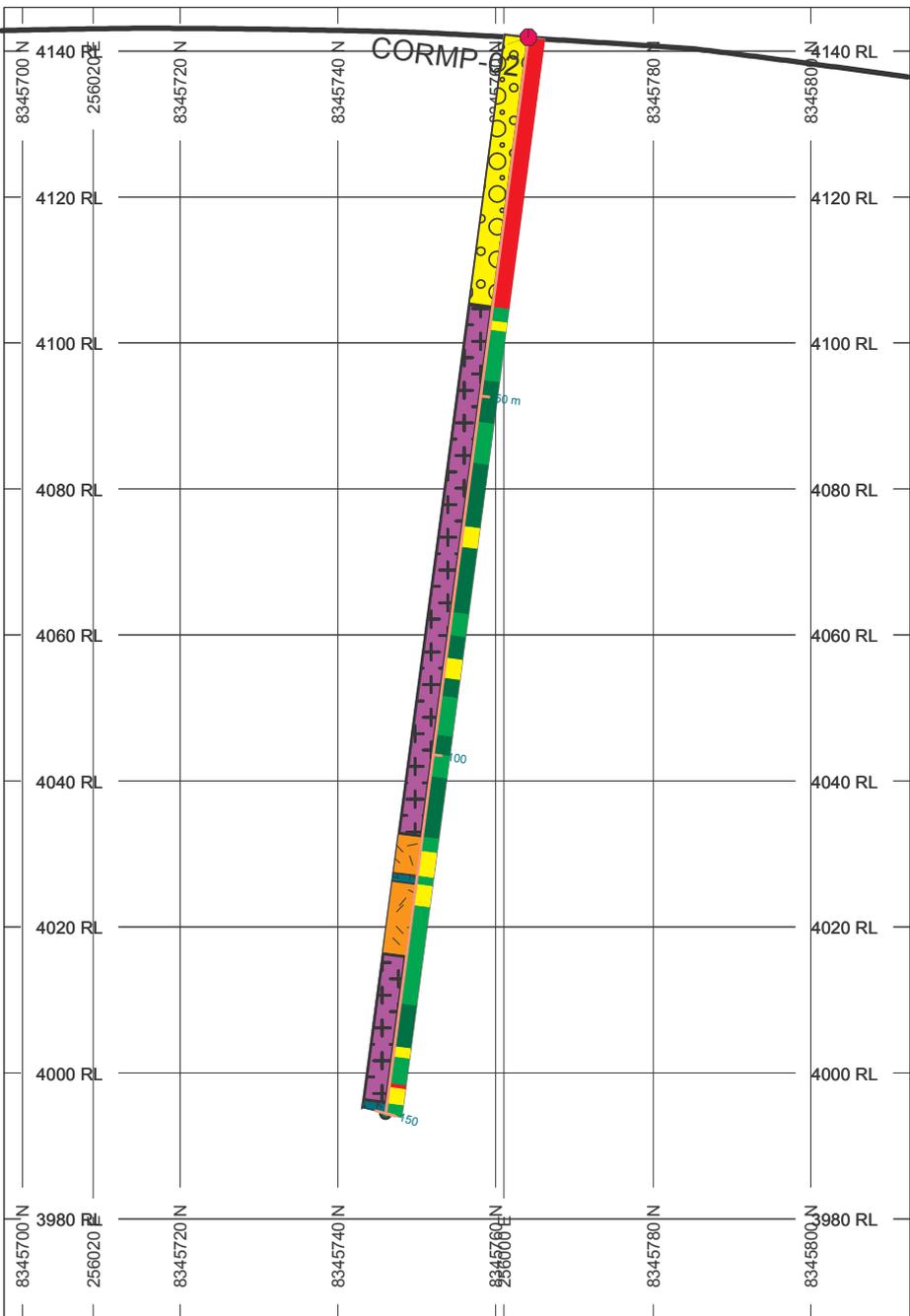
TOTAL 1
CORMP-02



Color	Density Concentration
Blue	0.00
Light Blue	0.20
Light Green	0.40
Green	0.60
Yellow	0.80
Orange	1.00
Red	1.20



Plot Mode	Scale
Plot Mode	Scale



	CORCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAGE CORMP-02 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Magister Condorpausa Condorpa	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: CORMP-02
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

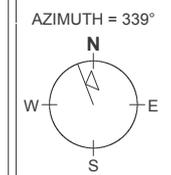
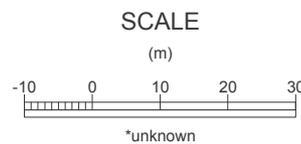
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

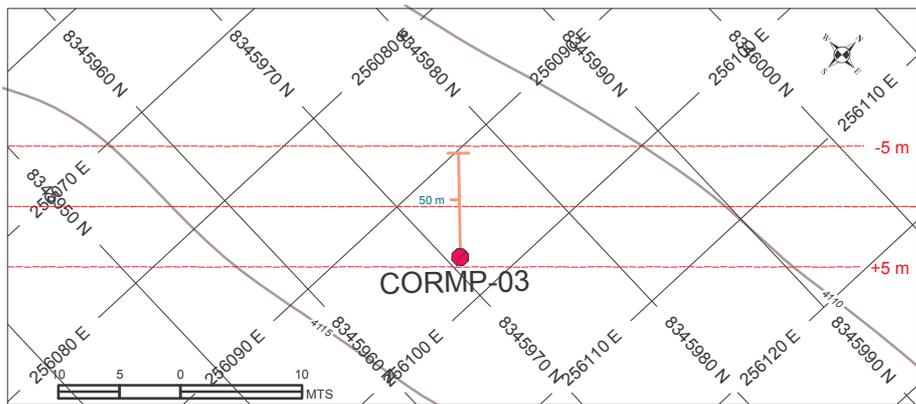
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA
			BUENA
			REGULAR
			MALA
			MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA B
		ANDESITA BASALTICA

SECTION SPECS:

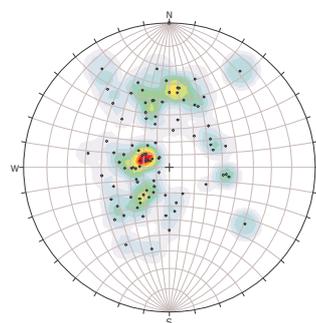
REF. PT. E, N	256002 m	8345755 m
EXTENTS	123.1 m	180 m
SECTION TOP, BOT	4146 m	3966 m
TOLERANCE +/-	10 m	



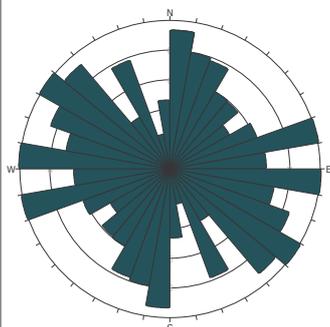


HOLES PLOTTED

TOTAL 1
CORMP-03

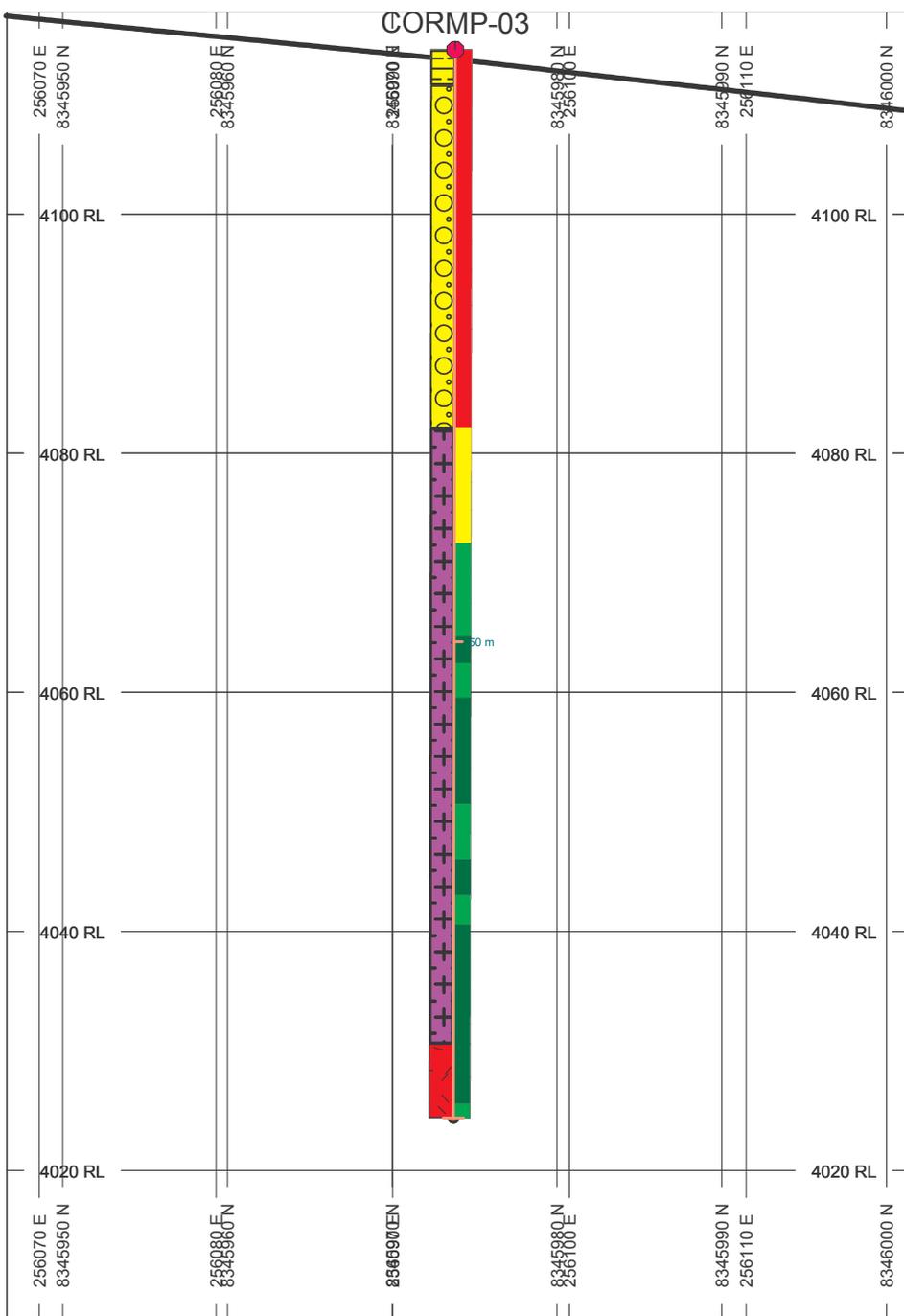


Symbol	Feature
*	Grid Station
Color	
	Density Classification
	0.00 - 1.00
	1.00 - 2.00
	2.00 - 3.00
	3.00 - 4.00
	4.00 - 5.00
	5.00 - 6.00
	6.00 - 7.00
	7.00 - 8.00
	8.00 - 9.00
	9.00 - 10.00
Maximum Density	
	7.00
Color Scale	
	Red
	Orange
	Yellow
	Green
	Blue
Plot Style	
	Size (mm)
	10
Hole Count	
	10
Station Plotting	
	Station Size (mm)
	10
Plotting	
	Plot Area



Plot Style	Symbol
Plot Area	Plot Area
Plot Count	Plot Count
Plot Name	Plot Name
Plot Number	Plot Number
Plot Range	Plot Range
Plot Size	Plot Size
Plot Style	Plot Style
Plot Symbol	Plot Symbol
Plot Title	Plot Title
Plot X	Plot X
Plot Y	Plot Y
Plot Z	Plot Z
Plot X	Plot X
Plot Y	Plot Y
Plot Z	Plot Z

CORMP-03



	CORCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE CORMP-03 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Maiguer Condorpusa Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: CORMP-03
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

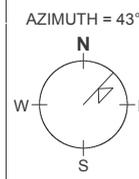
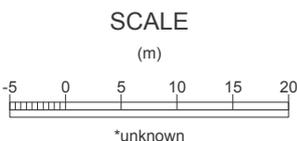
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

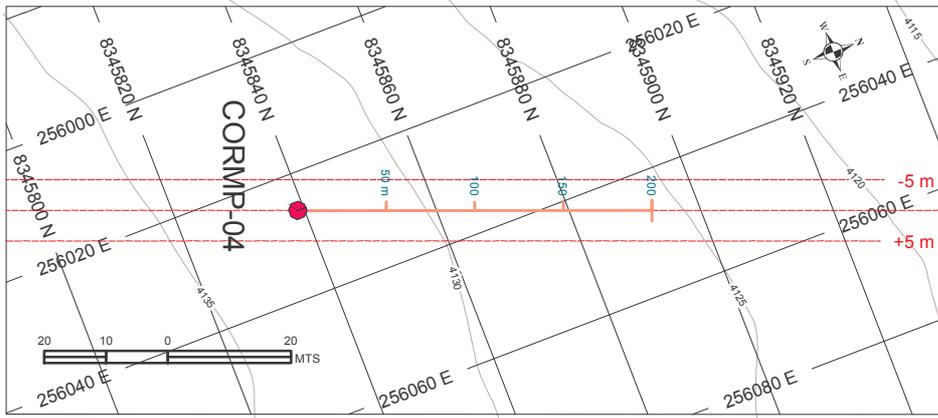
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA BUENA REGULAR MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		TOBA VOLCANICA
		MONZONITA HB

SECTION SPECS:

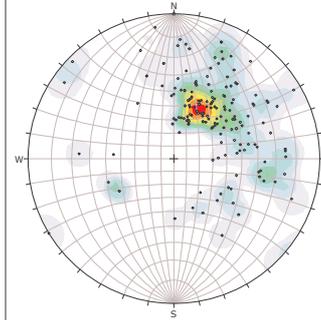
REF. PT. E, N	256094 m	8345974 m
EXTENTS	74.86 m	109.4 m
SECTION TOP, BOT	4117 m	4008 m
TOLERANCE +/-	5 m	



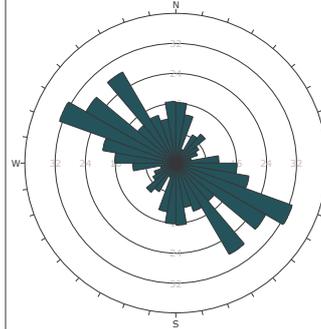


HOLES PLOTTED

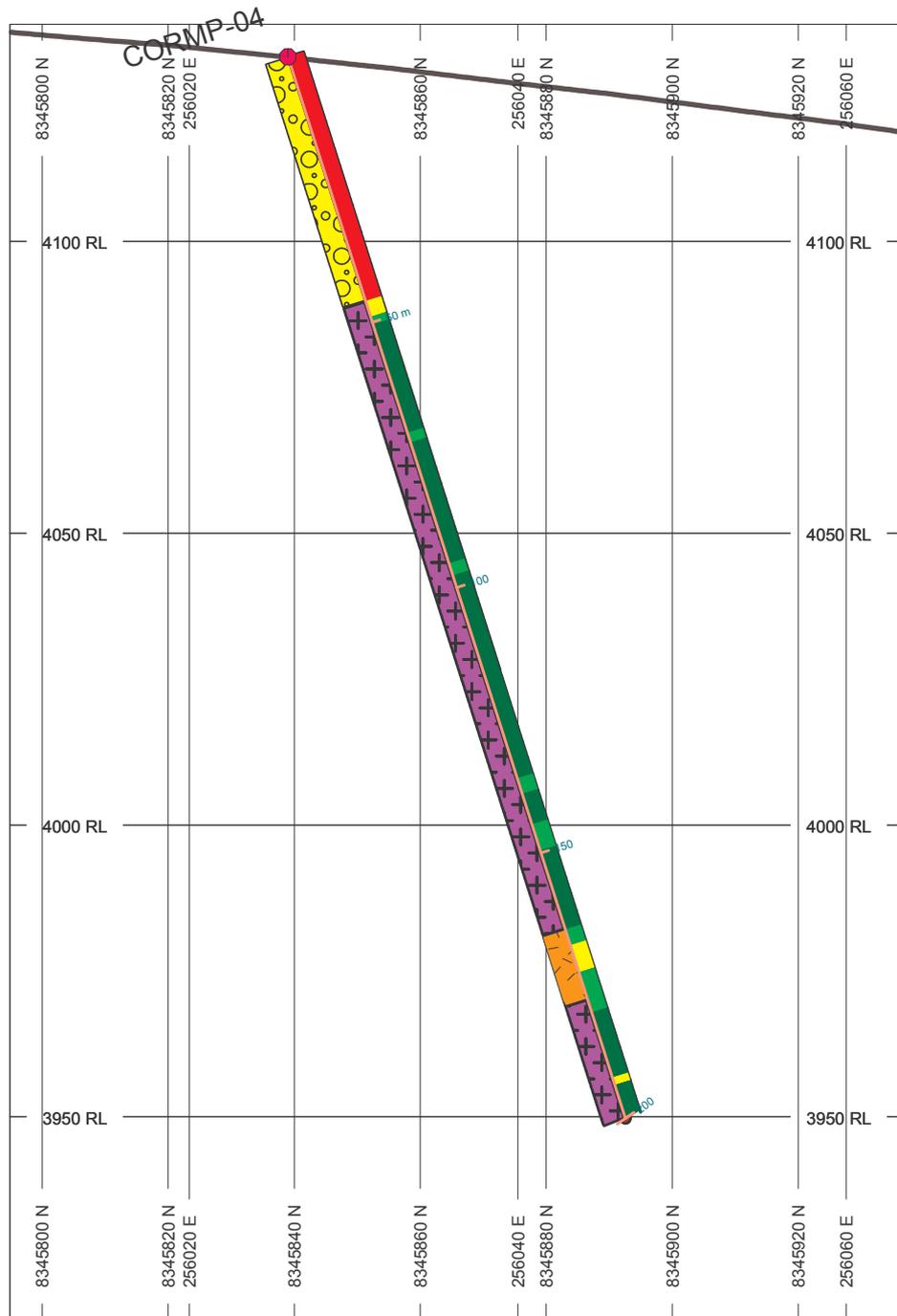
TOTAL 1
CORMP-04



Color	Density Concentration
0.00	0.00
0.20	0.20
0.40	0.40
0.60	0.60
0.80	0.80
1.00	1.00
1.20	1.20
1.40	1.40
1.60	1.60
1.80	1.80
2.00	2.00



Color	Density Concentration
0.00	0.00
0.20	0.20
0.40	0.40
0.60	0.60
0.80	0.80
1.00	1.00
1.20	1.20
1.40	1.40
1.60	1.60
1.80	1.80
2.00	2.00



	CORCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE CORMP-04 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Macayver Condorpua Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: CORMP-04
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

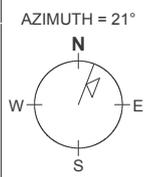
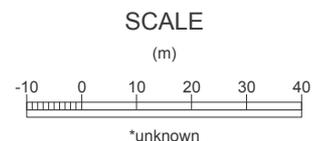
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

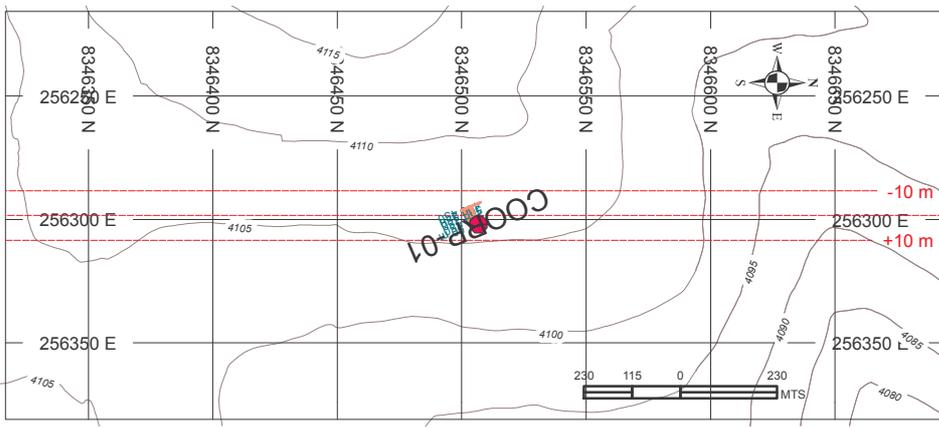
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA
			BUENA
			REGULAR
			MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA B

SECTION SPECS:

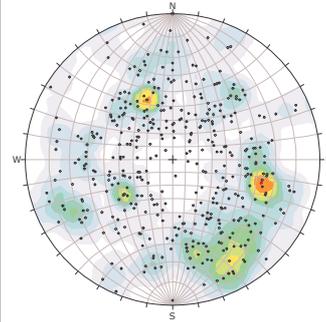
REF. PT. E, N	256036 m	8345866 m
EXTENTS	151.9 m	222 m
SECTION TOP, BOT	4137 m	3915 m
TOLERANCE +/-	5 m	



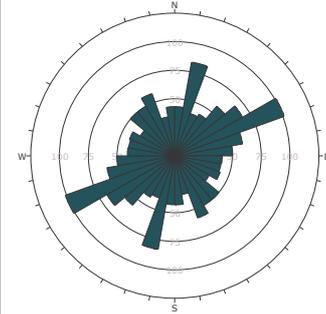


HOLES PLOTTED

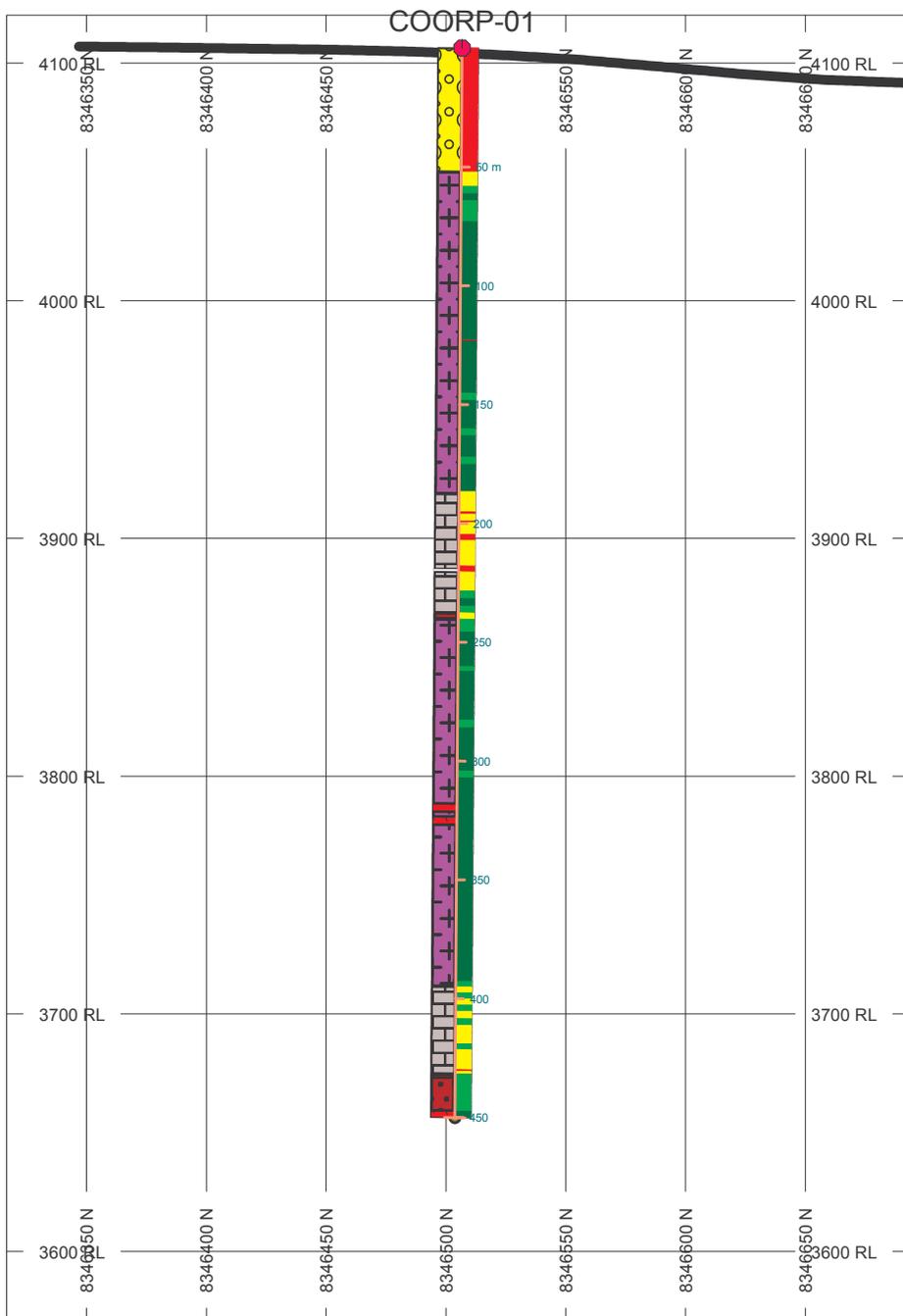
TOTAL 1
COORP-01



Color	Density	Count
0.00	0.00	1
0.25	0.25	1
0.50	0.50	1
0.75	0.75	1
1.00	1.00	1
1.25	1.25	1
1.50	1.50	1
1.75	1.75	1
2.00	2.00	1
2.25	2.25	1
2.50	2.50	1
2.75	2.75	1
3.00	3.00	1
3.25	3.25	1
3.50	3.50	1
3.75	3.75	1
4.00	4.00	1
4.25	4.25	1
4.50	4.50	1
4.75	4.75	1
5.00	5.00	1



Color	Density	Count
0.00	0.00	1
0.25	0.25	1
0.50	0.50	1
0.75	0.75	1
1.00	1.00	1
1.25	1.25	1
1.50	1.50	1
1.75	1.75	1
2.00	2.00	1
2.25	2.25	1
2.50	2.50	1
2.75	2.75	1
3.00	3.00	1
3.25	3.25	1
3.50	3.50	1
3.75	3.75	1
4.00	4.00	1
4.25	4.25	1
4.50	4.50	1
4.75	4.75	1
5.00	5.00	1



	COROCCOHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COORP-01 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Wladimir Cordero Cordero	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COORP-01
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

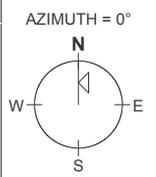
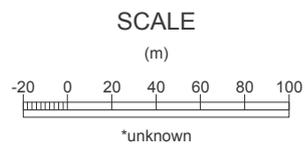
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

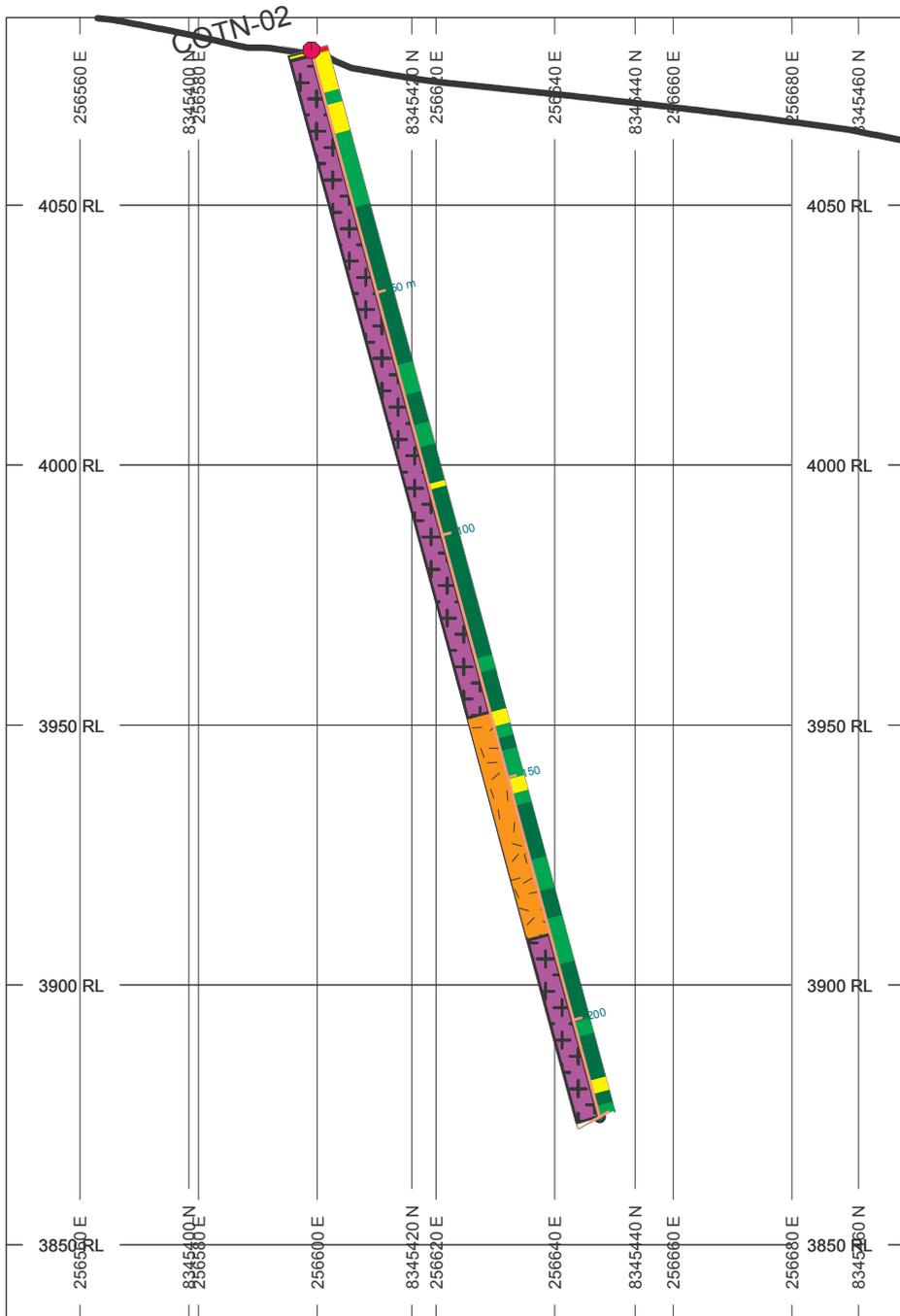
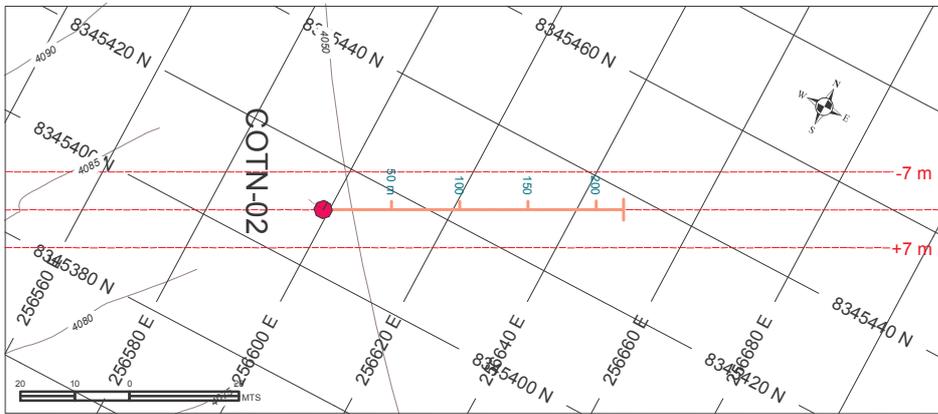
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA
			60 BUENA
			40 REGULAR
			20 MALA
			MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		VACIO
		DIORITA
		HORNFELS
		MARMOL GRIS
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA HB

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256298 m	8346505 m
EXTENTS	376.7 m	550.7 m
SECTION TOP, BOT	4120 m	3569 m
TOLERANCE +/-	10 m	

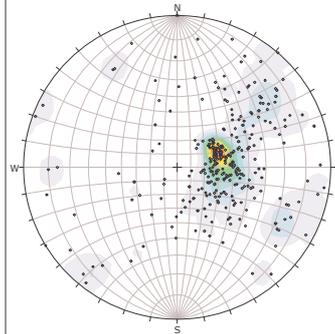




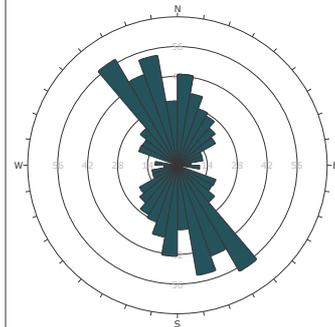
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COTN-02



Spatial Feature	Plot Vectors
Color	Density Concentration
0.00	0.00
1.00	1.00
2.00	2.00
3.00	3.00
4.00	4.00
5.00	5.00
6.00	6.00
7.00	7.00
8.00	8.00
9.00	9.00
10.00	10.00
11.00	11.00
12.00	12.00
13.00	13.00
14.00	14.00
15.00	15.00



Plot Made	Plot Data
Count	Count
Plot Data	Plot Data
Plot Normal Plunge	Plot Normal Plunge
Plot Azimuth	Plot Azimuth
Plot Dip	Plot Dip
Plot Strike	Plot Strike
Plot Tilt	Plot Tilt
Plot Azimuth	Plot Azimuth
Plot Dip	Plot Dip
Plot Strike	Plot Strike
Plot Tilt	Plot Tilt

	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTN-02 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Miguel Condonpa Cordeiro	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COTN-02
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

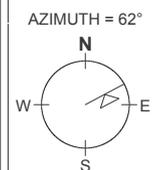
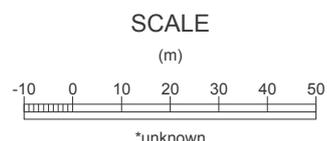
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

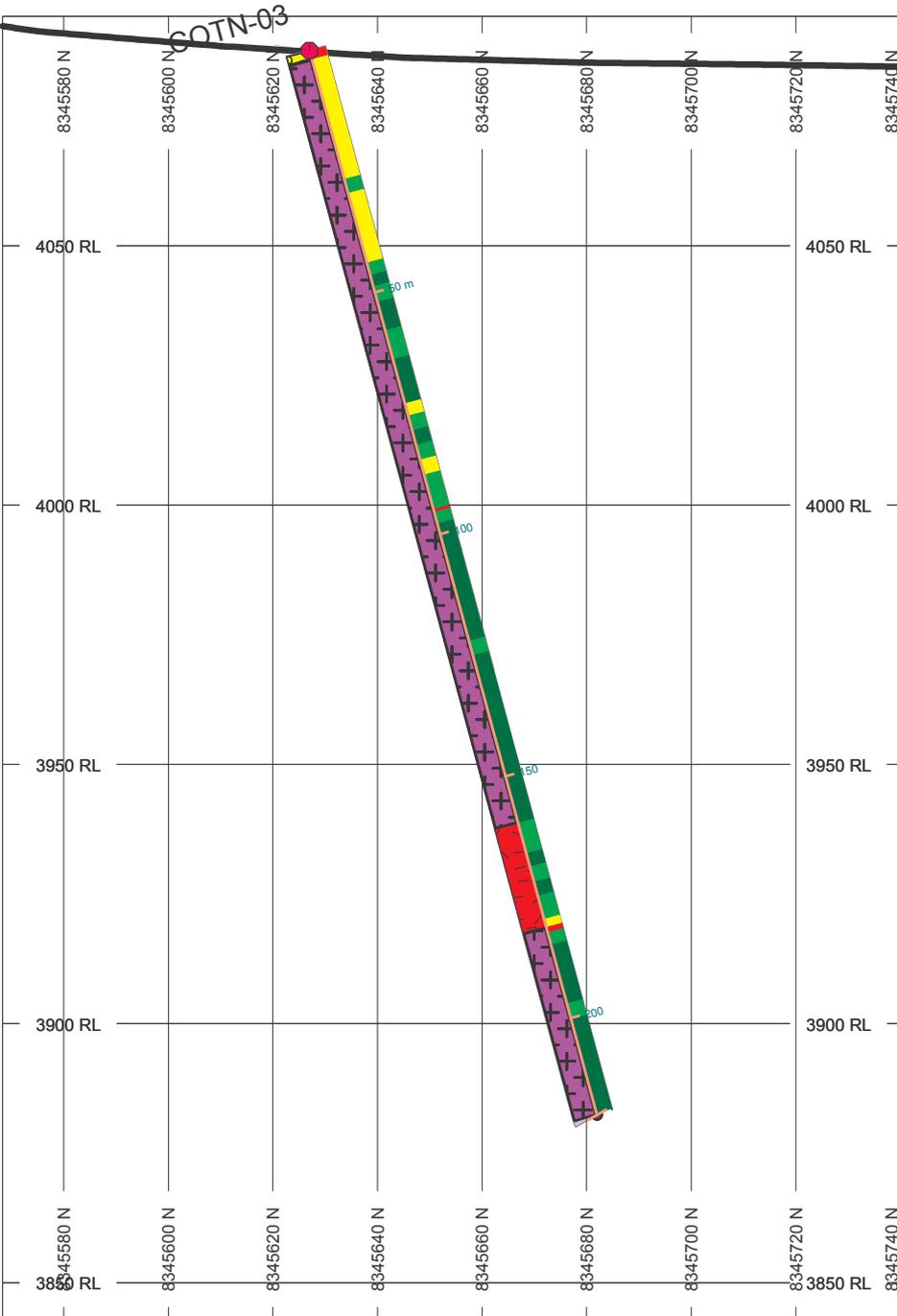
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA 80 BUENA 60 REGULAR 40 MALA 20 MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA B

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256623 m	8345424 m
EXTENTS	171.5 m	250.8 m
SECTION TOP, BOT	4086 m	3835 m
TOLERANCE +/-	7 m	

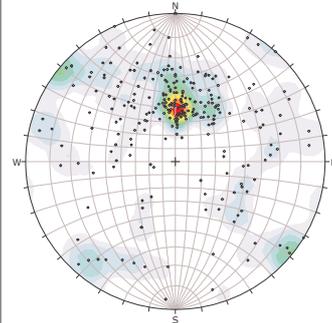




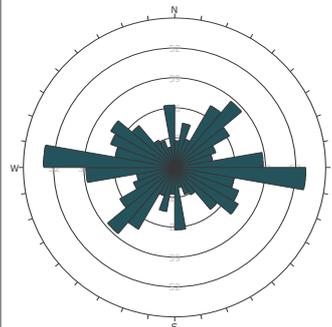
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COTN-03



Symbol	Feature
*	Point markers
Color	
0.00 - 100	Density Concentration
100 - 200	
200 - 300	
300 - 400	
400 - 500	
500 - 600	
600 - 700	
700 - 800	
800 - 900	
900 - 1000	
Minimum Density	0.000
Maximum Density	1000.000
Contour Lines	File Names
Contour Distribution	File
Contour Color	File
Plot Hole	File Names
Vector Count	22 (27 Entries)
Transfer Mapping	Minimum Hole Angle (°)
Minimum Angle	0.0
Projection	Geotitles



Plot Hole	Symbol
Plot Data	Application Style
Plot Name	File
Plot Name Prefix	File
Transfer Mapping	Minimum Hole Angle (°)
Plot Hole	File
Plot Data	File Names per File
Plot Name	File
Minimum Angle To Plot	File
Minimum Angle To Plot	File

	CORCOHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS	
TITULO : SECCION DEL SONDAGE COTS-11 RMR VS LITOLOGIA		
Presentado por: Maggyer Condorpua Condova	Escala: Grafica	Datum: WGS84
Fecha de creacion: Enero 2020	Seccion: COTS-11	

TOPOGRAPHY

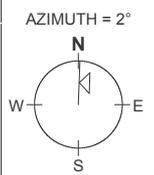
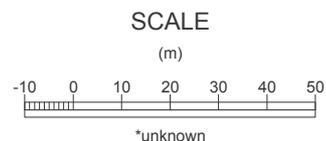
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

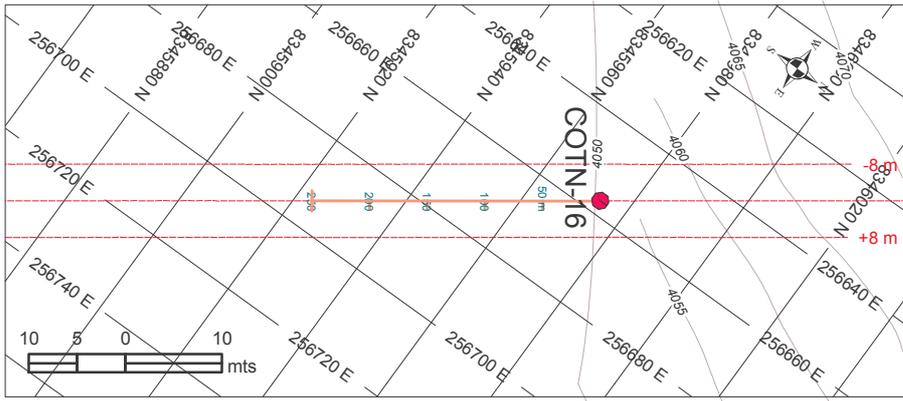
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		MUY BUENA 80 BUENA 60 REGULAR 40 MALA 20 MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA HB

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256526 m	8345655 m
EXTENTS	172.4 m	252.1 m
SECTION TOP, BOT	4094 m	3842 m
TOLERANCE +/-	6 m	

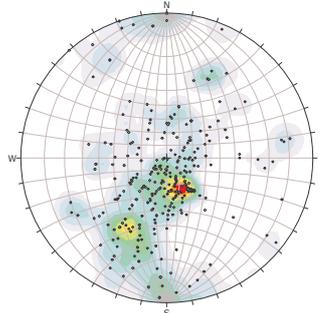




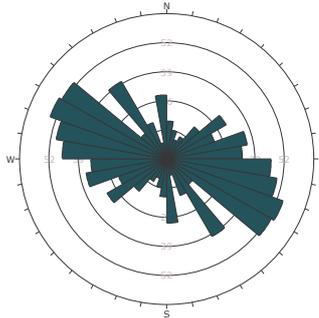
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

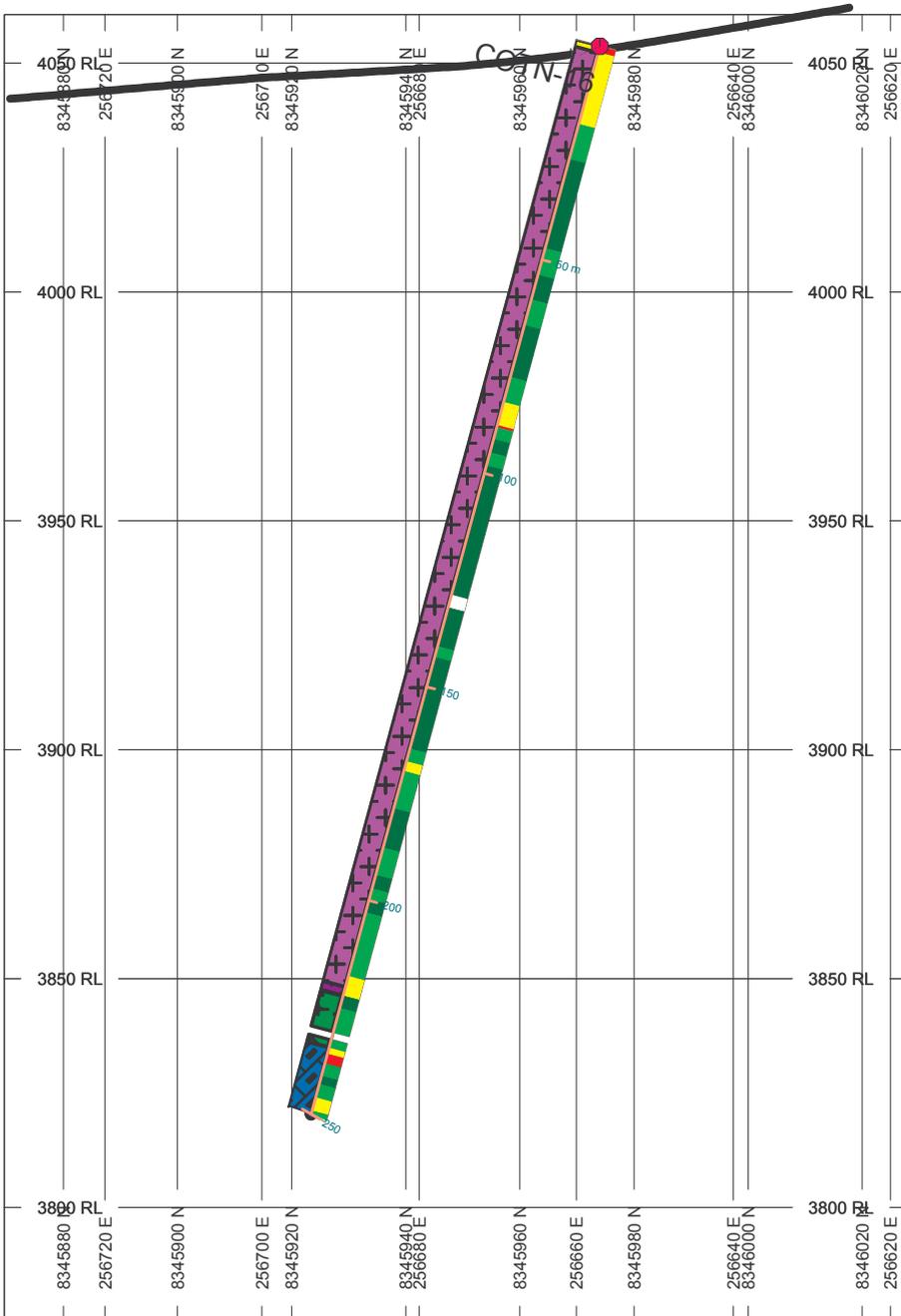
COTN-16



Symbol	Function
•	Holes Plotted
Color	Density Concentration
0.00	0.00
0.25	0.25
0.50	0.50
0.75	0.75
1.00	1.00
1.25	1.25
1.50	1.50
1.75	1.75
2.00	2.00
Maximum Density	2.00
Current Date	2020-01-01
Current Distribution	None
Current Density	0.00
Plot Name	None
Plot Date	None
Plot Scale	None
Plot Units	None
Plot Color	None
Plot Style	None
Plot Size	None
Plot Orientation	None
Plot Rotation	None
Plot Azimuth	None
Plot Azimuth	None



Plot Name	Source
Plot Name	None
Plot Date	None
Plot Scale	None
Plot Units	None
Plot Color	None
Plot Style	None
Plot Size	None
Plot Orientation	None
Plot Rotation	None
Plot Azimuth	None
Plot Azimuth	None



	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS	
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTN-16 RMR VS LITOLOGIA		
Presentado por: Macgyver Condorpasa Cardova	Escala: Grafica	Datum: WGS84
Fecha de creacion: Enero 2020		Seccion: COTN-16

TOPOGRAPHY

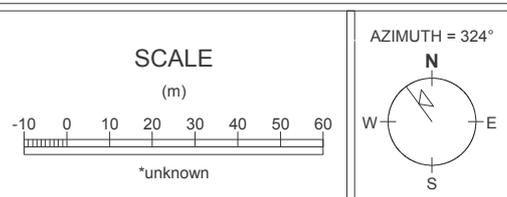
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

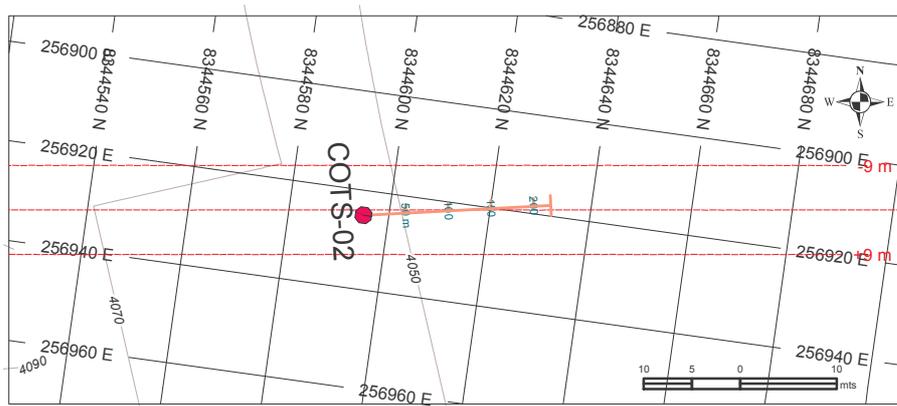
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE	
RMR76	R		80	MUY BUENA
			60	BUENA
			40	REGULAR
			20	MALA
				MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		MARMOL-COLCOSILICATOS
		COBERTURA ALUVIAL
		ENDOSKARN EN DIORITA
		EXOSKARN Cu>0.25%

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256675 m	8345949 m
EXTENTS	195.4 m	285.7 m
SECTION TOP, BOT	4061 m	3775 m
TOLERANCE +/-	8 m	

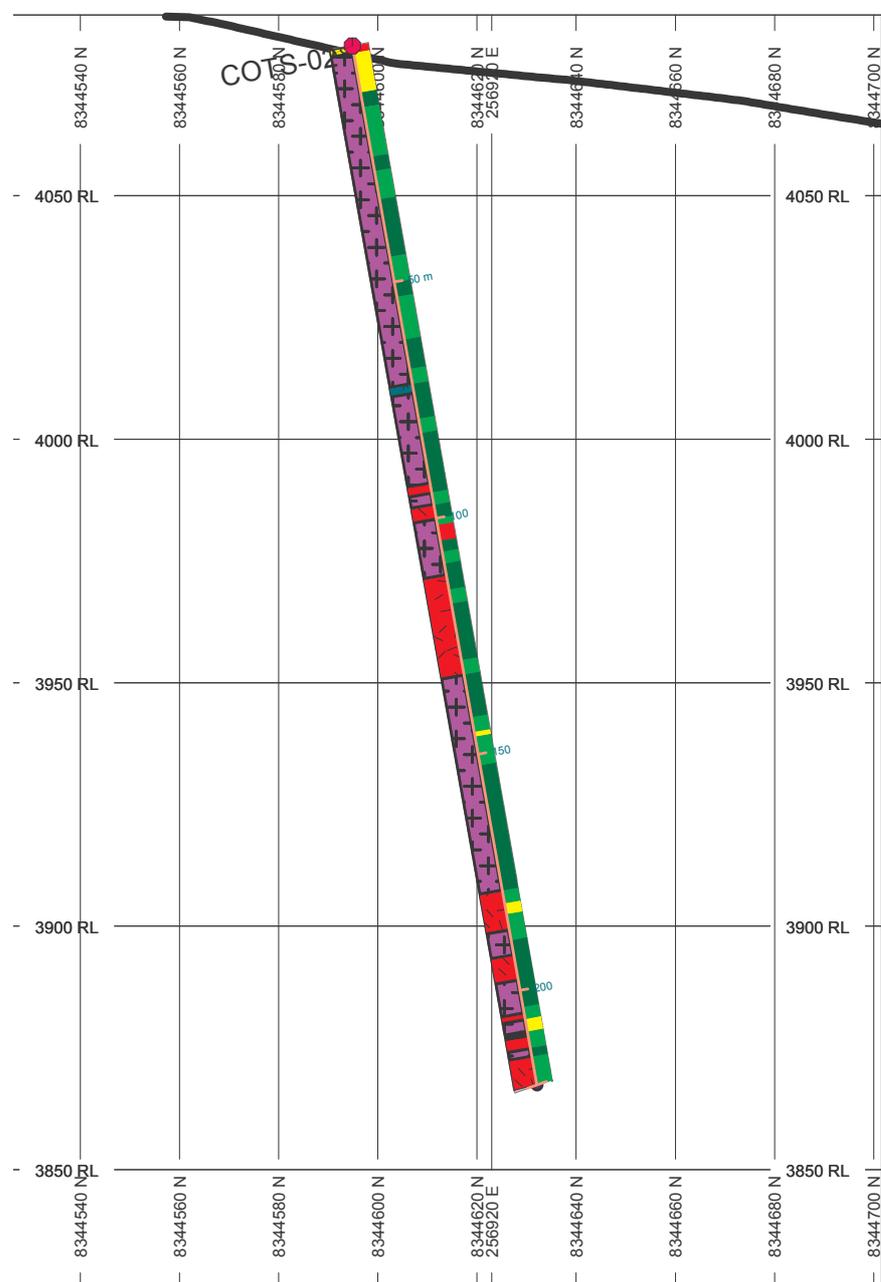
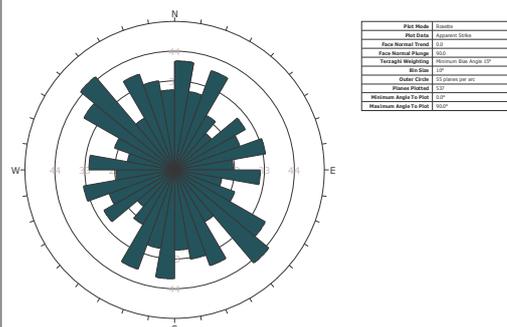
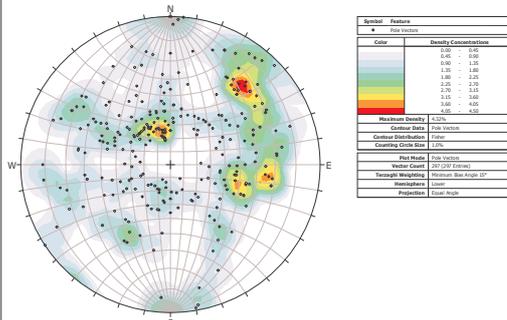




HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COTS-02



	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS	
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTS-02 RMR VS LITOLOGIA		
Presentado por: Maguener Condorpasa Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84
Fecha de creacion: Enero 2020	Seccion: COTS-02	

TOPOGRAPHY

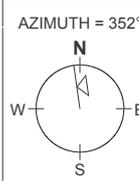
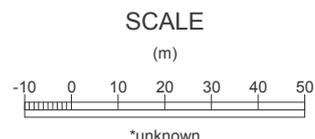
-
-

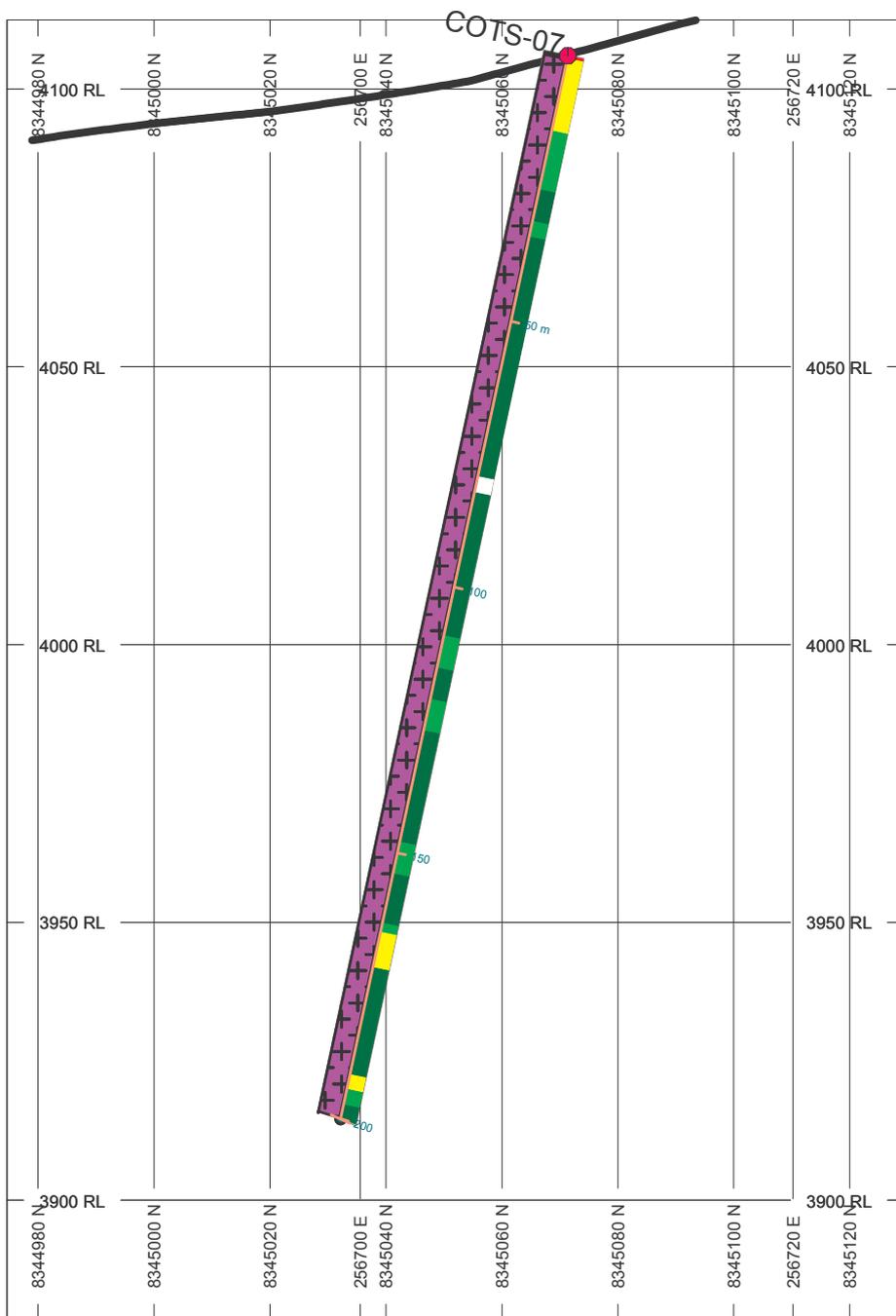
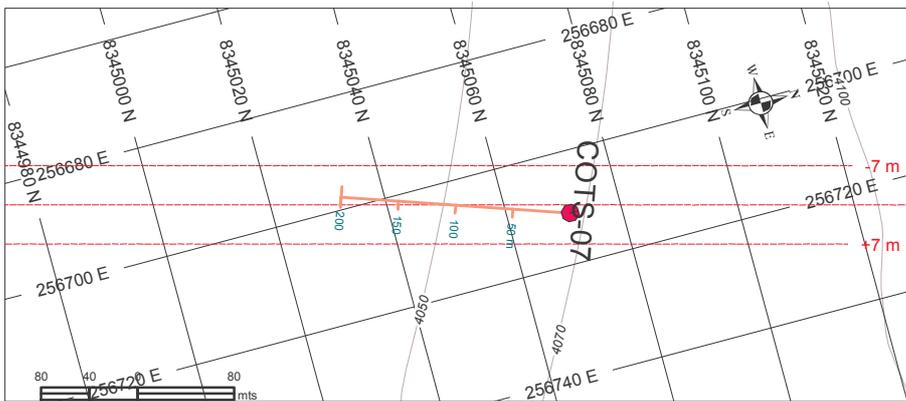
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R	80	MUY BUENA
		60	BUENA
		40	REGULAR
		20	MALA
			MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		ANDESITA
		MONZONITA HB
		ANDESITA BASALTICA

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256921 m	8344613 m
EXTENTS	178.9 m	261.6 m
SECTION TOP, BOT	4087 m	3826 m
TOLERANCE +/-	9 m	

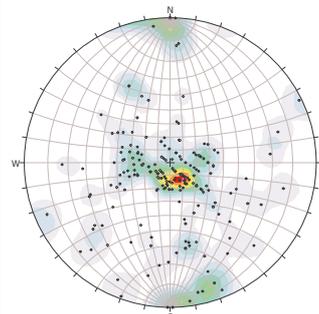




HOLES PLOTTED

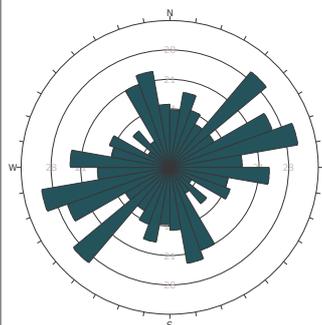
TOTAL 1

COTS-07



Symbol	Features
●	Plot location
Color	Borehole Concentration
0.00	0.00
0.20	0.20
0.40	0.40
0.60	0.60
0.80	0.80
1.00	1.00
1.20	1.20
1.40	1.40
1.60	1.60
1.80	1.80
2.00	2.00

Maximum Quantity	200%
Minimum Spacing	200 Meters
Control Grid Spacing	500 M
Control Grid Units	Feet
Control Grid Color	White
Plot Name	Boreholes
Vector Control	Off (2D) Enabled
Horizontal Magnitude	Maximum Size Angle 10°
Horizontal Color	Color
Horizontal	Scale Factor



Plot Name	Feature
Plot Name	Legend Style
Face Normal Transp	0.5
Face Normal Opac	0.5
Height Magnitude	Maximum Size Angle 10°
Min Size	100
Min Spacing	200 Meters
Plot Name	Boreholes
Vector Control	Off (2D) Enabled
Horizontal Magnitude	Maximum Size Angle 10°
Horizontal Color	Color
Horizontal	Scale Factor

	COROCCOHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTS-07 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Miguel Condepos Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COTS-07
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

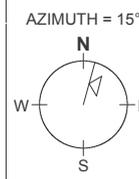
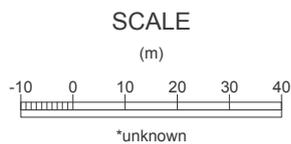
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

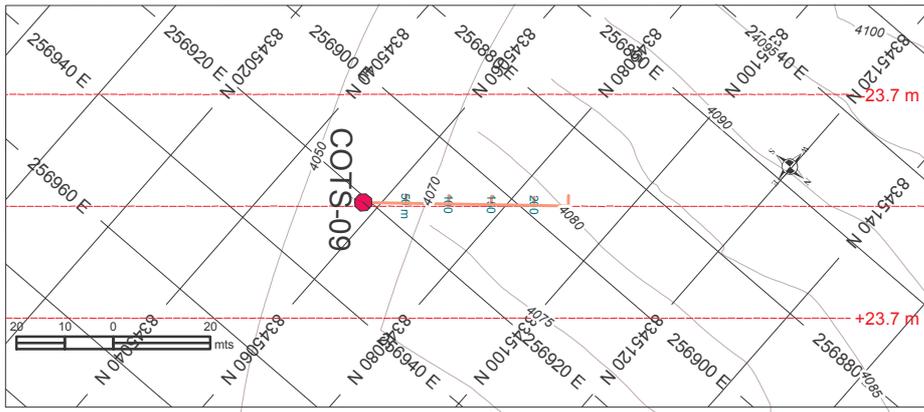
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA 60 BUENA 40 REGULAR 20 MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256704 m	8345052 m
EXTENTS	160.1 m	234.1 m
SECTION TOP, BOT	4112 m	3878 m
TOLERANCE +/-	7 m	

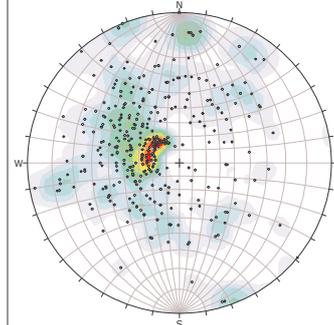




HOLES PLOTTED

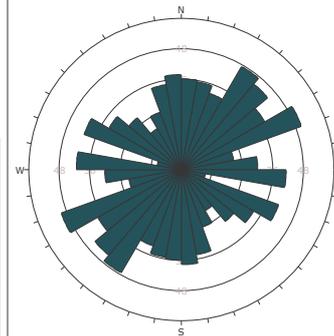
TOTAL 1

COTS-09

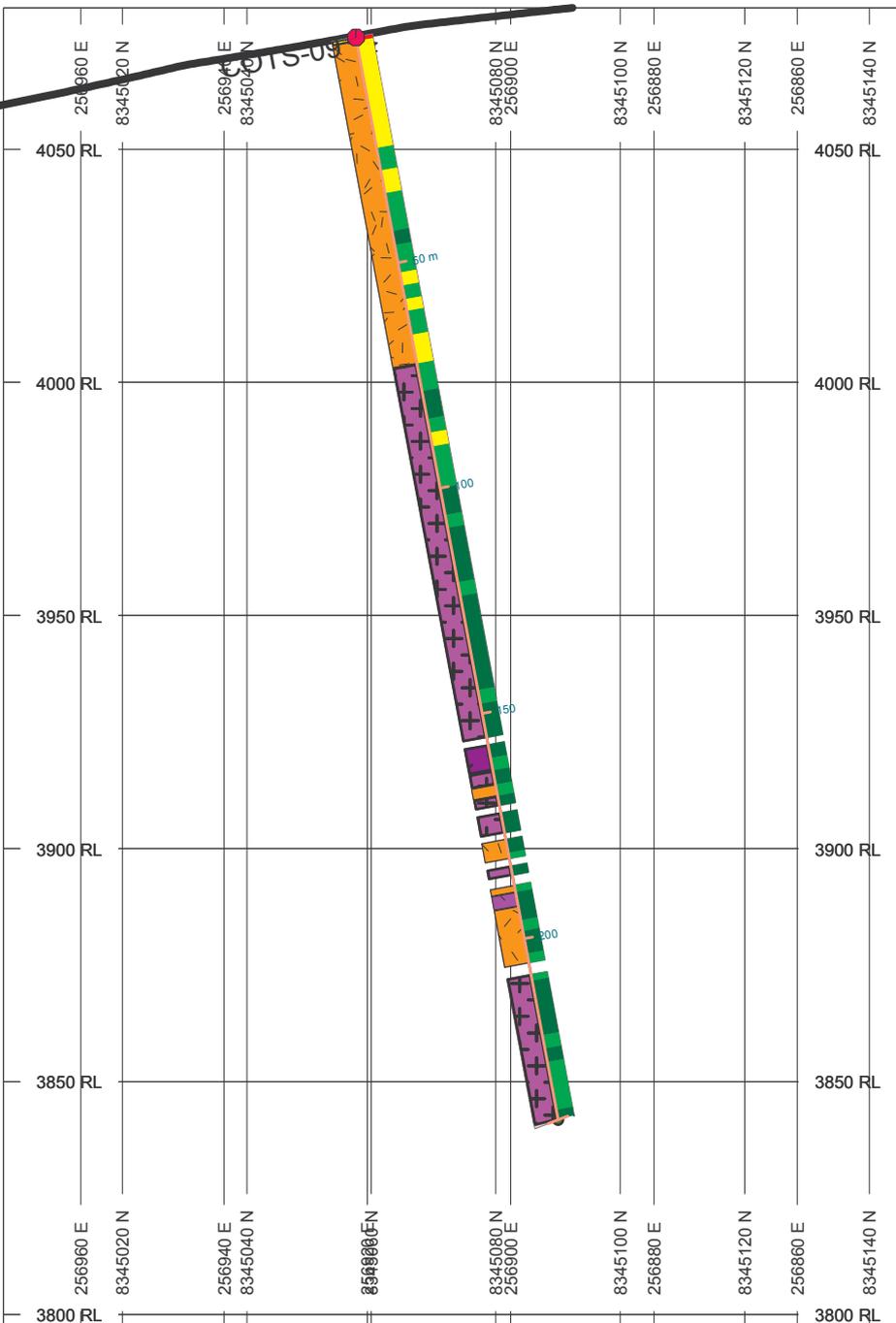


Symbol	Feature
*	Point Location

Color	Density Concentrations
Blue	0.00 - 1.00
Light Blue	1.00 - 1.50
Green	1.50 - 2.00
Yellow	2.00 - 2.50
Orange	2.50 - 3.00
Red	3.00 - 4.00
Dark Red	4.00 - 5.00
Black	5.00 - 6.00



Plot Mode	Scale
Plot Date	Asignado Origen
Face Method	Wind
Face Method Plunge	0.0
Vertical Mapping	Minimum Wind Angle LP
Wind Scale	0.0
Outer Circle	0.0 (Wind)
Phase Plot	0.0
Minimum Angle To Plot	0.0
Maximum Angle To Plot	0.0



	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTS-09 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Magister Gauderiviva Córdova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Sección: COTS-09
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

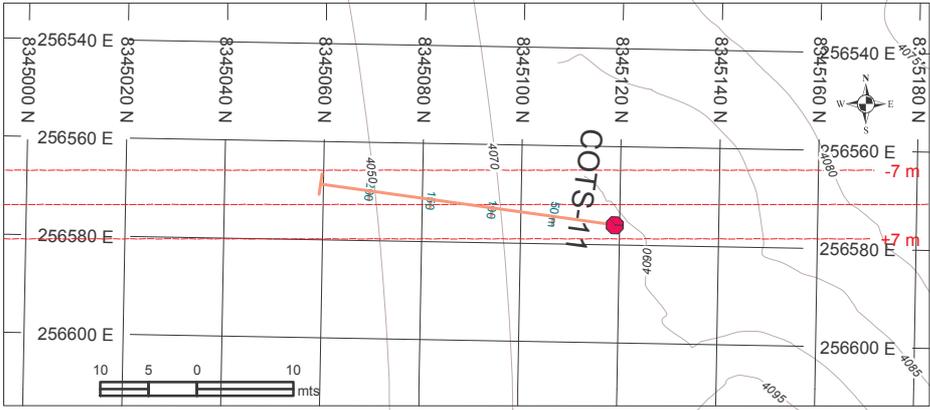
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA 60 BUENA 40 REGULAR 20 MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA B
		MONZONITA Q
		ENDOSKARN EN DIORITA

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256907 m	8345074 m
EXTENTS	193.7 m	283.2 m
SECTION TOP, BOT	4080 m	3797 m
TOLERANCE +/-	23.67 m	

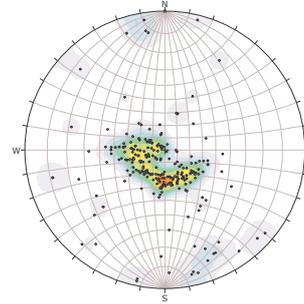
SCALE (m) *unknown	AZIMUTH = 319°
-------------------------------------	--------------------



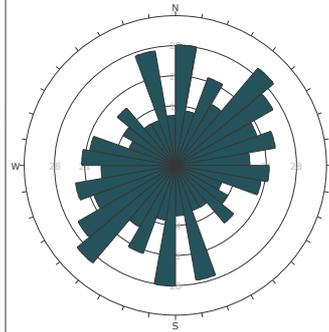
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

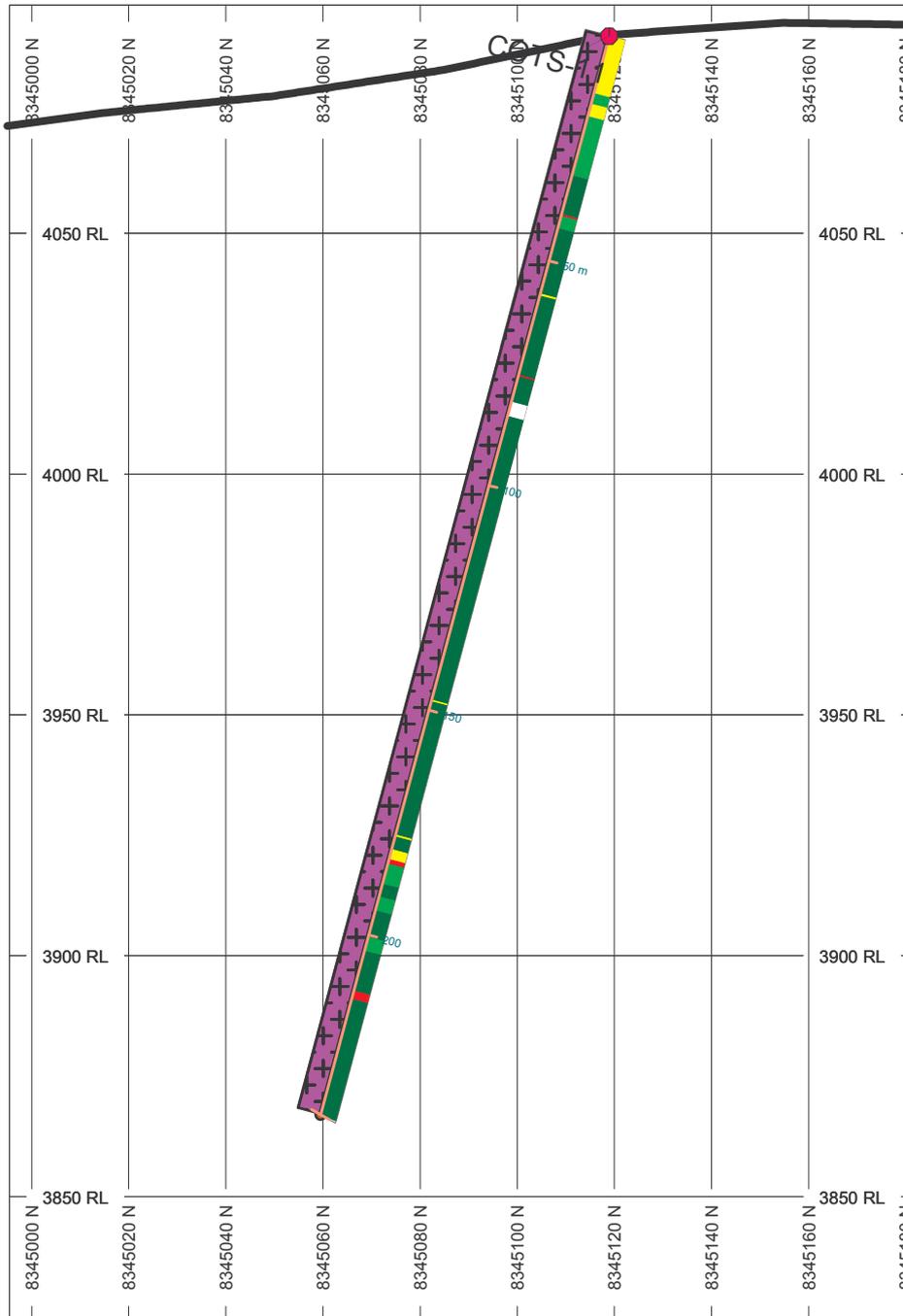
COTS-11



Color	Depth (m)
Red	0.00 - 1.00
Orange	1.00 - 2.00
Yellow	2.00 - 3.00
Light Green	3.00 - 4.00
Green	4.00 - 5.00
Dark Green	5.00 - 6.00
Blue-Green	6.00 - 7.00
Blue	7.00 - 8.00
Dark Blue	8.00 - 9.00
Black	9.00 - 10.00



Item	Value
Plot Date	2020-01-01
Plot Name	COTS-11
Scale	1:100
Author	...
Project	...
Client	...
Location	...
Coordinates	...
Projection	...
Units	...



	COROCCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COTS-11 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Maqyver Condorpura Cardova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COTS-11
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA
			60 BUENA
			40 REGULAR
			20 MALA MUY MALA

- ROCK CODES PAT LABEL
- ROCK DIORITA

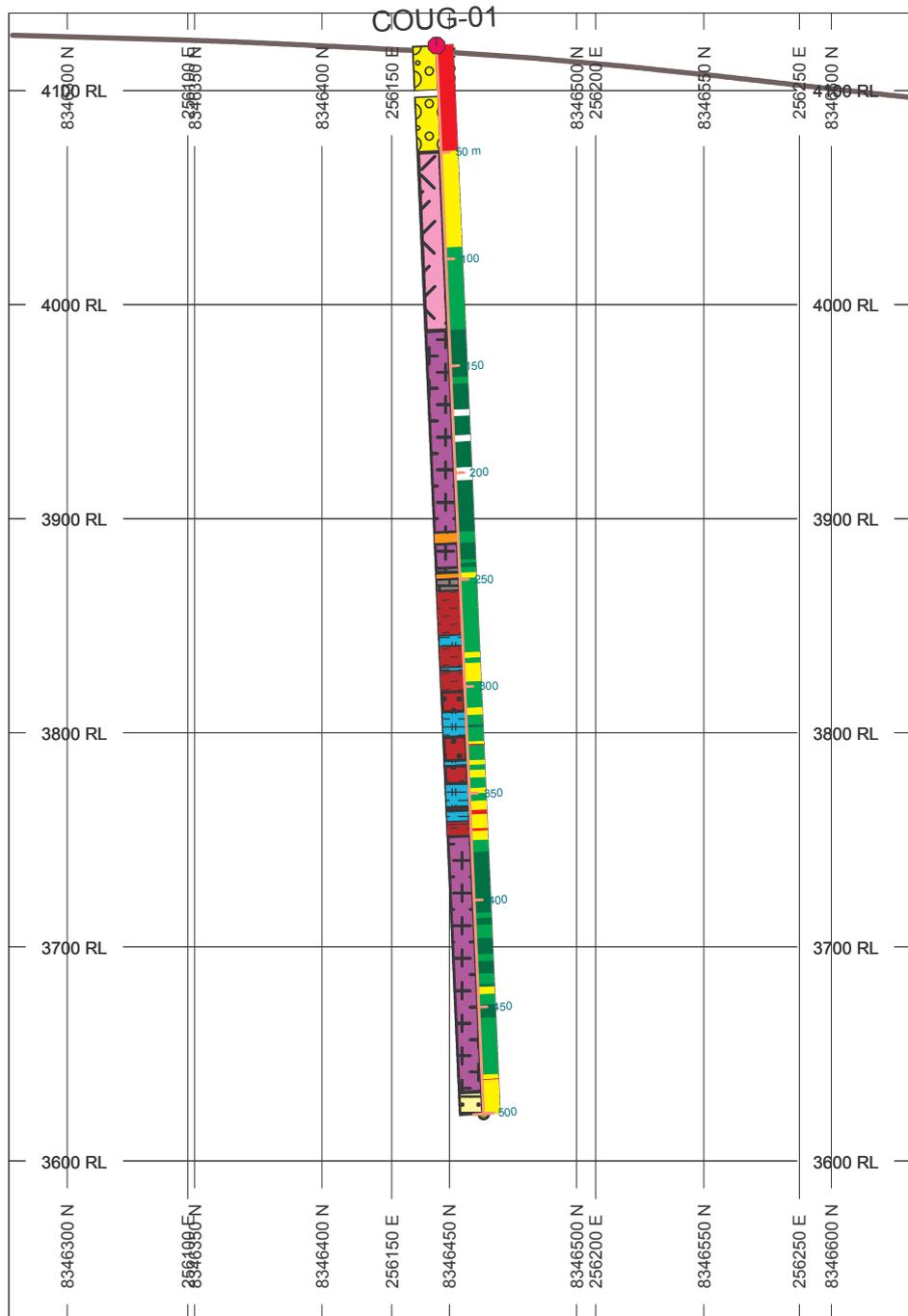
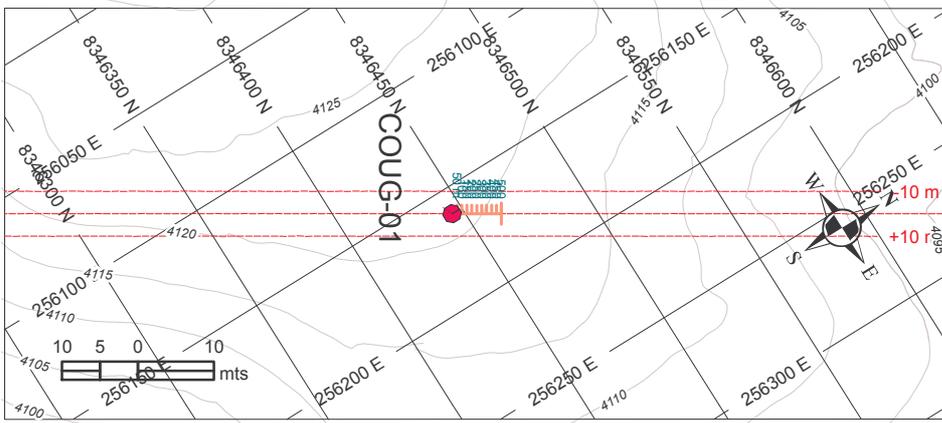
SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256572 m	8345089 m
EXTENTS	187.1 m	273.5 m
SECTION TOP, BOT	4097 m	3824 m
TOLERANCE +/-	7 m	

SCALE
(m)

*unknown

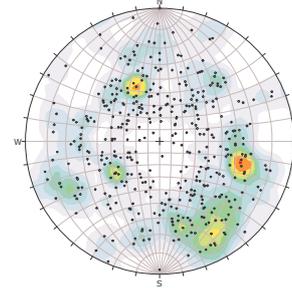
AZIMUTH = 359°



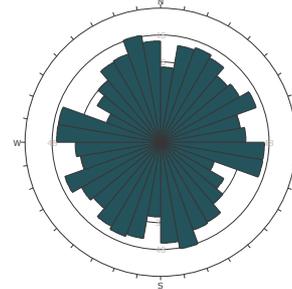
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COUG-01



Color	Densidad
0.00	0.00
0.05	0.05
0.10	0.10
0.15	0.15
0.20	0.20
0.25	0.25
0.30	0.30
0.35	0.35
0.40	0.40
0.45	0.45
0.50	0.50



Color	Densidad
0.00	0.00
0.05	0.05
0.10	0.10
0.15	0.15
0.20	0.20
0.25	0.25
0.30	0.30
0.35	0.35
0.40	0.40
0.45	0.45
0.50	0.50

	COROCOHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COUG-01 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Miguel Ángel Condorpaña Córdova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COUG-01
Fecha de creación: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

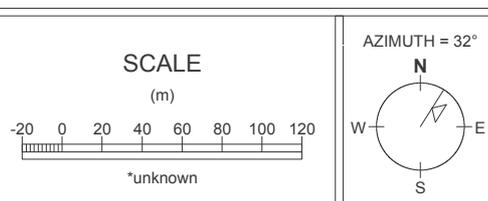
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA 60 BUENA 40 REGULAR 20 MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		VACIO
		DIORITA
		HORNFEELS
		MARMOL GRIS
		MARMOL BLANCO
		COBERTURA ALUVIAL
		LUTITA
		EVAPORITA
		MONZONITA HB
		MONZONITA B
		LATITA
		STOCKWORK EN HORNFEELS

SECTION SPECS:

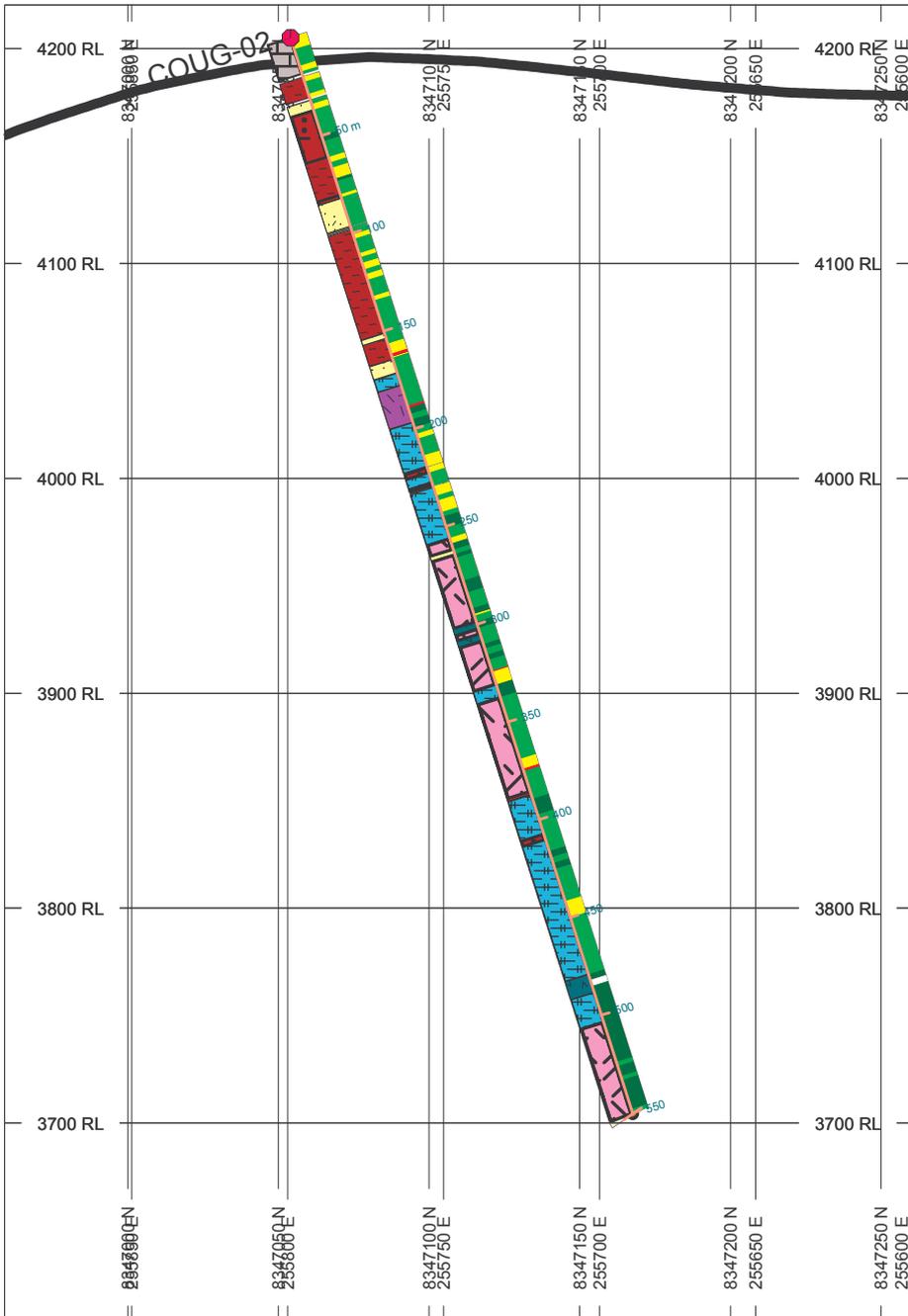
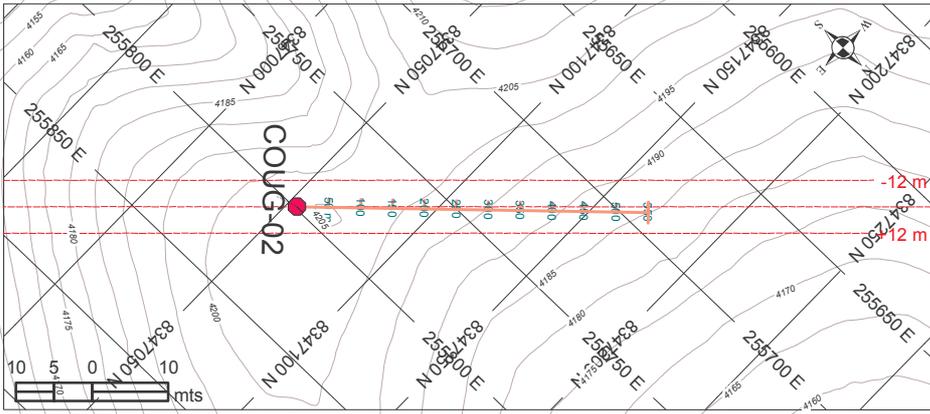
REF. PT. E, N	256167 m	8346454 m
EXTENTS	417.8 m	610.8 m
SECTION TOP, BOT	4136 m	3525 m
TOLERANCE +/-	10 m	



HOLES PLOTTED

TOTAL 1

COUG-02



	COROCCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COUG-02 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Magyver Condorpasa Córdova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COUG-02
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

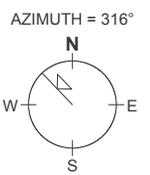
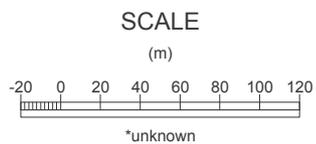
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

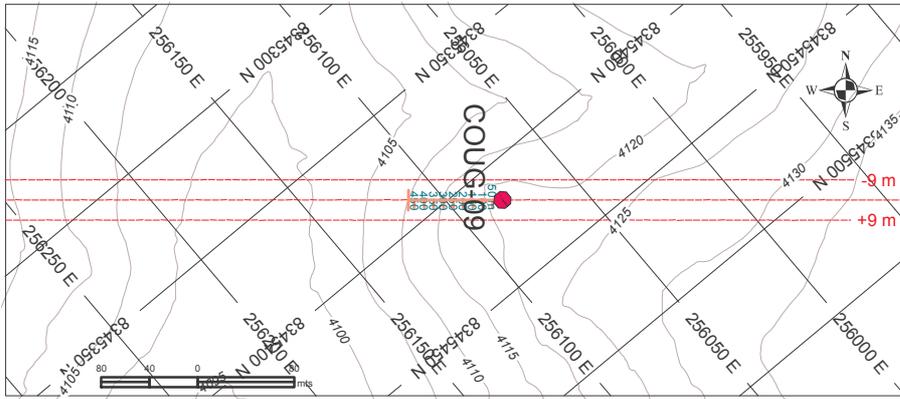
NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA
			60 BUENA
			40 REGULAR
			20 MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		HORNFELS
		MARMOL GRIS
		ARENISCA
		LUTITA
		MONZONITA Q
		LATITA
		ANDESITA BASALTICA
		STOCKWORK EN HORNFELS

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	255745 m	8347110 m
EXTENTS	419.4 m	613.2 m
SECTION TOP, BOT	4220 m	3607 m
TOLERANCE +/-	12 m	

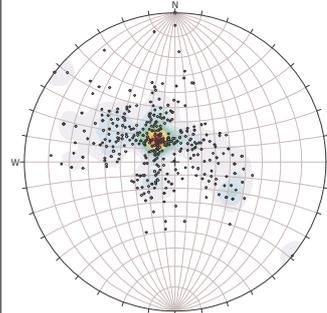




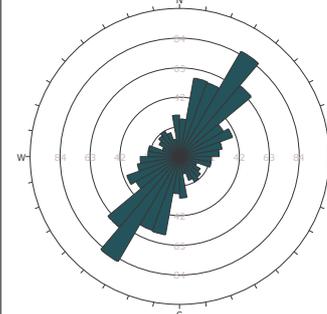
HOLES PLOTTED

TOTAL 1

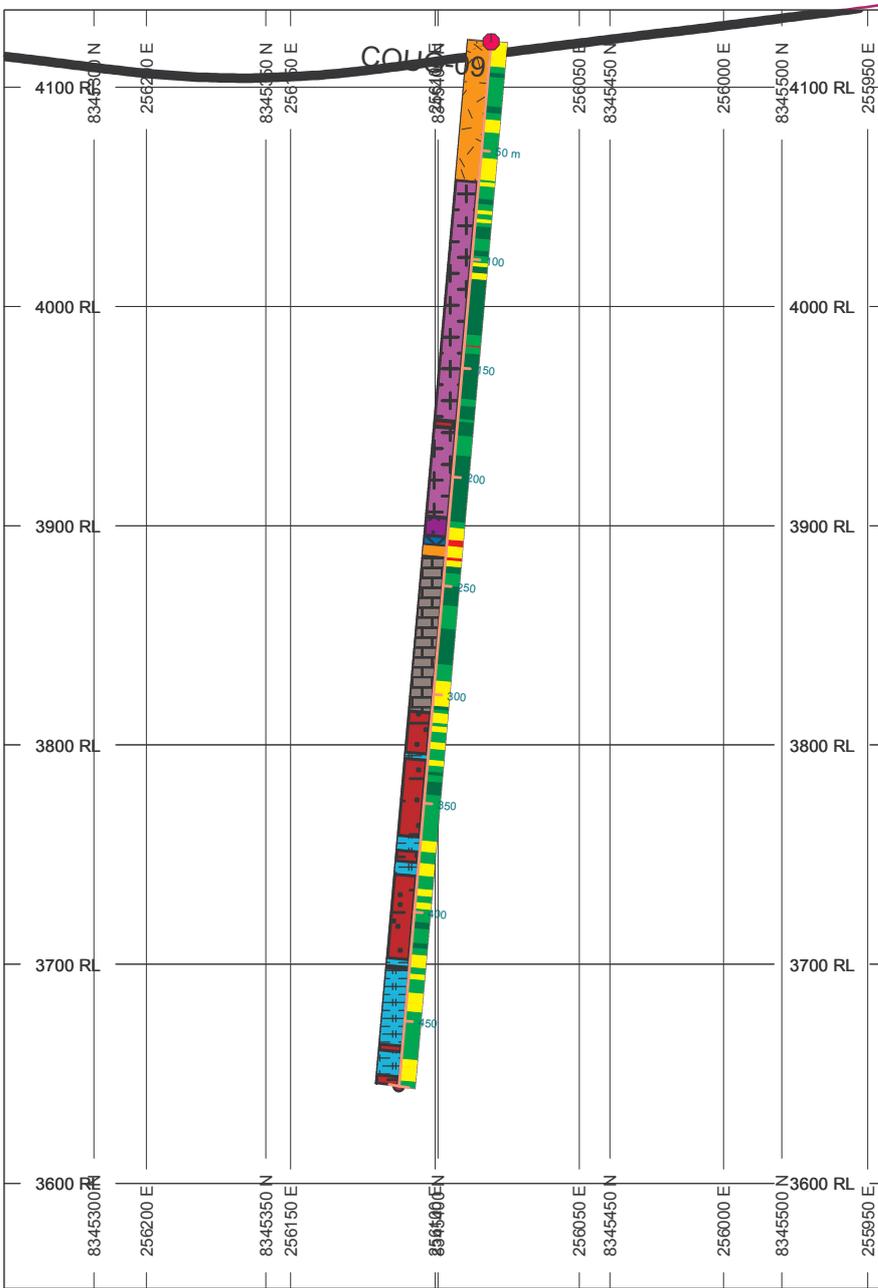
COUG-09



Symbol	Feature
*	Plot location
Color	
0.00 - 1.00	1.00 - 2.00
2.00 - 3.00	4.00 - 5.00
6.00 - 8.00	10.00 - 12.00
11.00 - 12.00	12.00 - 14.00
15.00 - 16.00	
Maximum Density	
13.00%	
Contour Interval	
1.00	
Contour Distribution	
Fisher	
Contour Color Style	
Color	
Plot Mode	
Plot location	
Vector Count	
43 (32) Entries	
Average Weighting	
Minimum Angle 20°	
Histogram	
Linear	
Projection	
Equal width	



Plot Mode	
Density	
Plot Date	
Apparent Date	
Plot Normalized	
L2	
Plot Normal Plunge	
0.0°	
Average Weighting	
Minimum Angle 20°	
Bin Size	
0.2°	
Color Style	
Color by weight	
Plot Width	
0.1	
Minimum Angle To Plot	
0.0°	
Maximum Angle To Plot	
0.0°	





COROCCOHUAYCO 2020
SONDAJES GEOTECNICOS



TITULO : SECCION DEL SONDAGE COUG-09
RMR VS LITOLOGIA

Presentado por: Wagner Condorpusa Condor	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COUG-09
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

-  CORCOSUR.GRD
-  CORCONORTE.GRD

NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE	
RMR76	R		80	MUY BUENA
			60	BUENA
			40	REGULAR
			20	MALA
				MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK		DIORITA
		HORNFELS
		MARMOL BLANCO
		MARMOL-COLCOSILICATOS
		MONZONITA B
		STOCKWORK EN HORNFELS
		ENDOSKARN EN DIORITA

SECTION SPECS:

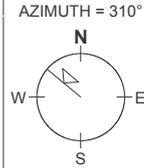
REF. PT. E, N	256097 m	8345402 m
EXTENTS	398.9 m	583.2 m
SECTION TOP, BOT	4135 m	3552 m
TOLERANCE +/-	9 m	

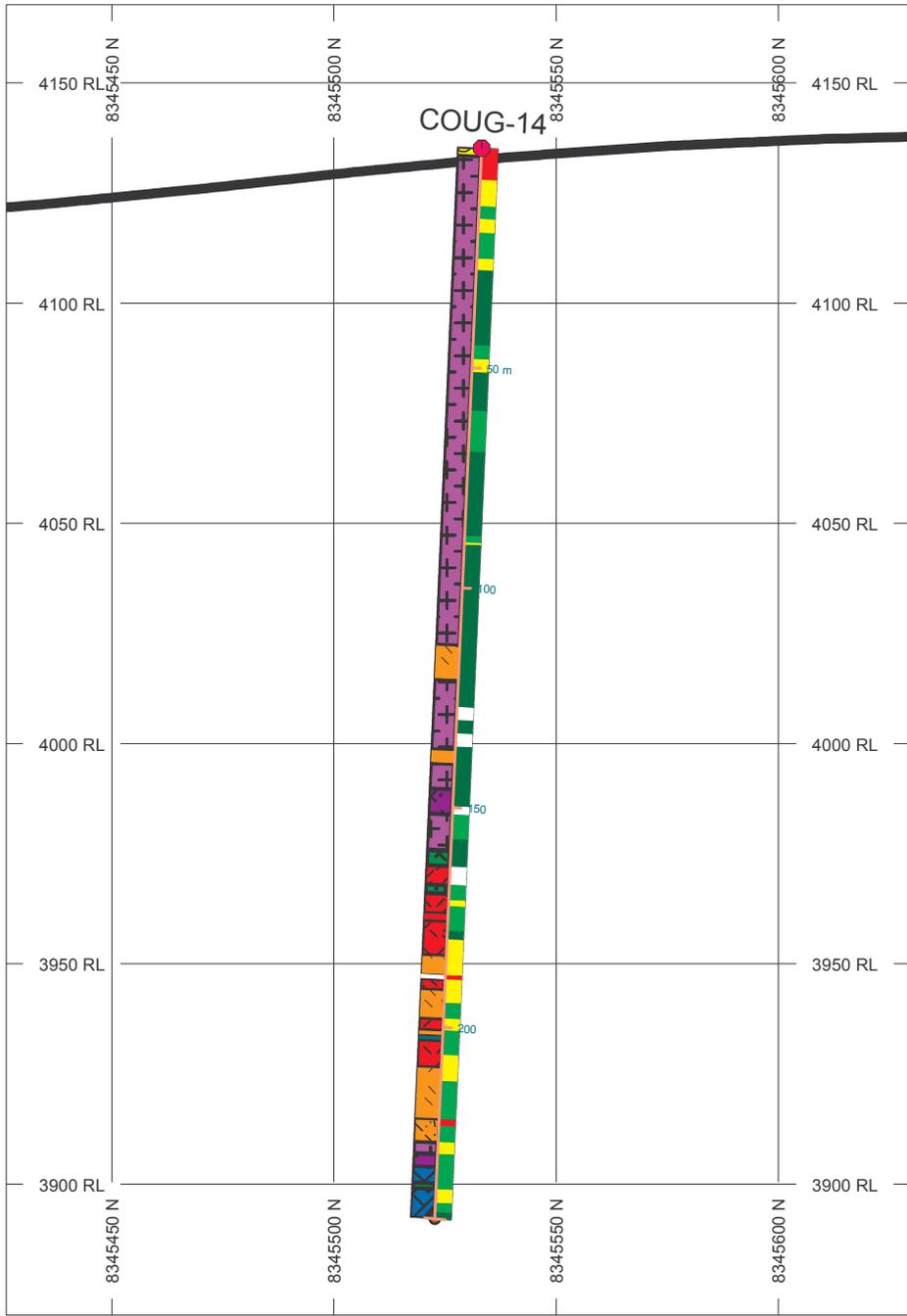
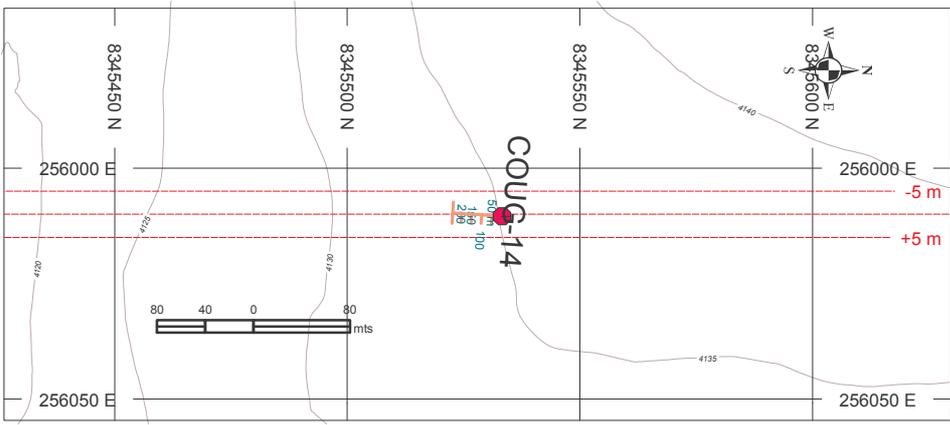
SCALE
(m)



*unknown

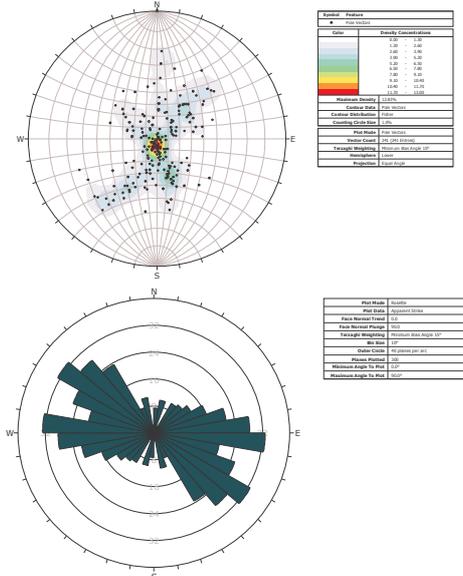
AZIMUTH = 310°





HOLES PLOTTED

TOTAL 1
COUG-14



	COROCOCHUAYCO 2020 SONDAJES GEOTECNICOS		
TITULO : SECCION DEL SONDAJE COUG-14 RMR VS LITOLOGIA			
Presentado por: Miguel Angel Condorhuasi Cordova	Escala: Grafica	Datum: WGS84	Seccion: COUG-14
Fecha de creacion: Enero 2020			

TOPOGRAPHY

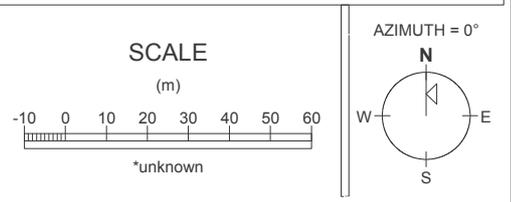
- CORCOSUR.GRD
- CORCONORTE.GRD

NUMBER BANDS	L/R	COL	RANGE
RMR76	R		80 MUY BUENA 60 BUENA 40 REGULAR 20 MALA MUY MALA

ROCK CODES	PAT	LABEL
ROCK	VACIO	VACIO
		DIORITA
		MARMOL-COLCOSILICATOS
		COBERTURA ALUVIAL
		MONZONITA HB
		MONZONITA B
		ANDESITA BASALTICA
		ENDOSKARN EN DIORITA
		ENDOSKARN EN PM-54
		EXOSKARN Cu>0.25%
		ENDOSKARN EN PM-52

SECTION SPECS:

REF. PT. E, N	256010 m	8345528 m
EXTENTS	203.5 m	297.5 m
SECTION TOP, BOT	4168 m	3870 m
TOLERANCE +/-	5 m	



ANEXO C

FORMATOS DE ENSAYO

“CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS GEOMECÁNICO DEL MACIZO ROCOSO MEDIANTE PERFORACIÓN DIAMANTINA DEL PROYECTO COROCCOHUAYCO, ESPINAR, CUSCO”

ENSAYOS DE CARGA PUNTUAL DE TESTIGOS DE ROCA																
		Fecha:		Geotecnia:		Hoja:										
		Trabajo:		Proyecto:		Estratificación del Testigo:				Número de perf.						
Testigo	Circ. (mm)	N° Carga	Interv. Muestreo		Ensayo	Diámetro de Testigo	Litología	Alteración	Modelo de equipo	d (mm)	P (last. (KN))	Tipo de Rotura	Presencia de estructuras	Posición de ensayo	GDOT ECNAC	VERIF
			Desde (m)	Hasta (m)												
M1					D				Controls							
M2					D				Controls							
M3					D				Controls							
M4					D				Controls							
M5					D				Controls							
M6					D				Controls							
M7					D				Controls							
M8					D				Controls							
M9					D				Controls							
M10					D				Controls							
M11					D				Controls							
M12					D				Controls							
M13					D				Controls							
M14					D				Controls							
M15					D				Controls							
M16					D				Controls							
M17					D				Controls							
M18					D				Controls							
M19					D				Controls							
M20					D				Controls							
M21					D				Controls							
M22					D				Controls							
M23					D				Controls							

ANEXO D

ENSAYOS DE UCS, CARGA PUNTUAL, TRACCION INDIRECTA, CORTE DIRECTO, TRIAXIAL Y
MODULO DE ELASTICIDAD

DENSIDAD DE LAS ROCAS

VALORES DE DENSIDAD POR TIPO LITOLÓGICOS				
Código	Litología	Mínimo	Máximo	Media
51	Diorita	2.66	2.99	2.82
42	Caliza - Mármol	2.03	3.66	2.64
49	Hornfels	2.55	2.6	2.58
71	ExoSkarn	2.51	3.98	3.24
61	Endoskarn	2.67	2.72	2.695
52-54	Pórfidos Monzonítico.	2.58	3.36	2.77
99-101	Cobertura	1.33	2.45	1.66

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES									
Manual de Aseguramiento de Calidad							Control de Documentos		
Registro de Calidad Laboratorio							LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-14 / MÉTODO C									
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70						N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° de Proyecto	: -						Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.						Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa	
Ubicación	: Cusco						Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 26/12/2018						Muestra	: COUG-14/71	
ID Laboratorio	: GE1300/GE1301/GE1302						Profundidad (m)	: 159.80-162.66	
<u>Resultados</u>									
ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Tipo de Ruptura
GE1300	COUG-14	71	159.80-159.92	6.10	12.50	2.05	14908	50.2	Matriz
GE1301	COUG-14	71	161.40-161.52	6.10	12.50	2.05	3671	12.4	Diaclasa
GE1302	COUG-14	71	162.54-162.66	6.10	12.55	2.06	25065	84.4	Matriz
Observaciones :									

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-10 / MÉTODO C			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14/71
ID Laboratorio	: GE1300/GE1301/GE1302	Profundidad (m)	: 159.80-162.66
Panel Fotográfico			
			
GE1300_ANTES	GE1300_DESPUES	GE1301_ANTES	GE1301_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-10 / MÉTODO C		
Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70	N° de Solicitud : LGGA-SE18-0052	
N° de Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona	
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por : Tec. Yimi Huisa	
Ubicación : Cusco	Revisado por : Ing. José Castro	
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-14/71	
ID Laboratorio : GE1300/GE1301/GE1302	Profundidad (m) : 159.80-162.66	
Panel Fotográfico		
		
GE1302_ANTES	GE1302_DESPUES	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES									
Manual de Aseguramiento de Calidad					Control de Documentos				
Registro de Calidad Laboratorio					LAB-PER-ME-ETR-R02			Rev. 0	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-14 / MÉTODO C									
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70				N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052			
N° de Proyecto	: -				Solicitante	: Ing. Gian Ticona			
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.				Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa			
Ubicación	: Cusco				Revisado por	: Ing. José Castro			
Fecha	: 26/12/2018				Muestra	: COUG-14/61			
ID Laboratorio	: GE1310/GE1311/GE1312				Profundidad (m)	: 146.30-149.22			
Resultados									
ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Tipo de Ruptura
GE1310	COUG-14	61	146.30-146.42	6.10	12.40	2.03	15775	53.0	Matriz
GE1311	COUG-14	61	148.70-148.82	6.10	12.50	2.05	13715	46.2	Matriz
GE1312	COUG-14	61	149.10-149.22	6.10	12.40	2.03	16785	56.4	Matriz
Observaciones :									

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-10 / MÉTODO C			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14/61
ID Laboratorio	: GE1310/GE1311/GE1312	Profundidad (m)	: 146.30-149.22
Panel Fotográfico			
			
GE1310_ANTES	GE1310_DESPUES	GE1311_ANTES	GE1311_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-10 / MÉTODO C			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14/61
ID Laboratorio	: GE1310/GE1311/GE1312	Profundidad (m)	: 146.30-149.22
Panel Fotográfico			
			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GE1312_ANTES</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">GE1312_DESPUES</div>	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES									
Manual de Aseguramiento de Calidad					Control de Documentos				
Registro de Calidad Laboratorio					LAB-PER-ME-ETR-R02			Rev. 0	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL ASTM D7012-14 / MÉTODO C									
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70				N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052			
N° de Proyecto	: -				Solicitante	: Ing. Gian Ticona			
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.				Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa			
Ubicación	: Cusco				Revisado por	: Ing. José Castro			
Fecha	: 26/12/2018				Muestra	: COUG-14/62			
ID Laboratorio	: GE1320/GE1321				Profundidad (m)	: 177.60-179.22			
Resultados									
ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Tipo de Ruptura
GE1320	COUG-14	62	177.60-177.72	6.10	12.35	2.02	19293	64.8	Matriz
GE1321	COUG-14	62	179.10-179.22	6.10	12.30	2.02	9146.9	30.7	Diaclasa
Observaciones :									

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R02	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL ASTM D7012-10 / MÉTODO C			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos-botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14/62
ID Laboratorio	: GE1320/GE1321	Profundidad (m)	: 177.60-179.22
Panel Fotográfico			
			
GE1320_ANTES	GE1320_DESPUES	GE1321_ANTES	GE1321_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70					N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° Proyecto	: -					Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.					Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa	
Ubicación	: Cusco					Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 29/12/2018					Sondaje	: COUG-09	
ID Laboratorio	: GE1206 Litología: 43					Profundidad	: 272.30-272.42	
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-09	M-1	272.30-272.42	6.10	12.50	2.05	Matriz	1.61	---
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u> <u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u> <u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u>								

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

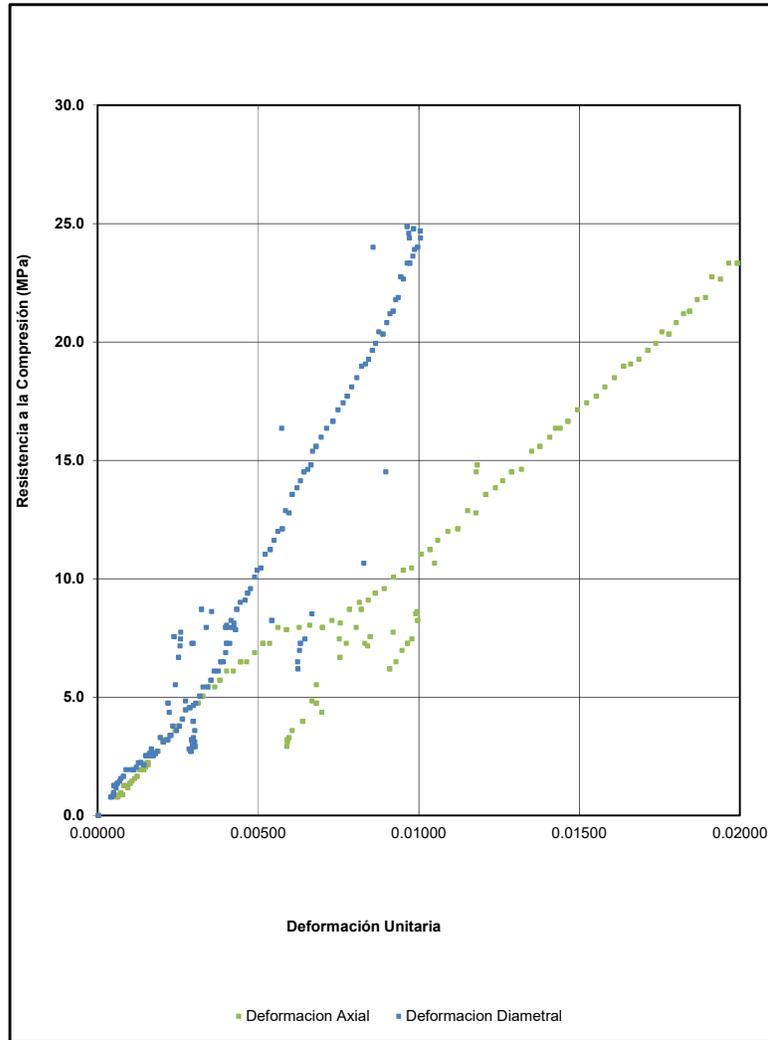
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
------------------------------------	-----------------------

Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0
---------------------------------	--------------------	--------

**MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"**

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1206	Profundidad	: 272.30-272.42

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laborato	: GE1206	Profundidad	: 272.30-272.42

FOTOS



GE1206_ANTES



GE1206_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052					
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona					
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa					
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro					
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09					
ID Laboratorio	: GE1216, Litología: 51	Profundidad	: 71.40-71.52					
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-09	M-1	71.40-71.52	6.10	12.20	2.00	Matriz	5.71	0.43
<p>Observaciones: <u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u></p> <p><u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u></p> <p><u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva.</u></p>								

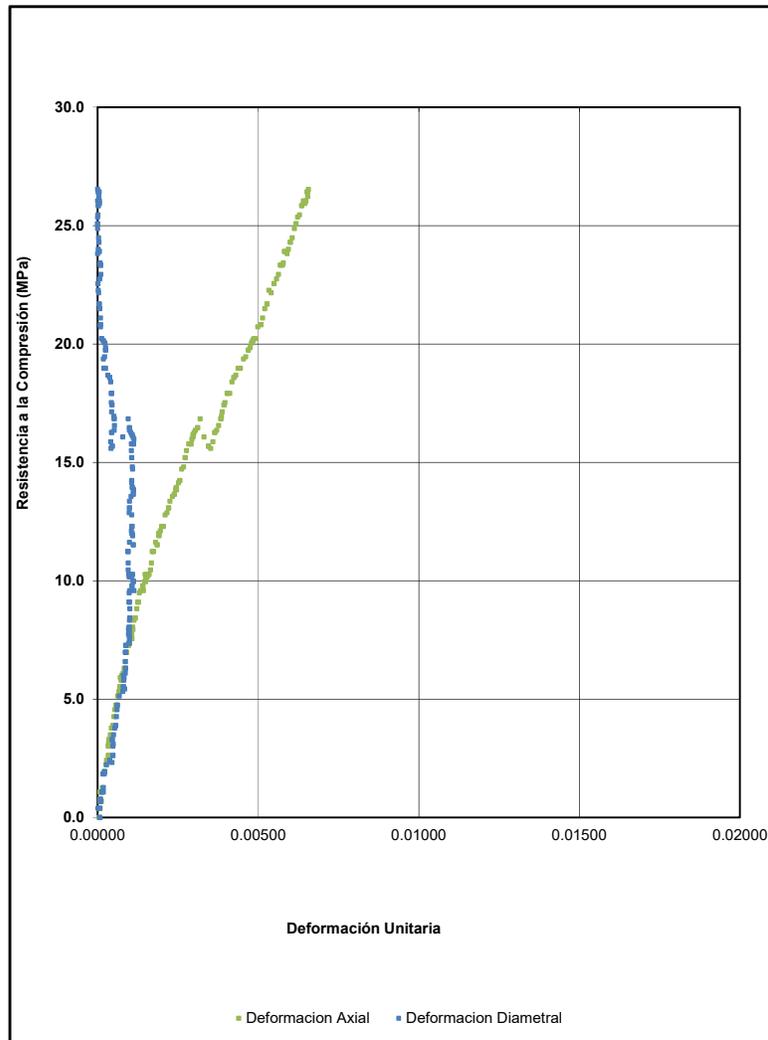
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Ciente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1216	Profundidad	: 71.40-71.52

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laborato	: GE1216	Profundidad	: 71.40-71.52

FOTOS



GE1216_ANTES



GE1216_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70					N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° Proyecto	: -					Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.					Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa	
Ubicación	: Cusco					Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 29/12/2018					Sondaje	: COUG-09	
ID Laboratorio	: GE1242, Litología:49					Profundidad	: 335.96-336.08	
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-09	M-1	335.96-336.08	6.10	12.28	2.01	Matriz	3.16	---
<p>Observaciones: <u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u></p> <p><u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u></p> <p><u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u></p>								

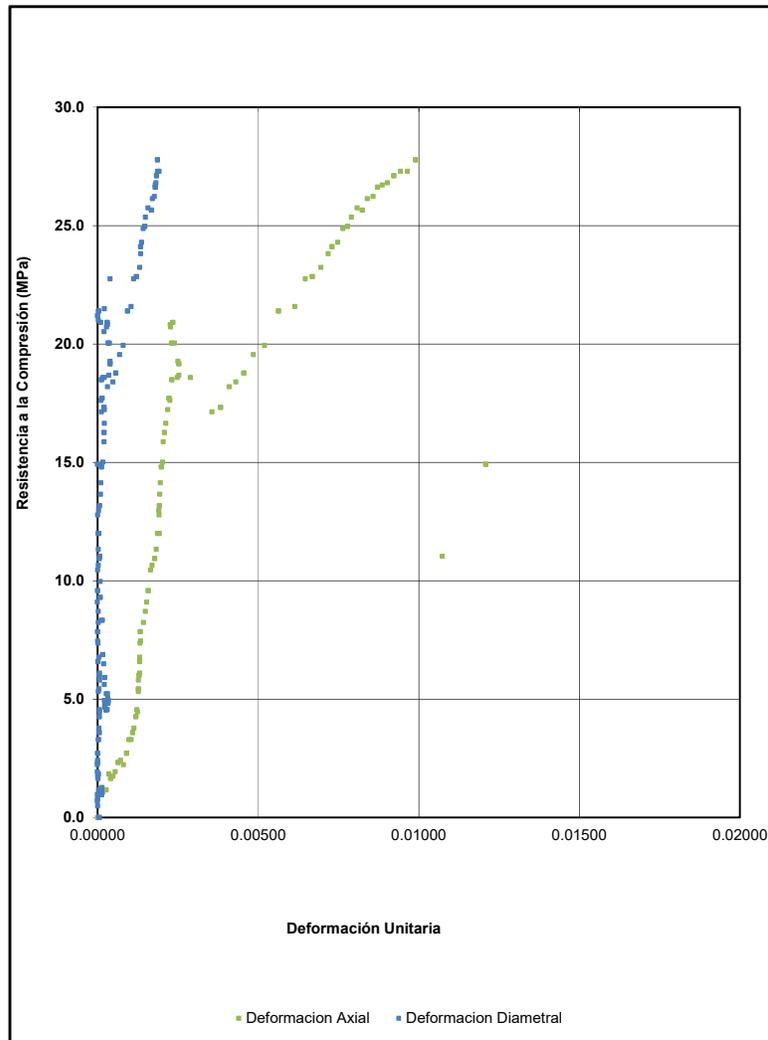
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1242	Profundidad	: 335.96-336.08

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laborato	: GE1242	Profundidad	: 335.96-336.08

FOTOS



GE1242_ANTES



GE1242_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07		Rev. 0		
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70			N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052			
N° Proyecto	: -			Solicitante	: Ing. Gian Ticona			
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.			Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa			
Ubicación	: Cusco			Revisado por	: Ing. José Castro			
Fecha	: 29/12/2018			Sondaje	: COUG-01			
ID Laboratorio	: GE1253, Litología: 56			Profundidad	: 109.98			
110.10								
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-01	M-1	109.98-110.10	6.10	12.20	2.00	Matriz	5.63	---
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u>								
<u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u>								
<u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u>								
<hr/>								

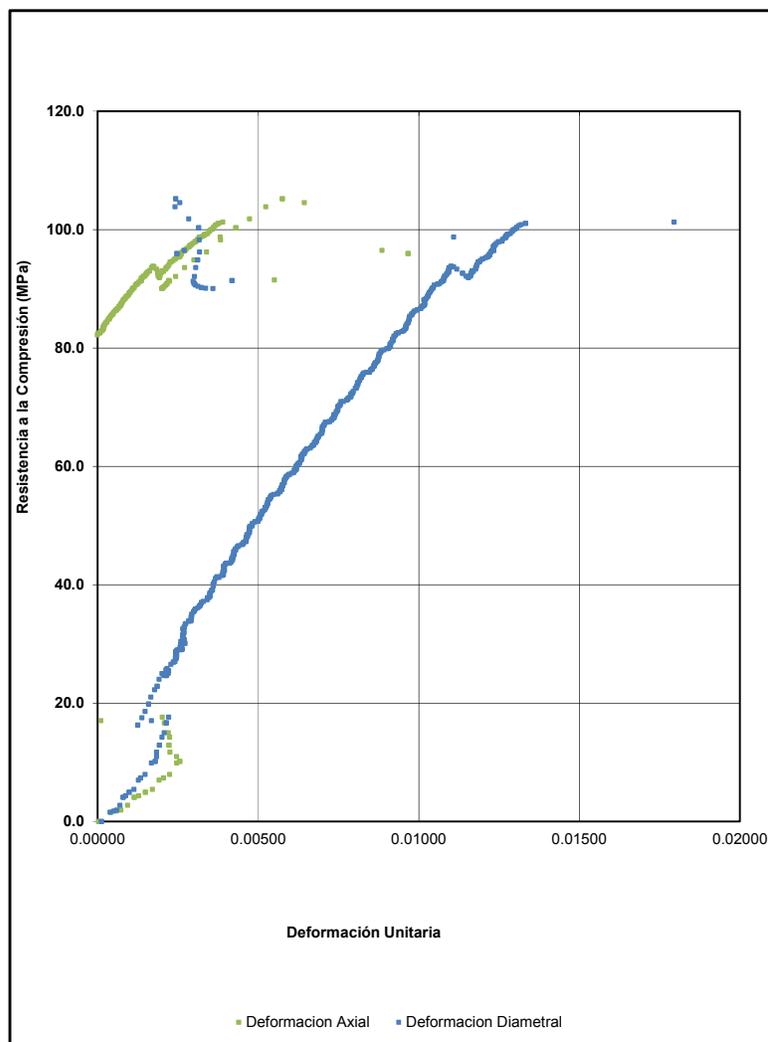
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

**MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"**

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Ciente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1253	Profundidad	: 109.98-110.10

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laborato	: GE1253	Profundidad	: 109.98-110.10

FOTOS



GE1253_ANTES



GE1253_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07		Rev. 0		
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052					
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona					
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa					
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro					
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01					
ID Laboratorio	: GE1264, Litología: 47	Profundidad	: 267.15					
267.27								
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-01	M-1	267.15- 267.27	6.10	12.45	2.04	Matriz	0.70	---
<p>Observaciones: <u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u></p> <p><u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u></p> <p><u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u></p>								

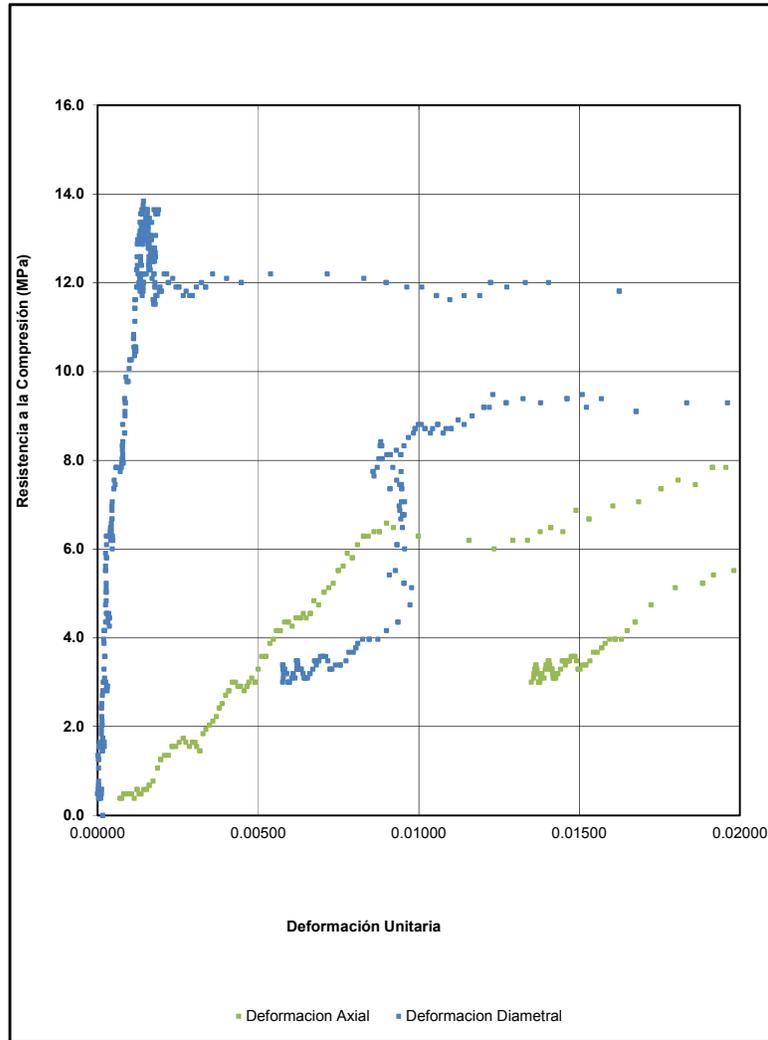
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1264	Profundidad	: 267.15-267.27

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laborato	: GE1264	Profundidad	: 267.15-267.27

FOTOS



GE1264_ANTES



GE1264_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos						
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0					
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052					
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona					
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa					
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro					
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01					
ID Laboratorio	: GE1271, Litología: 60	Profundidad	: 313.63					
313.75								
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-01	M-1	313.63-313.75	6.10	12.35	2.02	Matriz	2.78	---
Observaciones: <u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u> <u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u> <u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u> <hr/>								

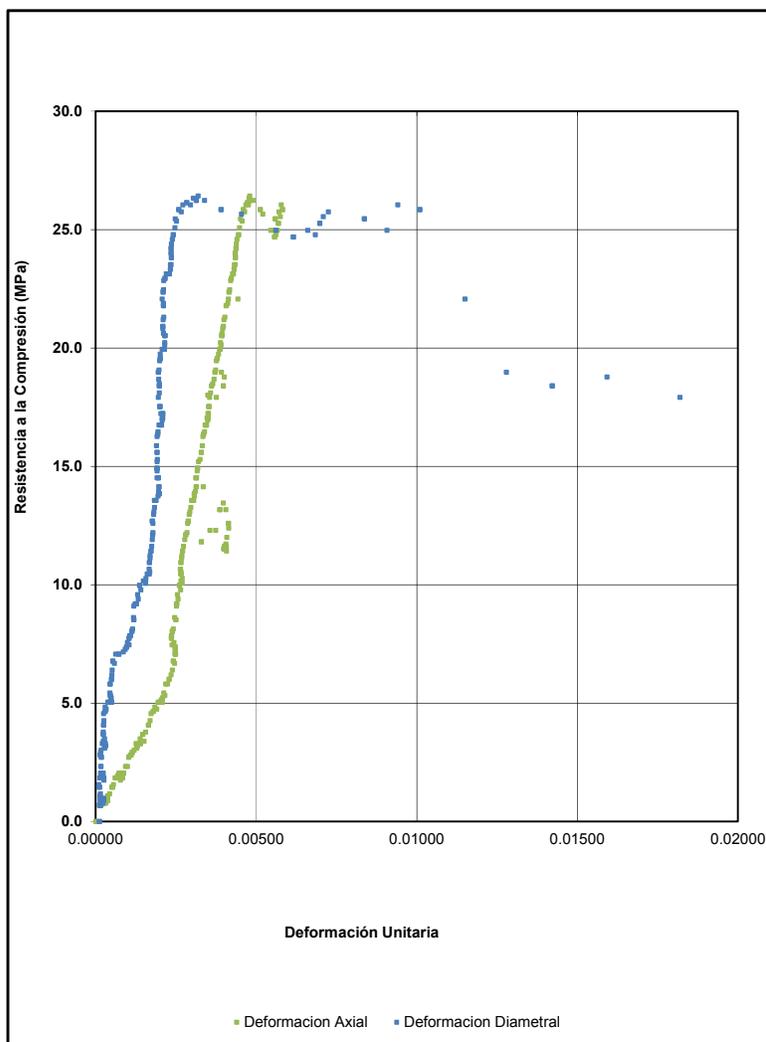
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Ciente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1271	Profundidad	: 313.63-313.75

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-01
ID Laborato	: GE1271	Profundidad	: 313.63-313.75

FOTOS



GE1271_ANTES



GE1271_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07		Rev. 0		
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70			N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052			
N° Proyecto	: -			Solicitante	: Ing. Gian Ticona			
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.			Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa			
Ubicación	: Cusco			Revisado por	: Ing. José Castro			
Fecha	: 29/12/2018			Sondaje	: COUG-09			
ID Laboratorio	: GE1279, Litología: 43			Profundidad	: 255.88-256.00			
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-09	M-1	255.88-256.00	6.10	12.20	2.00	Matriz	1.77	0.40
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u>								
<u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u>								
<u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u>								

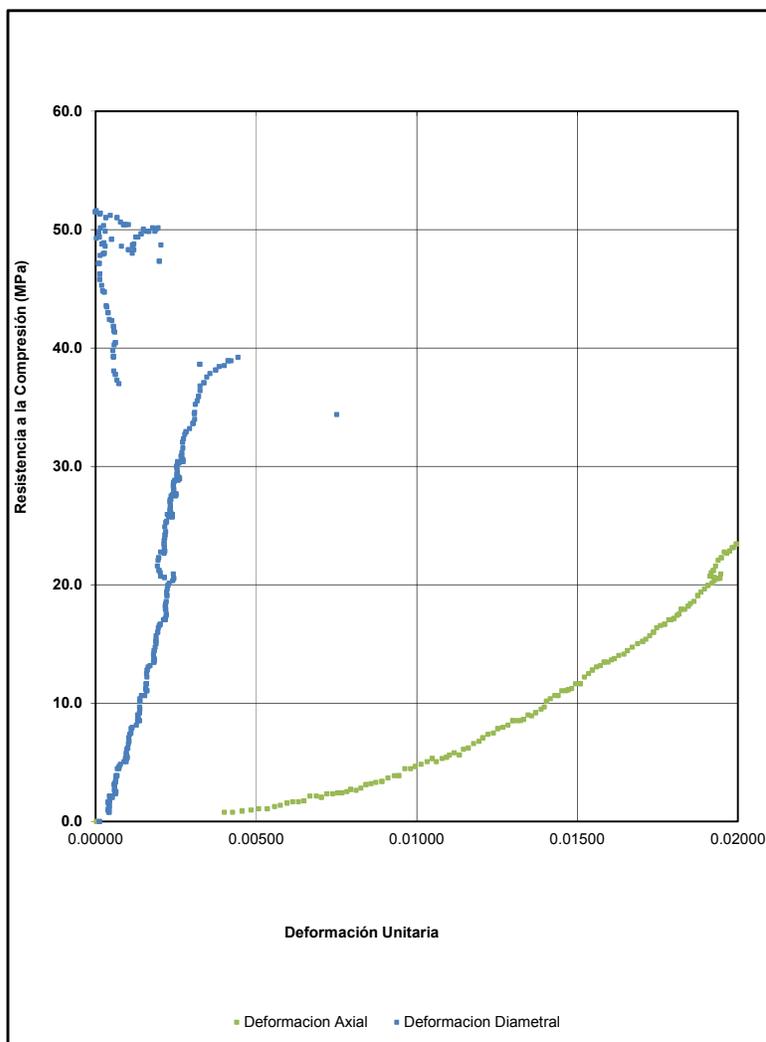
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Ciente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1279	Profundidad	: 255.88-256.00

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Laborato	: GE1279	Profundidad	: 255.88-256.00

FOTOS



GE1279_ANTES



GE1279_DESPUES

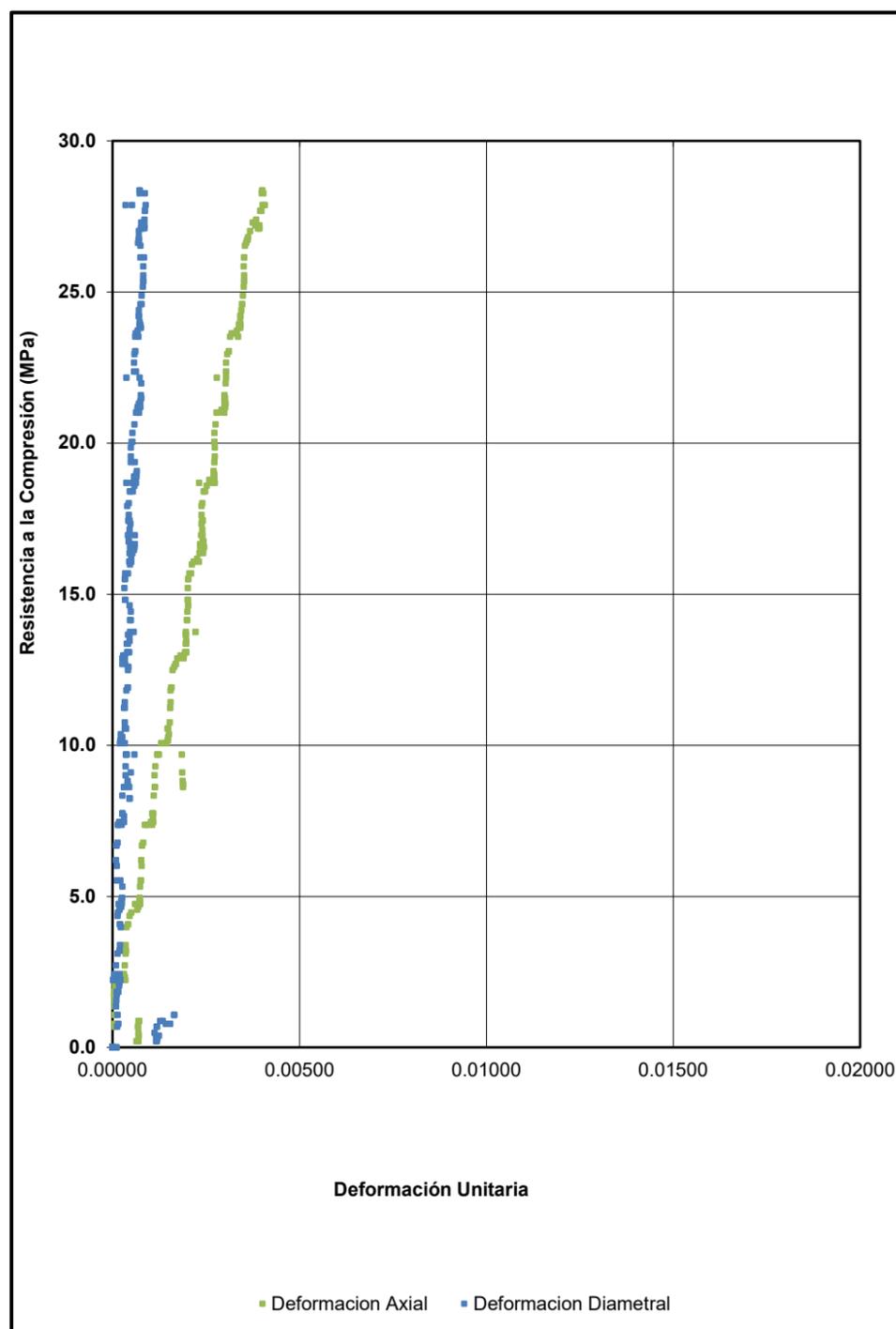
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70					N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° Proyecto	: -					Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.					Ejecutado por	: Tec. Jorge Pulido	
Ubicación	: Cusco					Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 15/02/2019					Sondaje	: COTS-02 Rtest	
ID Laboratorio	: GE1289					Profundidad	: 113.75-113.87	
<u>Resultados</u>								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COTS-02 Rtest	M-1	113.75- 113.87	6.10	12.30	2.02	Diaclasa	6.46	0.22
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u> <u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u> <u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva.</u>								

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"			
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Sondaje	: COTS-02 Rtest
ID Laboratorio	: GE1289	Profundidad	: 113.75-113.87

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Sondaje	: COTS-02 Rtest
ID Laborato	: GE1289	Profundidad	: 113.75-113.87

FOTOS



GE1289_ANTES



GE1289_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70					N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° Proyecto	: -					Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.					Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa	
Ubicación	: Cusco					Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 29/12/2018					Sondaje	: COUG-14	
ID Laboratorio	: GE1300					Profundidad	: 159.80-159.92	
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-14	M-1	159.80-159.92	6.10	12.50	2.05	Matriz	8.84	0.44
Observaciones: <p>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</p> <p>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</p> <p>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva.</p>								

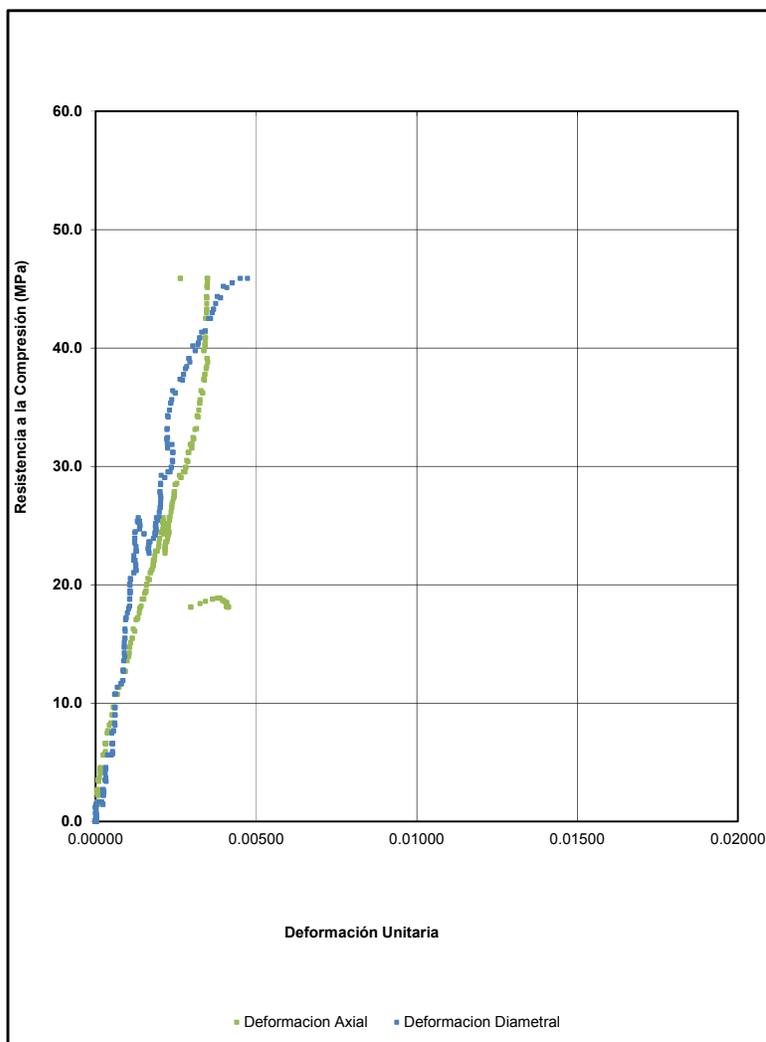
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Ciente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laboratorio	: GE1300	Profundidad	: 159.80-159.92

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laborato	: GE1300	Profundidad	: 159.80-159.92

FOTOS



GE1300_ANTES



GE1300_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07			Rev. 0	
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70					N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052	
N° Proyecto	: -					Solicitante	: Ing. Gian Ticona	
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.					Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa	
Ubicación	: Cusco					Revisado por	: Ing. José Castro	
Fecha	: 29/12/2018					Sondaje	: COUG-14	
ID Laboratorio	: GE1310					Profundidad	: 146.30-146.42	
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-14	M-1	146.30-146.42	6.10	12.40	2.03	Matriz	3.43	----
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u> <u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u> <u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u>								

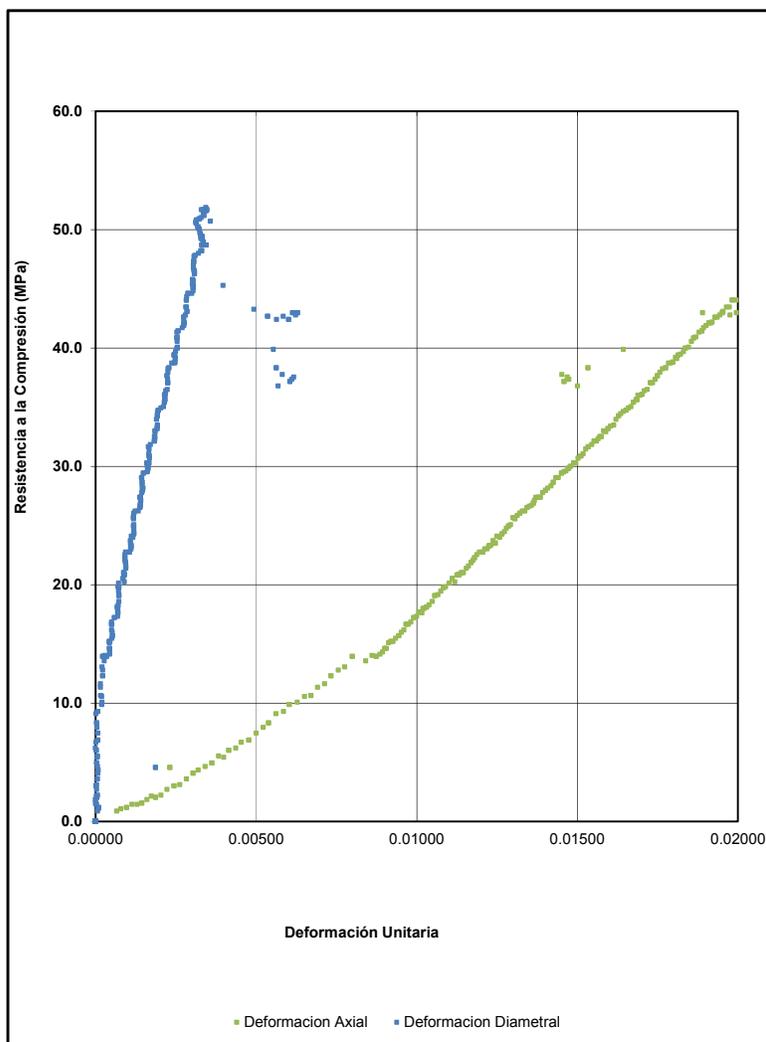
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laboratorio	: GE1310	Profundidad	: 146.30-146.42

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laborato	: GE1310	Profundidad	: 146.30-146.42

FOTOS



GE1310_ANTES



GE1310_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad				Control de documentos				
Registro de Calidad Laboratorio				LAB-PER-ME-ETR-R07		Rev. 0		
MODULOS ELASTICOS ASTM D7012-14 / METODO "D"								
Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70			N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052			
N° Proyecto	: -			Solicitante	: Ing. Gian Ticona			
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.			Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa			
Ubicación	: Cusco			Revisado por	: Ing. José Castro			
Fecha	: 29/12/2018			Sondaje	: COUG-14			
ID Laboratorio	: GE1320			Profundidad	: 177.60-177.72			
Resultados								
Sondaje	Muestra	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Tipo de Ruptura	Módulo Young (GPa)	Poisson
COUG-14	M-1	177.60-177.72	6.10	12.35	2.02	Matriz	6.67	----
Observaciones:								
<u>Los parámetros reportados podrían ser reinterpretados por un profesional competente en geotecnia.</u> <u>Los parámetros finalmente adoptados en los diseños geotécnicos serán de responsabilidad del diseñador.</u> <u>Cálculo de las constantes elasticas, según tangente de la curva. Valores atípicos de Poisson</u>								

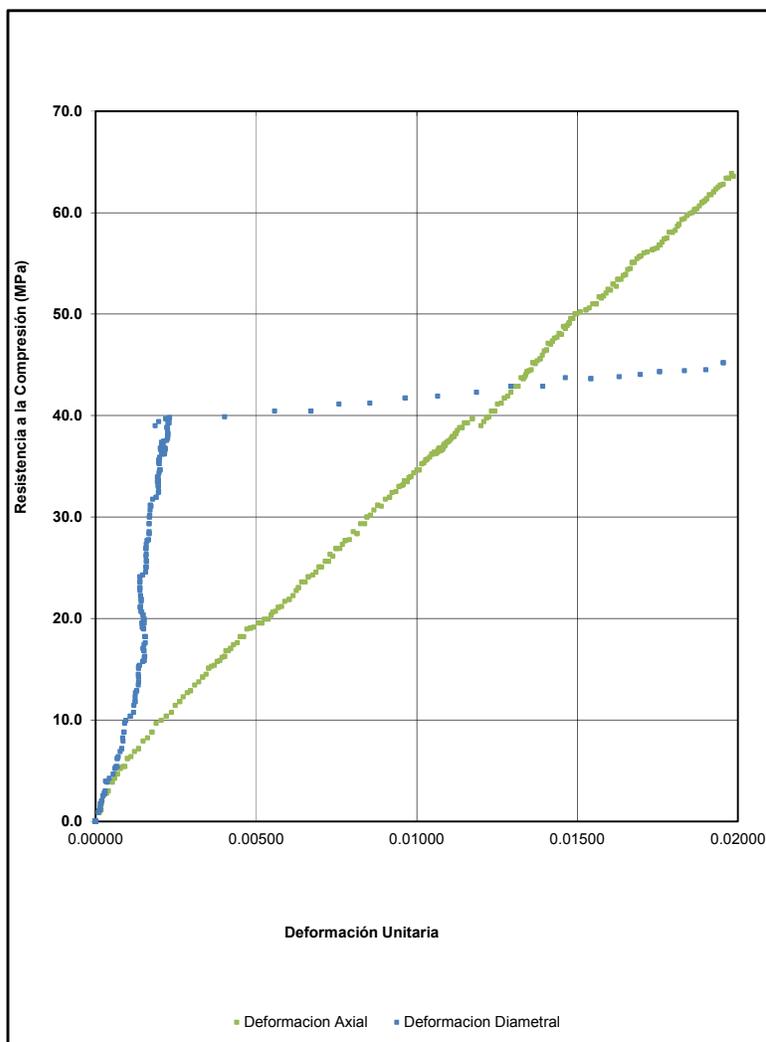
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07
	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laboratorio	: GE1320	Profundidad	: 177.60-177.72

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R07	Rev. 0

MODULOS ELASTICOS
ASTM D7012-14 /METODO "D"

Proyecto	: Ensayos geotecnico de mecanica de rocas y suelos- botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyectc	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapacay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 29/12/2018	Sondaje	: COUG-14
ID Laborato	: GE1320	Profundidad	: 177.60-177.72

FOTOS



GE1320_ANTES



GE1320_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1212/GE1213/GE1214	Profundidad (m)	: 277.07-277.16

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1212	COUG-09	42	277.07-277.1	6.10	3.17	0.52	2341	7.6
GE1213	COUG-09	42	277.1-277.13	6.10	3.31	0.54	2060	6.4
GE1214	COUG-09	42	277.13-277.16	6.10	3.15	0.52	1614	5.2

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1212/GE1213/GE1214	Profundidad (m)	: 277.07-277.16

Panel Fotográfico



GE1212_ANTES



GE1212_DESPUES



GE1213_ANTES



GE1213_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1212/GE1213/GE1214	Profundidad (m)	: 277.07-277.16

Panel Fotográfico



GE1214-ANTES



GE1214-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1222/GE1223/GE1224	Profundidad (m)	: 88.03-88.12

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1222	COUG-09	51	88.03-88.06	6.10	2.76	0.45	3411	12.6
GE1223	COUG-09	51	88.06-88.09	6.10	3.11	0.51	4070	13.4
GE1224	COUG-09	51	88.09-88.12	6.10	3.12	0.51	3913	12.8

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1222/GE1223/GE1224	Profundidad (m)	: 88.03-88.12

Panel Fotográfico



GE1222_ANTES



GE1222_DESPUES



GE1223_ANTES



GE1223_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1222/GE1223/GE1224	Profundidad (m)	: 88.03-88.12

Panel Fotográfico



GE1224-ANTES



GE1224-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1237/GE1238/GE1239	Profundidad (m)	: 45.42-46.68

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1237	COUG-09	54	45.42-45.45	6.10	3.38	0.55	1275	3.9
GE1238	COUG-09	54	45.45-45.48	6.10	3.54	0.58	1275	3.7
GE1239	COUG-09	54	46.65-46.68	6.10	3.31	0.54	1530	4.7

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1237/GE1238/GE1239	Profundidad (m)	: 45.42-46.68

Panel Fotográfico



GE1237_ANTES



GE1237_DESPUES



GE1238_ANTES



GE1238_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1237/GE1238/GE1239	Profundidad (m)	: 45.42-46.68

Panel Fotográfico



GE1239-ANTES



GE1239-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1248/GE1249/GE1250	Profundidad (m)	: 345.41-345.50

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1248	COUG-09	49	345.41-345.44	6.10	3.10	0.51	2556	8.4
GE1249	COUG-09	49	345.44-345.47	6.10	3.06	0.50	2570	8.6
GE1250	COUG-09	49	345.47-345.5	6.10	3.03	0.50	2272	7.7

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1248/GE1249/GE1250	Profundidad (m)	: 345.41-345.50

Panel Fotográfico



GE1248_ANTES



GE1248_DESPUES



GE1249_ANTES



GE1249_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1248/GE1249/GE1250	Profundidad (m)	: 345.41-345.50

Panel Fotográfico



GE1250-ANTES



GE1250-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1259/GE1260/GE1261	Profundidad (m)	: 110.19-110.28

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1259	COUG-01	56	110.19-110.22	6.10	3.10	0.51	3709	12.2
GE1260	COUG-01	56	110.22-110.25	6.10	2.50	0.41	3178	13.0
GE1261	COUG-01	56	110.25-110.28	6.10	2.94	0.48	1000	3.5

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1259/GE1260/GE1261	Profundidad (m)	: 110.19-110.28

Panel Fotográfico



GE1259_ANTES



GE1259_DESPUES



GE1260_ANTES



GE1260_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1259/GE1260/GE1261	Profundidad (m)	: 110.19-110.28

Panel Fotográfico



GE1261-ANTES



GE1261-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D3967-08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1268/GE1269/GE1270	Profundidad (m)	: 274.85-274.94

Resultados

ID Lab.	Sondaje	Muestra / Litología	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Esbeltez (L/D)	Carga (kgf)	Resistencia a la Tracción Indirecta (MPa)
GE1268	COUG-01	47	274.85-274.88	6.10	3.26	0.53	150	0.5
GE1269	COUG-01	47	274.88-274.91	6.10	3.13	0.51	200	0.7
GE1270	COUG-01	47	274.91-274.94	6.10	2.95	0.48	564	2.0

Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1268/GE1269/GE1270	Profundidad (m)	: 274.85-274.94

Panel Fotográfico



GE1268_ANTES



GE1268_DESPUES



GE1269_ANTES



GE1269_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de Documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R04	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA
ASTM D 3967 - 08**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° de Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° de Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1268/GE1269/GE1270	Profundidad (m)	: 274.85-274.94

Panel Fotográfico



GE1270-ANTES



GE1270-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

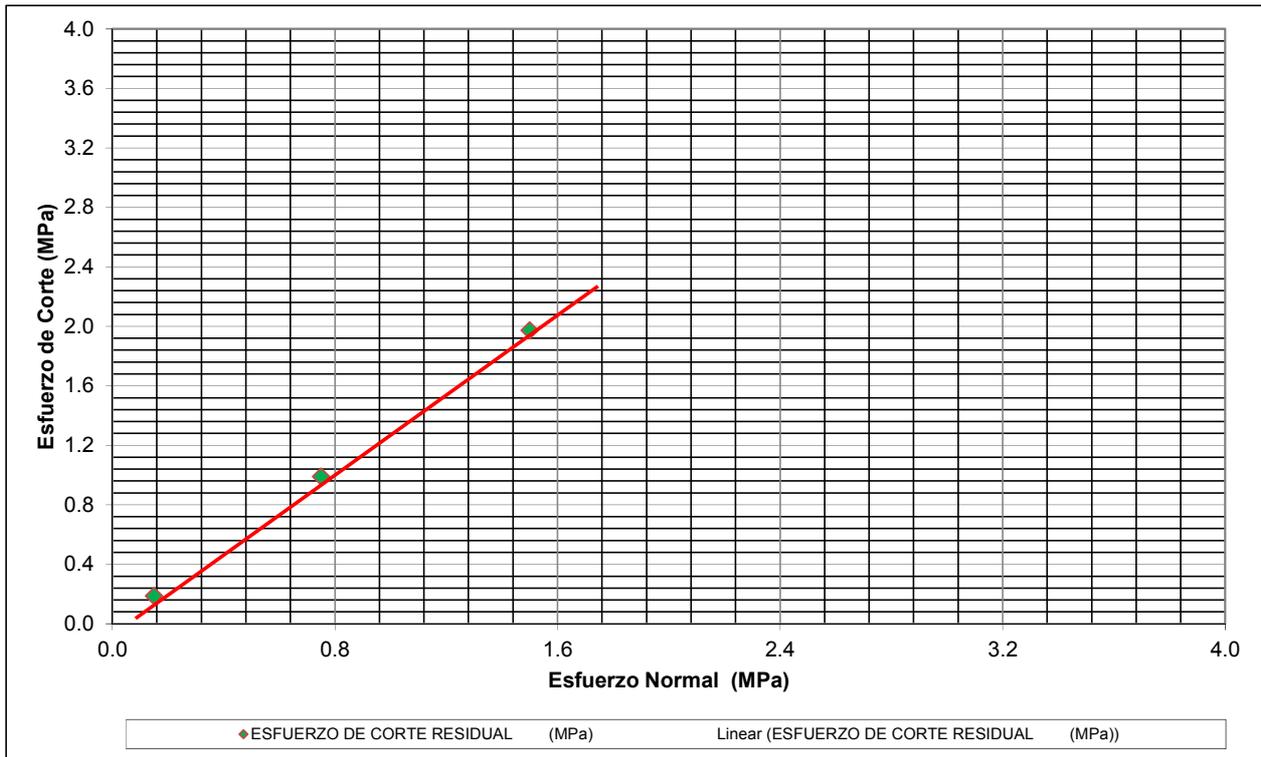
ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COUG-09
ID Lab. : GE1225	Prof. (m.) : 95.75-95.85

Tipo de Discontinuidad :	Artificial	Forma de Discontinuidad :	---
--------------------------	------------	---------------------------	-----

ESPECIMEN (N°)	1	2	3	4
ESFUERZO NORMAL (MPa)	0.15	0.75	1.50	
ESFUERZO DE CORTE RESIDUAL (MPa)	0.19	0.99	1.97	

PARAMETROS DE RESISTENCIA (Residual)	
COHESIÓN (MPa)	ANG. DE FRICCIÓN (°)
0.00	52.9



Observaciones: ---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0

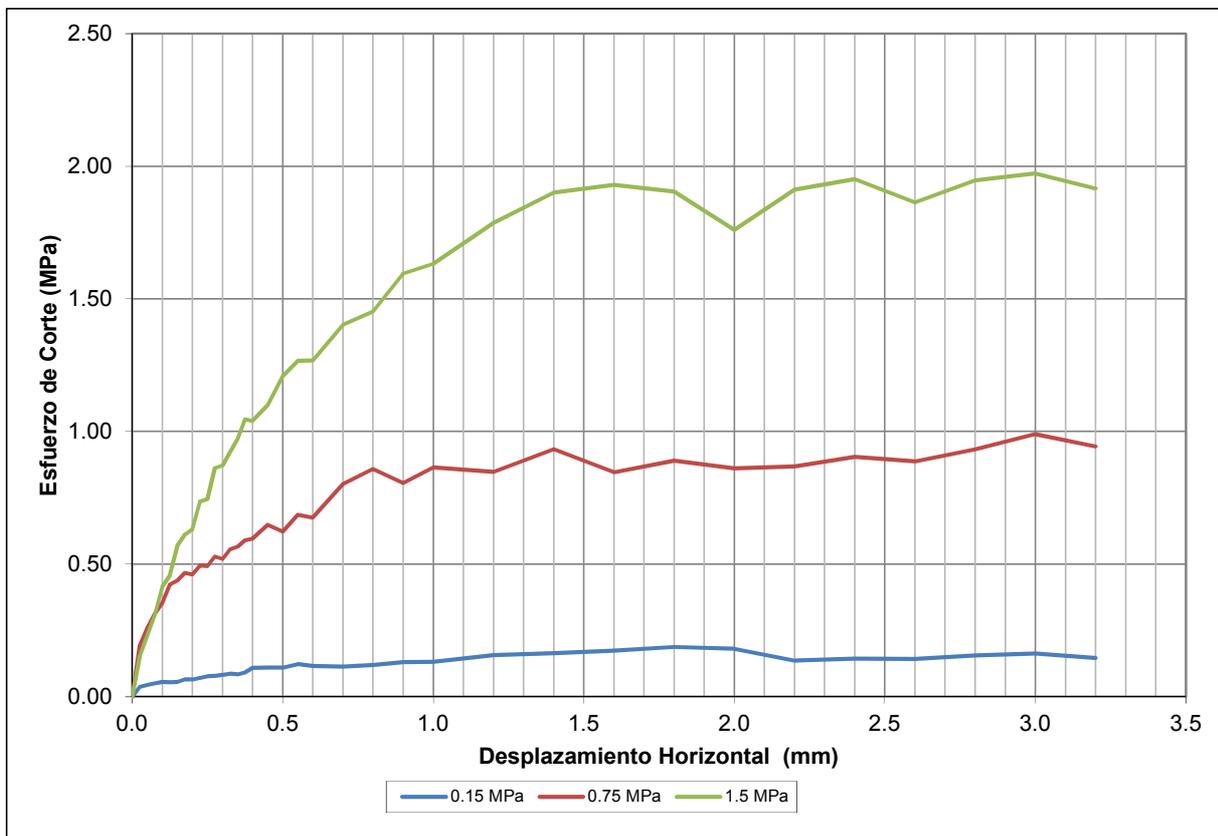
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COUG-09
ID Lab. : GE1225	Prof. (m.) : 95.75-95.85

Tipo de Discontinuidad :

Forma de Discontinuidad :



Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

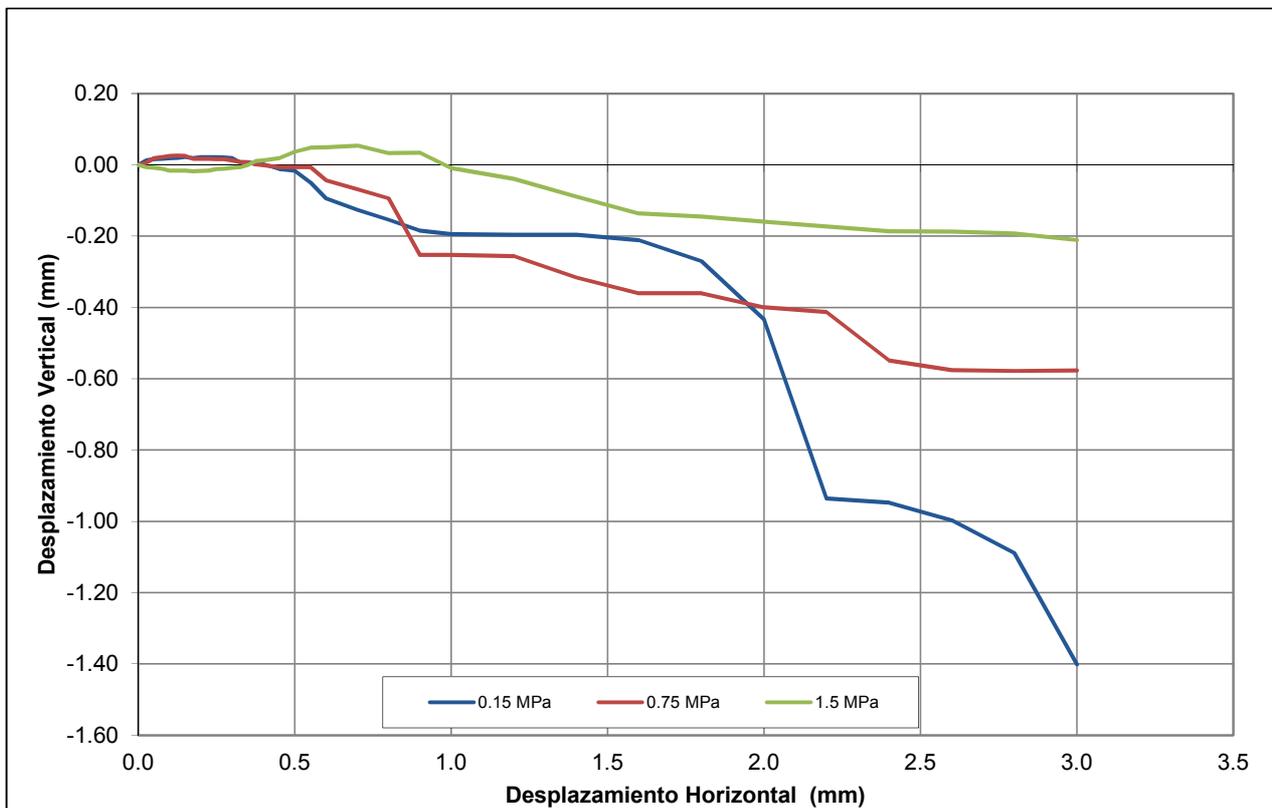
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COUG-09
ID Lab. : GE1225	Prof. (m.) : 95.75-95.85

Tipo de Discontinuidad : Artificial

Forma de Discontinuidad : ---



Observaciones: ---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES			
ASTM D5607-08			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 27/12/2018	Sondaje	: COUG-09
ID Lab.	: GE1225	Prof. (m.)	: 95.75-95.85

FOTOS



ANTES



DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

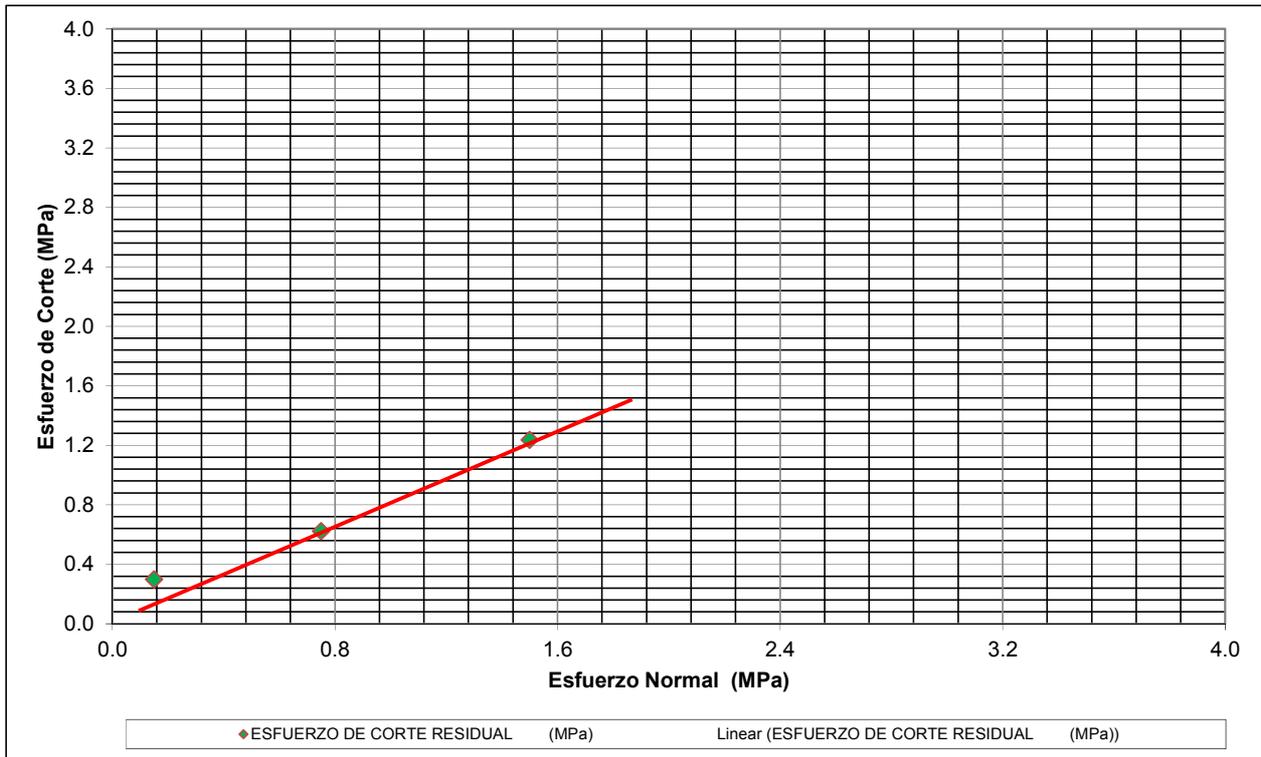
ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COTN-02
ID Lab. : GE1240	Prof. (m.) : 167.85-167.95

Tipo de Discontinuidad : Artificial	Forma de Discontinuidad : ---
-------------------------------------	-------------------------------

ESPECIMEN (N°)	1	2	3	4
ESFUERZO NORMAL (MPa)	0.15	0.75	1.50	
ESFUERZO DE CORTE RESIDUAL (MPa)	0.30	0.62	1.24	

PARAMETROS DE RESISTENCIA (Residual)	
COHESIÓN (MPa)	ANG. DE FRICCIÓN (°)
0.16	35.0



Observaciones: _____

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0

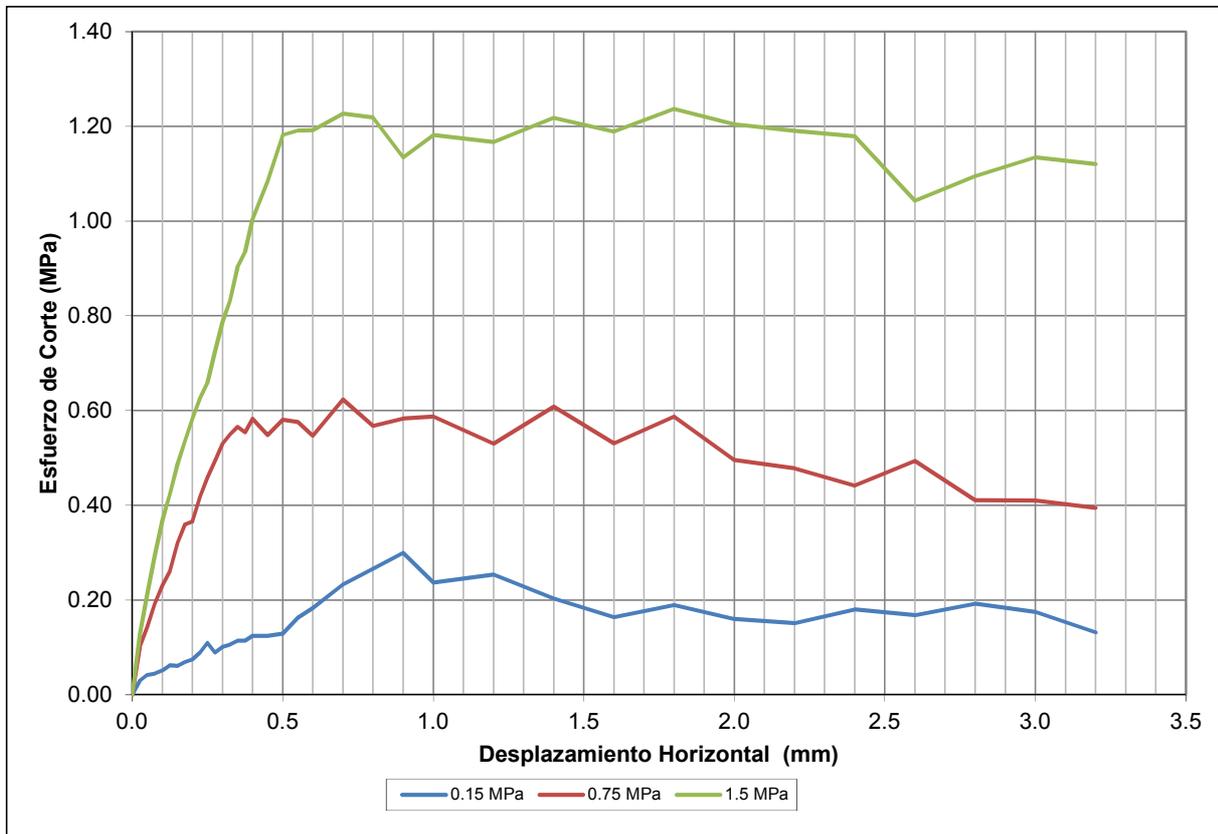
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COTN-02
ID Lab. : GE1240	Prof. (m.) : 167.85-167.95

Tipo de Discontinuidad :

Forma de Discontinuidad :



Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

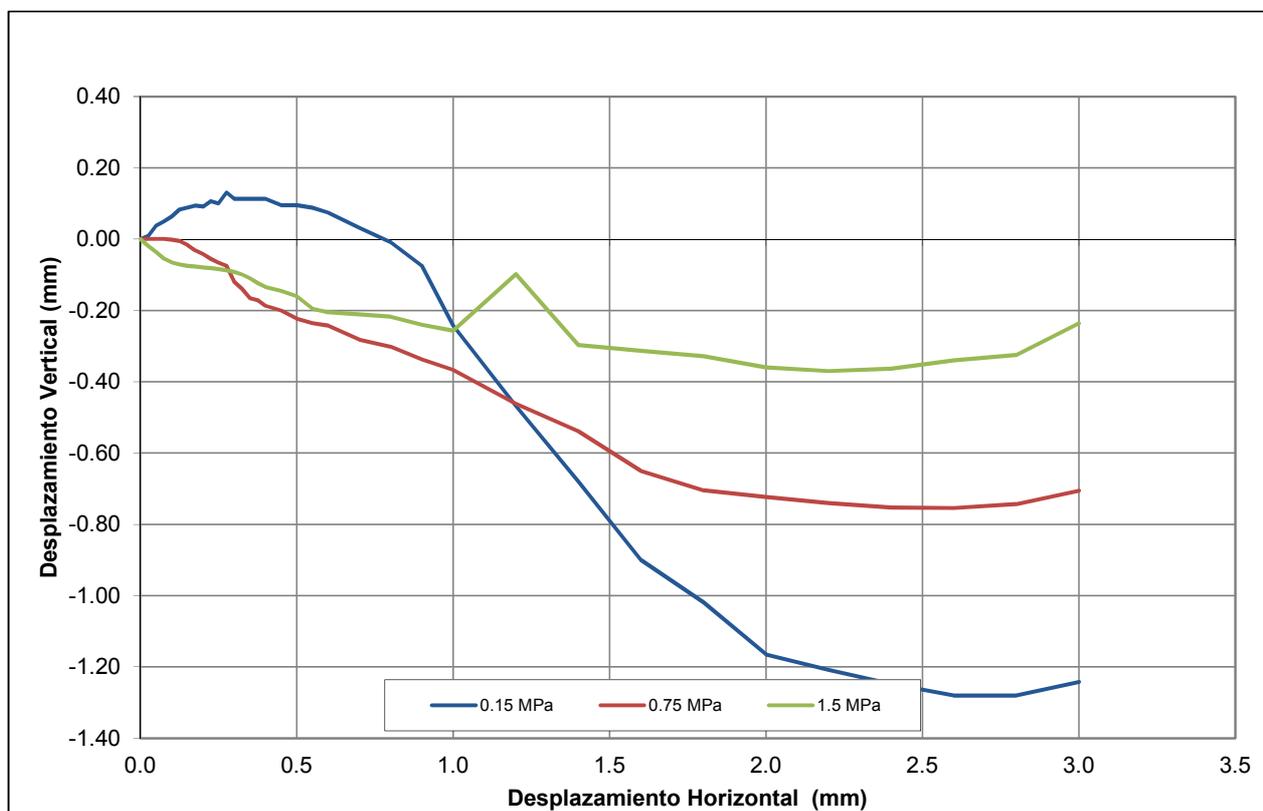
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COTN-02
ID Lab. : GE1240	Prof. (m.) : 167.85-167.95

Tipo de Discontinuidad :

Forma de Discontinuidad :



Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES			
ASTM D5607-08			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 27/12/2018	Sondaje	: COTN-02
ID Lab.	: GE1240	Prof. (m.)	: 167.85-167.95

FOTOS



ANTES



DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

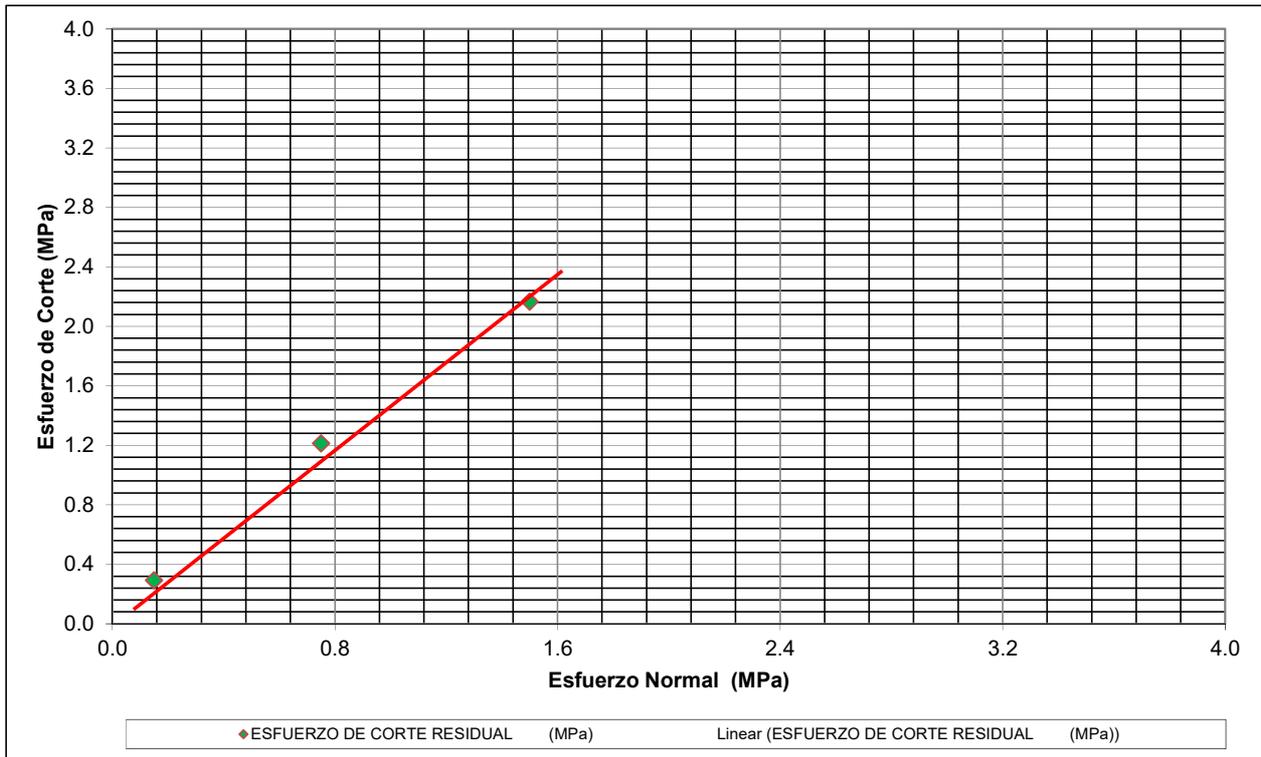
ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COEX-09G
ID Lab. : GE1251	Prof. (m.) : 350.00-350.12

Tipo de Discontinuidad : Artificial	Forma de Discontinuidad : ---
-------------------------------------	-------------------------------

ESPECIMEN (N°)	1	2	3	4
ESFUERZO NORMAL (MPa)	0.15	0.75	1.50	
ESFUERZO DE CORTE RESIDUAL (MPa)	0.29	1.21	2.17	

PARAMETROS DE RESISTENCIA (Residual)	
COHESIÓN (MPa)	ANG. DE FRICCIÓN (°)
0.12	54.1



Observaciones: ---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0

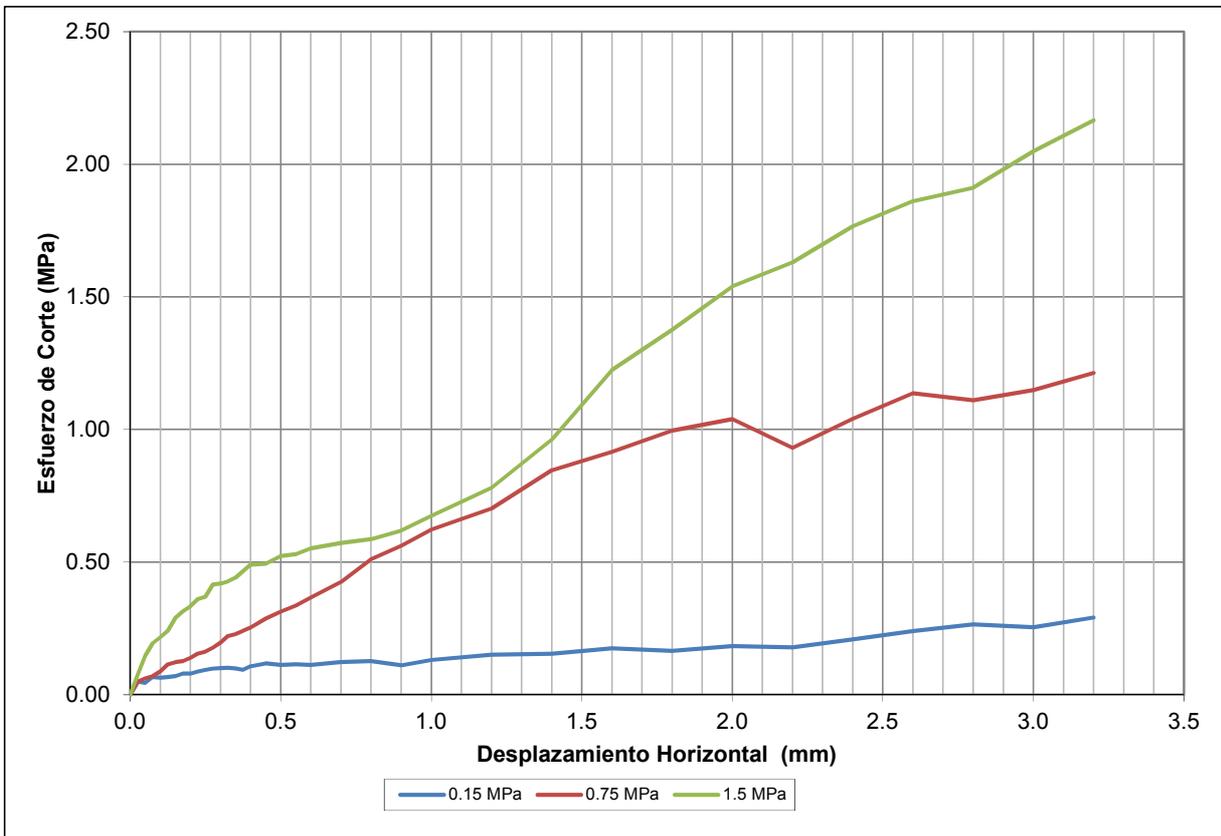
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COTN-02
ID Lab. : GE1240	Prof. (m.) : 167.85-167.95

Tipo de Discontinuidad :

Forma de Discontinuidad :



Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev. 0

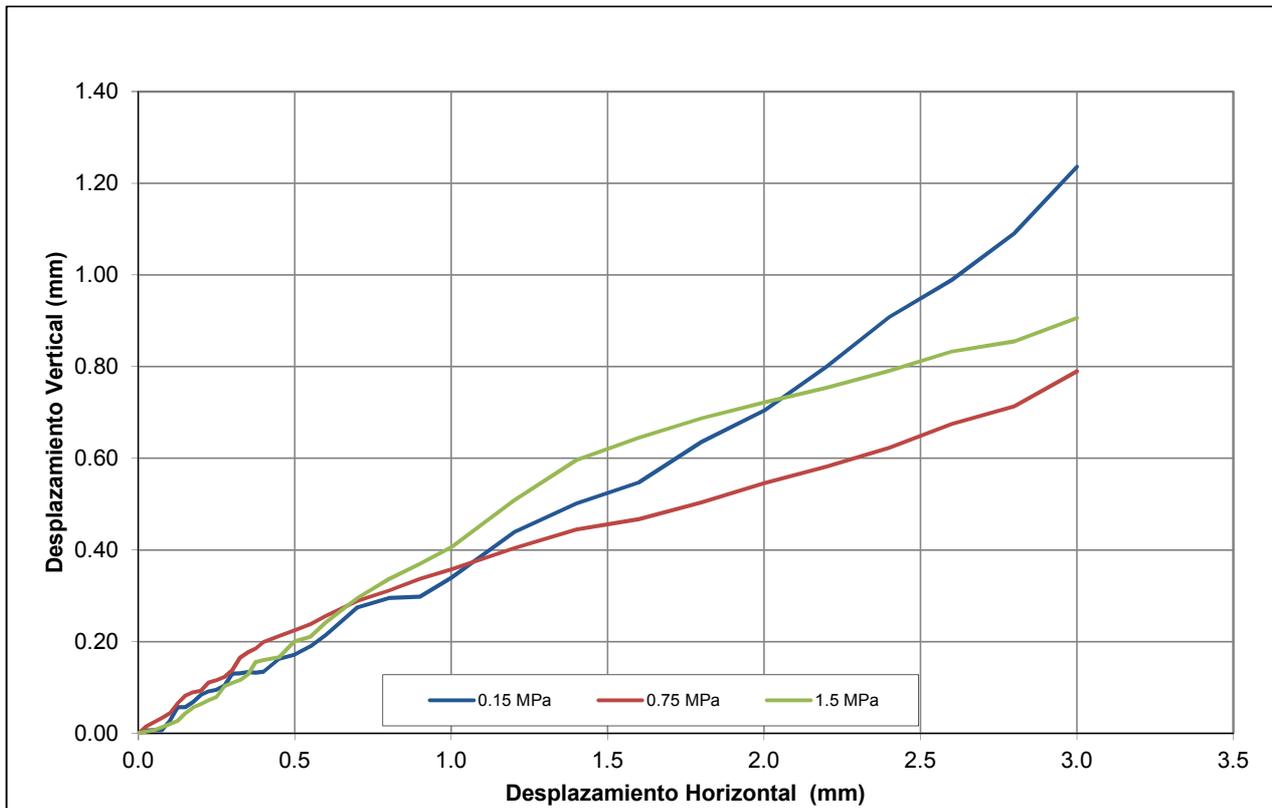
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES

ASTM D5607-08

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado : Ing. José Castro
Fecha : 27/12/2018	Sondaje : COTN-02
ID Lab. : GE1240	Prof. (m.) : 167.85-167.95

Tipo de Discontinuidad :

Forma de Discontinuidad :



Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R08	Rev.0
RESISTENCIA AL CORTE DIRECTO BAJO ESFUERZOS NORMALES			
ASTM D5607-08			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70.	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado	: Ing. José Castro
Fecha	: 27/12/2018	Sondaje	: COTN-02
ID Lab.	: GE1240	Prof. (m.)	: 167.85-167.95

FOTOS



ANTES



DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

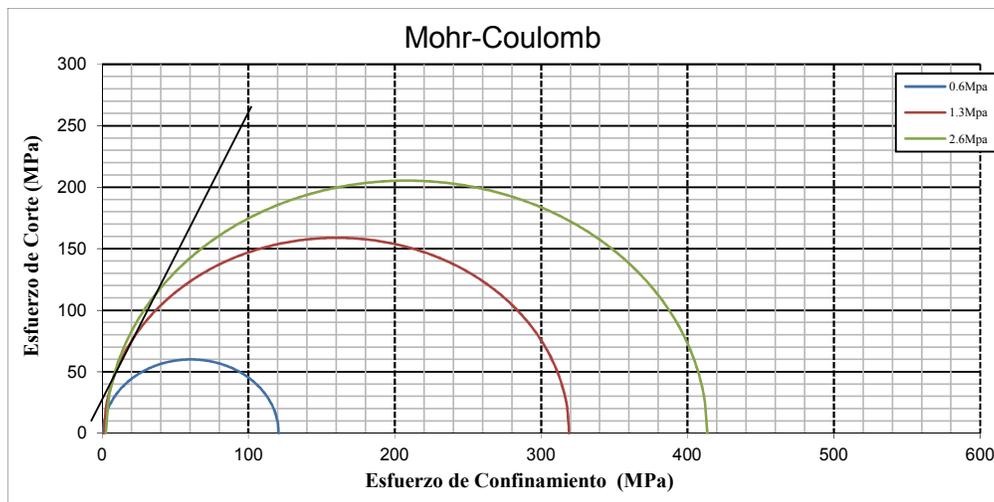
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-03
ID Lab.	: GE1215	Litología	: 51

PARAMETROS DE RESISTENCIA	
COHESION (MPa)	ANGULO DE FRICCION INTERNA (°)
16.0	70.0

DATOS DE MUESTRA				
Espécimen	N°	1	2	3
Código		GE1215	GE1215	GE1215
Profundidad	m	208.70-209.10		
Confinamiento	MPa	0.6	1.3	2.6
Esfuerzo de Corte	MPa	120.00	317.80	410.80
Tipo de Ruptura		Diaclasa	Diaclasa	Diaclasa
Constante mi		---		
Módulo de Young	GPa	6.42	4.15	2.93
Relación de Poisson		0.25	0.40	---
Altura	cm	12.25	12.26	12.35
Diámetro	cm	6.10	6.10	6.10
Relación (L/D)		2.0	2.0	2.0



Observaciones: _____

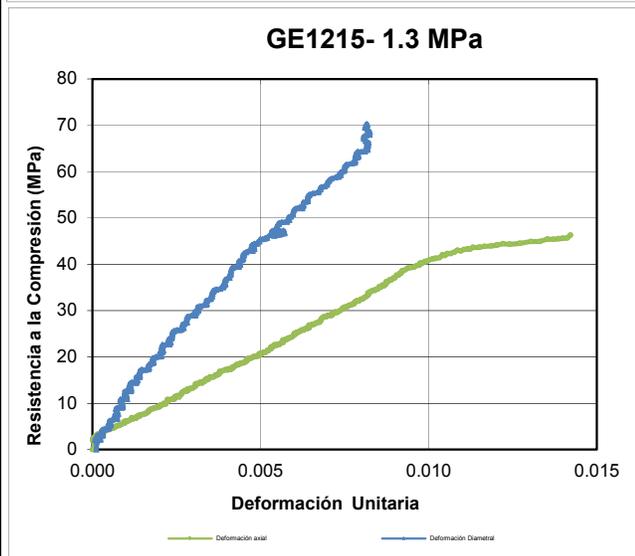
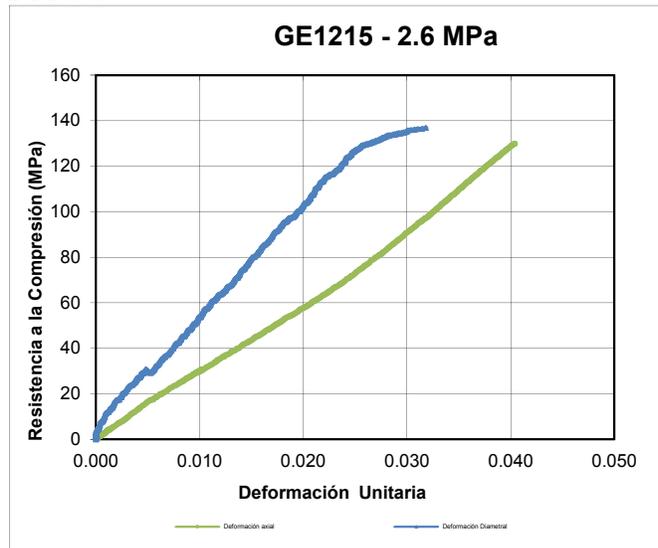
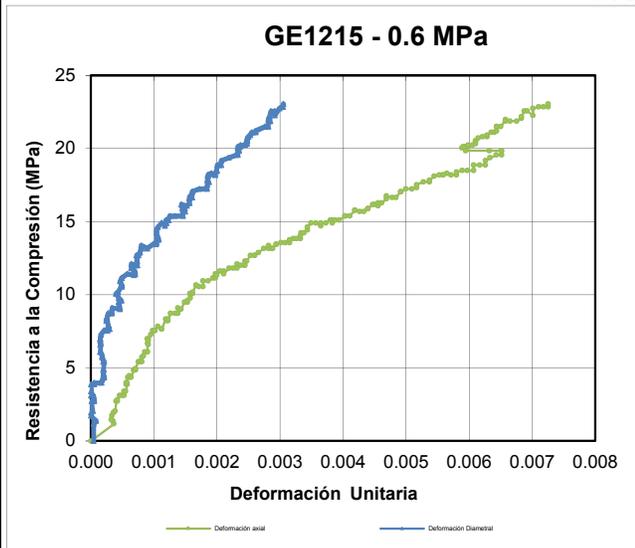
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-03
ID Laboratorio	: GE1215	Litología	: 51

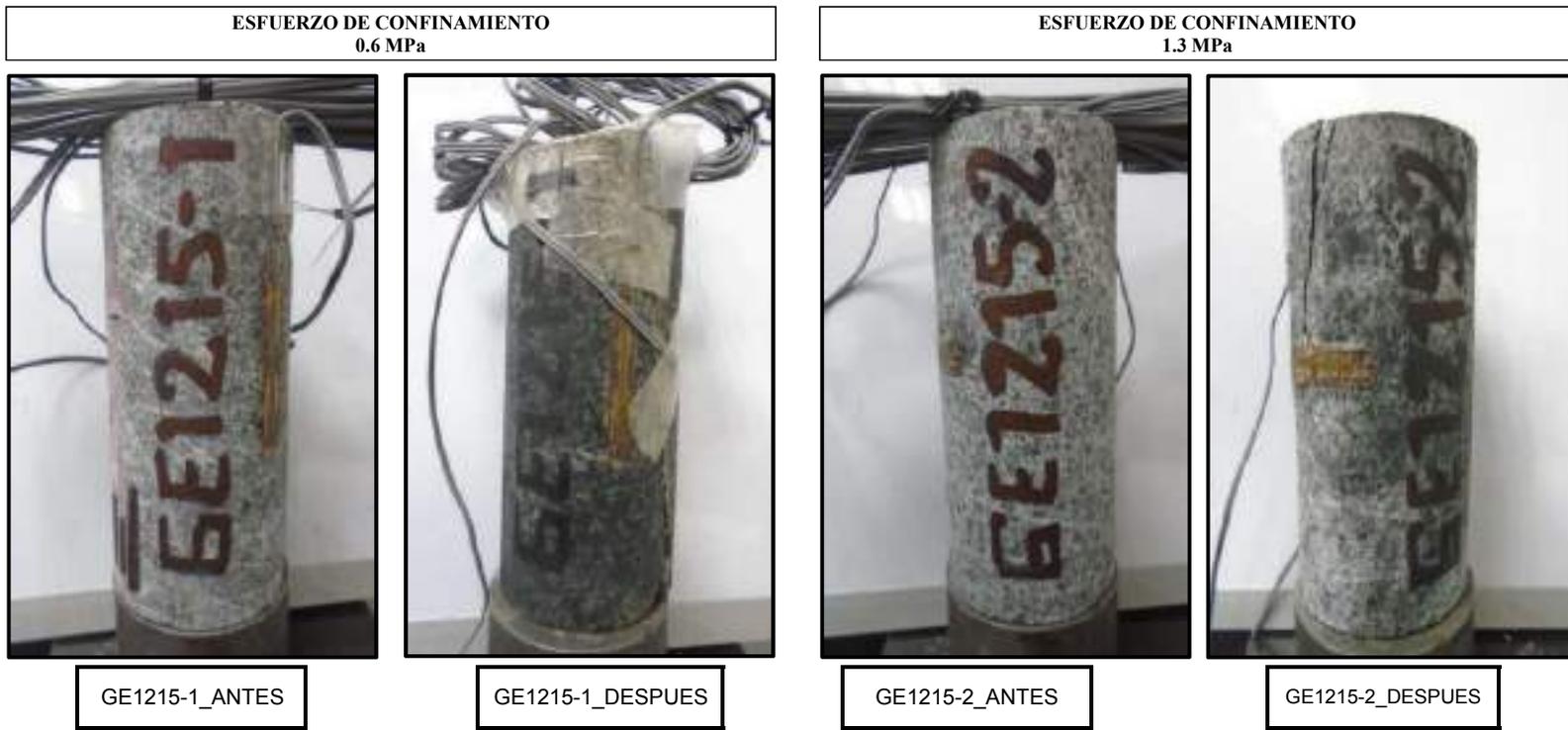
GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS ASTM D7012-14 / METODO "B"			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-03
ID Laboratorio	: GE1215	Litología	: 51

FOTOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COTN-03
ID Laboratorio : GE1215	Litología : 51

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO
2.6 MPa



GE1215-3_ANTES



GE1215-3_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

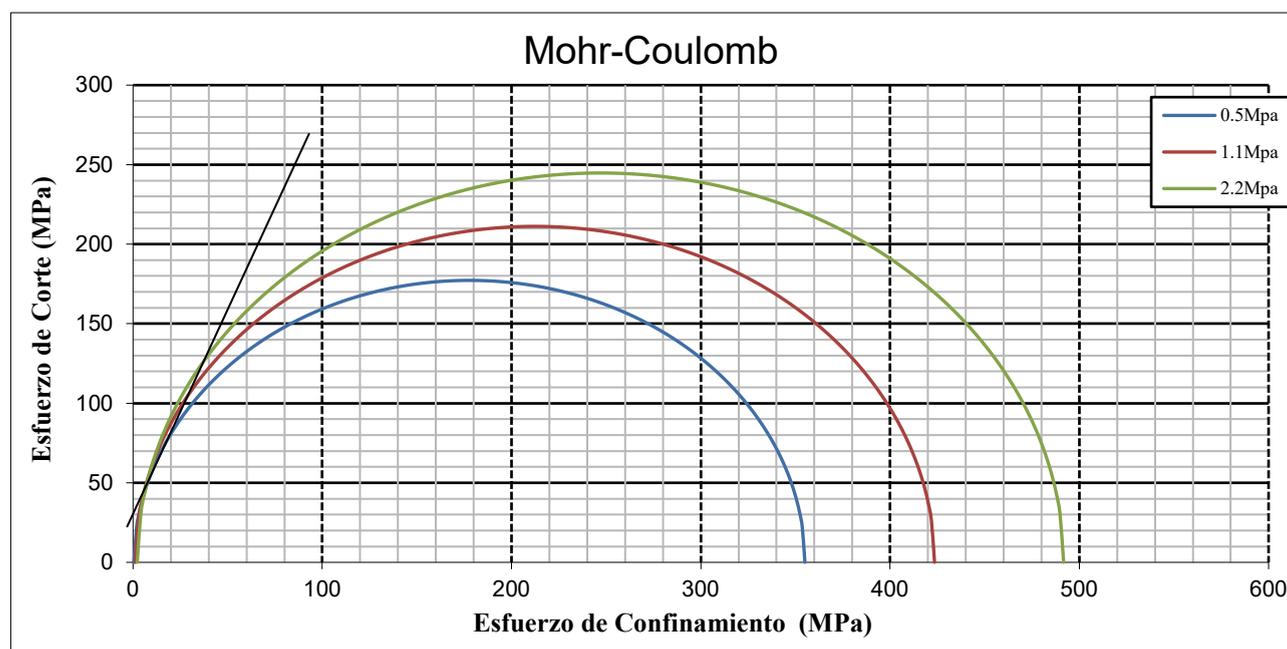
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-16
ID Lab.	: GE1228	Litología	: -

PARAMETROS DE RESISTENCIA	
COHESION (MPa)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
25.0	69.3

DATOS DE MUESTRA				
Especimen	N°	1	2	3
Código		GE1228	GE1228	GE1228
Profundidad	m	175.30-175.83		
Confinamiento	MPa	0.5	1.1	2.2
Esfuerzo de Corte	MPa	354.50	422.40	489.50
Tipo de Ruptura		Matriz	Matriz	Diaclasa
Constante mi		---		
Módulo de Young	GPa	4.80	4.44	4.19
Relación de Poisson		0.24	0.22	0.20
Altura	cm	12.28	12.22	12.25
Diámetro	cm	6.10	6.10	6.10
Relación (L/D)		2.0	2.0	2.0



Observaciones:

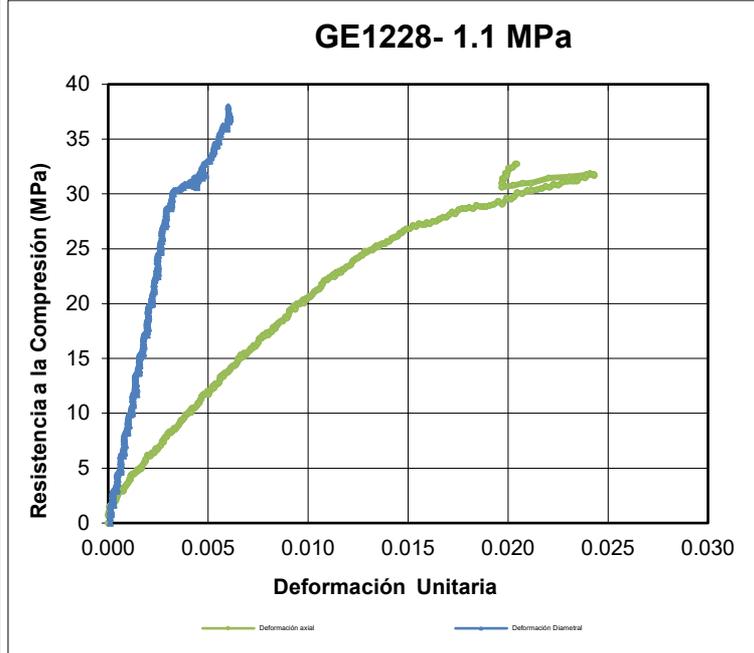
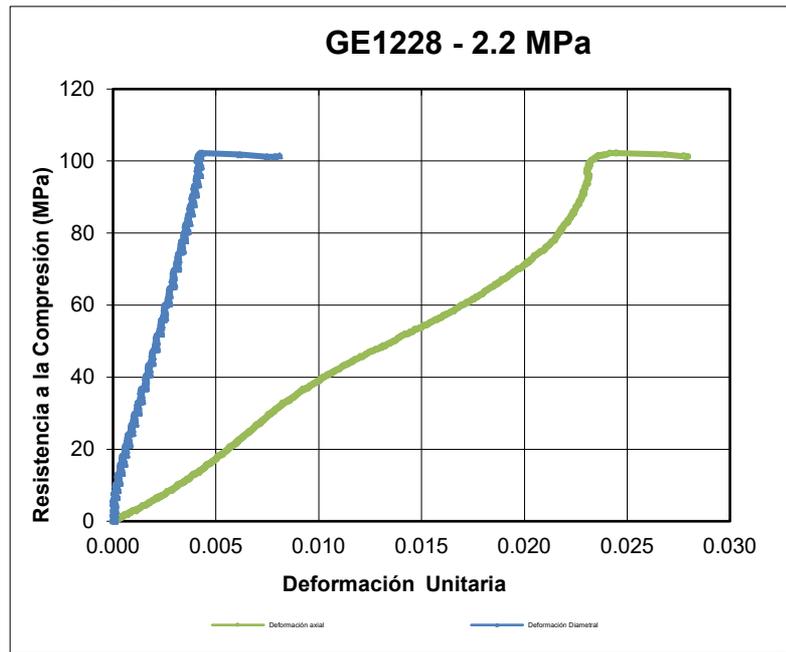
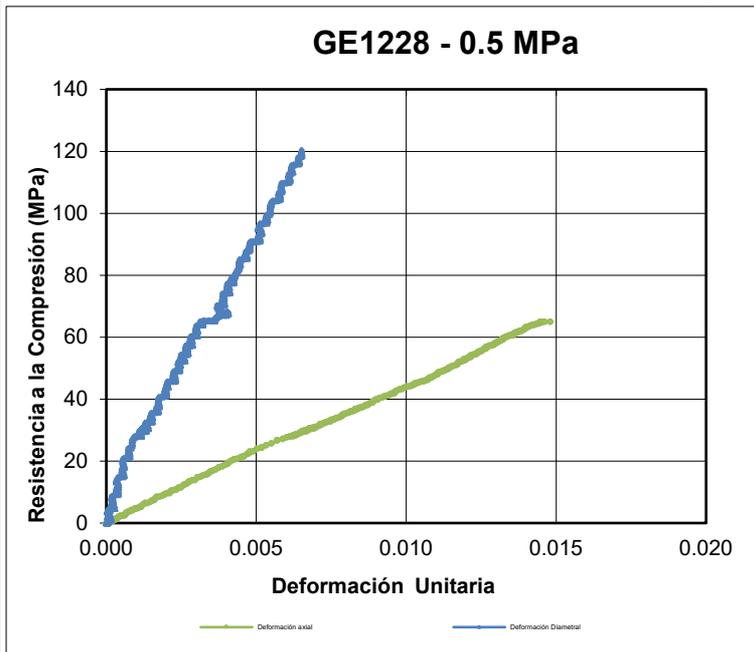
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGG-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-16
ID Laboratorio	: GE1228	Litología	: -

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COTN-16
ID Laboratorio : GE1228	Litología : -

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 0.5 MPa		ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 1.1 MPa	
			
GE1228-1_ANTES	GE1228-1_DESPUES	GE1228-2_ANTES	GE1228-2_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

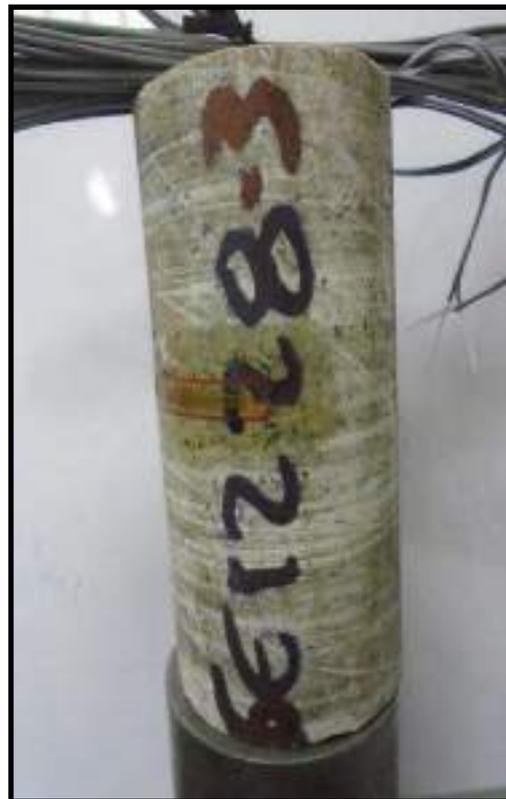
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COTN-16
ID Laboratorio : GE1228	Litología : -

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO
2.2 MPa



GE1228-3_ANTES



GE1228-3_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

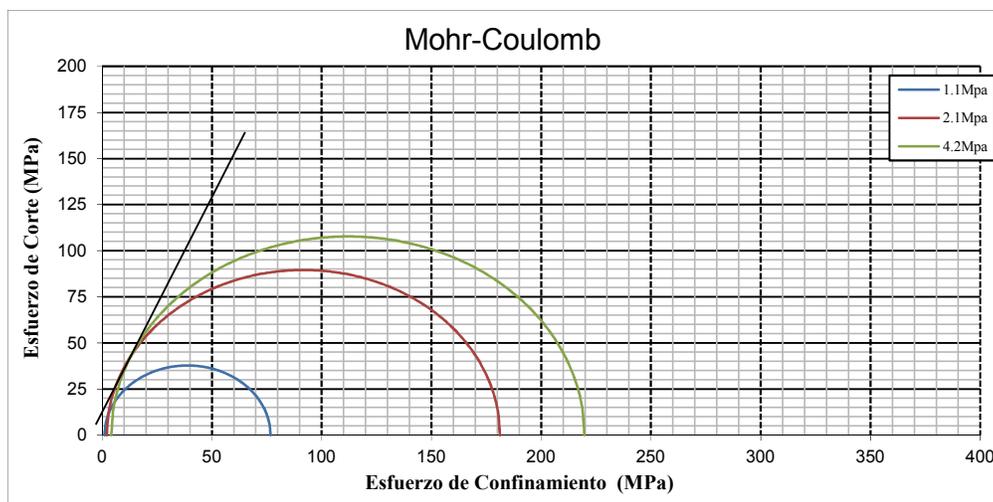
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COUG-09
ID Lab.	: GE1241	Litología	: 49

PARAMETROS DE RESISTENCIA	
COHESION (MPa)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
10.0	65.1

DATOS DE MUESTRA				
Especimen	N°	1	2	3
Código		GE1241	GE1241	GE1241
Profundidad	m	346.05-346.5		
Confinamiento	MPa	1.1	2.1	4.2
Esfuerzo de Corte	MPa	75.60	179.10	215.50
Tipo de Ruptura		Diaclasa	Diaclasa	Diaclasa
Constante mi		--		
Módulo de Young	GPa	4.32	5.28	4.61
Relación de Poisson		0.33	0.40	0.19
Altura	cm	12.26	12.2	12.2
Diámetro	cm	6.10	6.10	6.10
Relación (L/D)		2.0	2.0	2.0



Observaciones: _____

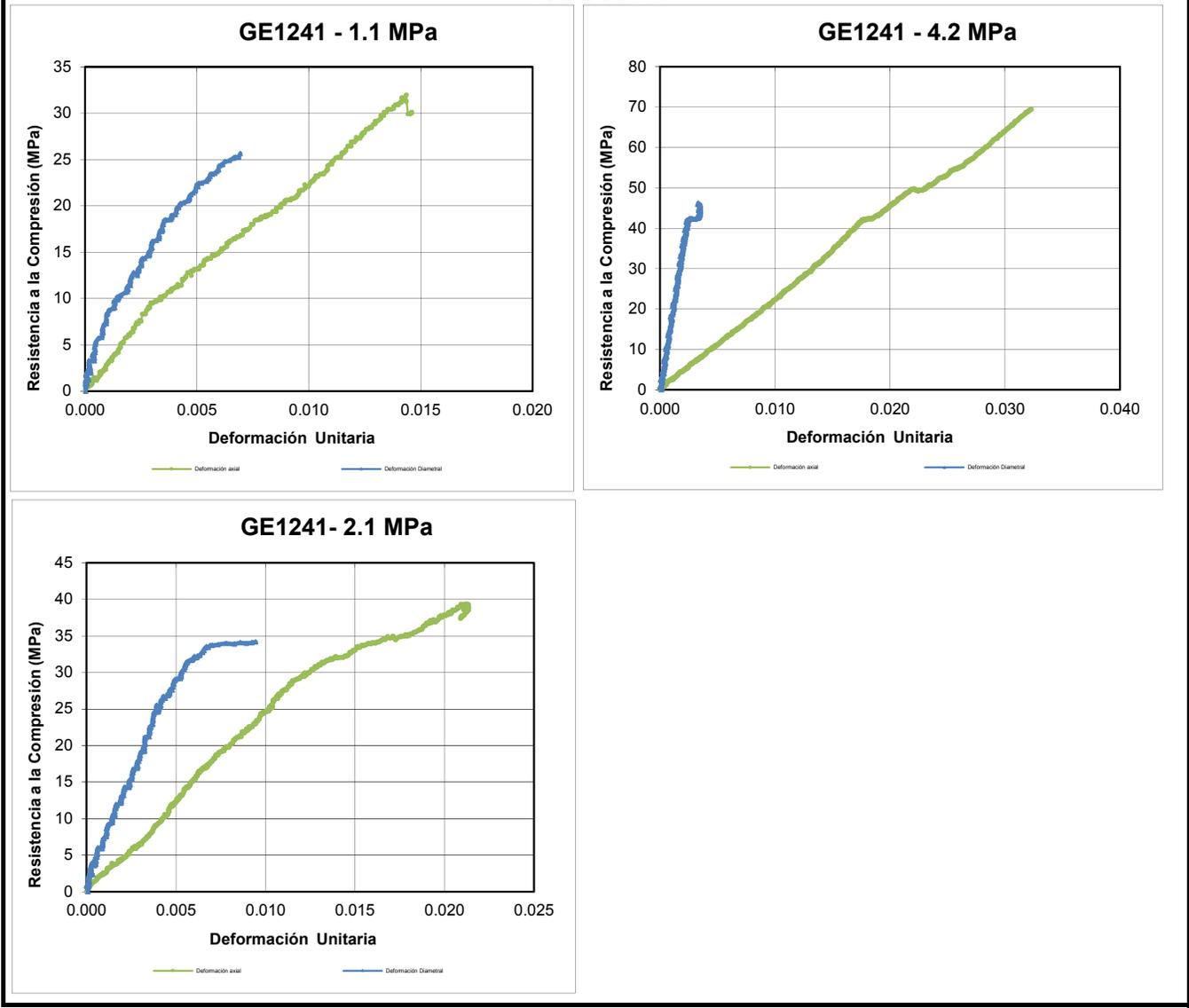
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COUG-09
ID Laboratorio	: GE1241	Litología	: 49

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COUG-09
ID Laboratorio : GE1241	Litología : 49

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 1.1 MPa		ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 2.1 MPa	
			
GE1241-1_ANTES	GE1241-1_DESPUES	GE1241-2_ANTES	GE1241-2_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COUG-09
ID Laboratorio : GE1241	Litología : 49

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO
4.2 MPa



GE1241-3_ANTES



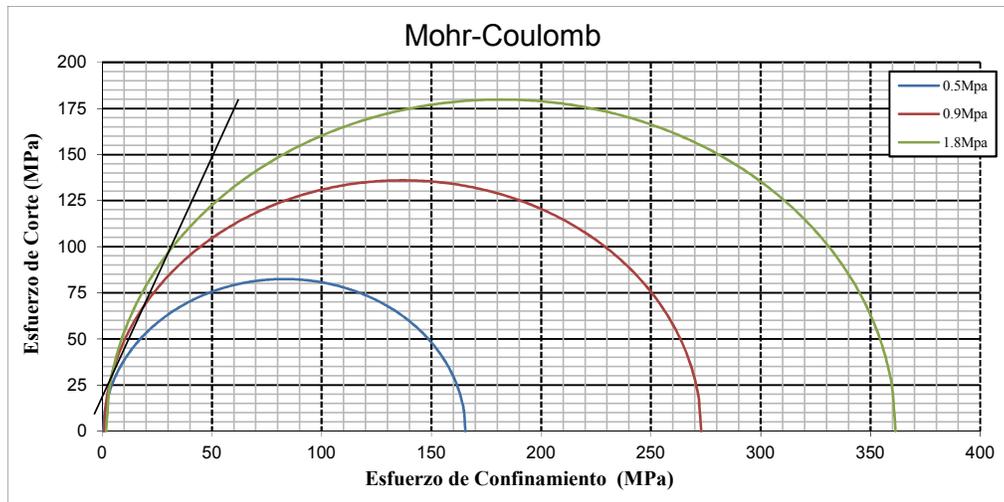
GE1241-3_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS			
ASTM D7012-14 / METODO "B"			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huida
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-02
ID Lab.	: GE1230	Litología	: 54

PARAMETROS DE RESISTENCIA	
COHESION (MPa)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
15.0	70.0

DATOS DE MUESTRA				
Especimen	N°	1	2	3
Código		GE1230	GE1230	GE1230
Profundidad	m	146.55-147.10		
Confinamiento	MPa	0.5	0.9	1.8
Esfuerzo de Corte	MPa	165.00	272.00	359.60
Tipo de Ruptura		Diaclasa	Diaclasa	Diaclasa
Constante mi		--		
Módulo de Young	GPa	2.81	3.75	7.50
Relación de Poisson		--	0.40	--
Altura	cm	12.40	12.45	12.35
Diámetro	cm	6.10	6.10	6.10
Relación (L/D)		2.0	2.0	2.0



Observaciones: _____

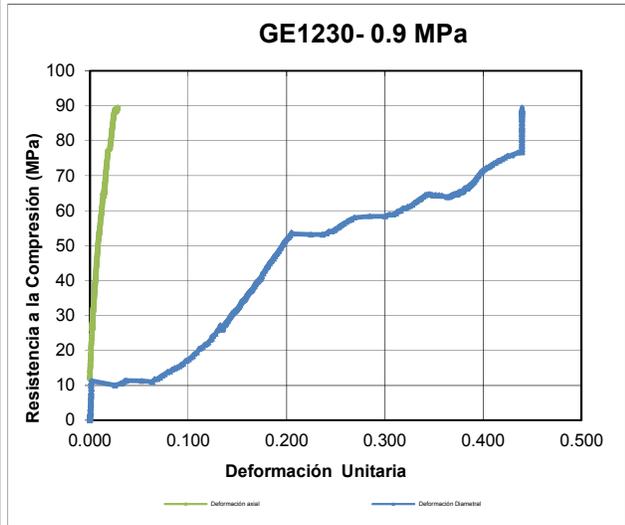
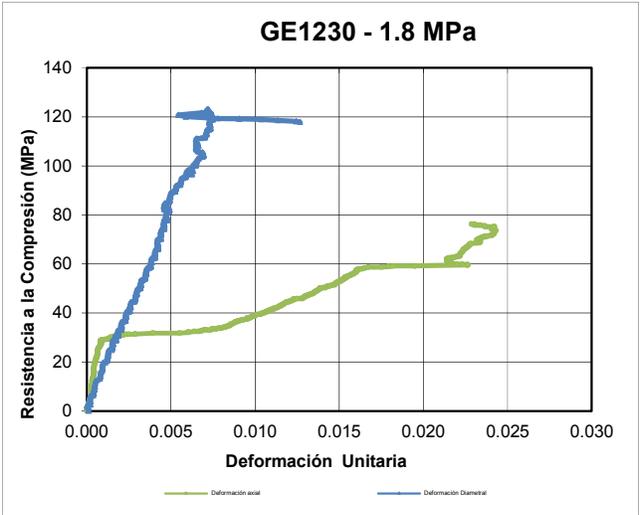
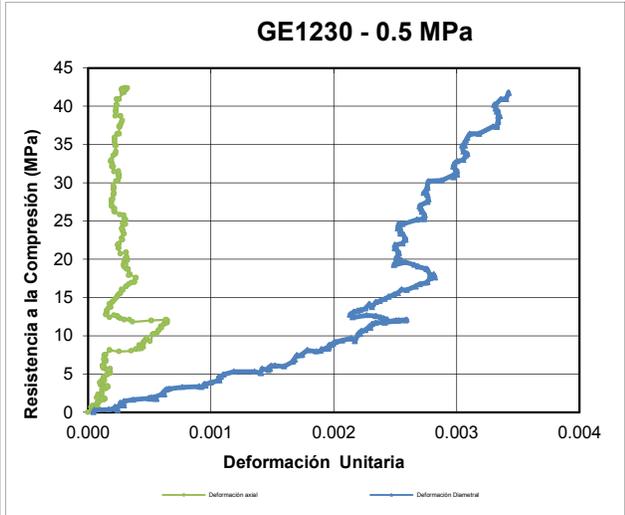
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huida
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-02
ID Laboratorio	: GE1230	Litología	: 54

GRAFICOS



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad		Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio		LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS ASTM D7012-14 / METODO "B"			
Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huida
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COTN-02
ID Laboratorio	: GE1230	Litología	: 54

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 0.5 MPa		ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 0.9 MPa	
			
GE1230-1_ANTES	GE1230-1_DESPUES	GE1230-2_ANTES	GE1230-2_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huida
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COTN-02
ID Laboratorio : GE1230	Litología : 54

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO
1.8 MPa



GE1230-3_ANTES



GE1230-3_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

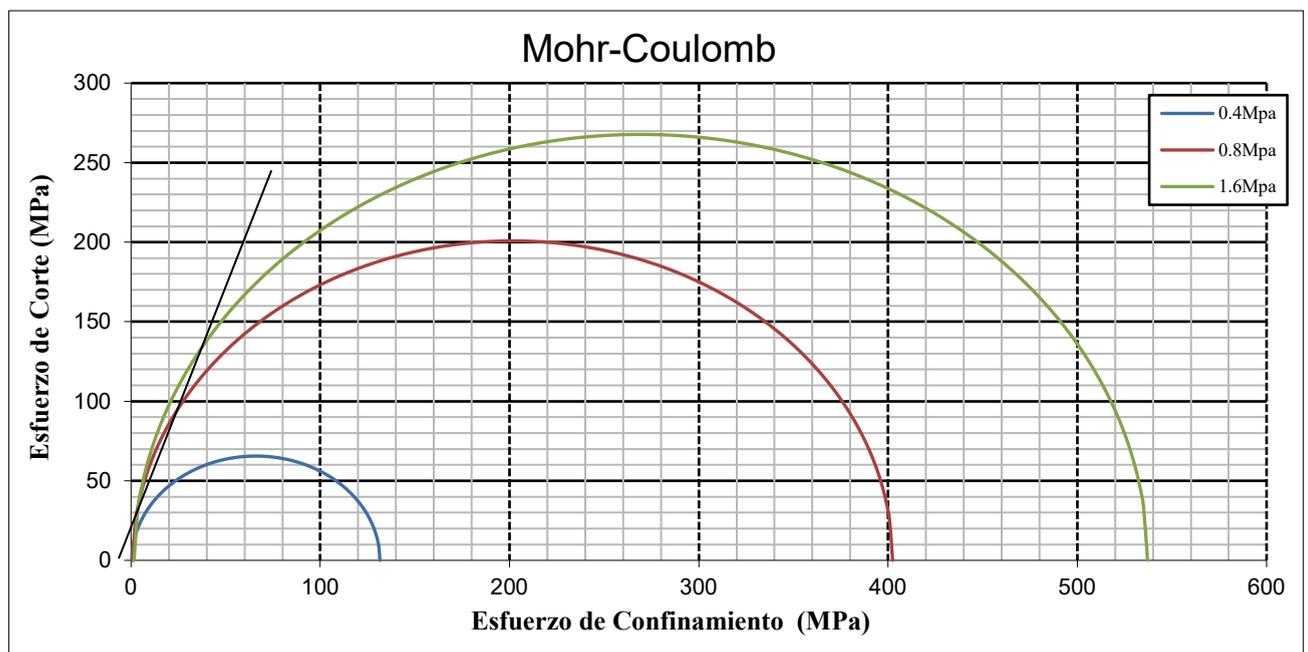
Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COUG-01
ID Lab.	: GE1252	Litología	: 56

PARAMETROS DE RESISTENCIA	
COHESION (MPa)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
15.0	74.5

DATOS DE MUESTRA				
Espécimen	N°	1	2	3
Código		GE1252	GE1252	GE1252
Profundidad	m	130.14-130.51		
Confinamiento	MPa	0.4	0.8	1.6
Esfuerzo de Corte	MPa	131.10	401.60	535.50
Tipo de Ruptura		Diaclasa	Diaclasa	Diaclasa
Constante mi		---		
Módulo de Young	GPa	6.41	8.30	4.58
Relación de Poisson		0.34	0.35	---
Altura	cm	12.25	12.35	12.45
Diámetro	cm	6.10	6.10	6.10
Relación (L/D)		2.0	2.0	2.0



Observaciones:

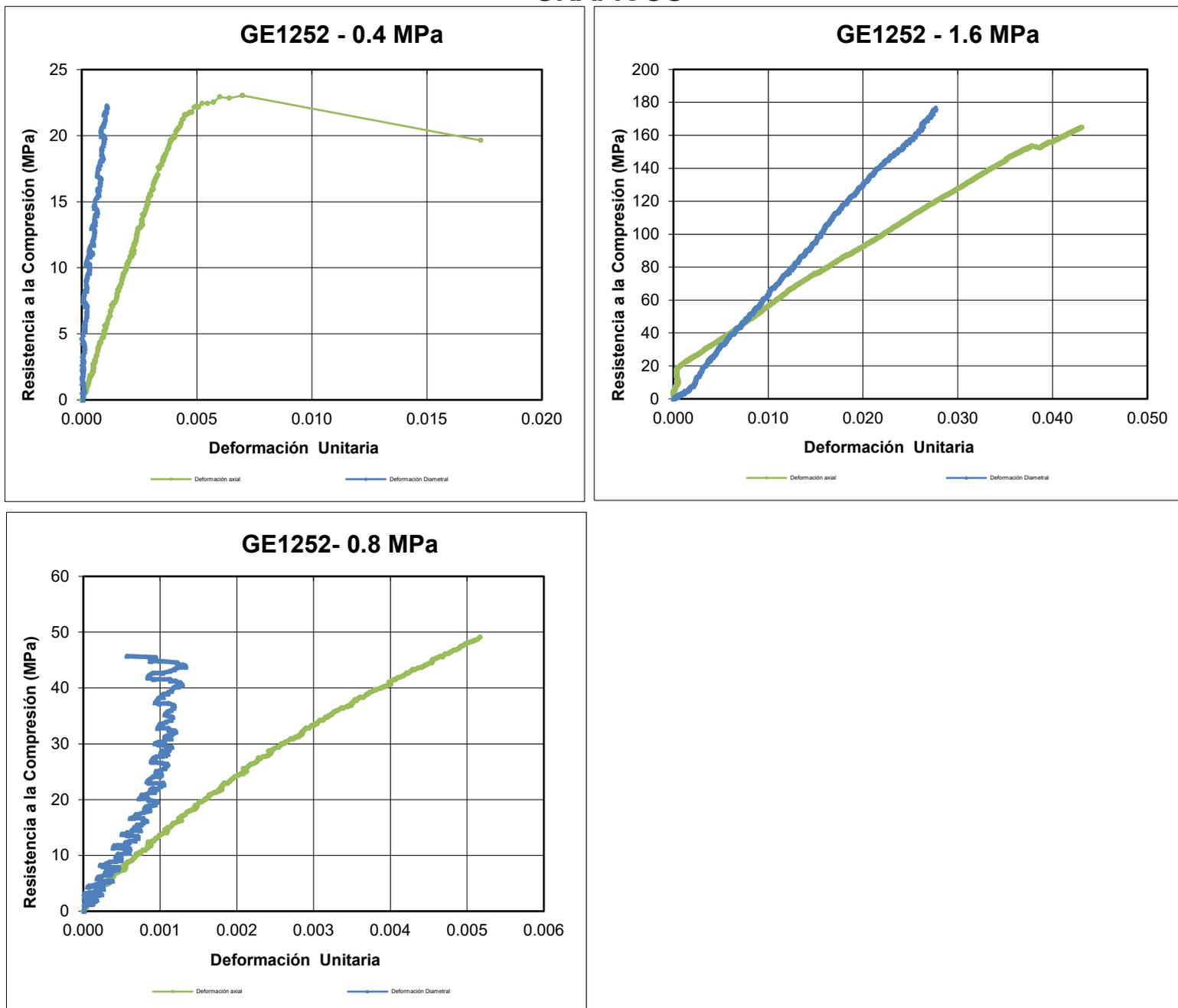
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE17-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Jorge Pulido
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 15/02/2019	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1252	Litología	: 56

GRAFICOS



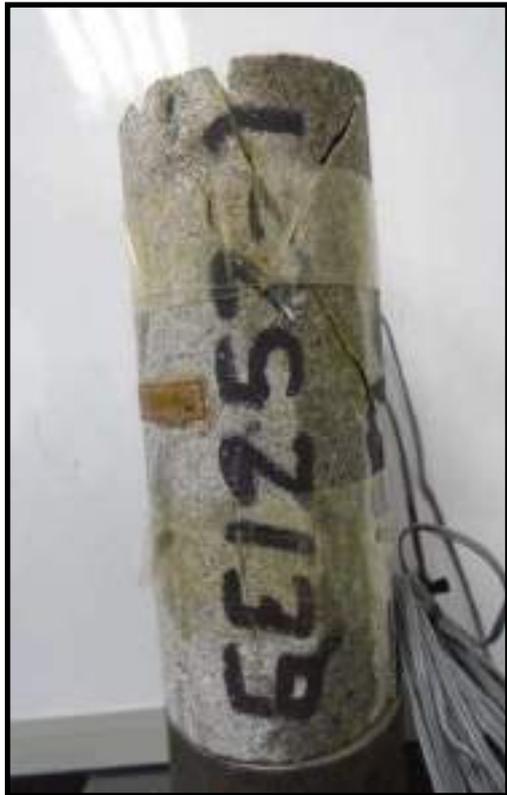
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COUG-01
ID Laboratorio : GE1252	Litología : 56

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 0.4 MPa		ESFUERZO DE CONFINAMIENTO 0.8 MPa	
			
GE1252-1_ANTES	GE1252-1_DESPUES	GE1252-2_ANTES	GE1252-2_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad	Control de documentos	
Registro de Calidad Laboratorio	LAB-PER-ME-ETR-R06	Rev. 0

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRIAXIAL CON MÓDULOS ELÁSTICOS
ASTM D7012-14 / METODO "B"

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelo - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE17-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Jorge Pulido
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 15/02/2019	Muestra : COUG-01
ID Laboratorio : GE1252	Litología : 56

FOTOS

ESFUERZO DE CONFINAMIENTO
1.6 MPa



GE1252-3_ANTES



GE1252-3_DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad						Control de documentos									
Registro de Calidad Laboratorio						LAB-PER-ME-ETR-R01		Rev. 0							
INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL ASTM D5731 -16															
Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70						N° Solicitud : LGGA-SE18-0052									
N° Proyecto : -						Solicitante : Ing. Gian Ticona									
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.						Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa									
Ubicación : Cusco						Revisado Por : Ing. José Castro									
Fecha : 26/12/2018						Muestra : COUG-09									
ID Laboratorio : GE1209/GE1210/GE1211						Profundidad : 273.70-280.77									
Muestra Cilíndrica - Carga Axial															
ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)						
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _o ²										
		(mm)	(mm)	A/D											
GE1209	-	61.0	29.60	0.49	2299	1407	61.21	60.07	5.89						
GE1210	-	61.0	30.70	0.50	2384	1157	48.53	48.02	4.71						
GE1211	-	61.0	30.30	0.50	2353	731	31.05	30.63	3.00						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Tipo de Falla:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Perpendicular</td> <td style="padding: 5px;">L</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Paralelo</td> <td style="padding: 5px;">//</td> </tr> </table>										Tipo de Falla:		Perpendicular	L	Paralelo	//
Tipo de Falla:															
Perpendicular	L														
Paralelo	//														
Observaciones :															

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1209/GE1210/GE1211	Profundidad : 273.70-280.77

PANEL DE FOTOS



GE1209-ANTES



GE1209-DESPUES



GE1210-ANTES



GE1210-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1209/GE1210/GE1211	Profundidad : 273.70-280.77

PANEL DE FOTOS



GE1211-ANTES



GE1211-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-09
ID Laboratorio : GE1219/GE1220/GE1221 **Profundidad** : 71.52-87.10

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _e ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1219	-	61.0	30.20	0.50	2346	2663	113.51	111.90	10.97
GE1220	-	61.0	31.00	0.51	2408	1731	71.89	71.28	6.99
GE1221	-	61.0	30.90	0.51	2400	1079	44.95	44.54	4.37

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1219/GE1220/GE1221	Profundidad : 71.52-87.10

PANEL DE FOTOS



GE1219-ANTES



GE1219-DESPUES



GE1220-ANTES



GE1220-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-09
ID Lab.	: GE1219/GE1220/GE1221	Profundidad	: 71.52-87.10

PANEL DE FOTOS



GE1221-ANTES



GE1221-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-09
ID Laboratorio : GE1234/GE1235/GE1236 **Profundidad** : 40.27-160.25

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _e ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1234	-	61.0	27.20	0.45	2113	2226	105.37	101.46	9.95
GE1235	-	61.0	29.90	0.49	2322	2466	106.21	104.46	10.24
GE1236	-	61.0	29.20	0.48	2268	2270	100.10	97.93	9.60

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1234/GE1235/GE1236	Profundidad : 40.27-160.25

PANEL DE FOTOS



GE1234-ANTES



GE1234-DESPUES



GE1235-ANTES



GE1235-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1234/GE1235/GE1236	Profundidad : 40.27-160.25

PANEL DE FOTOS



GE1236-ANTES



GE1236-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-09
ID Laboratorio : GE1245/GE1246/GE1247 **Profundidad** : 336.08-353.49

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _e ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1245	-	61.0	28.40	0.47	2206	878	39.79	38.69	3.79
GE1246	-	61.0	31.40	0.51	2439	1226	50.26	49.98	4.90
GE1247	-	61.0	29.40	0.48	2283	907	39.73	38.92	3.82

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1245/GE1246/GE1247	Profundidad : 336.08-353.49

PANEL DE FOTOS



GE1245-ANTES



GE1245-DESPUES



GE1246-ANTES



GE1246-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1245/GE1246/GE1247	Profundidad : 336.08-353.49

PANEL DE FOTOS



GE1247-ANTES



GE1247-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-01
ID Laboratorio : GE1256/GE1257/GE1258 **Profundidad** : 110.68-115.81

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D ₀ ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1256	-	61.0	30.10	0.49	2338	2829	121.02	119.21	11.69
GE1257	-	61.0	29.30	0.48	2276	2623	115.28	112.86	11.07
GE1258	-	61.0	31.80	0.52	2470	2579	104.43	104.14	10.21

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-01
ID Lab. : GE1256/GE1257/GE1258	Profundidad : 110.68-115.81

PANEL DE FOTOS



GE1256-ANTES



GE1256-DESPUES



GE1257-ANTES



GE1257-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Lab.	: GE1256/GE1257/GE1258	Profundidad	: 110.68-115.81

PANEL DE FOTOS



GE1258-ANTES



GE1258-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-01
ID Laboratorio : GE1266/GE1267 **Profundidad** : 268.70-274.47

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _o ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1266	-	61.0	33.10	0.54	2571	49	1.91	1.92	0.19
GE1267	-	61.0	29.50	0.48	2291	1285	56.07	54.98	5.39

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-01
ID Lab. : GE1266/GE1267	Profundidad : 268.70-274.47

PANEL DE FOTOS



GE1266-ANTES



GE1266-DESPUES



GE1267-ANTES



GE1267-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-01
ID Laboratorio	: GE1273/GE1274	Profundidad	: 316-61-320.37

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D ₀ ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1273	-	61.0	29.90	0.49	2322	201	8.66	8.51	0.83
GE1274	-	61.0	28.70	0.47	2229	157	7.04	6.86	0.67

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

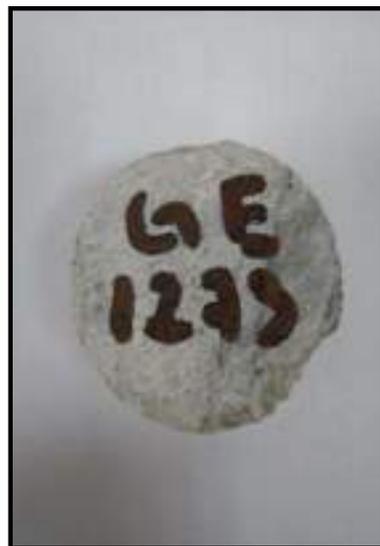
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-01
ID Lab. : GE1273/GE1274	Profundidad : 316-61-320.37

PANEL DE FOTOS



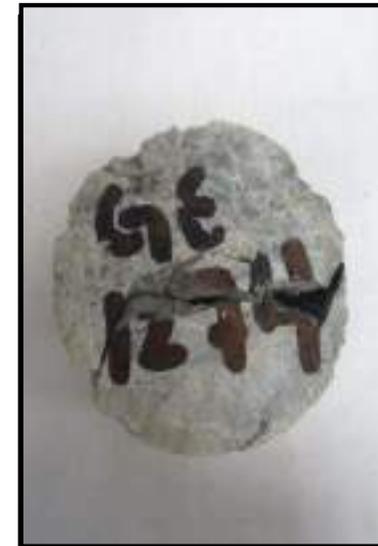
GE1273-ANTES



GE1273-DESPUES



GE1274-ANTES



GE1274-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-09
ID Laboratorio : GE1282/GE1283/GE1284 **Profundidad** : 256.10-270.49

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D ₀ ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1282	-	61.0	28.80	0.47	2237	932	41.65	40.62	3.98
GE1283	-	61.0	30.20	0.50	2346	696	29.68	29.26	2.87
GE1284	-	61.0	29.90	0.49	2322	858	36.95	36.34	3.56

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1282/GE1283/GE1284	Profundidad : 256.10-270.49

PANEL DE FOTOS



GE1282-ANTES



GE1282-DESPUES



GE1283-ANTES



GE1283-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

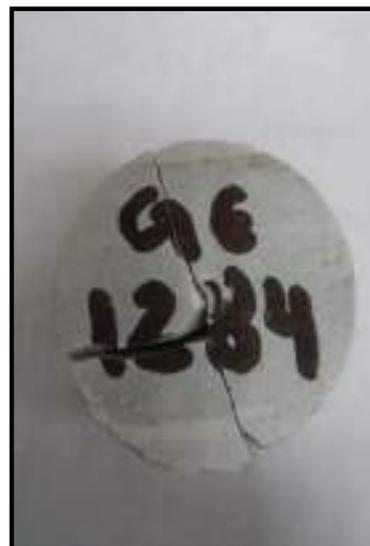
**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-09
ID Lab. : GE1282/GE1283/GE1284	Profundidad : 256.10-270.49

PANEL DE FOTOS



GE1284-ANTES



GE1284-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COTS-02
ID Laboratorio : GE1292/GE1293/GE1294 **Profundidad** : 121.40-126.22

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _e ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1292	-	61.0	25.90	0.42	2012	1456	72.39	68.94	6.76
GE1293	-	61.0	32.70	0.54	2540	1545	60.82	61.03	5.99
GE1294	-	61.0	30.80	0.50	2392	1564	65.39	64.74	6.35

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COTS-02
ID Lab. : GE1292/GE1293/GE1294	Profundidad : 121.40-126.22

PANEL DE FOTOS



GE1292-ANTES



GE1292-DESPUES



GE1293-ANTES



GE1293-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COTS-02
ID Lab.	: GE1292/GE1293/GE1294	Profundidad	: 121.40-126.22

PANEL DE FOTOS



GE1294-ANTES



GE1294-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-14
ID Laboratorio : GE1303/GE1304/GE1305 **Profundidad** : 160.02-162.96

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D ₀ ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1303	-	61.0	27.60	0.45	2144	574	26.76	25.85	2.54
GE1304	-	61.0	31.60	0.52	2454	476	19.38	19.30	1.89
GE1305	-	61.0	31.40	0.51	2439	990	40.61	40.39	3.96

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-14
ID Lab. : GE1303/GE1304/GE1305	Profundidad : 160.02-162.96

PANEL DE FOTOS



GE1303-ANTES



GE1303-DESPUES



GE1304-ANTES



GE1304-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-14
ID Lab. : GE1303/GE1304/GE1305	Profundidad : 160.02-162.96

PANEL DE FOTOS



GE1305-ANTES



GE1305-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14
ID Laboratorio	: GE1313/GE1314/GE1315	Profundidad	: 146.42-149.32

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D ₀ ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1313	-	61.0	26.10	0.43	2027	2192	108.12	103.14	10.11
GE1314	-	61.0	33.60	0.55	2610	3570	136.79	138.11	13.54
GE1315	-	61.0	35.00	0.57	2718	1530	56.28	57.35	5.62

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-14
ID Lab. : GE1313/GE1314/GE1315	Profundidad : 146.42-149.32

PANEL DE FOTOS



GE1313-ANTES



GE1313-DESPUES



GE1314-ANTES



GE1314-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto	: Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud	: LGGA-SE18-0052
N° Proyecto	: -	Solicitante	: Ing. Gian Ticona
Cliente	: Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por	: Tec. Yimi Huisa
Ubicación	: Cusco	Revisado Por	: Ing. José Castro
Fecha	: 26/12/2018	Muestra	: COUG-14
ID Lab.	: GE1313/GE1314/GE1315	Profundidad	: 146.42-149.32

PANEL DE FOTOS



GE1315-ANTES



GE1315-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : COUG-14
ID Laboratorio : GE1323/GE1324 **Profundidad** : 177.72-179.34

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _o ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1323	-	61.0	29.60	0.49	2299	843	36.68	36.00	3.53
GE1324	-	61.0	32.30	0.53	2509	1280	51.01	51.05	5.01

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

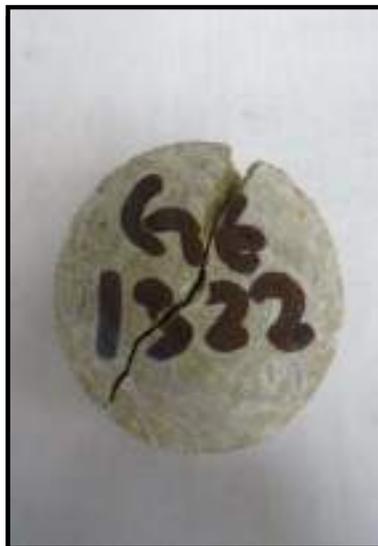
INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : COUG-14
ID Lab. : GE1323/GE1324	Profundidad : 177.72-179.34

PANEL DE FOTOS



GE1323-ANTES



GE1323-DESPUES



GE1324-ANTES



GE1324-DESPUES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

**INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16**

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70 **N° Solicitud** : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : - **Solicitante** : Ing. Gian Ticona
Ciente : Compañía Minera Antapaccay S.A. **Ejecutado Por** : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco **Revisado Por** : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018 **Muestra** : B70-INC1
ID Laboratorio : GE1337 **Profundidad** : 95.77-95.89

Muestra Cilíndrica - Carga Axial

ID Laboratorio	Tipo de Falla	GEOMETRÍA DE LA MUESTRA				Carga Máxima (kg)	I _s Calculado (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (kg/cm ²)	I _{s(50)} Corregido (MPa)
		Diámetro	Altura	Esbeltez	D _e ²				
		(mm)	(mm)	A/D					
GE1337	-	61.0	28.10	0.46	2182	299	13.70	13.29	1.30

Tipo de Falla:

Perpendicular	L
Paralelo	//

Observaciones :

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Manual de Aseguramiento de Calidad Registro de Calidad Laboratorio	Control de documentos	
	LAB-PER-ME-ETR-R01	Rev. 0

INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
ASTM D5731 -16

Proyecto : Ensayos geotécnicos de mecánica de rocas y suelos - botadero 70	N° Solicitud : LGGA-SE18-0052
N° Proyecto : -	Solicitante : Ing. Gian Ticona
Cliente : Compañía Minera Antapaccay S.A.	Ejecutado Por : Tec. Yimi Huisa
Ubicación : Cusco	Revisado Por : Ing. José Castro
Fecha : 26/12/2018	Muestra : B70-INC1
ID Lab. : GE1337	Profundidad : 95.77-95.89

PANEL DE FOTOS



GE1337-ANTES



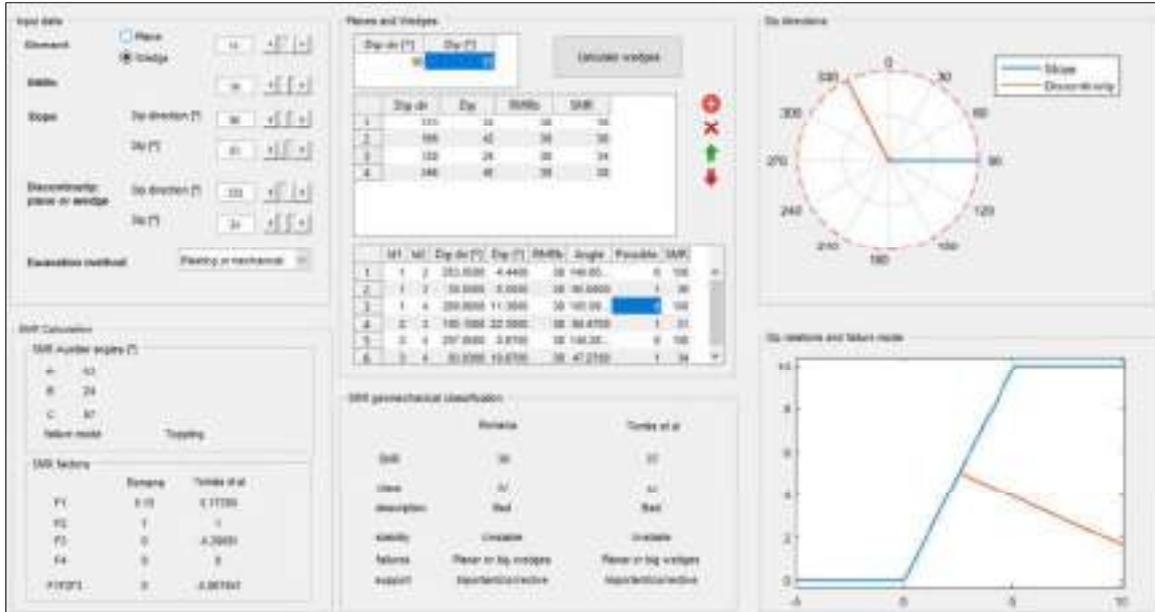
GE1337-DESPUES

ANEXO E

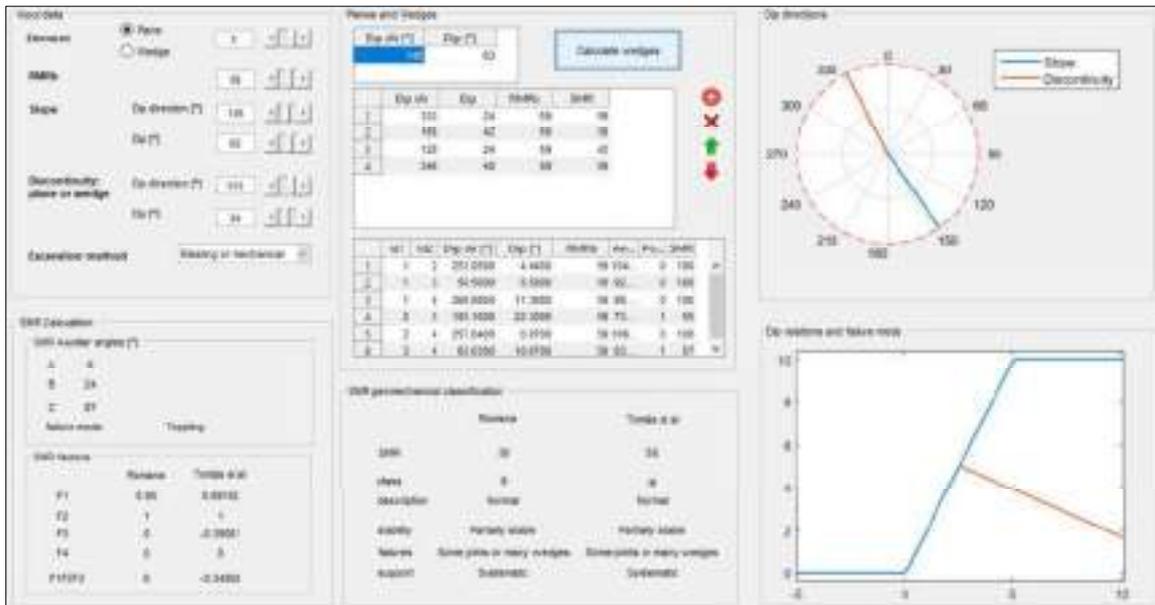
ANALISIS EN EL SOFTWARE GEOTECNICO SMRTool

DOMINIO 1

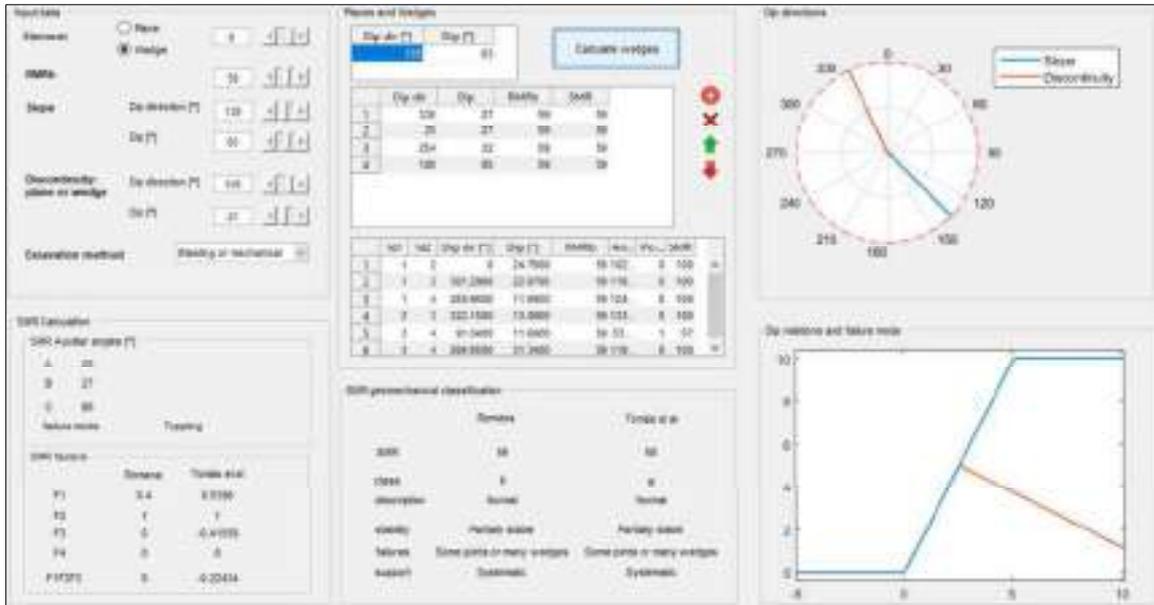
SUBSECTOR 1.1



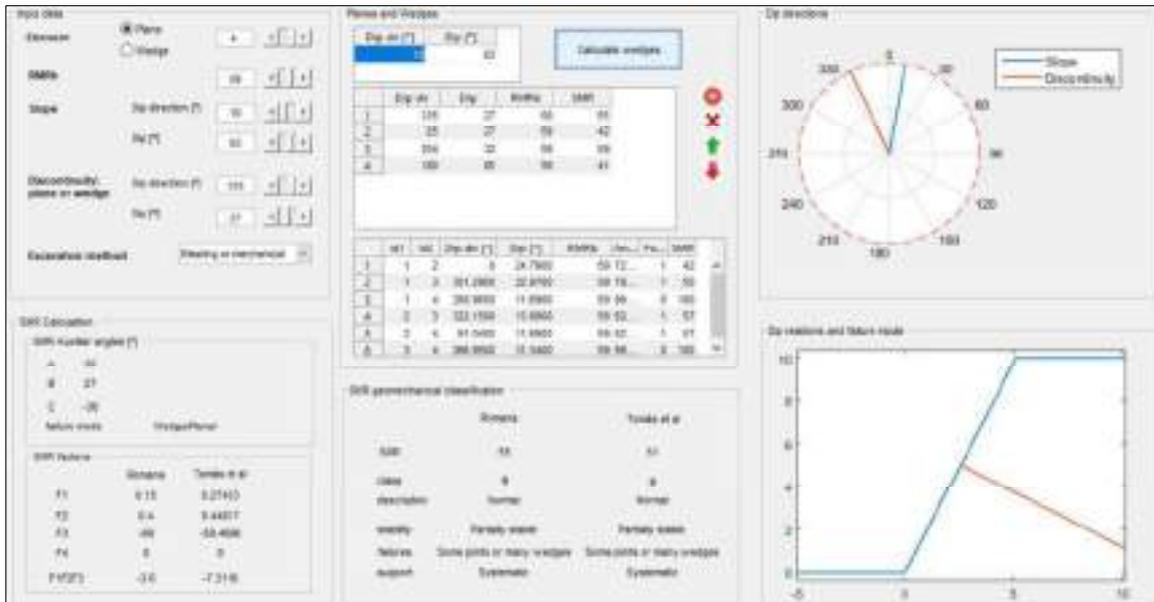
SUBSECTOR 1.2



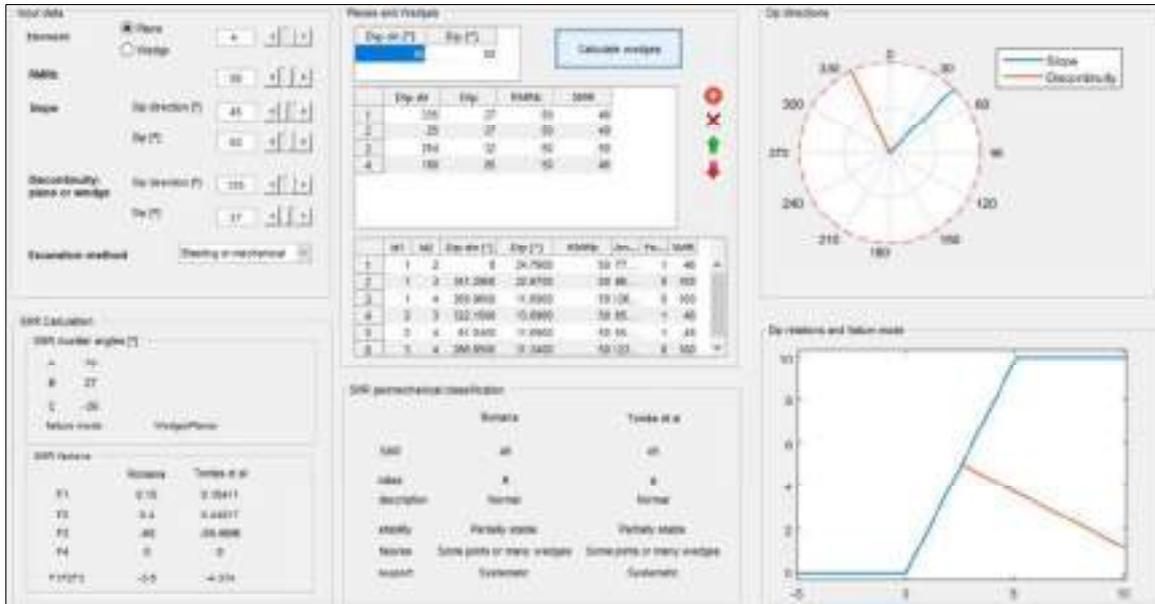
DOMINIO 2
SUBSECTOR 2.1



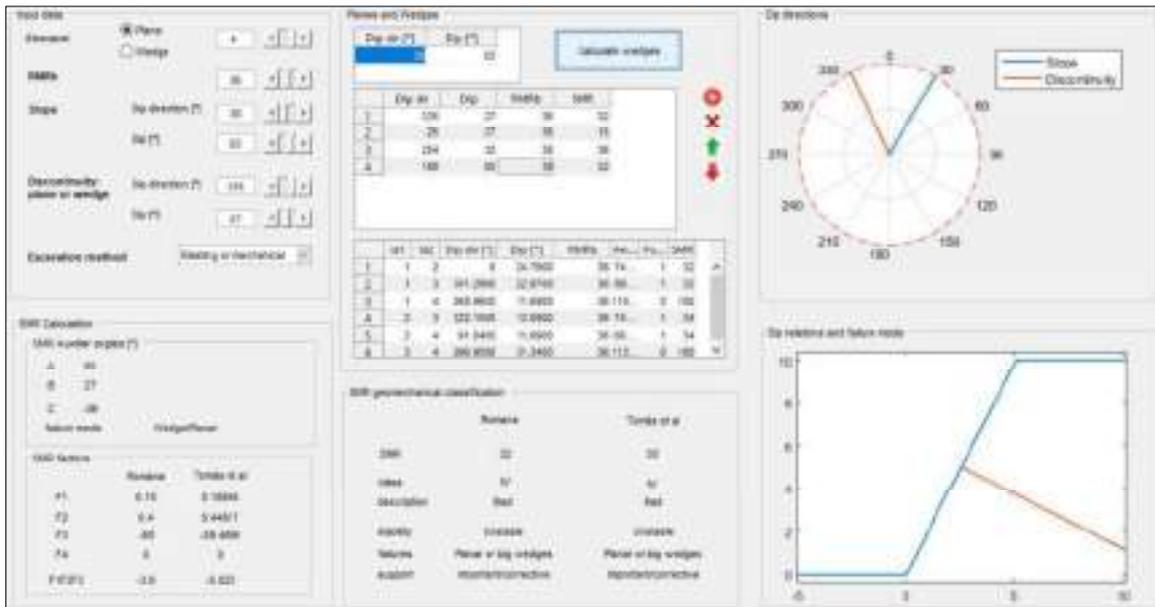
SUBSECTOR 2.2



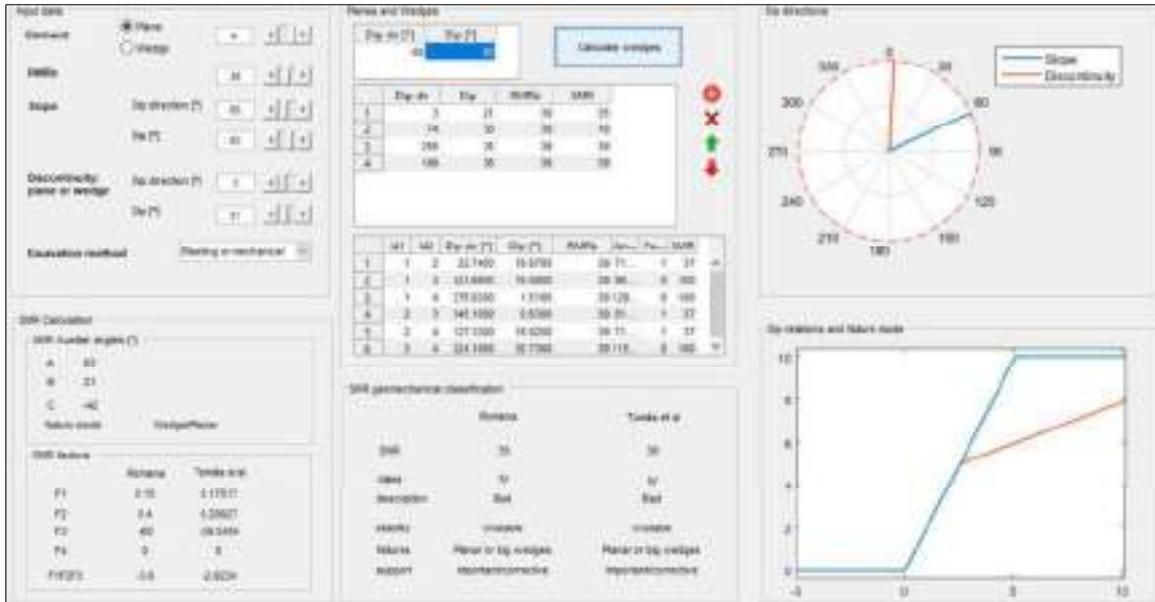
SUBSECTOR 2.3



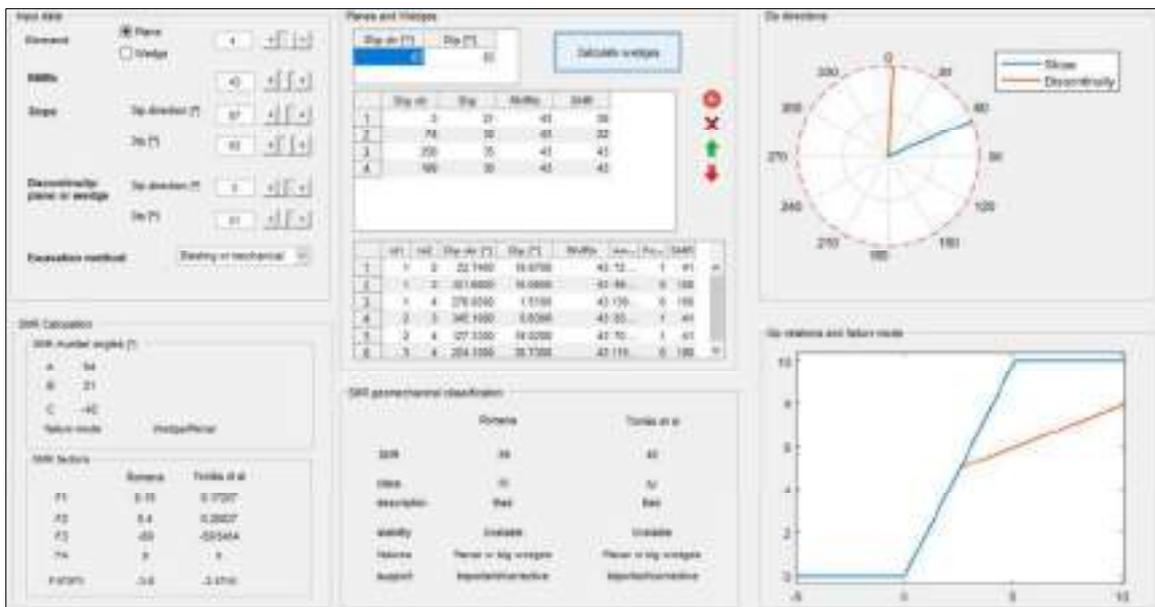
SUBSECTOR 2.4



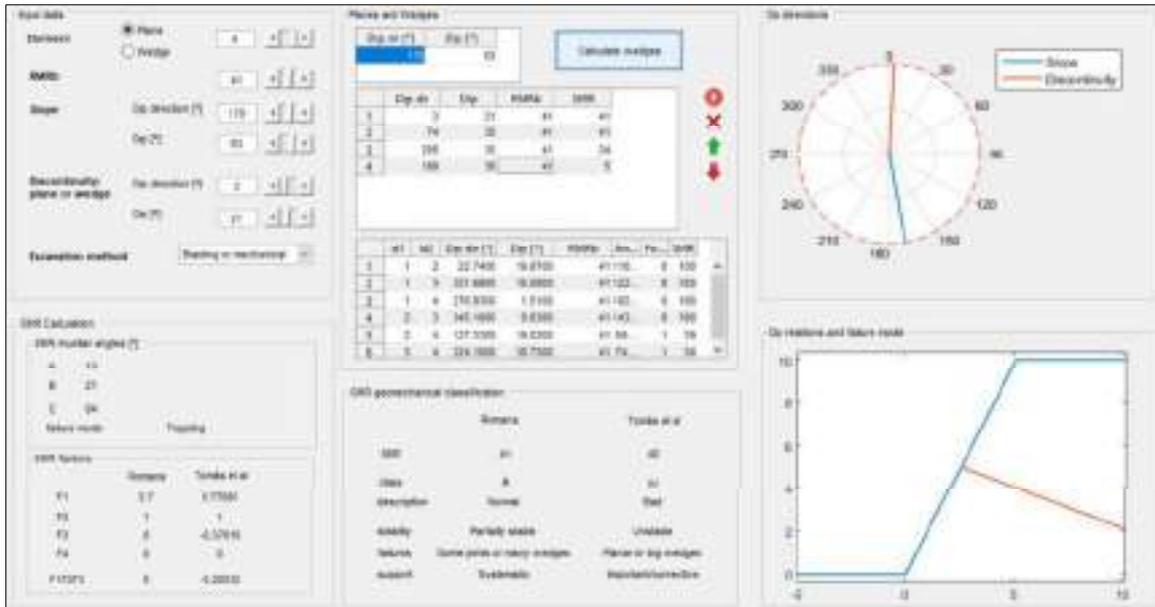
DOMINIO 3
SUBSECTOR 3.1



SUBSECTOR 3.2



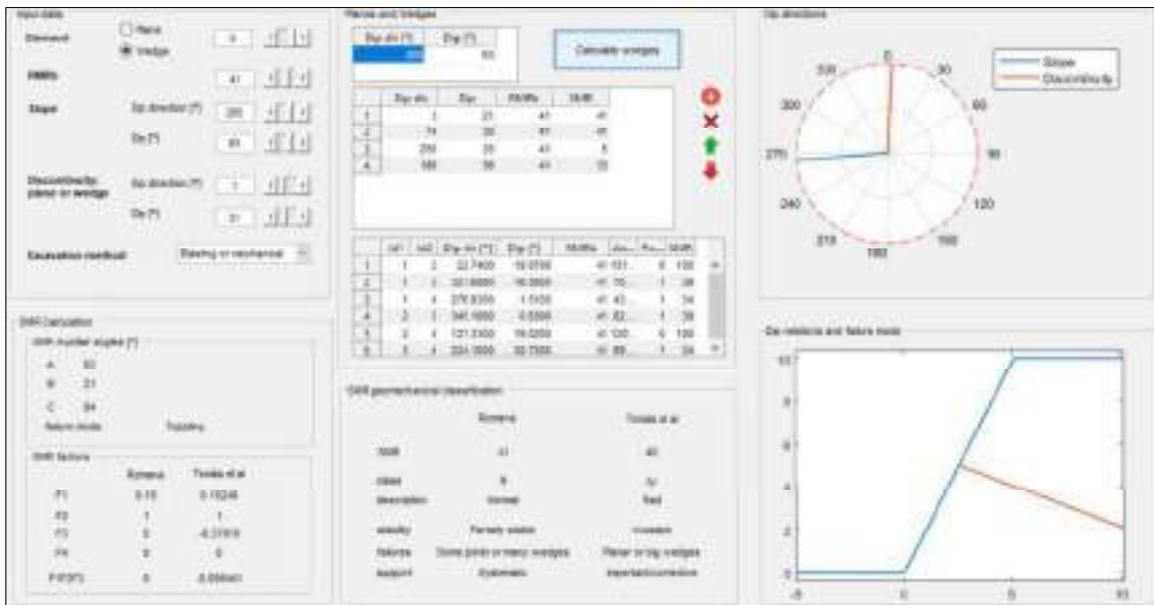
SUBSECTOR 3.3



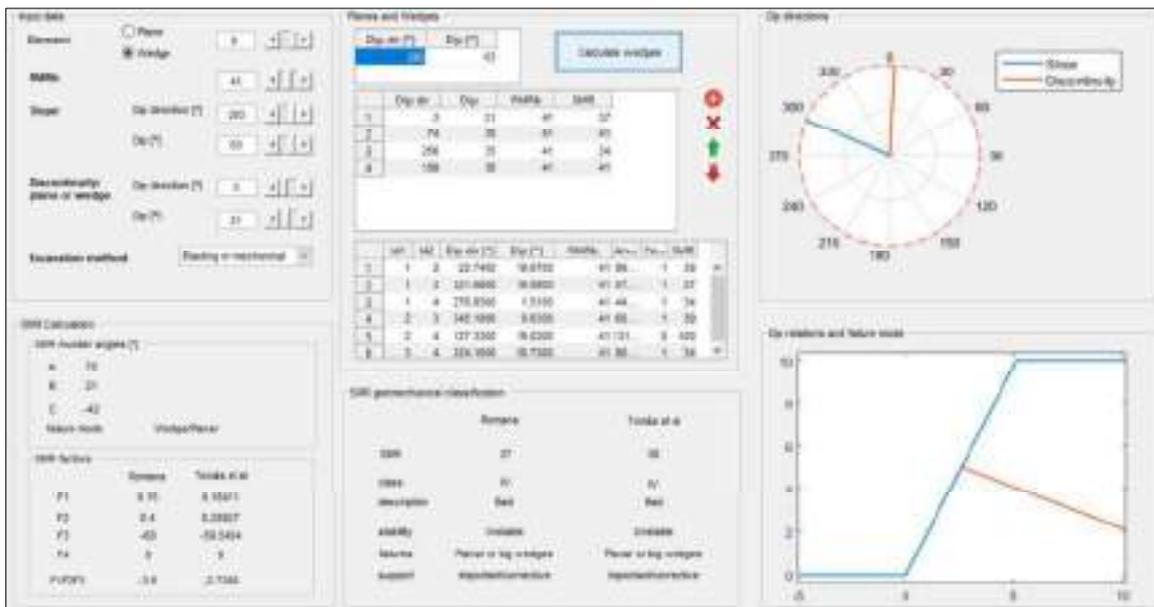
SUBSECTOR 3.4



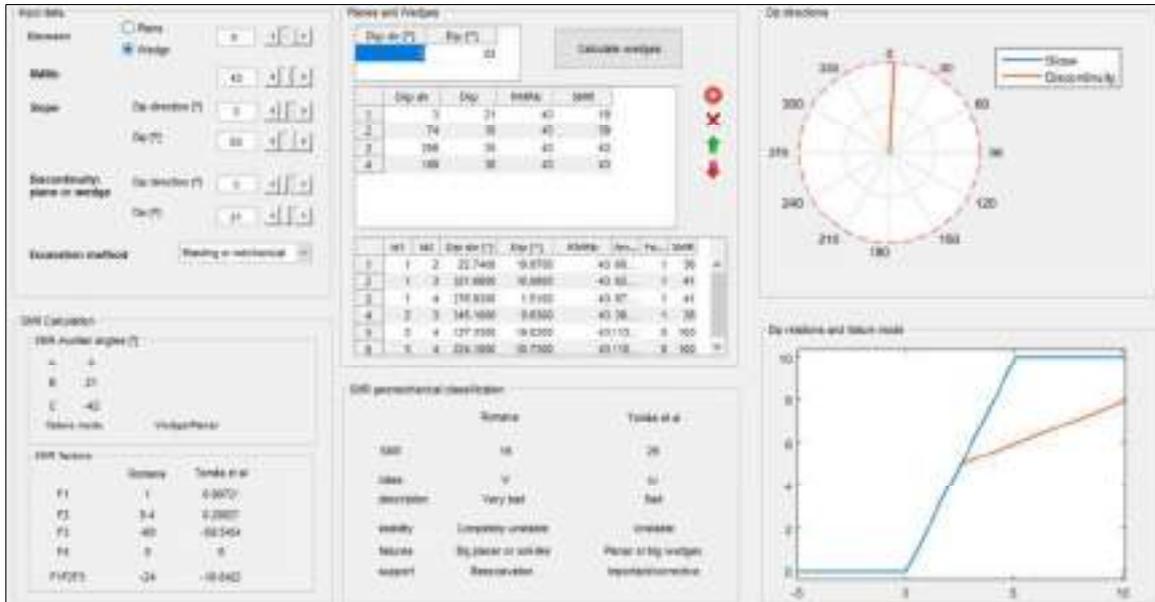
SUBSECTOR 3.5



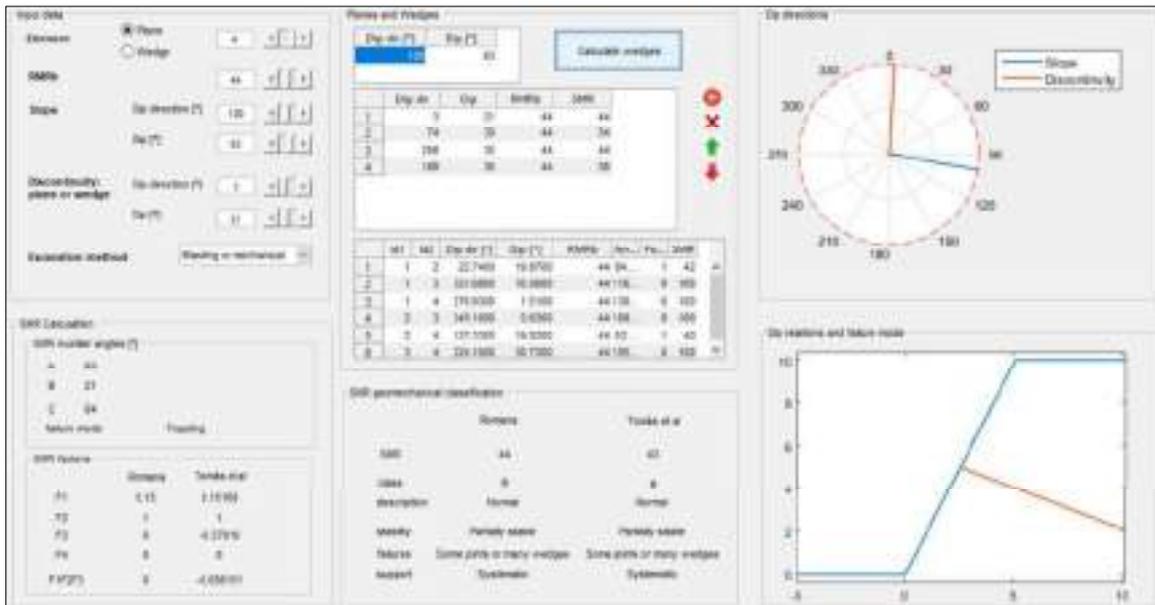
SUBSECTOR 3.6



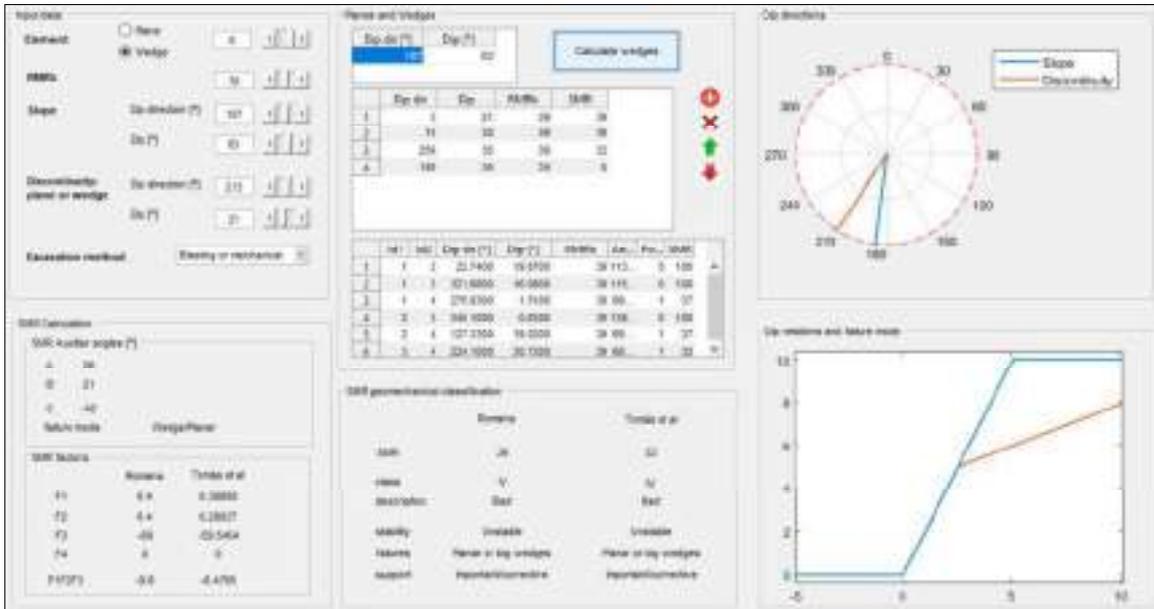
SUBSECTOR 3.7



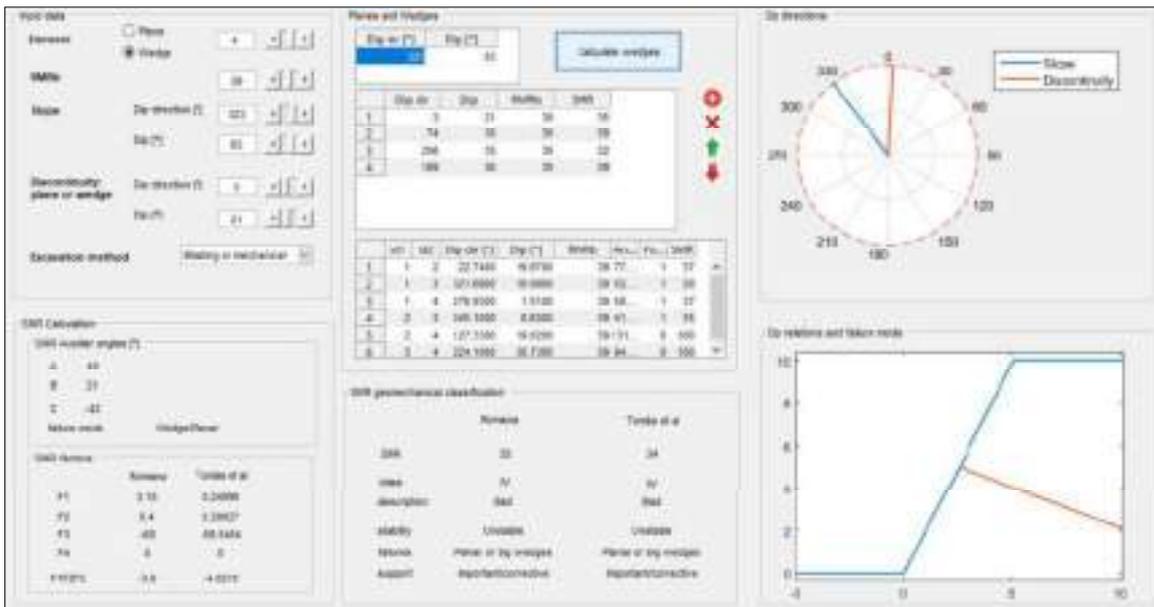
SUBSECTOR 3.8



SUBSECTOR 3.9

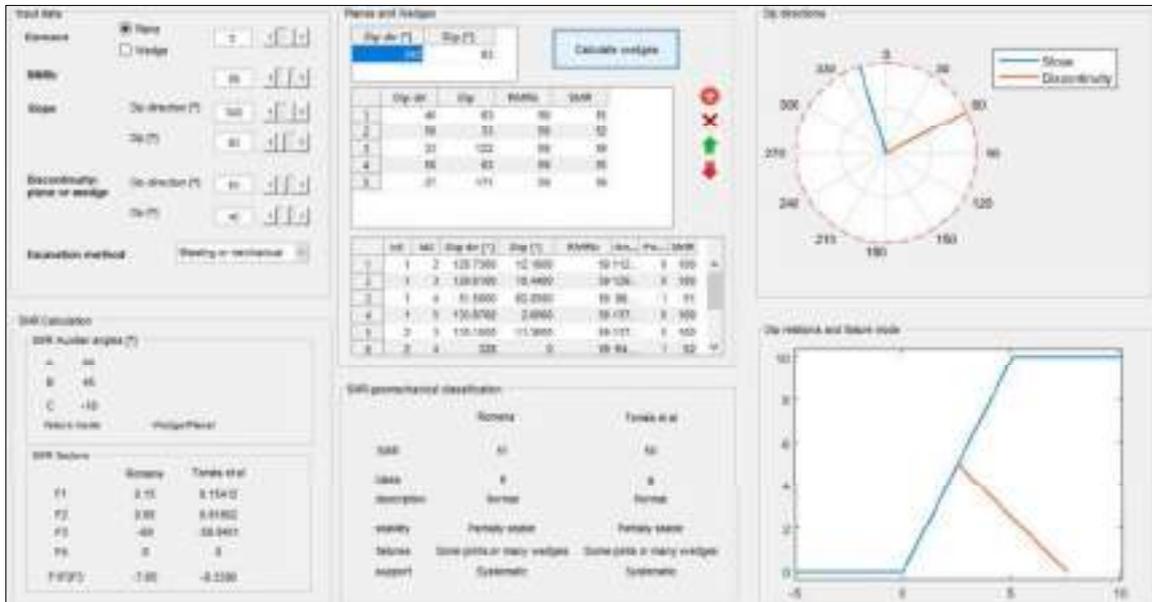


SUBSECTOR 3.10

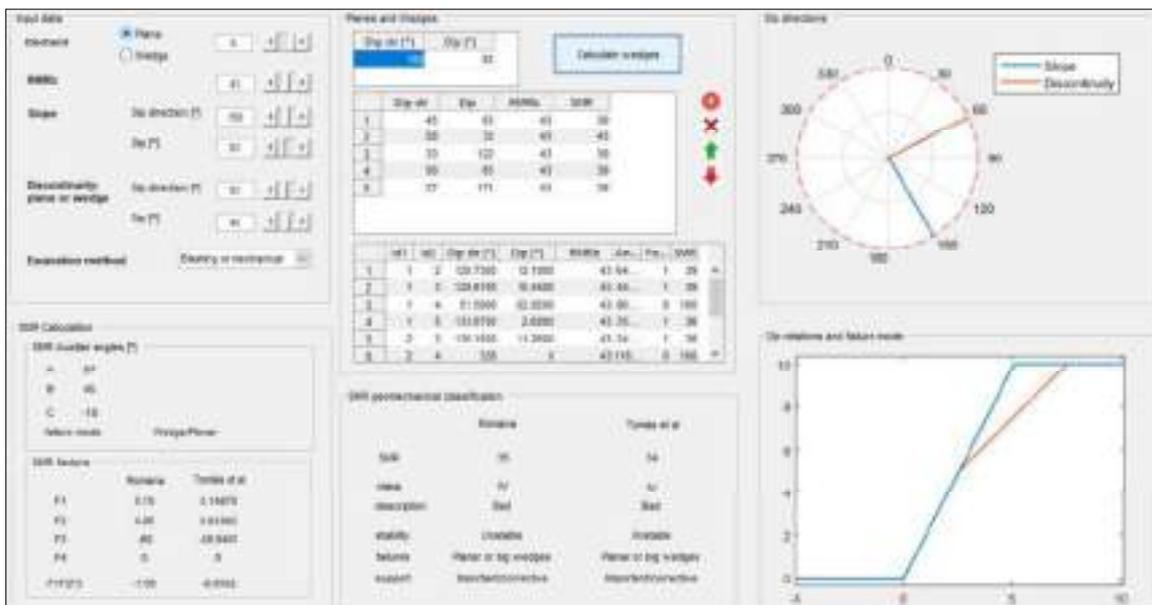


DOMINIO 4

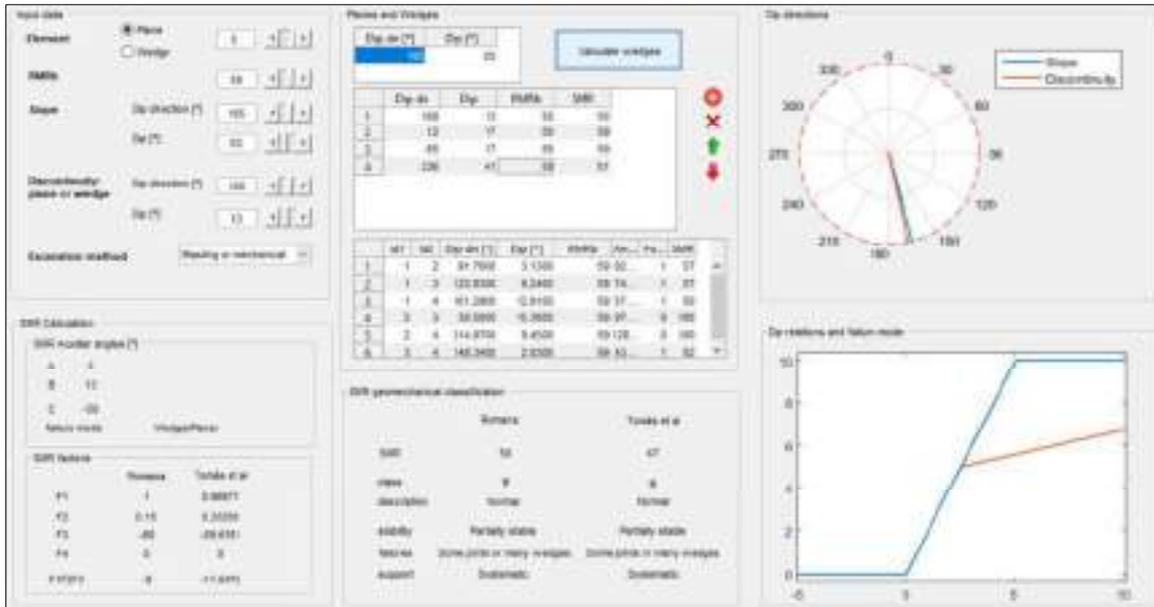
SUBSECTOR 4.1



SUBSECTOR 4.2



DOMINIO 5
SUBSECTOR 5.1



SUBSECTOR 5.2

