

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



T E S I S

**Estudio geomecánico para determinar la estabilidad del macizo
rocoso y diseño de las excavaciones en profundización zona
Aurora nivel 1615 – Proyecto veta Mariela – Atico – Caravelí –
Arequipa – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Hebner Albert CARHUAPOMA RIVAS

Asesor:

Dr. Tito Marcial ARIAS ARZAPALO

Cerro de Pasco – Perú- 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



T E S I S

**Estudio geomecánico para determinar la estabilidad del macizo
rocoso y diseño de las excavaciones en profundización zona
Aurora nivel 1615 – proyecto veta Mariela – Atico – Caravelí –
Arequipa – 2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Reynaldo MEJIA CACERES
PRESIDENTE

Mg. Javier LOPEZ ALVARADO
MIEMBRO

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 135-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

"ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DEL MACIZO ROCOSO Y DISEÑO DE LAS EXCAVACIONES EN PROFUNDIZACIÓN ZONA AURORA NIVEL 1615 – PROYECTO VETA MARIELA – ATICO – CARAVELÍ – AREQUIPA – 2023"

Apellidos y nombres de los tesisistas:

Bach. CARHUAPOMA RIVAS, Hebner Albert

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. ARIAS ARZAPALO, Tito Marcial

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

24%

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 11 de junio del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.06.2024 17:36:25 -05:00

DEDICATORIA

A mi Abuelo y mi Familia:

Con todo cariño dedico este trabajo a mi Abuelo David Rivas en el cielo, a mi madre Lidia Rivas y familiares con todo mi cariño y mi amor, personas que hicieron todo en la vida gracias a sus consejos y aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por mis sueños.

A mi asesor por el tiempo y dedicación, a mis maestros y catedráticos de la escuela de Ing. Geológica por el esfuerzo y tiempo que dedicaron a compartir sus conocimientos, lograron formar el profesional que soy ahora.

AGRADECIMIENTO

Por intermedio del presente me es grato expresar mi sincero agradecimiento al personal de la Oficina de Geomecánica área de Geomecánica de Unidad Mina Croacia - Minera Titán Del Perú S.R.L. por su apoyo, confianza e información.

Me es grato también expresar mi gratitud a la empresa “Ingeniería & Tecnología WISE”, a los docentes de la Escuela de Formación profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Universidad Daniel Alcides Carrión, quienes volcaron en mi persona como estudiante, todos sus conocimientos y experiencias necesarias para fortalecer mi vocación y formación profesional.

Albert Carhuapoma

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo; determinar la estabilidad de las excavaciones en el macizo rocoso y diseño de los tajeos, en profundización con dirección al Oeste de la veta Mariela nivel 1615, donde se viene desarrollando el proyecto de minado actualmente. El propósito es dar condiciones al personal, equipos, procesos(minado), por eso se ha realizado la investigación geotécnica bajo ciertos criterios geotécnicos para la caracterización geomecánica de mecanismos de fallas predominantes en el macizo rocoso, así como la probabilidad de falla (FS) y análisis de sostenimiento para infraestructuras permanentes y temporales, de tal manera que garantice la estabilidad y seguridad del proyecto, conforme la normativa nacional.

Por ello en el presente estudio se desarrolló en los niveles 1665 y nivel 1615, también se evaluó la parte geológica a través de logueo y mapeo geomecánico que nos permitió tomar datos como rumbo y buzamiento para saber el comportamiento de las familias de diaclasas y el tipo de litología en los cruceros, By Pass y veta (VE_820_N, VE_748_W). Geomecanicamente se observa ligeramente humedad en las paredes de las labores con una moderada alteración mecánica, dominio estructural muy marcado en la Caja Techo, predominado en su mayoría por rocas intrusivas como monzodioritas y dioritas. La caracterización geomecánica del macizo rocoso se determina en:

- Caja Techo, clasificándola como una roca tipo III (regular calidad).
- Caja Piso, clasificándola como una roca tipo IV (mala calidad).
- Veta, clasificándola como una roca tipo IV (mala calidad).

El factor de seguridad del nivel y subnivel del minado es mayor 1.3(FS) en la Caja Techo, sin embargo, en la Caja Piso hay factores 1.04.

Palabras clave: Geomecánica, geología, logueo geotécnico, mapeo geomecánico, factor de seguridad, análisis de inestabilidad, discontinuidad, cuñas.

ABSTRACT

The research aims to; to determine the stability of the excavations in the rock mass and design of the cuts, in deepening towards the west of the Mariela vein level 1615, where the mining project is currently being developed. The purpose is to provide conditions to the personnel, equipment, processes (mining), that is why the geotechnical investigation has been carried out under certain geotechnical criteria for the geomechanical characterization of prevailing fault mechanisms in the rock massif, as well as the probability of failure (FS) and sustainment analysis for permanent and temporary infrastructures, in such a way as to guarantee the stability and safety of the project. in accordance with national regulations.

For this reason, in the present study it was developed at levels 1665 and level 1615, the geological part was also evaluated through logging and geomechanical mapping that allowed us to take data such as heading and dip to know the behavior of the families of joints and the type of lithology in the cruises, By Pass and vein (VE_820_N, VE_748_W). Geomechanically, slight humidity is observed in the walls of the works with a moderate mechanical alteration, a very marked structural dominance in the Roof Box, mostly dominated by intrusive rocks such as monzodiorites and diorites. The geomechanical characterization of the rock mass is determined in:

- Ceiling Box, classifying it as a type III rock (regular quality).
- Floor Box, classifying it as a type IV rock (poor quality).
- Vein, classifying it as a type IV rock (poor quality).

The safety factor of the mining level and sublevel is greater than 1.3 (FS) in the Ceiling Box, however, in the Floor Box there are factors of 1.04.

Keywords: Geomechanics, geology, geotechnical logging, geomechanical mapping, safety factor, instability analysis, discontinuity, wedges.

INTRODUCCIÓN

La minera Unidad Mina Croacia - Minera Titán Del Perú S.R.L. de Caravelí tiene un sistema de mineralización que se encuentra en forma de vetas angostas emplazados en rocas Monzonitas, Monzodioritas, Dioritas y Andesitas, moderadamente fracturadas y meteorizadas siguiendo la dirección de la falla principal de la veta Mariela, falla que presenta fuerte fracturamiento y brechamientos, con una ligera humedad en las paredes las cuales originan un comportamiento geomecánico débil inestable originando inestabilidad geomecánica mediante desprendimiento de rocas, formación de cuñas en los hastiales y corona de las labores subterráneas al seguir profundizando a lo largo del nivel 1615, Dentro de los principales problemas de inestabilidad del macizo rocoso en veta Mariela es la convergencia de fallas pre-mineralizadas longitudinales y trasversales que ocasionan desplazamientos de los bloques de rocas en las labores de preparación y explotación.

El problema se plantea en: ¿Inestabilidad de las excavaciones en el macizo rocoso en las zonas de tajeo en profundización y que no se cuenta con un análisis de estudio Geomecánico de estabilidad del macizo rocoso para el control de estabilidad Geotécnico y diseño de excavaciones en profundización? Cuya hipótesis es la estimación de los parámetros Geomecánico y Geotécnicos del macizo rocoso determinan el control de estabilidad en la veta Mariela nivel 1615.

La justificación es dar condiciones al personal, equipos, procesos(minado) y medio ambiente, por eso se ha realizado la investigación geotécnica y determinar la estabilidad de las excavaciones en el macizo rocoso en las zonas de profundización y desarrollos en dirección al Oeste de la veta Mariela nivel 1615, teniendo en cuenta el grado de fracturamiento en la masa rocosa según su zoneamiento. Mediante los parámetros geomecánicos definiremos las alternativas de estabilidad del macizo rocoso.

La investigación se desarrolla en cuatro (04) capítulos: El Capítulo I contiene planteamiento del problema de investigación. El Capítulo II, el marco teórico de la

investigación. En el capítulo III, metodología y técnicas de investigación. En el capítulo IV; se realiza el análisis y discusión de resultados, exponiéndose los resultados a la vez contrastándose con la hipótesis, conclusiones y recomendaciones finales.

El Autor.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Delimitación espacial	2
1.2.2.	Delimitación temporal	2
1.2.3.	Delimitación conceptual	2
1.3.	Formulación del problema	2
1.3.1.	Problema General.....	2
1.3.2.	Problema Específicos	2
1.4.	Formulación de objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo General.....	3
1.4.2.	Objetivo Específico	3
1.5.	Justificación de la investigación	3
1.5.1.	Importancia y alcances de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.1.1.	Antecedentes Nacionales	5
2.1.2.	Antecedentes Locales.....	6

2.2.	Bases Teóricas - Científicas	8
2.2.1.	Clasificaciones geomecánicas	8
2.2.2.	Logeo geomecánico en sondajes diamantinos.....	20
2.2.3.	Diseño geomecánico de excavaciones.	32
2.2.4.	Ensayos de campo y laboratorio.....	41
2.2.5.	Influencia de las estructuras en la masa rocosa.....	43
2.2.6.	Representación estereográfica de cuñas y bloques.....	48
2.2.7.	Inestabilidad de excavaciones de túneles.....	49
2.2.8.	Sostenimiento de labores subterráneas.....	50
2.3.	Definición de términos básicos	55
2.4.	Formulación de Hipótesis	59
2.4.1	Hipótesis General	59
2.4.2	Hipótesis Específico	59
2.5.	Identificación de Variables.....	59
2.5.1.	Variable independiente	59
2.5.2.	Variable dependiente.....	59
2.5.3.	Variables intervinientes.....	60
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores.....	60

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	63
3.2.	Nivel de investigación.....	63
3.3.	Método de investigación	63
3.4.	Diseño de la investigación	64
3.5.	Población y muestra	65
3.4.1	Población.....	65
3.4.2	Muestra	65
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	65

3.6.1. Técnicas	65
3.6.2 Instrumentos	66
3.7 Selección, validación y confiabilidad de los datos de investigación.....	66
3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	66
3.9 Tratamiento estadístico	67
3.9 Orientación ética, filosófica y epistémica.	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo en campo.....	71
4.1.1 Ubicación y accesibilidad.....	71
4.1.2. Clima, vegetación y fauna.....	72
4.1.3. Geología regional	73
4.1.4. Geología local.....	76
4.1.5. Geología estructural	76
4.1.6. Hidrogeología	77
4.1.7. Alteraciones hidrotermales	78
4.1.8. Mineralización.....	78
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	80
4.2.1 Caracterización geomecánica del macizo rocoso	80
4.3. Prueba de Hipótesis	129
4.4. Discusión de resultados.....	130

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla N°01: Valoración de los parámetros que influyen en el RMR.</i>	<i>10</i>
<i>Tabla N°02: Corrección por la orientación de las diaclasas.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla N°03: Valoración RMR.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla N°04: Relación entre RMR y propiedades Geomecánicas.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla N°05: Número de familias de Juntas. Jn.</i>	<i>12</i>
<i>Tabla N°06: Meteorización de las Juntas. Ja.</i>	<i>13</i>
<i>Tabla N°07: Rugosidad de las Juntas. Jr.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla N°08: Condición de agua en las Juntas. Jw.</i>	<i>14</i>
<i>Tabla N°09: Tensiones en las excavaciones. S.R.F.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla N°10: Valoración y puntuación de Q de Barton.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla N°11: Intervalos de valores del RMR y Q para categorías similares del macizo rocoso.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla N°12: Índice de Resistencia Geológica (GSI) para macizos rocosos fracturados (Hoek y Marinos, 2000).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla N°13: SMR Valoración de la orientación de las discontinuidades.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla N°14: Parámetros para el logueo Geomecánico.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla N°15: Índice de calidad de la roca (Deere, 1964).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla N°16: Identificación del grado de dureza ®.</i>	<i>28</i>
<i>Tabla N°17: Identificación del grado de fracturamiento.</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N°18: Registro Geomecánico de condición de fractura.</i>	<i>32</i>
<i>Tabla N°19: Curva de diseño de las excavaciones (Pakalnis, 2002).....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla N°20: Registro Geomecánico de condición de fractura.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla N°21: Clasificación de RMR Bieniawski (1989) de los macizos rocosos.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N°22: Clasificación de Barton et al. (1974) de los macizos rocosos.</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N°23: Índice de resistencia Geológica GSI, (Hoek-Brown y Marinos,2000). Para macizos rocosos fracturados.....</i>	<i>62</i>

<i>Tabla N°24: Tabla vía Lima hacia la Mina Esperanza de Caraveli – Mina Titan del Perú S.R.L.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 25: Descripción de sondajes logueados.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla N°26: Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-159... </i>	<i>84</i>
<i>Tabla N°27: Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-290 – primera parte.</i>	<i>87</i>
<i>Tabla N°28: Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-290 – segunda parte.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla N°29: Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-291... </i>	<i>91</i>
<i>Tabla N°30: Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-293 – primera parte.</i>	<i>94</i>
<i>Tabla N°31: Resultados de ensayos de propiedades físicas en rocas.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla N°32: Ensayo para la resistencia a la compresión no confinada de especímenes de Roca.</i>	<i>104</i>
<i>Tabla N°33: Ensayo triaxial en Roca.....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla N°34: Ensayo de Resistencia a la tracción indirecta de especímenes de Roca - Método Brasileiro.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla N°35: Ensayo de carga puntual.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla N°36: Ensayo de corte directo en roca.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla N°37: Ensayo de módulo de elasticidad.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla N°38: Parámetros de roca intacta y del macizo por unidad geomecánica.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla N°39: Promedio de Unidades geomecánicas Veta Mariela.</i>	<i>113</i>
<i>Tabla N°40: Resumen de Parámetros de aberturas Sin Sostenimiento Veta Mariela.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla N°41: Resumen del valor de Q' Veta Mariela</i>	<i>115</i>
<i>Tabla N°42: Resumen de N' en función de tipo de superficie, relación de esfuerzos y unidades geomecánicas Veta Mariela.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla N°43: Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Veta Mariela. ...</i>	<i>119</i>

Tabla N°44: Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de la Veta Mariela. 120

Tabla N°45: Análisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela - Nivel 1615. 121

Tabla N°46: Resumen de sostenimiento de infraestructura referencial. 128

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura N°01: Relación entre RMR y Q Bieniawski (1979)</i>	17
<i>Figura N°02: Formato de logueo geotécnico</i>	22
<i>Figura N°03: Fractura Natural</i>	23
<i>Figura N°04: Fractura Mecánica</i>	23
<i>Figura N°05: Medición y Registro de profundidad</i>	24
<i>Figura N°06: Medición de longitud de corrida</i>	24
<i>Figura N°07: Obtención de la recuperación</i>	25
<i>Figura N°08: Separación de corrida</i>	26
<i>Figura N°09: Se observa un tramo de roca alterada al inicio de la corrida, en este caso, ese tramo debería haberse registrado como una corrida separada</i>	26
<i>Figura N°010: RQD (Rock Quality Designation Index), clasificación geomecánica que nos indica el grado de fractura miento del macizo rocoso</i>	27
<i>Figura N°11: Zonas de rocas fracturada</i>	29
<i>Figura N°12: Estimación del grado de Fracturamiento</i>	30
<i>Figura N°13: Identificación del tipo de discontinuidad</i>	31
<i>Figura N°14: Definición de Span (abertura crítica, luz o ancho), (Pakalnis, 1993)</i>	34
<i>Figura N°15: Factor de Esfuerzo en la Roca, A</i>	36
<i>Figura N°16: Factor Orientación de Juntas, B</i>	37
<i>Figura N°17: Factor de Ajuste Gravitatorio, C</i>	38
<i>Figura N°18: Radio hidráulico de la superficie del tajeo</i>	39
<i>Figura N°19: Factor de Radio (RF)</i>	40
<i>Figura N°20: Grafico de Estabilidad Modificado (N')</i>	41
<i>Figura N°21: Ejemplo de una excavación en roca masiva con pocas fracturas</i>	43
<i>Figura N°22: Cuña biplanar por las intersecciones de diaclasas en roca fracturada</i> .	44
<i>Figura N°23: Cuña tetrahedrales por las intersecciones de diaclasas en roca fracturada</i> .	44
<i>Fuente:</i>	45

<i>Figura N°24: Bloques tabulares o lajas liberadas en la caja techo.</i>	45
<i>Figura N°25: Bloques irregulares liberados por intercesiones de las diaclasas en rocas fracturadas.</i>	46
<i>Figura N°26: Roca intensamente fracturada.</i>	46
<i>Figura N°27: Liberación de los estratos subhorizontales, flexión y caída hacia el vacío del minado.</i>	47
<i>Figura N°28: Liberación de los estratos subhorizontales, flexión y caída hacia el vacío del minado.</i>	48
<i>Figura N°29: Análisis estereográfico para evaluar la caída de cuñas por gravedad o deslizamiento.</i>	49
<i>Figura N°30: Ejemplo de Mecanismos de falla y comportamientos del macizo rocoso</i>	50
<i>Figura N°31: Perno de fricción Split Set.</i>	51
<i>Figura N°32: Mecanismos de anclaje del Split Set.</i>	52
<i>Figura N°33: Perno de varilla corrugada; B: Instalación de un perno de varilla de fierro corrugado usando cartuchos de cemento, cartuchos de resina o ambos. Fuente: SNMPE, 2004.</i>	53
<i>Figura N°34: Malla Electrosoldada.</i>	54
<i>Figura N°35: Esquema de cuadro recto; B: Esquema de un cuadro cónico; C: Esquema de un cuadro cojo.</i>	55
<i>Figura N°36: Comparativo RMR vs Q' de Barton.</i>	67
<i>Figura N°37: Comparativo RMR vs GSI' de Barton.</i>	68
<i>Figura N°38: Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1989</i>	68
<i>Figura N°39: Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento/m, Hudson & Pries 1976.</i>	69
<i>Figura N°40: Análisis estadístico de RMR, por cada Litología.</i>	69
<i>Figura N°41: Span Máximo sin sostenimiento.</i>	70
<i>Figura N°42: Vista isométrica Zona Aurora Veta Mariela.</i>	81

<i>Figura N°43: Vista isométrica de los sondajes en Veta Mariela.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura N°44: Foto de registro de logueo geotécnico.</i>	<i>83</i>
<i>Figura N°45: Comparativo entre RMR vs Q' del sondaje AU-DDH-M20-159.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura N°46: Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-159.</i>	<i>85</i>
<i>Figura N°47: Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-159.</i>	<i>86</i>
<i>Figura N°48: Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20- 159.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura N°49: Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-290.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura N°50: Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-290</i>	<i>89</i>
<i>Figura N°51: Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-290</i>	<i>90</i>
<i>Figura N°52: Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20- 290.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura N°53: Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-291.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura N° 54: Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-291.</i>	<i>92</i>
<i>Figura N°55: Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-291.</i>	<i>93</i>
<i>Figura N°56: Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20- 291.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura N°57: Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-291.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura N°58: Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-291.</i>	<i>95</i>
<i>Figura N°59: Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-293</i>	<i>96</i>
<i>Figura N°60: Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20- 293.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura N°61: Porcentaje de litología en el logueo Geomecánico.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura N°62: Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Monzonita.....</i>	<i>97</i>

<i>Figura N°63: Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Monzodiorita.</i>	<i>98</i>
<i>Figura N°64: Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Diorita.</i>	<i>98</i>
<i>Figura N°65: Correlación RQD – Espaciamiento de Falla.</i>	<i>99</i>
<i>Figura N°66: Correlación RQD – Espaciamiento de Brecha.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura N°67: Análisis estadístico de RMR'89 de la Monzonita.</i>	<i>100</i>
<i>Figura N°68: Análisis estadístico de RMR'89 de la Monzodiorita.</i>	<i>100</i>
<i>Figura N°69: Análisis estadístico de RMR'89 de la Diorita.</i>	<i>101</i>
<i>Figura N°70: Análisis estadístico de RMR de la Veta.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura N°71: Análisis estadístico de RMR de zona de Falla.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura N°72: Análisis estadístico de RMR de Brecha.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura N°73: Determinación de unidades geomecánicas para Veta Mariela Nv 1615.</i>	<i>108</i>
<i>Figura N°74: Diagrama de familias Caja Piso.</i>	<i>109</i>
<i>Figura N°75: Diagrama de rosetas Caja Piso.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura N°76: Diagrama estadístico Caja Piso.</i>	<i>109</i>
<i>Figura N°77: Diagrama de familias Caja Techo.</i>	<i>110</i>
<i>Figura N°78: Diagrama de rosetas Caja Techo.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura N°79: Diagrama estadístico Caja Techo.</i>	<i>110</i>
<i>Figura N°80: Diagrama de familias Veta Mariela.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura N°81: Diagrama de rosetas Veta Mariela.</i>	<i>111</i>
<i>Figura N°82: Diagrama estadístico Veta Mariela.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura N°83: Span Máximo sin sostenimiento.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura N°84: Span Máximo sin sostenimiento.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura N°85: Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Caja Techo Mariela.</i>	<i>117</i>
<i>Figura N°86: Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Caja Piso Mariela.</i>	<i>117</i>
<i>Figura N°87: Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Veta Mariela... </i>	<i>117</i>

<i>Figura N°88: Análisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela – Caja Piso Nivel 1615.</i>	119
<i>Figura N°89: Análisis de estabilidad de cuñas, veta Mariela – Caja Techo Nivel 1615.</i>	120
<i>Figura N°90: Análisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela - Nivel 1615.....</i>	121
<i>Figura N°91: Vista en planta de la Veta Mariela con la sección de análisis.</i>	122
<i>Figura N°92: Vista transversal de la sección m-m' de la Veta Mariela.</i>	122
<i>Figura N°93: El factor de seguridad del nivel y subnivel minado es mayor que 1 en la caja techo, sin embargo, en la caja piso hay factores de 1.04. Además, el sills pillar se observa que presenta algunos acuñamientos lo cual necesitara sostenimiento puntual en zonas de cizalla.</i>	123
<i>Figura N°94: El factor de seguridad en la caja piso y techo después de minar dos subniveles es mayor que 1.</i>	124
<i>Figura N°95: El desplazamiento de las paredes de las excavaciones es mayor en la caja piso llegando a tener desplazamientos de centímetros.</i>	124
<i>Figura N°96: El desplazamiento al rellenar y minar el subnivel superior aumenta ligeramente debido a la competencia de la caja piso.</i>	125
<i>Figura N°97: Se observa que en la caja piso y corona se concentra los esfuerzos..</i>	125
<i>Figura N°98: Abaco de estimación de sostenimiento.</i>	126
<i>Figura N°99: Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Caja Piso..</i>	127
<i>Figura N°100: Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Caja Techo.</i>	127
<i>Figura N°101: Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Veta.....</i>	128

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Lo problemas que se presentan en las labores de avance en zonas de profundización se manifiesta con la inestabilidad de la masa rocosa al contorno de la excavación con desprendimientos de rocas exponiendo a los trabajadores sus labores en zonas inseguras; del mismo modo equipos y materiales son expuestos ante este peligro.

En las labores subterráneas se presentan confinamientos de los macizos rocosos, lo que origina la pérdida de su estabilidad y el mecanismo de actuación de la presión, esto se determina mediante la geomecánica. En tal sentido, se hace necesario realizar un estudio con la finalidad de minimizar los problemas que se presentan en las labores mineras.

El estudio geomecánico que se desarrolla permite evitar y/o disminuir los incidentes/accidentes de caída de rocas en las operaciones mineras a fin de garantizar la estabilidad de la masa rocosa y brindar una operación segura y de calidad, citado por Cueva Romero y Arana Cabrera, página 9, Tesis Caracterización Geomecánica en minera subterránea.

Finalmente, de allí la gran importancia de la investigación: Estudio Geomecánico para determinar el diseño y estabilidad de las excavaciones del macizo rocoso en profundización zona Aurora Nivel 1615 - Proyecto Veta Mariela - Ático - Caravelí - Arequipa.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se ha realizado en las instalaciones de la Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L. ubicado en el distrito de Atico, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, en las coordenadas geográficas (WGS84) este 642,380.00 y Norte 8242,650.00.

1.2.2. Delimitación temporal

El presente trabajo tuvo una duración de 1 año; De abril 2023 a abril del 2024.

1.2.3. Delimitación conceptual

La presente tesis está enmarcada dentro del aspecto de la investigación sobre calidad y estabilidad del macizo rocoso, diseño de excavaciones y sostenimiento temporales y permanentes. Dentro de los aspectos conceptuales que se desarrollan se considera: principios de geología, geotecnia, hidrogeología, geomecánica.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo se determina el análisis de estabilidad del macizo rocoso de las excavaciones generados por la explotación en profundización y desarrollos Proyecto Veta Mariela nivel 1615, Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L.?

1.3.2. Problema Específicos

- a) ¿Cómo realizar la estimación de los parámetros de la matriz rocosa para el control de estabilidad y diseño de excavaciones?

- b) ¿Cómo realizar la caracterización geomecánica de la masa rocosa del Proyecto Veta Mariela nivel 1615, Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L.?
- c) ¿Tendrá un efecto positivo la actual situación de los análisis del estudio Geomecánico para el avance y cumplimiento del minado bajo el cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional establecidos por la minera Titan?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la estabilidad del macizo rocoso y diseño de las excavaciones en profundización y desarrollos en dirección en profundización zona Aurora nivel 1615, proyecto veta Mariela, Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L.

1.4.2. Objetivo Específico

- a) Determinar los resultados de estimación de los parámetros de la matriz rocosa para el control de estabilidad y diseño de excavaciones.
- b) Determinar los resultados de la caracterización geomecánica para la estabilización del macizo rocoso del proyecto Veta Mariela Nivel 1615 zona Aurora.
- c) Determinar el grado de confianza del estudio bajo el cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional establecidos por la minera Titan, así como las normas y-- leyes peruanas y del sector de energía y minas.

1.5. Justificación de la investigación

El propósito es dar condiciones al personal, equipos, procesos(minado) y medio ambiente, por eso se ha realizado la investigación geotécnica bajo

ciertos criterios geotécnicos para la caracterización geomecánica de mecanismos de fallas predominantes en el macizo rocoso, definir dimensiones de tajos, así como la probabilidad de falla (FS) y análisis de sostenimiento para infraestructuras permanentes y temporales, de tal manera que garantice la estabilidad y seguridad del proyecto, conforme la normativa nacional.

1.5.1. Importancia y alcances de la investigación

La importancia de la presente investigación se basa en mejorar y renovar los parámetros en la aplicación de logueo y mapeo, ya que se utilizó fórmulas y gráficos estadísticos para la validación de datos y poder caracterizar el macizo rocoso en el menor tiempo posible de la Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L.

Los alcances de la investigación son la recolección de data geomecánica "RQD, RMR y GSI"; Unidades Geotécnicas, ensayos de laboratorio, estudio de la estabilidad de excavaciones, diseño aberturas, pilar corona, criterios geomecánico para la selección de minado y sostenimiento; (FS), Crown Pillars, y análisis del sostenimiento para infraestructuras permanentes y temporales.

1.6. Limitaciones de la investigación

Escasos estudios previos, para la obtención de información y la bibliografía especializada, Asimismo, existentes limitaciones y poco acceso a la información por parte de la empresa, por ser información de carácter confidencial

Financiamiento económico para perforar más taladros en la zona de estudio y equipos de ensayos geotécnicos (PLT, TRX, etc).

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Cáceres (2017), en su Tesis de Pregrado: Evaluación geomecánica del macizo rocoso para el sostenimiento de las labores de explotación en mina San Cristóbal – Compañía Minera Volcán S.A.A. – 2015-2016. Llega a la conclusión que la mayor ocurrencia de formación de cuñas está en todos los subniveles, donde las excavaciones van paralelas al sistema principal de discontinuidades y las secciones de excavación se configuran de acuerdo al arreglo estructural. El sostenimiento será con pernos helicoidales de 10 pies x 1 pulgada y shotcrete de 2 - 6 pulgadas para la primera etapa y en la segunda etapa el sostenimiento será con shotcrete, pernos helicoidales, mallas electrosoldadas y cimbras.

Jimenez Balboa, Lincol Javier (2021), en su tesis Desarrollo de herramientas de diseño para la estabilidad de excavaciones en mina Orcopampa, desarrolla una herramienta de diseño para el análisis de estabilidad de excavaciones subterráneas, en etapas de diseño y cumplimiento operativo. El análisis de estabilidad, mediante la aplicación del software de elementos finitos en dos dimensiones Phase2. Se fundaron 100 casos representados mediante una galería estándar, cuyos factores geomecánicos de entrada

disciernen tanto la profundidad (desde 250 hasta 750 m), relación de esfuerzos horizontales y verticales (el valor de K entre 1.5-2), calidad del macizo rocoso (mala y regular expresada en RMR), resistencia a la compresión uniaxial (desde 50 a 150 MPa) y tipos de pernos (adherencia y fricción). Finalmente, a modo de recomendación para trabajos futuros se recomienda el empleo de data histórica para su respectivo análisis, además de incorporar KPIs operativos que incluyan data del comportamiento del macizo rocoso, servicios mina, ventilación y planeamiento de minado.

Bustamante (2008), en su Tesis de Pregrado: Aplicación de la geomecánica en Mina Huanzalá para la prevención de caída de rocas (UNI, Lima). Realiza un estudio geomecánico donde determina las zonas de alto riesgo (Regular III-B y Mala IV-A) del yacimiento de Santa Luisa, de acuerdo a la clasificación del macizo rocoso (RMR89) y recomienda el colocado de 40 a 50 pernos helicoidales cementados por guardia para controlar la caída de rocas.

2.1.2. Antecedentes Locales

M. Contrado y D. Armando en su Tesis de pregrado: Caracterización geomecánica del macizo rocoso para el diseño de un sostenimiento adecuado en mina Chaparra, Caravelí, Arequipa – 2021. Los resultados de su investigación es que el dominio de la mina, un 50% de roca con calidad buena, un 20% con calidad muy buena, un 20% con calidad muy baja y un 10% con calidad regular, resultando en promedio una calidad buena para un Q de 29. Se encontró un 29% de riesgo muy alto (por el tipo de desate de roca y método de explotación), 29% de riesgo bajo, 14% de riesgo alto (tipo de voladura de la excavación), 14% riesgo muy bajo y un 14% de representación de riesgo medio atribuido (tipo de perforación y sostenimiento de mina). Por otro lado, se determinó un sistema de sostenimiento de empernado puntual para dominios con calidad muy mala, para calidad regular sistema de empernado sistemático con espaciado 1.5 - 2 m más shotcrete proyectado con espesor de 5 - 6 cm con

fibra, B + Sfr.; en tanto para dominio con calidad buena, en su mayoría, corresponde empernado sistemático con espaciado entre 2 - 3 m más shotcrete proyectado con espesor de 5 - 6 cm con fibra, B + Sfr.

Karina Barreda (2018), en su Tesina de Diplomado: Estudio geotécnico – geomecánico de la Mina Fortuna – Veta Esperanza en el distrito de Rio Grande – Condesuyos plan de minado 2018. El mapeo geomecánico se realiza con el índice de calidad de la roca de Bieniawski (RMR89) y el GSI de Hoek. Determinando para las labores de la Mina Fortuna tres tipos de rocas, Roca II (Buena), Roca III (Regular) y Roca Mala (IV). Cuya recomendación de sostenimiento es la siguiente:

Roca II: Pernos puntuales.

Roca III: Pernos sistemáticos.

Roca IV: Pernos sistemáticos en el techo o hastiales con shotcrete.

Ortiz (2019), en su Tesis de Pregrado: Evaluación geológica y geomecánica del proyecto minero Víboras III, nivel 2160-distrito de Chaparra-Caraveli-Arequipa (UNA, Puno). Indica que, el comportamiento geomecánico del macizo rocoso en el nivel 2160 del proyecto minero Víboras III de las seis estaciones geomecánicas, analizadas y evaluadas, determina que el macizo rocoso presenta un RQD que está en un rango de 63 hasta 94 % (calidad regular a buena), con valores RMR de 59 - 68 que es de tipo II - III, con un índice Q Barton de 5.25 a 14.67, cuyos, Índice Geológico de Resistencia GSI = 54 a 73, en conclusión, indica que la roca es de calidad regular a buena.

José Elder (2021), en su Tesis: evaluación geomecánica de los niveles 1665 y 1720 de la mina Esperanza de minera CROACIA E.I.R.L. Indica las galerías GAL 455E y GAL 486E nos determina un ambiente homogéneo, presentando desde el inicio hasta el final macizo rocoso Tipo IV o roca mala. Geomecánicamente la zona más inestable se encuentra en la Estación 2, debido a la filtración de agua por las principales diaclasas aumentando los parámetros

de inestabilidad en la excavación. El sostenimiento para las Estaciones Geomecánicas E-1, E-3, E-4, E-5, E-6 será malla electrosoldada y Split set de 5' espaciados 1.70m x 1.0m y para la Estación Geomecánica E-2 se empleará cuadros de madera espaciados a 1.20m.

2.2. Bases Teóricas - Científicas

2.2.1. Clasificaciones geomecánicas

El macizo rocoso es un medio discontinuo, complejo, con un comportamiento Geomecánico que debe ser considerado como un conjunto, y que puede ser estudiado y clasificado en función de su aptitud para distintas aplicaciones, a partir de observaciones realizadas en el campo y ensayos sencillos. Las clasificaciones geomecánicas permiten estimar la calidad del macizo rocoso y de sus parámetros de resistencia (cohesión y ángulo de rozamiento interno), pero también aportan índices relacionados con el sostenimiento de túneles y taludes, excavabilidad, etc.

La evaluación se obtiene a partir de la descripción y medida de las características y propiedades de la matriz rocosa, de las discontinuidades y de los parámetros globales del macizo rocoso. Estas clasificaciones geomecánicas de acuerdo con sus propiedades geomecánicas objetivas son:

2.2.1.1. R.Q.D. Rock Quality Designation (Deere 1963 – 1967).

Deere en 1964 propuso una primera clasificación de la calidad del macizo rocoso a partir de los efectos que las discontinuidades ocasionan sobre la matriz rocosa. La clasificación es simple empleando 5 categorías. La RQD no refleja plenamente la calidad de la masa rocosa ya que sólo considera la extensión de la fractura de la masa rocosa y no tiene en cuenta la fuerza de la roca o las propiedades mecánicas y otras propiedades geométricas de las uniones. Como depende de la orientación de la línea de muestreo en relación con la distribución de la orientación preferencial de las discontinuidades, no dan una estimación

fiable del grado de unión de la masa rocosa. Además, no puede dar cuenta de la longitud de las juntas consideradas. Otra limitación es que es insensible cuando la frecuencia total es superior a $3m^{-1}$ o cuando la masa rocosa está moderadamente fracturada (Palmstrom y Broch, 2006).

2.2.1.2. RMR de bieniaswski 1973

La clasificación geomecánica RMR, también conocida como clasificación geomecánica de Bieniawski, fue presentada por el Ingeniero Bieniawski en 1973 y modificada sucesivamente en 1976, 1979, 1984 y 1989. Permite hacer una clasificación de las rocas 'in situ' y estimar el tiempo de mantenimiento y longitud de un vano. Se utiliza usualmente en la construcción de túneles, de taludes y de cimentaciones. Consta de un índice de calidad RMR (Rock Mass Rating), independiente de la estructura, y de un factor de corrección.

- Parámetros de clasificación del RMR:

- 1) Resistencia uniaxial de la matriz rocosa: ensayo PLT, ensayo de compresión simple.
- 2) Grado de fracturación del macizo: ensayo RQD.
- 3) Espaciado de las discontinuidades: separación entre diaclasas (m).
- 4) Condiciones de las discontinuidades: rugosidad, continuidad, relleno,
- 5) bordes.
- 6) Condiciones hidrogeológicas: caudal, presión de agua, humedad.

Al resultado de cada uno de los parámetros se le asigna, según las tablas, un valor y se suman todos ellos para obtener el índice de

calidad RMR sin correcciones. A este valor se le debe restar un factor de ajuste en función de la orientación de las discontinuidades.

Tabla N°01:

Valoración de los parámetros que influyen en el RMR.

		PARAMETROS DE CLASIFICACIÓN							
1	Resistencia de la Matriz Rocosa	Ensayo de Carga Puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (Mpa)		
		compresión Simple (Mpa)	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
		puntuación	15	12	7	4	2	1	0
2		RQD	100-90%	90-75%	75-50%	50-25%	<25%		
		Puntuación	20	17	13	6	3		
3		separación entre diaclasas	>2m	2-0.6m.	0.6-0.2m.	0.2-0.06m.	<0.06m.		
		Puntuación	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Persistencia	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Cerrada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro<5mm	Relleno duro>5mm	Relleno suave <5mm	Relleno suave >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua Freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		relación Presión de agua/tensión principal mayor	0	0-01	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteado	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		

- Factores de corrección de la RMR

El factor de corrección, definido cualitativamente, depende de la orientación de las discontinuidades y tiene valores distintos según se aplique a túneles, cimentaciones o taludes. El índice de RMR se obtiene de restar a los valores obtenidos el factor de ajuste. Este índice puede variar entre 0 y 100 y define cinco clases de roca

designadas con números romanos que se corresponden con cinco calidades del macizo rocoso: muy buena, buena, media, mala y muy mala. La principal ventaja de este método de clasificación es su sencillez y economía.

Tabla N°02:

Corrección por la orientación de las diaclasas.

Dirección y Buzamiento		Muy Favorable	Favorable	Medias	Desfavorable	Muy desfavorables
Valoración para RMR	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

- Rango de la RMR:

Las Puntuaciones de la clasificación de RMR oscilan 0 y 100.

Tabla N°03:

Valoración RMR

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

- Relación entre RMR y propiedades Geomecánicas:

Tabla N°04:

Relación entre RMR y propiedades Geomecánicas.

Clase	Calidad	RMR	Cohesión Kpa	Ángulo de fricción en grados
I	Muy Buena	81 – 100	>400	>45
II	Buena	61 - 80	300 – 400	35 – 45
III	Regular	41 – 60	200 – 300	25 – 35
IV	Mala	21 – 40	100 – 200	15 – 25
V	Muy Mala	0 - 20	<100	<15

2.2.1.3. Q de Barton (rock mass quality)

El Índice Q (Barton y otros, 1974), se calcula evaluando seis parámetros distintos, según la siguiente formula.

$$Q = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) x \left(\frac{Jr}{Ja}\right) x \left(\frac{Jw}{SRF}\right)$$

Donde:

RQD: Calidad del macizo rocoso (“Rock Quality Designation”)

Jn: Es el número de sistemas o familias de discontinuidades.

Jr: Es el índice de rugosidad de las diaclasas del macizo rocoso.

Ja: Es el índice de grado de alteración de relleno de las diaclasas.

Jw: Es el coeficiente reductor por la presencia de agua.

SRF: Es el factor asociado al estado tensional (zonas de corte, fluencia, expansividad, tensiones “in situ”)

Para el caso de los registros geomecánicos, deberá asumirse un macizo rocoso completamente seco, por lo tanto, los parámetros Jw y SRF serán iguales a 1 (estado tensional moderado). Por lo tanto, la ecuación anterior corresponde a Q’.

$$Q' = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) x \left(\frac{Jr}{Ja}\right)$$

- Parámetros de Condición para el índice Q’ de Barton.

Tabla N°05:

Número de familias de Juntas. Jn.

Descripción	Jn
- Roca masiva, sin o con muy pocas estructuras	0,5
- Macizos rocosos con estructura ocasional o aleatorias	1
- Macizos rocosos con una familia de diaclasas	2
- Macizos rocosos con una familia más estructuras aleatorias.	3
- Macizos rocosos con Dos familias	4
- Macizos rocosos con Dos familias más estructuras aleatorias.	6
- Macizos rocosos con Tres familias	9

- Macizos rocosos con Tres familias más estructuras aleatorias.	12
- Cuatro o más familias, roca muy fracturada, "terrones de azúcar", etc.	15
- Macizos rocosos totalmente triturada terrosa, similar a un suelo	20
En boquillas, se utiliza 2 Jn y en intersecciones de túneles 3 Jn	

Tabla N°06:
Meteorización de las Juntas. Ja.

Descripción *	Ja	$\varphi^{\circ}r$
Contacto entre las dos caras de la junta.		
-Junta sellada dura, sin reblandecimiento, impermeable, p.ej. Cuarzo paredes sanas		
- Caras de la junta únicamente manchadas.	0,75	25-30
-Las caras de la junta están alteradas ligeramente y contienen minerales no reblandecibles, partículas de arena, roca desintegrada libre de arcilla, etc.	1 2 3	25-30 25-30 20-25
-Recubrimiento de limo o arena arcillosa, pequeña fracción arcillosa no reblandecible.		
-Recubrimiento de minerales arcillosos blandos o de baja fricción, p.ej. caolinita, mica, clorita, talco, yeso, grafito, etc. y pequeñas cantidades de arcillas expansivas. Los recubrimientos son discontinuos con espesores máximos de 1 ó 2 mm.	4	8-16
*Contacto entre las dos caras de la junta con menos de 10 cm de desplazamiento.	Ja	$\varphi^{\circ}r$
- Partículas de arena, roca desintegrada libre de arcilla.		
- Rellenos de minerales arcillosos no reblandecidos, fuertemente sobreconsolidados. Los recubrimientos son continuos de menos de 5 mm de espesor.	4 6	25-30 16-24
- Sobreconsolidación media o baja, reblandecimiento; rellenos de minerales arcillosos. Los recubrimientos son continuos de menos de 5 mm de espesor.	8	12-16
- Rellenos de arcillas expansivas, p.ej. montmorillonita, de espesor continuo de 5 mm. El valor Ja depende del porcentaje de partículas del tamaño de la arcilla expansiva.	8-12	6-12
* No existe contacto entre las dos caras de la junta cuando ésta ha sufrido un desplazamiento cortante.	Ja	$\varphi^{\circ}r$
- Zonas o bandas de roca desintegrada o roca machacada y arcilla.	6-8 u 8-12	6-24 “
- Zonas blandas de arcilla limosa o arenosa con pequeña fracción de arcilla, sin reblandecimiento.	5	6-24
- Milonitos arcillosos gruesos	10-13 ó 13-20	6-24 “

Tabla N°07:
Rugosidad de las Juntas. Jr.

Descripción	Jr
* Contacto entre las dos caras de la junta mediante un desplazamiento cortante de menos de 10 cm	Jr
- Juntas discontinuas	4
- Junta rugosa o irregular ondulada	3
- Suave ondulada	2
- Espejo de falla, ondulada	1,5
- Rugosa o irregular, plana	1,5
- Suave plana	1
- Espejo de falla, plana	0,5
* No existe contacto entre las dos caras de la junta cuando ambas se desplazan lateralmente	Jr
- Zona conteniendo minerales arcillosos, suficientemente gruesa para impedir el contacto entre las caras de la junta	1
- Arenas, gravas o zona fallada suficientemente gruesa para impedir el contacto entre las dos caras de la junta	1
NOTA: Si el espaciado de la familia de juntas es mayor de 3 m hay que aumentar el Jr en una unidad. Para juntas planas con espejo de falla provisto de lineaciones, si éstas están orientadas en la dirección de mínima resistencia, se puede usar Jr=0,5	

Tabla N°08:
Condición de agua en las Juntas. Jw.

Descripción	Jw	Presión agua kg/cm ²
- Excavaciones secas o de fluencia poco importante, p.ej. menos de 5 l/min localmente.		
- Fluencia o presión medias, ocasional lavado de los rellenos de las juntas.	1	<1
- Fluencia grande o presión alta; considerable lavado de los rellenos de las juntas.	0,66	1-2,5
- Fluencia o presión de agua excepcionalmente altas al dar las pegas, decayendo con el tiempo.	0,33*	2,5-10
- Fluencia o presión de agua excepcionalmente altas y continuas, sin disminución.	0,1-0,2*	>10
	0,05-0,1*	>10
Los valores presentados con el signo * son sólo valores estimativos. Si se instalan elementos de drenaje, hay que aumentar Jw. Los problemas causados por la formación de hielo no se consideran.		

Tabla N°09:

Tensiones en las excavaciones. S.R.F.

Descripción				
1. Zonas débiles que intersecan la excavación y pueden causar caídas de bloques, según Avanza la misma.				SRF
Varias zonas débiles conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente, roca muy suelta alrededor (cualquier profundidad).				10
Sólo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de excavación menor de 50 m).				5
Sólo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de excavación mayor de 50 m).				2,5
Sólo una zona débil conteniendo arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad de excavación mayor de 50 m).				7,5
Varias zonas de fractura en roca competente (libre de arcilla), roca suelta alrededor (cualquier profundidad).				5
Sólo una zona fracturada en roca competente (libre de arcilla), (profundidad de excavación menor de 50 m).				2,5
Sólo una zona fracturada en roca competente (libre de arcilla), (profundidad mayor de 50 m).				5
Juntas abiertas sueltas, muy fracturadas, etc. (cualquier profundidad).				
2. Rocas competentes, problemas de tensiones en las rocas.				
		σ_c/σ_1	σ_t/σ_1	SRF
H	Tensiones pequeñas cerca de la superficie.	>200	>13	2,5
J	Tensiones medias.	200-10	13-0,66	1,0
K	Tensiones altas, estructura muy compacta (normalmente favorable para la estabilidad, puede ser desfavorable para la estabilidad de los hastiales).	10-5	0,66-0,33	0,5-2,0
L	Explosión de roca suave (roca masiva).	5-2,5	0,33-0,16	5-10
M	Explosión de roca fuerte (roca masiva).	<2,5	<0,16	10-20
σ_c y σ_t son las resistencias a compresión y tracción, respectivamente, de la roca; σ_1 es la tensión principal máxima que actúa sobre la roca.				
3. Roca fluyente, flujo plástico de roca incompetente bajo la influencia de altas presiones litostáticas.				SRF
N	Presión de flujo suave.			5-10
O	Presión de flujo intensa.			10-20
4. Rocas expansivas, actividad expansiva química dependiendo de la presencia de agua.				SRF
P	Presión de expansión suave.			5-10
R	Presión de expansión intensa.			10-20
-Observaciones al SRF:				
Reducir los valores del SRF en un 25-50% si las zonas de rotura sólo influyen, pero no intersecan a la excavación.				
En los casos en que la profundidad de la clave del túnel sea inferior a la anchura del mismo, se sugiere aumentar el SRF de 2,5 a 5 (ver H).				
Para campos de tensiones muy anisótropos (si se miden) cuando $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, reducir σ_c y σ_t a 0,8 σ_c y 0,8 σ_t ; cuando $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, reducir σ_c y σ_t a 0,2 σ_c y 0,6 σ_t , donde σ_3 es la tensión principal mínima que actúa sobre la roca.				

Cuando no se dispone de sondeos, el RQD se estima a partir de afloramientos, mediante el índice volumétrico de juntas J_v , tal como se indicó en la clasificación de Deere.

El parámetro J_n puede estar afectado por foliación, esquistosidad, laminaciones, etc. Sólo si estas juntas paralelas están suficientemente desarrolladas se contabilizan como una familia; si no, se contabilizan como juntas ocasionales.

Se tomarán los valores de los parámetros J_r y J_a de la familia de juntas o discontinuidades rellenas de arcilla más débiles de la zona, pero hay que elegir en primer lugar las juntas de orientación desfavorable, aunque no den el valor mínimo del cociente J_r/J_a .

En rocas muy anisótropas, la resistencia a compresión simple de la roca, σ_c , y a tracción, σ_t , se evalúan en la dirección más desfavorable para la estabilidad de la estructura subterránea.

El Q de Barton considera los siguientes parámetros: (oscila entre 0.001 y 1000).

Tabla N°10:

Valoración y puntuación de Q de Barton.

Q valoración	Q puntuación
Roca excepcionalmente mala	0.001 – 0.01
Roc extremadamente mala	0.01 – 0.1
Roca muy mala	0.1 – 1.0
Roca mala	1.0 – 4
Roca media	4 – 10
Roca buena	10 – 40
Roca muy buena	40 - 100
Roca extremadamente buena	100 – 400
Roca excepcionalmente buena	400 - 1000

Correlación entre el RMR y el Q de Barton:

$$\mathbf{RMR} = 9 \ln Q + 44 \text{ Bieniaswski (1976)}$$

$$\text{RMR} = 13.5 \log Q + 43 \quad \text{Rutledge (1978)}$$

Tabla N°11:

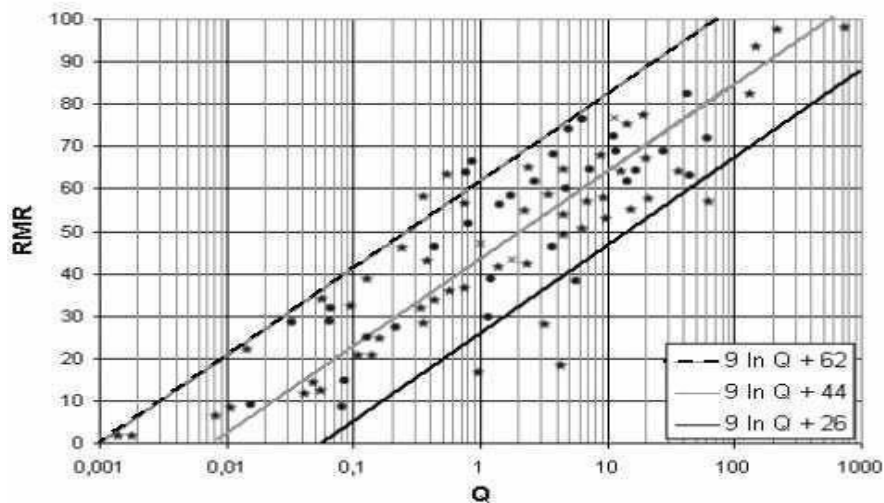
Intervalos de valores del RMR y Q para categorías similares del macizo rocoso.

Clase	Descripción	RMR	Q
0	Excepcionalmente buena	----	100-1000
1	Muy buena	81-100	40-100
2	Buena	61-80	10-40
3	Media	41-60	4-10
4	Mala	21-40	1-4
5	Muy mala	0-20	0.1-1
6	Excepcionalmente mala	-----	0.001-01

2.2.1.4. GSI - HOEK y BROWN, 1997

Figura N°01:

Relación entre RMR y Q Bieniawski (1979).



Fuente: Hoek y Brown, 1997.

Este índice ha sido introducido como un equivalente del RMR para que sirva como un medio de incluir la información geológica en la aplicación del criterio de falla generalizada de Hoek - Brown, especialmente para rocas de mala a muy mala calidad (muy alterada y con elevado contenido de finos).

La determinación del G.S.I., es el primer paso para seguir y definir en forma empírica la resistencia y deformabilidad del macizo rocoso, basándose en las condiciones estructurales (grado de fracturamiento) y de superficie (alteración, forma de fracturas, relleno).







Para taludes se tiene el índice SMR (Romana, 1985, 1988 y 1992), esta clasificación es un método rápido y sencillo para estudiar la estabilidad de un talud en un macizo rocoso en la etapa inicial de un proyecto. El índice SMR está basado en el RMR de Bieniawski (1973, 1976 y 1989).

Bieniawski en su clasificación define un RMR primario como la suma de 5 parámetros. A continuación, este índice primario se ajusta según sea la orientación de las discontinuidades.

Para aplicar el RMR a la estabilidad de taludes, Bieniawski propone sustituir el factor de ajuste por orientación de las discontinuidades dado en su tabla original para túneles por otro que varía de 0 a 60, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°12:

Índice de Resistencia Geológica (GSI) para macizos rocosos fracturados (Hoek y Marinos, 2000).

ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO	CONDICIONES DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES				
	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
 INTACTO O MASIVO Muestras intactas de roca o macizos rocosos masivos con pocas discontinuidades muy espaciadas.	90			N/A	N/A
 FORMADO POR BLOQUES Macizo rocoso consistente en bloques cúbicos delimitados por tres familias de discontinuidades, con los bloques bien encajados.	80	70			
 FORMADO POR MUCHOS BLOQUES Macizo rocoso formado por bloques angulares de muchas caras delimitados por cuatro o más familias de discontinuidades. Los bloques están encajados, pero sólo parcialmente.		60	50		
 FORMADO POR MUCHOS BLOQUES, DISTORSIONADO Y BANDEADO Plegado con muchos bloques angulares formados por la intersección de muchas familias de discontinuidades. Planos de estratificación o de esquistosidad persistentes.			40	30	
 DESINTEGRADO Macizo rocoso muy fracturado con una mezcla de bloques angulares y redondeados débilmente encajados.				20	
 LAMINADO Y CIZALLADO Debido a la existencia de numerosos planos débiles muy próximos de esquistosidad o de cizalla, no existen bloques.	N/A	N/A			10

Fuente: Hoek y Marinos, 2000.

Esta nueva clasificación fue expuesta por primera vez por Hoek et al. en 1992 y desarrollada posteriormente por Hoek (1994), Hoek et al. (1995) y Hoek y Brown (1997), pero en esta primera época su campo de aplicación se restringía a macizos rocosos relativamente resistentes y no incluía los macizos rocosos más débiles. Últimamente en varias publicaciones de Hoek y Marinos (Hoek et al. 1998; Marinos y Hoek 2000, 2001 y 2005) se ha ampliado la clasificación GSI para abarcar un tipo más de macizos rocosos: los laminados y cizallados.

- Definición del índice SMR (Romana, 1985, 1988 y 1992).

Esta clasificación es un método rápido y sencillo para estudiar la estabilidad de un talud en un macizo rocoso en la etapa inicial de un

proyecto. El índice SMR está basado en el RMR de Bieniawski (1973, 1976 y 1989).

Bieniawski en su clasificación define un RMR primario como la suma de 5 parámetros. A continuación, este índice primario se ajusta según sea la orientación de las discontinuidades.

Para aplicar el RMR a la estabilidad de taludes, Bieniawski propone sustituir el factor de ajuste por orientación de las discontinuidades dado en su tabla original para túneles por otro que varía de 0 a 60, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°13:

SMR Valoración de la orientación de las discontinuidades.

Orientación de las discontinuidades	Valor del parámetro de ajuste
Muy favorable	0
Favorable	-5
Normal	-25
Desfavorable	-50
Muy desfavorable	-60

Fuente: Gavilanes y Andrade, 2004.

2.2.2. Logueo geomecánico en sondajes diamantinos.

Es la caracterización geotécnica del macizo rocoso a partir del logueo de la longitud del sondaje diamantino, de acuerdo con las normas sugeridas por la “Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas” (I.S.R.M.), clasificaciones geomecánicas (RMR, Q´ Y GSI). Durante el logueo se describe litología, mineralización, alteración, zonas de falla. El logueo Geomecánico permite clasificar el macizo rocoso para el análisis de estabilidad de taludes y excavaciones. (Profesor Richard Z.T. Bieniawski, Ph.D-DSc (Eng)).

A continuación, se describe en forma detallada los datos que deben tomarse en cuenta para el relleno de una planilla de logueo:

Tabla N°14:*Parámetros para el logeo Geomecánico.*

PARÁMETROS DEL FORMATO DE REGISTRO GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN
a) Índice GSI	Sistema Geological Strength Index, considera el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso y la condición de las discontinuidades.
b) Profundidad y Longitud de corrida- (m)	Es el avance en profundidad de la perforación (Desde - Hasta) que debe ser verificada sumando la longitud de corrida con la profundidad anterior
c) Recuperación – (m)	Longitud de testigo obtenido de la perforación. Se mide y registra por corrida
d) Índice de calidad de roca (RQD) – (m)	Desarrollado por Deere en 1967, actualizado en 1989. Longitud de testigo mayor a 10cm (4 pulg.) entre dos fracturas naturales. Las fracturas paralelas al sondaje no afectan el cálculo de RQD.
e) Grado de Dureza – Calificación R0 hasta R6	Basada en la estimación de la resistencia a la compresión simple, realizada por el ISRM 1981
f) Longitud de roca fracturada (LRF) – (m)	Es la medición de zonas muy fracturadas, zonas alteradas, brechas de falla y fallas.
g) Número de fracturas (FN, FM, FRF)	Registro de fracturas Naturales, fracturas mecánicas.
h) Grado de fracturamiento – Calificación de letras A – hasta F+	Parámetro implementado por Hawley(et al.,1994). Índice visual relacionado con la intensidad de fracturamiento del testigo.
i) Grado de alteración/ intemperismo – Calificación de letras A- hasta F+	Parámetro implementado por Hawley(et al.,1994). Índice visual cualitativo de la resistencia y/o competencia de la roca.
j) Frecuencia de fracturas (FF) y familias de discontinuidades.	Cantidad de fracturas naturales en el testigo por longitud de corrida y cantidad de número de familias por corrida.
k) Espaciamento (m)	Distancia entre discontinuidades naturales.
l) Ángulos de orientación de testigos.	La orientación real de las estructuras individuales puede ser calculada con la medición de los ángulos Alfa(a) y Beta(b) para sondajes orientados.
m) Parámetros para la estimación de Condición de fractura.	En base a la clasificación de macizo rocoso RMR89, se tiene que registrar los siguientes parámetros para cada fractura natural identificada en la corrida: Persistencia, Abertura, Alteración, Rugosidad y Tipo de Relleno.
n) Parámetros Q' Barton	El índice Q (Barton y otros, 4974) se calcula evaluando seis parámetros distintos: RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y SRF.

Fuente: Piteau Associates, marzo 2021,

Caracterización geomecánica: Índices RMR', Q' y GSI. Resistencia del macizo rocoso (σ_{ma}), MPa. Descripción cualitativa según tramos con características estructurales y litológicas diferentes, incluyendo la simbología.

Marcado Fracturas Naturales y mecánicas: Es importante identificar y diferenciar las fracturas Naturales (Fracturas propias del macizo rocoso) y fracturas Mecánicas (Fracturas producidas durante el proceso de perforación).

Figura N°03:

Fractura Natural.



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021:

Figura N°04:

Fractura Mecánica.



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

➤ **Profundidad y Longitud de Corrida.**

La longitud de corrida es el avance en profundidad de la perforación (Desde - Hasta) que debe ser verificada sumando la longitud de corrida con la profundidad anterior.

Figura N°05:

Medición y Registro de profundidad.

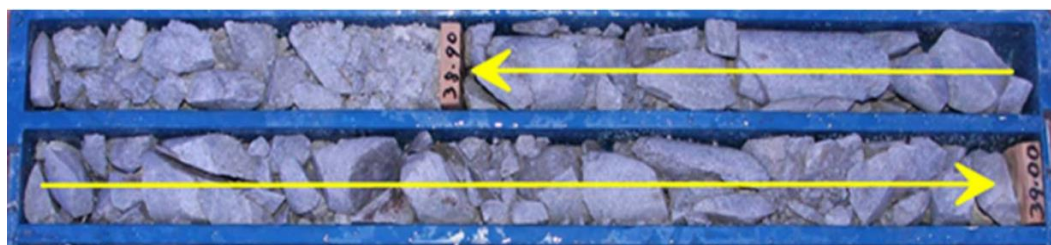
AU-DDH-M20-159		Coordenadas (Collar)								
		Este	642744.278		Norte	8243117.17		Azimuth	54.18	Inclinación
Descripción Litológica		Indice de Resistencia (GSI) 2000		Desde (m)	Hasta (m)	Longitud de corrida (m)	Recup. (m)	RQD (m)	Dureza Estimada (ISRM 1981) (R)	Longitud de RocaFract. (m)
Litología	Alteración	Min.	Max.							
MZ	ARG	40	50	57.8	58.3	0.50	0.50	0.28	R3.5	0.13
MZ	ARG	40	45	58.3	59.2	0.90	0.90	0.53	R3.5	0.19
MZ	ARG	40	50	59.2	60.0	0.80	0.80	0.52	R3.5	0.28
MZ	ARG	30	35	60.0	60.4	0.40	0.40	0.10	R3.5	0.30
MZD	ARG	40	50	60.4	61.9	1.50	1.50	1.15	R3.5	0.10
MZD	ARG	40	50	61.9	62.9	1.00	1.00	0.90	R3.5	0.10
MZ	ARG	40	50	62.9	64.4	1.50	1.50	1.25	R3.5	0.00
MZ	ARG	40	45	64.4	66.2	1.80	1.80	1.08	R3.5	0.41
MZ	ARG	40	45	66.2	66.9	0.70	0.60	0.28	R3.5	0.16
MZ	ARG	40	50	66.9	68.4	1.50	1.50	0.98	R3.5	0.16
MZD	ARG	40	45	68.4	69.8	1.40	1.40	0.91	R3.5	0.00

Fuente: Descripción general sondajes Mina Titan Del Perú, 2023.

Si se encuentra algún error debe ser reportado al perforista y personal encargado.

Figura N°06:

Medición de longitud de corrida.



Fuente: Descripción general sondajes Mina Croacia, 2023.

➤ **Recuperación del testigo.**

Longitud de testigo obtenido de la perforación. Se mide y registra por corrida, la medición se debe realizar a lo largo del eje central del testigo. Los testigos de roca fracturados deben ensamblarse (en lo posible) antes de la medición de recuperación.

En el caso que no sea posible reconstruir el testigo, se debe descontar los espacios entre fracturas.

Figura N°07:

Obtención de la recuperación.



Sumar todos los tramos de amarillo para obtener la longitud de recuperación

Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

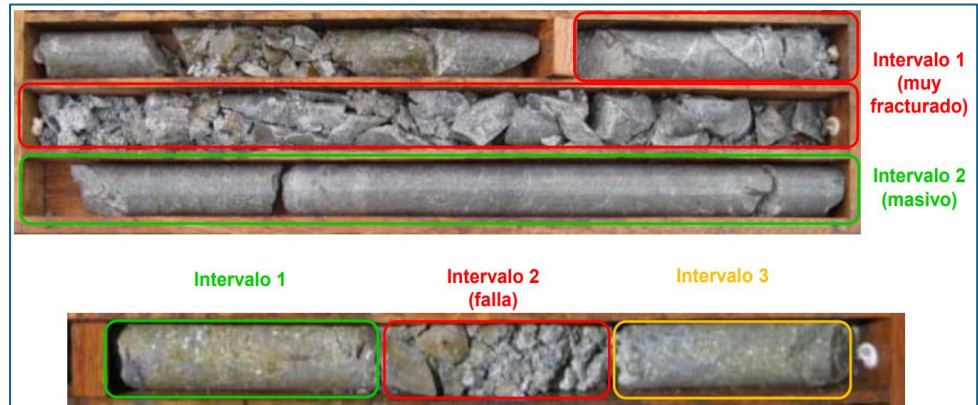
➤ **Separación de corrida (Taco Ficticio).**

Método que considera la división de una corrida en dos o tres intervalos, siempre y cuando se observe diferencias extremas entre sus parámetros geomecánicos, litológicos, alteración, zonas alteradas, zonas de falla, etc. Los parámetros geomecánicos de cada tramo serán registrados en el formato de registro Geomecánico.

La longitud de los intervalos debe ser mayor a 30cm. Intervalo menores pueden ser considerados dentro de la longitud de la roca fracturada (LRF).

Figura N°08:

Separación de corrida.



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

Ejemplo, en el formato de registro geomecánico se observa los siguientes parámetros.

- -Corrida: desde 109.0 m, hasta 110.5m
- Longitud de recuperación = 1.04 m, RQD = 0.29 m, Dureza = R3
- -FN = 8, LRF = 0 m

Figura N°09:

Se observa un tramo de roca alterada al inicio de la corrida, en este caso, ese tramo debería haberse registrado como una corrida separada.



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

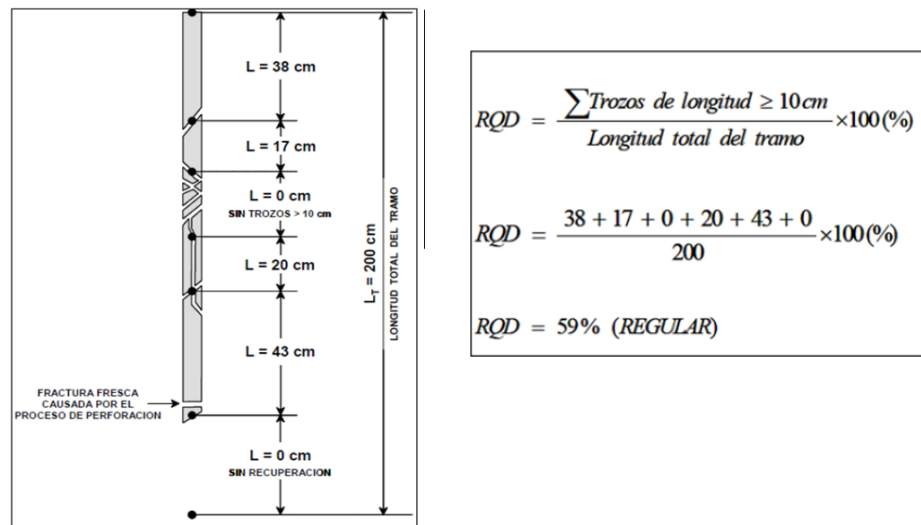
➤ **Medición y Registro de RQD (Rock Quality Designation).**

Desarrollado por Deere en 1967, actualizado en 1989, longitud de testigo mayor a 10cm (4 pulg.) entre dos fracturas naturales. Las fracturas paralelas al sondaje no afectan el cálculo de RQD.

Materiales con resistencia a la presión no confinada menores a 1Mpa (Dureza<R1) no son incluidos en el cálculo de RQD. Tramos identificados como Zona alterada o Zona de falla tendrán valor de RQD=0.

Figura N°010:

RQD (Rock Quality Designation Index), clasificación geomecánica que nos indica el grado de fractura miento del macizo rocoso.



Fuente: Gavilanes y Andrade, 2004.

Tabla N°15:

Índice de calidad de la roca (Deere, 1964).

C	Calidad	Puntaje RMR 89
<25	Muy Mala	3
25 a 50	Mala	6
50 a 75	Regular	13
75 a 90	Buena	17
90 a 100	Excelente	20

Fuente: Gavilanes y Andrade, 2004.

➤ **Estimación de Grado de Dureza (R)**

Clasificación de la estimación de la dureza, basada en la estimación de la dureza, basada en la estimación de la resistencia a la compresión simple, realizada por el ISRM 1981. En campo se estima

el valor de la resistencia a la compresión de la roca con el uso de la uña, una cuchilla, rayador de dureza y/o picota para definir el valor de dureza.

En una corrida se puede encontrar variaciones en dureza, según su longitud se puede usar la separación de tramos y/o colocar un comentario, si se usa un rayador, considerar su dureza. Tener cuidado con muestras de suelo secas o congeladas.

Tabla N°16:

Identificación del grado de dureza ®.

Clase	Descripción	Identificación en campo	Valor aproximado de la resistencia a compresión simple	
			Mpa	Kg/cm ²
S1	Arcilla muy blanda	El puño penetra fácilmente varios cm.	<0.025	<0.25
S2	Arcilla débil	El dedo penetra fácilmente varios cm.	0.025-0.05	0.25-0.5
S3	Arcilla firme	Se necesita una pequeña presión para penetrar el dedo.	0.05-0.1	0.5-1
S4	Arcilla rígida	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo.	0.1-0.25	1-2.5
S5	Arcilla muy rígida	Con cierta presión puede marcarse con la uña.	0.25-0.5	2.5-5.0
S6	Arcilla dura	Se marca con dificultad al marcar con la uña.	>0.5	>5.0
R0	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña.	0.25-1	2.5-10
R1	Roca muy blanda	Deleznable bajo golpe del martillo de geólogo, puede rayarse con una navaja. Se talla fácilmente con una navaja.	1.0-5	10-50
R2	Roca blanda	Puede rayarse con dificultad con la navaja, se pueden hacer marcas poco profundas golpeando fuertemente con la punta del martillo.	5.0-25	50-250
R3	Roca moderadamente dura	No se puede rayar con una navaja la muestra de mano, se puede romper con un golpe firme del martillo geólogo, al impacto la punta del martillo intenta hasta 5mm.	25-50	250-500
R4	Roca dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	50-100	500-1000
R5	Roca muy dura	Se necesita muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	100-250	1000-2500
R6	Roca extremadamente dura	El martillo produce solamente descarrillado de la muestra, sonido metálico de golpe. Solo salta esquirlas de roca.	>250	>2500

Fuente: Piteau Associates, marzo 2021

➤ **Longitud de Roca Fracturada (LRF)**

Longitud de roca fracturada (LRF) son zonas muy fracturadas, zonas alteradas(intemperizadas), brechas de falla y fallas, se pueden identificar como LRF. El inicio y fin de los tramos serán descritos en el formato de registro geomecánico. Características como dureza, grado de alteración o fracturamiento pueden ayudar a describir mejor los tramos.

Figura N°11:

Zonas de rocas fracturada.



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021

➤ **Grado de Fracturamiento – Degree of Breakage (DOB).**

Parámetro implementado por Hawley (et al.,1994). Índice visual relacionado con la intensidad de fracturamiento del testigo, considerando las fracturas naturales y mecánicas. Este parámetro proporciona una indicación del tamaño del bloque del macizo.

Contar el total de fracturas y calcule el tamaño medio con la formula:

$$\text{Grado} = \frac{\text{Recuperación}(cm)}{\text{Número de fracturas}(FRF + FN + FM)}$$

Tabla N°17:

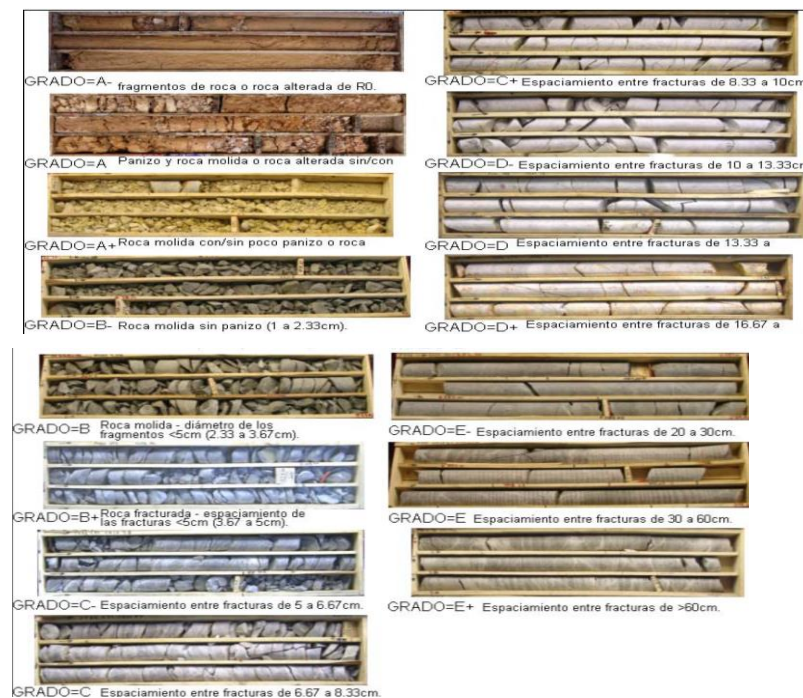
Identificación del grado de fracturamiento.

Grado	Espaciamento medio de las fracturas	Descripción
A-	<1cm	Mayormente panizo de falla o roca alterada pocos fragmentos de roca.
A		Panizo y roca molida o roca alterada.
A+		Roca molida con/sin poco panizo, o una mezcla roca alterada, fragmentos de roca fresca.
B-	1 a 5cm	Roca molida - Menos del 30% de la pared de los fragmentos. Ø fracturas 1 a 2.33cm.
B		Roca molida – Ø fracturas 2.33 a 3.67 cm.
B+		Roca fracturada – Se ve Ø entero del pozo en los fragmentos. Ø fracturas 3.67 a 5cm.
C-	5 a 10cm	Espaciamento medio de roturas 5 a 6.67cm.
C		Espaciamento medio de roturas 6.67 a 8.33cm.
C+		Espaciamento medio de roturas 6.33 a 10cm.
D-	10 a 20cm	Espaciamento medio de roturas 10 a 13.33cm
D		Espaciamento medio de roturas 10 a 16.67cm
D+		Espaciamento medio de roturas 16.67 a 20cm
E-	20cm	Espaciamento medio de roturas 20 a 30cm
E		Espaciamento medio de roturas 30 a 60cm
E+		Espaciamento medio de roturas >60cm.

Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

Figura N°12:

Estimación del grado de Fracturamiento



Fuente: Piteau Associates, marzo 2021.

➤ **Tipo de discontinuidad**

De acuerdo con la naturaleza de la estructura. Se presenta una lista de los principales tipos:

Figura N°13:

Identificación del tipo de discontinuidad.

Descripción	Abreviatura
Diaclasas	JN
Falla	FL
Estratificación	BD
Foliación	FO
Contacto	C
Venilla	VN
Brecha	Bx
Esquistosidad	SC
Discordancia	UC

Fuente: Piteau Associates, marzo 2021:

➤ **Parámetros de Condición de Fractura para clasificación**

RMR89

En base a la clasificación de macizo rocoso RMR89, se tiene que registrar los siguientes parámetros para cada fractura natural identificada en la corrida:

- Longitud de la discontinuidad (Persistencia)
- Abertura
- Rugosidad
- Tipo de Relleno

Tabla N°18:

Registro Geomecánico de condición de fractura.

Parámetros Condición Fractura									
Alteración	Persistencia(m)		Rugosidad		Abertura (mm)		Tipo Relleno		
Descompuesta	0	>20.0	0	Suave	0	>5.0	0	Blando>5mm	0
Muy alterada	1	10.0 – 20.0	1	Ondulada	1	1 – 5.0	1	Blando<5mm	1
Mod. Alterada	3	3.0 – 10.0	2	Lig. Rugosa	3	0.1 – 1.0	3	Duro>5mm	2
Lig. Alterada	5	1.0 – 3.0	4	Rugosa	5	< 0.1	5	Duro<5mm	4
Inalterda	6	<1.0	6	Muy Rugosa	6	Nada	6	Ninguno	6

Fuente: Bieniawski, 1989.

2.2.3. Diseño geomecánico de excavaciones.

Las excavaciones mineras se pueden diferenciar entre excavaciones con entrada y sin entrada de personal. Las buenas prácticas de diseño, para ambos tipos de excavaciones serán aquellas que minimicen el riesgo de caídas de rocas. Existen varios métodos de diseño de excavaciones subterráneas reconocidos que se usan con frecuencia en la industria minera. Dado que es difícil no asociar el diseño de una excavación con el diseño del refuerzo o sostenimiento, muchos de estos métodos integran ambos aspectos. Los métodos de diseño que presentaremos en esta guía se clasifican en los siguientes:

- Métodos empíricos, que evalúan la estabilidad basada en prácticas o experiencia previa junto con el comportamiento existente de la mina para una predicción futura.
- Métodos analíticos en forma de códigos numéricos, soluciones cerradas, física clásica y modelos de resistencia.
- Métodos observacionales que se basan en el monitoreo del macizo rocoso y la verificación de su comportamiento (este método no se incluye en la guía dado que su aplicación es principalmente en obras subterráneas de infraestructura civil).

➤ **Método de diseño de abertura (span).**

La curva de abertura crítica (Critical Span Curve, Lang, 1994) actualizada por Wang (2000) con valores de roca de mala calidad se presenta en la figura 6. La abertura crítica (critical span) se define como el diámetro del círculo mayor que se puede dibujar dentro de los bordes de la excavación expuesta (techo). Esta abertura expuesta es contrastada con la calidad de la roca inmediata del techo para establecer la condición de estabilidad.

La abertura de diseño se refiere a la abertura sin sostenimiento y/o aberturas con sostenimiento local (i.e. pernos sistemáticos de 1.8m de longitud con una malla de 1.2m por 1.2m.), el valor de RMR es el sugerido por Bieniawski (1976) con una corrección de menos 10 puntos, si hay presencia de discontinuidades de buzamiento menor a 30 grados. La condición de estabilidad se clasifica según las siguientes tres categorías:

A. Excavaciones Estables

- No se presenta caída de rocas en el techo
- No se observan deformaciones en el techo de la excavación.
- No se han instalado cantidades importantes de sostenimiento.

B. Excavaciones Potencialmente Inestables

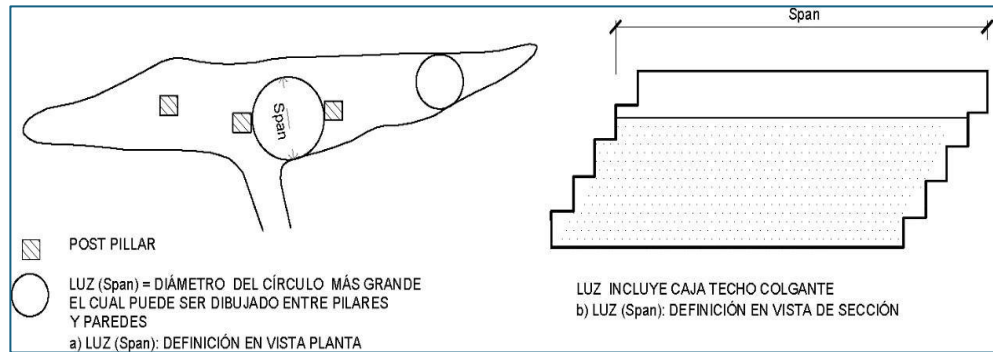
- Requiere de sostenimiento adicional para prevenir las fallas potenciales del macizo rocoso.
- Deformaciones hacia el interior del techo.
- Se requiere de trabajos de sostenimiento frecuentes.

C. Excavaciones Inestables

- El área ha colapsado.
- La zona de falla por encima del techo de la excavación es aproximadamente 0.5 veces al ancho de la excavación.

Figura N°14:

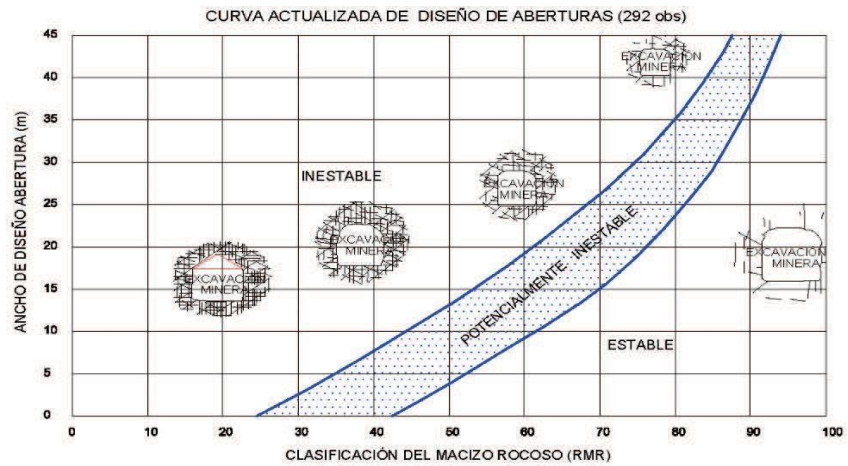
Definición de Span (apertura crítica, luz o ancho), (Pakalnis, 1993).



Fuente: Pakalnis,1993.

Tabla N°19:

Curva de diseño de las excavaciones (Pakalnis, 2002)



Fuente: Pakalnis,1993.

Ma

De = _____

ESR

Donde:

De : Dimensión Equivalente

Ma : Máxima abertura

ESR : Razón del Soporte de la Excavación

➤ **Método gráfico de estabilidad Mathews.**

El método es utilizado para el dimensionamiento de los tajeos abiertos; en todos los casos, la estabilidad fue evaluada cualitativamente como estable, potencialmente inestable o colapso.

El método gráfico de estabilidad consiste en la determinación del número de estabilidad (N'), el cual se obtiene de la siguiente ecuación:

$$N' = Q' \times A \times B \times C$$

Donde:

N' : Número de estabilidad

Q' : Índice de Calidad de Roca de Barton (1974)

A : Factor de condición de esfuerzos

B : Factor de orientación de estructuras

C : Factor de componente gravitacional

Donde: Q' es el Índice de Calidad de Roca de Barton (1974), con el Factor de Reducción de Esfuerzos (SRF) y el Factor de Reducción de Agua (J_w) igual a uno (1). En suma, la base de datos del Gráfico de Estabilidad proviene de operaciones mineras que generalmente son secas.

$$Q' = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a}$$

Donde:

Q' : Índice de Calidad de Roca de Barton (1974)

RQD : Índice de Calidad de Roca (%)

J_n : Número de familias de las juntas

J_r : Rugosidad de las juntas

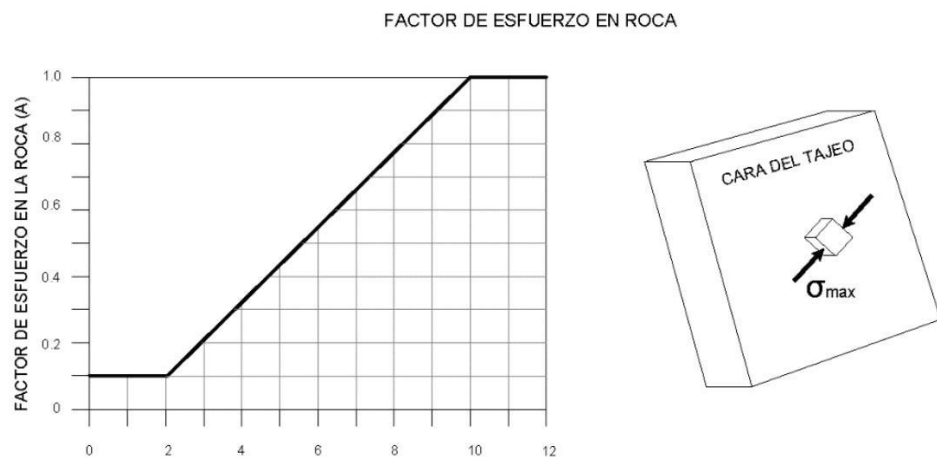
Ja : Alteración de las juntas

A. Factor de condición de esfuerzos.

Este factor toma en cuenta la influencia de los altos esfuerzos que reducen la estabilidad de la masa rocosa. El valor A se determina de la relación de la resistencia a la compresión simple de la roca intacta dividida por el máximo esfuerzo inducido paralelo a la superficie de la pared analizada del tajeo.

Figura N°15:

Factor de Esfuerzo en la Roca, A



Fuente: Pakalnis,1993.

$$RAZON = \frac{Resistenci\ a\ la\ Compresion\ Uniaxial(UCS)}{Esfuerzo\ Comp.\ Inducida\ max}$$

$$\sigma_c$$

$$A = 0.125 \times \frac{\sigma_c}{\sigma_1} - 0.125$$

$$\sigma_1$$

Donde:

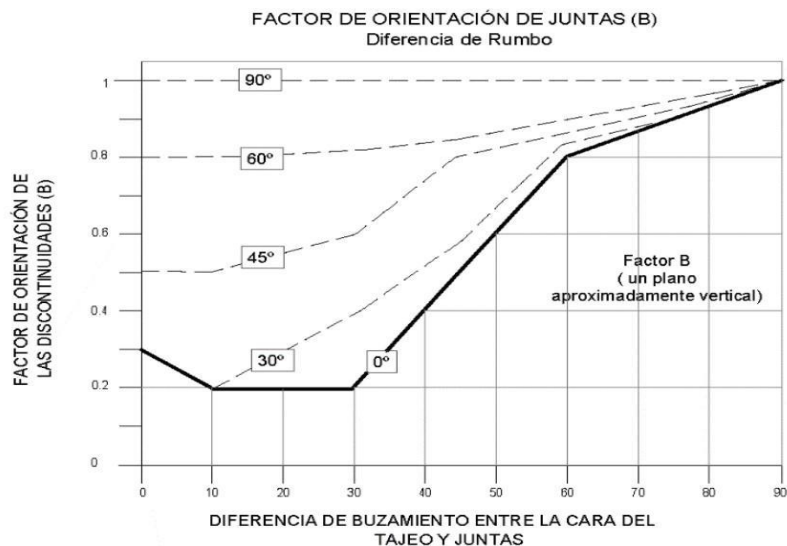
- A : Factor de esfuerzo de la roca
- σ_c : Resistencia uniaxial de la roca intacta
- σ_1 : Esfuerzo compresivo inducido

B. Factor de condición de esfuerzos.

Este factor toma en cuenta la presencia de discontinuidades con orientación desfavorable respecto a la superficie de cualquiera de las caras de un tajeo. Para determinar este factor en la cara de un tajeo, primero se determina la diferencia entre el rumbo del sistema de discontinuidades principales que intercepta a la cara y el rumbo de la cara del tajeo, con esto definiremos la curva de factor de orientación de discontinuidades por diferencia de rumbo. En un segundo paso se determina el valor de la diferencia de buzamiento entre el sistema principal de discontinuidades y la cara del tajeo el cual es ubicado en el eje horizontal, y mediante el trazo de una línea vertical se intercepta a la curva de factor de orientación obteniendo el valor de Factor de orientación "B" en el eje vertical.

Figura N°16:

Factor Orientación de Juntas, B.



Fuente: Pakalnis, 1993.

$$\text{Diferencia de rumbo} = R_{\text{diaclasa}} - R_{\text{mineral}}$$

Donde:

Rdiacласa : Rumbo del sistema de diaclasas

Rmineral : Rumbo de la veta

$$\beta = Bz \text{ diaclasas} - Bz \text{ mineral}$$

Donde: β : Diferencia relativa de Bz con la superficie del tajeo

Bz diaclasas : Buzamiento de diaclasas

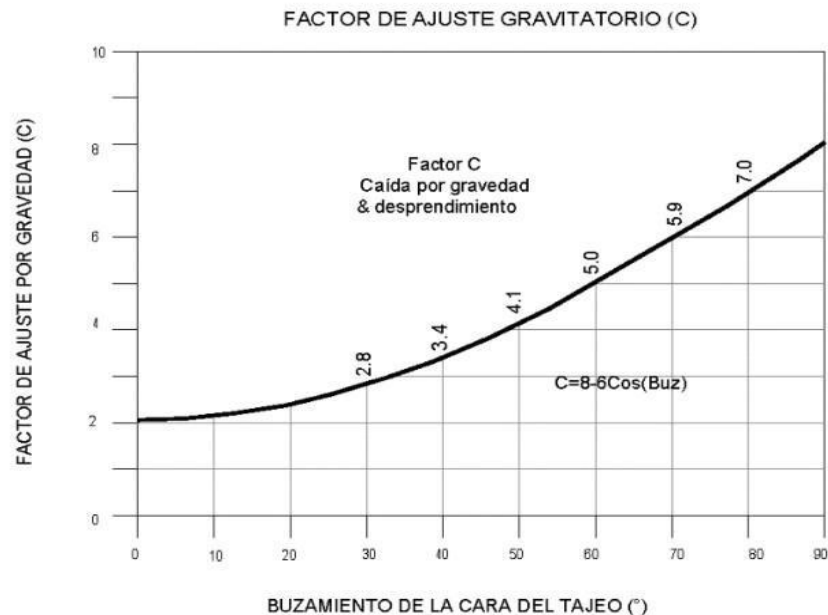
Bz mineral : Buzamiento de mineral

C. Factor de componente gravitacional.

Este factor refleja la naturaleza inherente más estable de una pared vertical en comparación con una pared horizontal. El factor C sugiere que el valor de Q puede aumentarse cuatro (4) veces para una pared vertical en comparación con una pared de techo horizontal.

Figura N°17:

Factor de Ajuste Gravitatorio, C.



Fuente: Pakalnis, 1993.

$$C = 8 - 6 \times \cos(Bz)$$

Donde:

C : Factor de ajuste gravitatorio

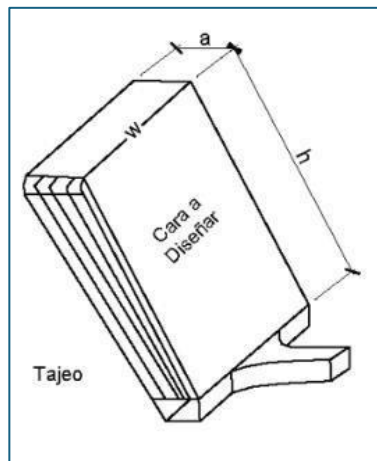
Bz : Buzamiento de la cara del tajeo

D. Radio Hidráulico.

Es el área de la superficie dividida por el perímetro de la pared expuesta que se está analizando. El radio hidráulico se incrementa con un aumento del área de la superficie del tajeo, y a medida que se incrementa el valor del radio hidráulico, disminuirá la estabilidad del tajeo.

Figura N°18:

Radio hidráulico de la superficie del tajeo.



Fuente: Milne, 1997.

$$HR_{CT} = \frac{W \times h}{2w + 2h}$$

Donde:

HRCT : Radio hidráulico caja

Techo HRT : Radio hidráulico Techo.

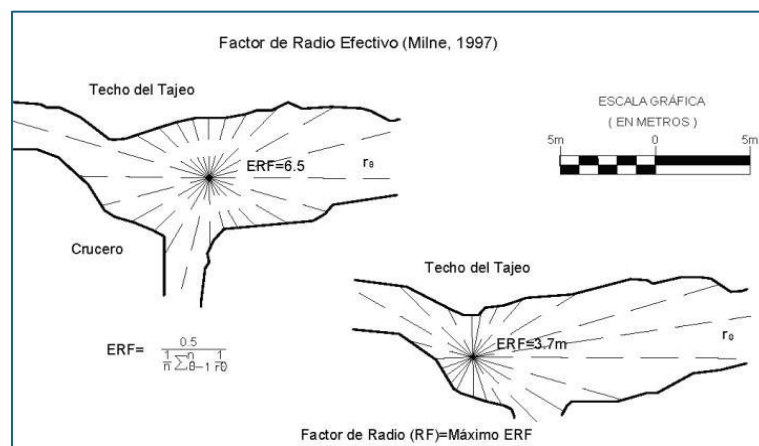
w : Largo del tajeo

h : Altura del tajeo

E. Factor de Radio (RF).

Milne (1997) desarrolló el Factor de Radio (RF) y Factor de Radio Efectivo (ERF) para abordar el problema de evaluar el Radio Hidráulico para geometrías que no tienen formas cuadradas o rectangulares.

Figura N°19:
Factor de Radio (RF).



Fuente: Milne,1997

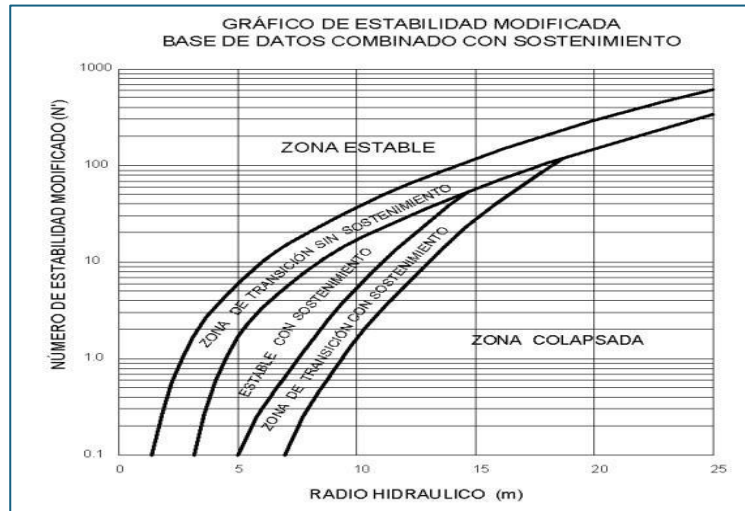
F. Método Grafico de estabilidad Modificado(N').

El método gráfico de estabilidad para el diseño de tajeos abiertos fue inicialmente propuesto por Mathews y luego modificado por Potvin y Nickson para posteriormente obtener el gráfico de estabilidad modificado. La estabilidad fue evaluada cualitativamente como estable, potencialmente inestable o caving, siendo los datos de entrada el

número de estabilidad modificado y el radio hidráulico de la cara del tajeo a evaluar.

Figura N°20:

Grafico de Estabilidad Modificado (N')



Fuente: Potvin y Nickson

$$N' = Q' \times A \times B \times C$$

Donde:

N' : Número de estabilidad

Q' : Índice de Calidad de Roca de Barton (1974)

A : Factor de condición de esfuerzos

B : Factor de orientación de estructuras

C : Factor de componente gravitacional

2.2.4. Ensayos de campo y laboratorio.

Estos ensayos se realizan como parte del mapeo geomecánico con el objetivo de estimar datos sobre la resistencia a compresión uniaxial de la roca usando “el martillo de rebote Schmidt (Ver Anexo 4.1- 4.19) y la picota de geólogo”. Además, se realizó mediciones directas en la masa rocosa para estimar el índice de calidad de roca "RQD" mediante determinación del número de discontinuidades por metro cúbico usando la formulación propuesta por

Palmstrom ($RQD=115-3.3*Jv$); donde Jv representa el número de discontinuidades presentes en un metro cúbico de volumen de roca.

El programa de investigaciones geomecánicas en laboratorio para propósitos del estudio, ha sido realizado sobre muestras seleccionadas en los "dominios geomecánico de interés" para el diseño de explotación, especialmente se han seleccionado muestras situadas en "caja techo, estructura mineralizada, caja piso" en cada una de las minas. Estas muestras han sido ensayadas en el "Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Tecsup", el mismo que cumple con los estándares que establece la "American Society for Testing Material" (A.S.T.M.).

Los ensayos de Mecánica de rocas se han desarrollado sobre bloques y sondajes de "roca intacta y discontinuidades estructurales", según las especificaciones técnicas y requerimientos de ensayos que previamente se definieron durante los trabajos de mapeo geomecánico.

Los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Rocas de la Tecsup, fueron los que se muestran en el siguiente listado:

Tabla N°20:

Registro Geomecánico de condición de fractura.

ENSAYOS GEOMECHANICOS	DESCRIPCIÓN
PFR (ASTM C-97-02)	Ensayo de propiedades físicas en rocas.
UCSR (ASTM 0-4767)	Ensayo para la resistencia de la compresión no confinada de especímenes de Roca.
TXR (ASTM D-2664-95)	Ensayo triaxial en roca.
TIB (ASTM D3967)	Ensayo de resistencia a la tracción indirecta de especímenes de roca – Método Brasileiro.
PLT (ASTM D5731/ISRM)	Ensayo de carga puntual.
CDR (ASTM D5607/ ISRM)	Ensayo de corte directo en roca.
MER (ASTM D3148/ISRM)	Ensayo de módulo de elasticidad.

Fuente: A.S.T.M. "American Society for Testing Material".

2.2.5. Influencia de las estructuras en la masa rocosa.

Según la SNMPE (2004) menciona que la influencia de los rasgos geológicos estructurales sobre las condiciones de estabilidad de la masa rocosa de las excavaciones es fundamental en las operaciones mineras. La SNMPE (2004) considera los siguientes tipos de excavaciones:

- a) Excavaciones en Roca Masiva.** - Se caracterizan por presentar pocas discontinuidades, con baja persistencia y ampliamente espaciadas, generalmente son rocas de buena calidad que están asociadas a cuerpos mineralizados polimetálicos en rocas volcánicas. Ignorando por ahora la influencia de los esfuerzos, los túneles en estos tipos de rocas son estables sin necesidad de sostenimiento artificial, solo requieren de un buen desatado de rocas o sostenimiento puntual (SNMPE, 2004).

Figura N°21:

Ejemplo de una excavación en roca masiva con pocas fracturas.



Fuente: SNMPE,2004.

- b) Excavaciones en Roca Fracturada.** - Se caracteriza por presentar familias de discontinuidades conformadas principalmente por diaclasas, por lo que se les denomina también roca diaclasada, estas diaclasas constituyen planos de debilidad. La intersección de las familias de discontinuidades forma bloques rocosos de diferentes tamaños y cuando se encuentran en

la periferia de la excavación, estos pueden ser liberados desde la corona y hastiales que pueden caer o deslizarse por gravedad (SNMPE, 2004). La SNMPE (2004) indica; para que una excavación minera sea estable, los bloques de roca deben ser capaces de interactuar o de hacer presión uno contra el otro, cuando esto ocurre, la excavación tiende a autosostenerse. Alguna irregularidad en el contorno de la excavación es la clave indicadora para un problema potencial de inestabilidad (caída de rocas). Basándose en el sonido de la roca se puede descubrir irregularidades, este sonido indica que se está aflojando cerca de la superficie de la excavación y que se puede reconocer y evaluar un peligro potencial. Las discontinuidades o planos de debilidad pueden intersectarse formando varias combinaciones. Según esto, las fallas comúnmente vistas en el minado subterráneo son: Cuñas biplanares, cuñas tetrahedrales, bloques tabulares o lajas y bloques irregulares.

Figura N°22:

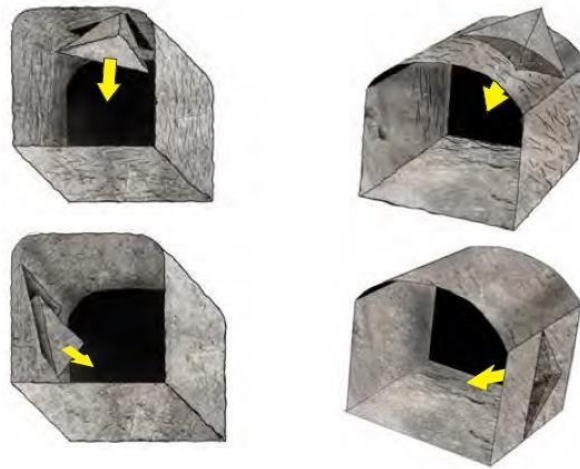
Cuña biplanar por las intersecciones de diaclasas en roca fracturada.



Fuente: SNMPE,2004.

Figura N°23:

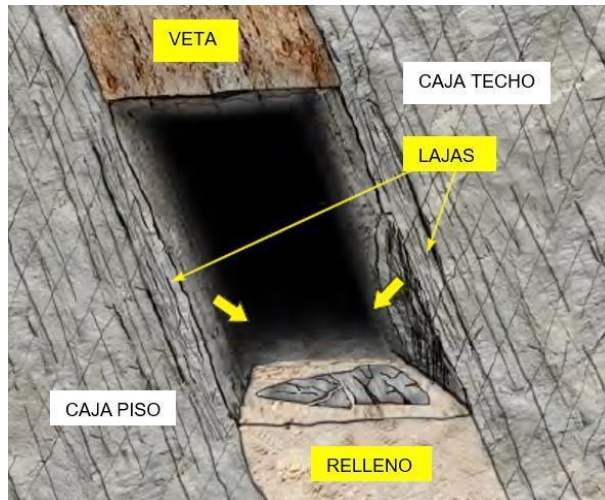
Cuña tetrahedrales por las intersecciones de diaclasas en roca fracturada. Fuente:



Fuente: SNMPE,2004.

Figura N°24:

Bloques tabulares o lajas liberadas en la caja techo.



Fuente: SNMPE,2004.

Figura N°25:

Bloques irregulares liberados por intercesiones de las diaclasas en rocas fracturadas.

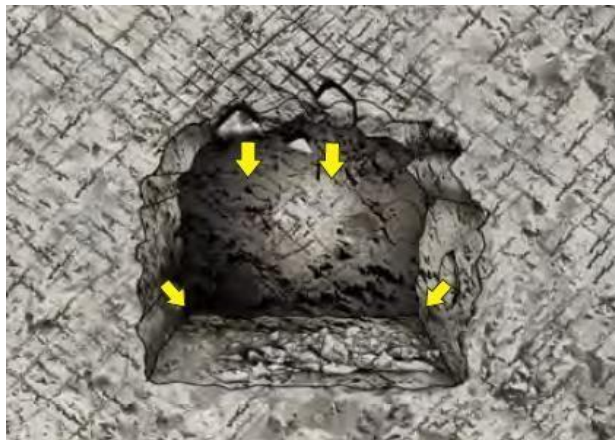


Fuente: SNMPE,2004.

- c) Excavaciones en Roca Intensamente Fracturada y Débil.** - Las rocas intensamente fracturadas presentan muchos sistemas de discontinuidades, las cuales crean pequeños fragmentos rocosos, constituyendo por lo general macizos rocosos de mala calidad. La inestabilidad del terreno en este caso ocurre por el deslizamiento y caída de estas pequeñas piezas y fragmentos rocosos desde las superficies de la excavación, la cual puede llevar al colapso si no se utiliza elementos de sostenimiento oportunamente (SNMPE, 2004).

Figura N°26:

Roca intensamente fracturada.



Fuente: SNMPE,2004.

- d) **Excavaciones en roca estratificada.** - Los planos de estratificación se caracterizan por su geometría planar y su alta persistencia, estos planos tienen baja resistencia los cuales generan debilidades en el macizo rocoso. Según la SNMPE (2004), “cuando los estratos tienen bajo buzamiento ($<20^\circ$) generalmente el techo y piso de los tajeos recomienda asegurar la estabilidad de la excavación, principalmente del techo de la labor”. Los principales problemas que pueden generarse en estos casos es la separación o despegue de los bloques tabulares del techo inmediato y su cargado, así como la deflexión hacia el vacío del minado por efecto de la gravedad.

Figura N°27:

Liberación de los estratos subhorizontales, flexión y caída hacia el vacío del minado.



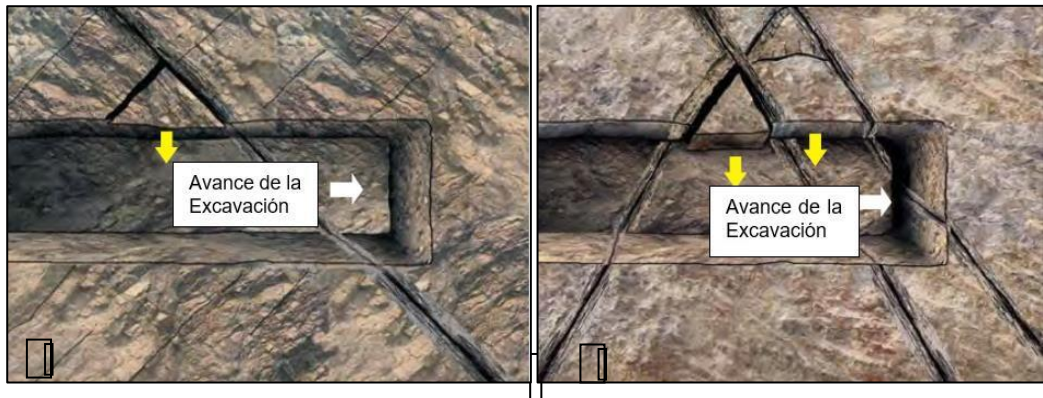
Fuente: SNMPE,2004.

- e) **Excavaciones con presencia de Fallas y Zonas de Corte.** - Principalmente las fallas geológicas y las zonas de corte, son rasgos estructurales prominentes de la masa rocosa que representan estructuras donde ya hubo movimientos antes del minado, estos movimientos podrían volver a ocurrir por la operación del minado generando condiciones de inestabilidad en las labores mineras subterráneas (SNMPE, 2004). Según SNMPE (2004) “las fallas y zonas de corte están relacionadas a terrenos débiles que pueden estar muy fracturados y la falla misma puede

contener arcilla débil o panizo”. La influencia de las fallas y zonas de corte pueden ser de varios metros de ancho, pudiendo influenciar significativamente en la inestabilidad de las excavaciones mineras.

Figura N°28:

Liberación de los estratos subhorizontales, flexión y caída hacia el vacío del minado.



Fuente: SNMPE,2004.

2.2.6. Representación estereográfica de cuñas y bloques.

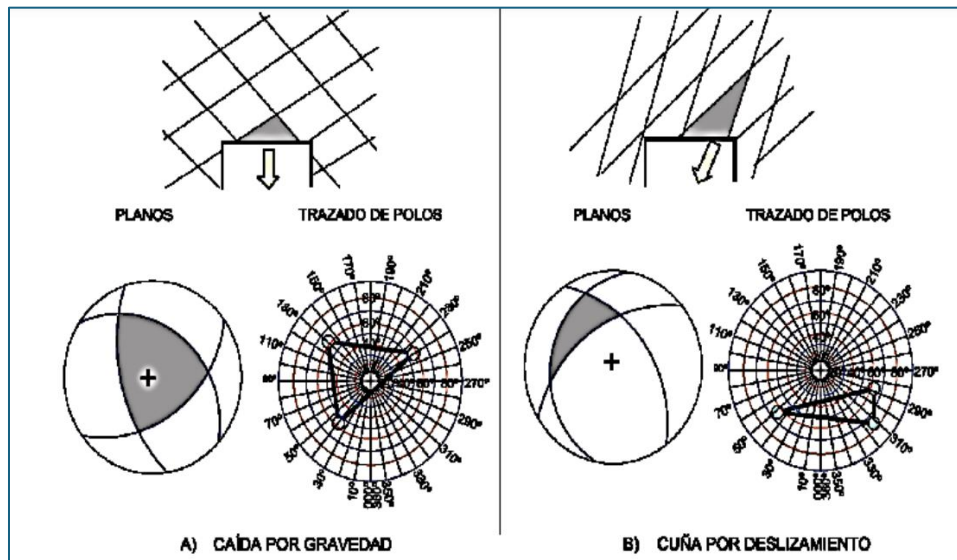
En el proyecto deben definirse los mecanismos cinemáticamente admisibles de inestabilidad basados en el mapeo estructural que se lleva a cabo durante la campaña de estudios y posteriormente durante el seguimiento de la obra. El procedimiento más común para definir cuñas-tipo es basándose en técnicas estadísticas y con éstas proponer el sostenimiento adecuado para la excavación. Para fines de cálculo estructural, resulta conveniente implementar técnicas de análisis de sensibilidad tales que, puedan acotar los niveles de seguridad para rangos de posibles situaciones geotécnicas (Gavilanes y Andrade, 2004).

Una cuña se forma a partir de la intersección de dos o más planos de discontinuidad. Para elaborar una proyección estereográfica es necesario la inclinación respecto a la horizontal del plano de discontinuidad; a esta inclinación se le denomina buzamiento (Dip) y la orientación azimutal de la línea de máxima pendiente se le denomina dirección del buzamiento (Dip Direction); para lo cual

es necesario: – Recolectar los datos estructurales más representativos de la zona de estudio y determinar las familias de discontinuidades. – Definir la orientación de los planos mayores de falla. A B 20 – Conocer la orientación del eje del túnel. – Determinar las combinaciones de familias más desfavorables para la corona y los hastiales del túnel. La proyección estereográfica es una herramienta esencial que permite realizar una representación visual de los planos de discontinuidad en 3D (o en 2D) y comprender la geometría de las cuñas potenciales. (Evert Hoek, 1995).

Figura N°29:

Análisis estereográfico para evaluar la caída de cuñas por gravedad o deslizamiento.



Fuente: Osinergmin, 2017.

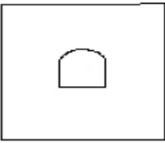
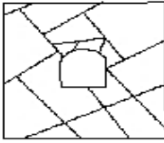
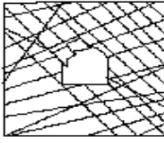
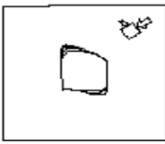

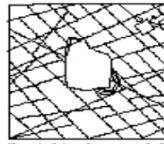
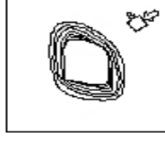

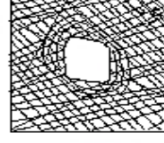
2.2.7. Inestabilidad de excavaciones de túneles.

Osinergmin (2017), en su guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas señala que: “al realizar una excavación se origina una cara libre, quedando expuestos bloques o cuñas definidos como un volumen de roca que se puede deslizar sobre una superficie o caer por su propio peso”. Se debe realizar la evaluación de las discontinuidades y de los factores que influyen en la inestabilidad como los

parámetros de resistencia (cohesión y ángulo de fricción). Es importante identificar si los principales sistemas de discontinuidades son paralelos o perpendiculares a la excavación; una excavación con avance paralelo a un sistema de discontinuidades será crítica, a diferencia de una excavación que avanza perpendicularmente ya que en la primera se generaran cuñas de mayor volumen; el tamaño de la cuña permitirá determinar la cantidad de sostenimiento requerido para estabilizarla.

Figura N°30:

Ejemplo de Mecanismos de falla y comportamientos del macizo rocoso

	Masivo (RMR>75)	Moderadamente Fracturada (50>RMR<75)	Altamente Fracturada (RMR<50)
Esfuerzos in situ bajos	 <p>Respuesta elástica lineal</p>	 <p>Deslizamiento o caída de bloques y cuñas</p>	 <p>Desplazamiento de bloques de la superficie de excavación</p>
Esfuerzos in situ intermedios	 <p>Falla rígida adyacente al contorno de la excavación</p>	 <p>Falla rígida localizada de roca intacta y movimiento de bloques</p>	 <p>Falla rígida de roca intacta desplazamiento a lo largo de las discontinuidades</p>
Esfuerzos in situ altos	 <p>Falla rígida alrededor de la excavación</p>	 <p>Falla rígida de roca intacta alrededor de la excavación y movimiento de bloques</p>	 <p>Roca deformable, comportamiento plástico</p>

Fuente: Osinergmin, 2017.

2.2.8. Sostenimiento de labores subterráneas.

En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción pero que a la vez es un proceso esencial para proteger de accidentes a personal y al equipo. A continuación, los tipos de sostenimiento más comunes.

a) Split Sets.

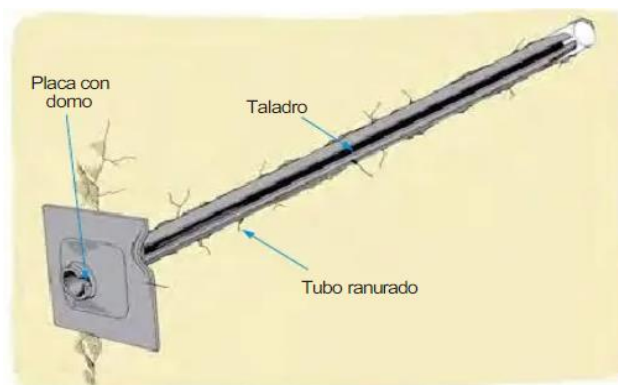
Los pernos de anclaje por fricción se caracterizan por anclarse a la masa rocosa sin la necesidad de poseer una matriz encapsulante para ser fijados a la roca. Su funcionalidad radica en la presión que estos ejercen sobre la masa rocosa longitudinalmente (a lo largo del perno) una vez estos son instalados. El anclaje efectúa una presión en forma radial a lo largo del perno, controlado de esta manera los desplazamientos de bloques o cuñas. Este tipo de anclaje es aplicado en labores mineras de poco tiempo de exposición principalmente.

La funcionalidad efectiva de este tipo de anclajes radica en el diámetro de la perforación de los taladros (agujeros en el taladro) que reciban a los Tubos Estabilizadores de Roca – Split Set, los diámetros deberán ser menores de 39mm, ya que el Split Set posee este diámetro de diseño. Así mismo estos anclajes deberán estar conformados de flejes de calidad estructural, a fin de garantizar la capacidad de resortes.

Los Split Sets pueden alcanzar valores de anclaje de 1, 1.5 toneladas por pie de longitud del perno, dependiendo principalmente del diámetro de la perforación, la longitud de la zona del anclaje y el tipo de roca (SNMPE, 2004).

Figura N°31:

Perno de fricción Split Set.



Fuente: SNMPE,2004.

Figura N°32:

Mecanismos de anclaje del Split Set.



Fuente: SNMPE,2004.

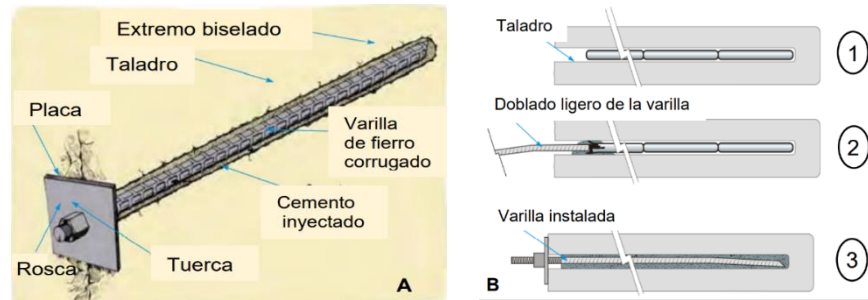
b) Pernos de varilla cementados o con resina.

La SNMPE (2004), lo define como “una varilla de fierro o acero, con un extremo biselado, que es confinado dentro del taladro por medio de cemento (en cartuchos o inyectados), resina (en cartuchos) o resina y cemento”. El anclaje entre la varilla y la roca es proporcionado a lo largo de la longitud completa del elemento de refuerzo, por tres mecanismos: adhesión química, fricción y fijación, siendo los dos últimos mecanismos los de mayor importancia, puesto que la eficacia de estos pernos está en función de la adherencia entre el fierro y la roca proporcionada por el cementante, que a su vez cumple una función de protección contra la corrosión, aumentando la vida útil del perno. De acuerdo con esta función, en presencia de agua (particularmente en agua ácida), el agente cementante recomendado será la resina, en condiciones de ausencia de agua será el cemento. Los pernos cementados son utilizados mayormente para reforzamiento de labores permanentes (SNMPE, 2004).

Figura N°33:

Perno de varilla corrugada; B: Instalación de un perno de varilla de hierro corrugado usando cartuchos de cemento, cartuchos de resina o ambos. Fuente:

SNMPE, 2004.



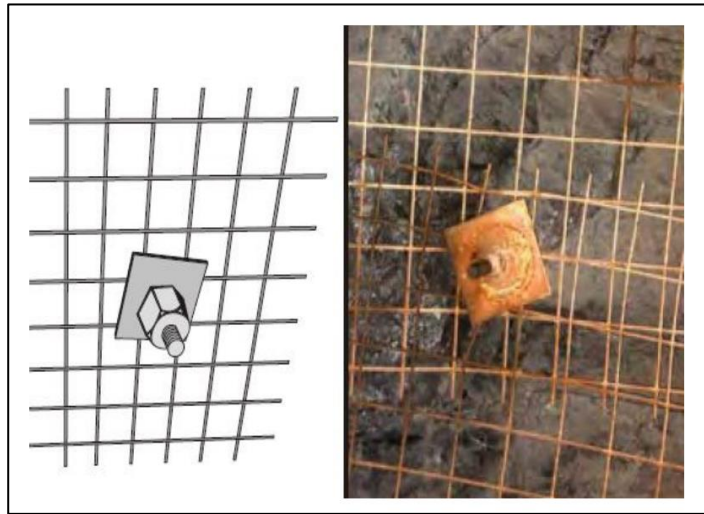
Fuente: SNMPE,2004.

c) Malla Metálica.

Según la SNMPE (2004), la malla metálica es utilizada para los siguientes tres fines: “primero, para prevenir la caída de rocas ubicadas entre los pernos, actuando en este caso como sostenimiento de la superficie de la roca; segundo, para retener los trozos de roca, actuando en este caso como un elemento de seguridad; y tercero, como refuerzo del shotcrete”. Existen dos tipos de mallas: la malla eslabonada y la malla electrosoldada. La malla electrosoldada es la más utilizada que consiste en una cuadrícula de alambres soldados en sus intersecciones, generalmente de N° 10/08, con cocadas de 4”x4”, construidas en material de acero negro que pueden ser galvanizada. Esta 25 malla es recomendada para su uso como refuerzo del concreto lanzado (shotcrete) (SNMPE, 2004).

Figura N°34:

Malla Electrosoldada.



Fuente: SNMPE,2004.

d) Cuadros de madera.

Cáceres (2017), en su tesis de pregrado sostiene que los cuadros de madera son generalmente usados en rocas de tipo IVA y IVB cuyo RMR se encuentra en el rango de 21 a 40. El uso de los cuadros de madera radica en su alta resistencia a las presiones ejercidas en las excavaciones (45 MPa), sin embargo, la colocación de este sostenimiento involucra una menor productividad debido a que su implementación requiere de como mínimo 3 personas en un turno y el avance diario sería como máximo de 6' (1.8m) en las dos guardias. Además, se debe considerar que los cuadros actúan cuando el macizo rocoso ya logró el punto de deformación máxima y sostienen las cargas sobre sus postes y sombreros logrando de esta manera fallas por pandeamiento horizontal o vertical.

Según la SNMPE (2004), tenemos tres tipos de cuadros y se describe a continuación:

Cuadros rectos: Usados cuando la mayor presión procede del techo. Están compuestos por tres piezas, un sombrero y dos postes, asegurados con

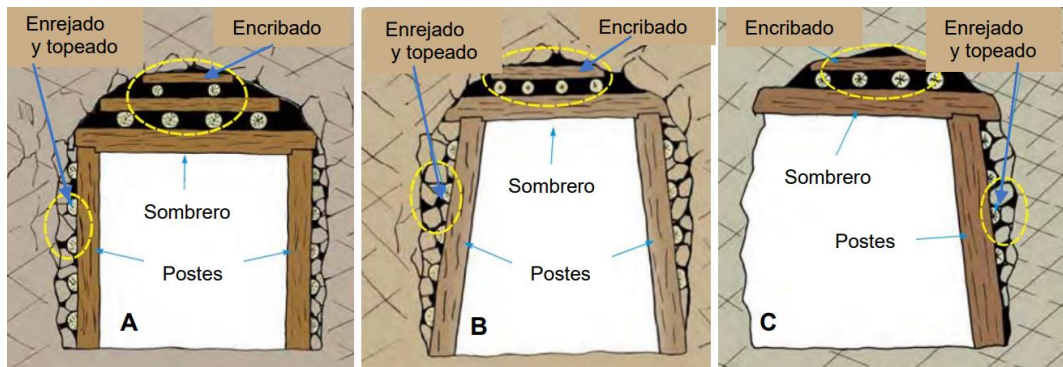
bloques y cuñas, en donde los postes forman un ángulo de 90° con el sombrero. En ciertos casos los postes van sobre una solera. Estos cuadros están unidos por los tirantes, los cuales determinan el espaciado de los mismo (SNMPE, 2004).

Cuadros cónicos: Usados cuando la mayor presión procede de los hastiales. La diferencia con los cuadros rectos es la longitud del sombrero, inclinando los postes, de tal manera de formar ángulos de 78° a 82° respecto al piso, quedando el cuadro de forma trapezoidal (SNMPE, 2004).

Cuadros cojos: usados cuando una de las cajas es competente. Están compuestos por solo un poste y un sombrero. Pueden ser verticales o inclinados según el buzamiento de la estructura mineralizada (SNMPE, 2004).

Figura N°35:

Esquema de cuadro recto; **B:** Esquema de un cuadro cónico; **C:** Esquema de un cuadro cojo.



Fuente: SNMPE, 2004.

2.3. Definición de términos básicos

- **Túnel:** Galería subterránea grande abierta artificialmente a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo. Obra minera subterránea prácticamente horizontal, cuyos extremos comunican con superficie (González de Vallejo, 2004).

- **Macizo Rocoso:** Es el medio in-situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales (SNMPE, 2004).
- **QAQC:** Programa de Control de calidad del logeo Geomecánico, correlación “RQD-Espaciamiento” – Bieniawski 1983 y correlación “RQD – Espaciamiento” – Bieniawski 1983.
- **RQD – Rock Quality Designation:** desarrollado por Deere en 1997 actualizado en 1989. Es la medición y registro del testigo mayores a 10 cm(4pul.) entre dos fracturas naturales. Las fracturas paralelas al sondaje no afectan el cálculo de RQD.
- **RMR (Rock Mass Rating):** Caracterización de los macizos rocosos en donde se consideran las siguientes variables: orientación, espaciamiento, persistencia, rugosidad, resistencia de las paredes de la roca, apertura, relleno, filtraciones (González de Vallejo, 2004).
- **GSI:** Índice de Resistencia Geológica Macizos Rocosos Fracturados (Geological Stress Index) por (Marinos & Hoek (2000)). Estima el valor típico de GSI considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades.
- **Zonificación Geomecánica:** Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar (SNMPE, 2004).
- **Recuperación del testigo:** Medición de testigo obtenido de la perforación. Se mide y registra por corrida, la medición se debe realizar a lo largo del eje central del testigo. Los testigos de roca fracturados deben ensamblarse (en lo posible) antes de la medición de recuperación. En el caso que no sea posible reconstruir el testigo, se debe descontar los espacios entre fracturas.

- **Grado de dureza (R):** Clasificación de la estimación de la dureza, basada en la estimación de la resistencia a la compresión simple, realizada por el ISRM 1981.
- **Q DE BARTON:** El índice Q (Barton y otros, 1974) se calcula evaluando seis parámetros distintos; RQD, Jn, Jr, Ja, Jw y SRF.

$$Q' = \frac{RQD}{Jn} \times \frac{Jr}{Ja} \times \frac{Jw}{SRF}$$

- **RQD: Calidad del macizo rocoso (“Rock Quality Designation”)**

Jn: Es el número de sistemas o familias de discontinuidades menores.

Jr: Valor - índice de la rugosidad de las diaclasas del macizo rocoso.

Ja: Valor - índice del grado de alteración y materiales de relleno de la junta.

Jw: Valor – índice que representa la cantidad de presión de agua subterránea.

SRF: Es el factor de reducción debido al estado tensional del macizo rocoso.

Para el estado de los registros Geomecánicos, deberá asumirse un macizo rocoso completamente seco, por lo tanto, los parámetros Jw y SRF serán iguales a 1 (estado tensional moderado). Por lo tanto, la ecuación anterior corresponde a Q´:

$$Q' = \frac{RQD}{Jn} \times \frac{Jr}{Ja}$$

- **Nivel de confianza:** Es la probabilidad de que el parámetro a estimar se encuentre en el intervalo de confianza.

- **Factor de Radio (RF):** Milne (1997) desarrollo el factor de radio (RF) y factor de radio efectivo (ERF) para abordar el problema de evaluar el Radio Hidráulico para geometrías que no tienen formas cuadradas o rectangulares.
- **Elos:** Método del equivalente lineal de sobre rotura/desprendimiento (producto de la altura de la pared por la longitud de la pared conocida como el radio hidráulico (HR).
- **Celda:** Es el área sobre el cual se tomarán los datos, esta debe tener un largo uniforme para toda la campaña de mapeo. Las dimensiones dependerán del área a cubrir.
- **Discontinuidad:** Cualquier separación en el continuo de roca que posee nula resistencia a la tracción, puede ser de origen mecánico o sedimentario que separa bloques (o matriz rocosa).
- **Geomecánica:** Encontrar y/o anticipar una solución segura y económica compatible con todas las restricciones bajo las cuales se encuentra el escenario del proyecto (E. Hoek 1996).
- **Macizo rocoso:** Conjunto de los bloques de matriz rocosa y de discontinuidades
- **Matriz rocosa:** Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La estimación de los parámetros Geomecánico y Geotécnicos del macizo rocoso determina el control de estabilidad en la veta Mariela nivel 1615, Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L.

2.4.2. Hipótesis Específico

- a) La estimación de los parámetros de la matriz rocosa influye para el control de estabilidad de las excavaciones en zona de profundización del nivel 1615.
- b) La estimación de los parámetros geotécnicos de testigo diamantinas y mapeo geomecánico lineal a detalle; determina la caracterización de la calidad del macizo rocoso en las excavaciones de la Veta Mariela nivel 1615.
- c) La Clasificación Geomecánica determina la estabilidad del macizo rocoso en función al diseño de excavaciones según el cumplimiento de las normas de seguridad para el sostenimiento de las labores subterráneas.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Geomecánica de medio rocoso definido por discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas, litología y planos de debilidad.

2.5.2. Variable dependiente

Clasificación geotécnica RMR, Q' de Barton y GSI para caracterizar el macizo rocoso en la zona Aurora Nivel 1615 – proyecto veta Mariela.

2.5.3. Variables intervinientes

Determinación de la calidad del macizo rocoso a través de parámetros geotécnicos obtenidos de perforación diamantina, mapeo geomecánico y resultados de ensayos geotécnicos.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores






La calificación de la calidad del macizo rocoso será, Muy mala, mala A, mala B regular A, regular B y bueno; de acuerdo con los parámetros geotécnicos obtenidos. Para la medición de los indicadores se utilizará la caracterización geomecánica (RMR) de Bieniawski 1989), Q de Barton y GSI.

Cuando se quiere conocer cómo se comportará el macizo rocoso, esta debe ser clasificada en forma conjunta tomando en cuenta todas sus características. Así como la resistencia de la roca, las características del fracturamiento y las condiciones de las paredes de las discontinuidades, la masa rocosa puede clasificarse en 5 categorías:

1. **Masa rocosa Muy Buena:** Condiciones geomecánicas muy favorables para el minado, no necesita sostenimiento en las labores.
2. **Masa rocosa Buena:** Condiciones geomecánicas favorables para el minado, no necesita sostenimiento en las labores.
3. **Masa rocosa Regular:** Condiciones geomecánicas regulares para el minado, con sostenimiento de pernos y mallas previa evaluación geomecánica.
4. **Masa rocosa Mala:** Condiciones geomecánicas desfavorables para el minado, necesita sostenimiento con pernos, malla y shotcrete de acuerdo con la evaluación geomecánica.
5. **Masa rocosa Muy Mala:** Condiciones geomecánicas muy desfavorables para el minado, necesita sostenimiento de pernos, malla y shotcrete de acuerdo con la evaluación geomecánica.

Tabla N°21:

Clasificación de RMR Bieniawski (1989) de los macizos rocosos.

Valor asignado	100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 – 21	<20
Clasificación	I	II	III	IV	V
Descripción	Roca Muy buena	Roca Buena	Roca Regular	Roca Mala	Roca muy mala
Imagen					

Fuente: Clasificación Bieniawski, 1989.

La clasificación Q fue desarrollada en 1974 por Barton, Lunde y Lien a partir de la información de numerosos túneles. Posteriormente ha sido revisada en varias ocasiones. La contenida en este post es la Clasificación Q Barton, 2000, ver tabla 22 donde:

Tabla N°22:

Clasificación de Barton et al. (1974) de los macizos rocosos.

Tipo de macizo	Valor de Q
Excepcionalmente malo	$10^{-3} - 10^{-2}$
Extremadamente malo	$10^{-2} - 10^{-1}$
Muy malo	$10^{-1} - 1$
Malo	1 - 4
Medio	4 - 10
Bueno	10 - 40
Muy bueno	40 - 100
Extremadamente bueno	100 - 400
Excepcionalmente bueno	400 - 1000



Fuente: Clasificación Barton, 2000.

El Índice de resistencia geológica GSI de Hoek y Marinos (2000) se basa en la cantidad de fracturas por metro lineal, medidas insitu con una wincha. La mala voladura afecta esta condición. La resistencia se determina golpeando o

indentando la roca con la picota. Se toma en cuenta la rugosidad, alteración de las paredes y relleno de las discontinuidades, ver tabla 23.

Tabla N°23:

Índice de resistencia Geológica GSI, (Hoek-Brown y Marinos,2000). Para macizos rocosos fracturados.

ESTRUCTURA DEL MACIZO ROCOSO	CONDICIONES DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES				
	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	MALA	MUY MALA
	CALIDAD DECRECIENTE DE LOS LABIOS DE LAS DISCONTINUIDADES →				
 <p>INTACTO O MASIVO Muestras intactas de roca o macizos rocosos masivos con pocas discontinuidades muy espaciadas.</p>	90			N/A	N/A ₁
 <p>FORMADO POR BLOQUES Macizo rocoso consistente en bloques cúbicos delimitados por tres familias de discontinuidades, con los bloques bien encajados.</p>	80	70			
 <p>FORMADO POR MUCHOS BLOQUES Macizo rocoso formado por bloques angulares de muchas caras delimitados por cuatro o más familias de discontinuidades. Los bloques están encajados, pero sólo parcialmente.</p>		60	50		
 <p>FORMADO POR MUCHOS BLOQUES, DISTORSIONADO Y BANDEADO Plegado con muchos bloques angulares formados por la intersección de muchas familias de discontinuidades. Planos de estratificación o de esquistosidad persistentes.</p>			40	30	
 <p>DESINTEGRADO Macizo rocoso muy fracturado con una mezcla de bloques angulares y redondeados débilmente encajados.</p>				20	
 <p>LAMINADO Y CIZALLADO Debido a la existencia de numerosos planos débiles muy próximos de esquistosidad o de cizalla, no existen bloques.</p>	N/A	N/A ₂			10 ¹

Fuente: Hoek y Marinos, 2000.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El proyecto fue desarrollado de acuerdo con el problema planteado es una investigación tecnológica aplicada, ya que busca la aplicación de conocimientos adquiridos en la práctica de la investigación y se sustenta en base a resultados.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional, el propósito consiste en buscar la causa efecto que se general en el problema en la estabilidad de las labores mineras.

3.3. Método de investigación

Se realizó un enfoque Analítico, describiendo y explicando la caracterización de la calidad del macizo rocoso en base a parámetros geotécnicos, mediante la toma de datos de testigos de perforación diamantina, mapeo y ensayos geotécnicos en laboratorio. Posteriormente el análisis de los resultados para determinar la estabilidad geotécnica y diseño de excavaciones.

El desarrollo del presente tema de investigación se realizó en tres etapas; Recopilación de información, trabajo de campo y gabinete, trabajo analítico de resultados.

Para cumplir el objetivo del estudio se realizó una serie de actividades como son:

- ✓ Logueo Geotécnico de sondajes del año 2022.
- ✓ Selección de muestras sondajes para ensayos geotécnicos.
- ✓ Mapeo geotécnico y estructural línea detalle del nivel 1615 (mapeo en Veta, mapeo en Caja Piso y mapeo en Caja Techo).
- ✓ Selección de muestras de bloques para ensayos geotécnicos.
- ✓ Toma de fotografías de testigos de perforación por cajas y muestras de testigos para ensayos geotécnicos.
- ✓ Medición de la resistencia de la roca con martillo Smith.
- ✓ Procesamientos de datos.
- ✓ Análisis de estabilidad – factor de seguridad (FS).
- ✓ Análisis de diseño de excavaciones y sostenimiento.

3.4. Diseño de la investigación

Exploratorio: Se tomaron datos de campo de los testigos de perforación diamantinos, mapeo y ensayos geotécnicos, obteniéndose información de parámetros geotécnicos para determinar la calidad de masa rocosa.

Descriptiva: Descripción detallada de la clasificación geotécnica, estabilidad del macizo rocoso y sostenimiento de labores temporales y permanentes.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población será de 7 sondajes diamantinos pertenecientes proyecto 2022 con un total de 548 tramos de logueo y 74 celdas de mapeo.

3.5.2. Muestra

La muestra son 4 Sondajes y 28 celdas de mapeo, los cuales pertenecen al proyecto 2022 – Compañía minera Titán Del Perú S.R.L. – Proyecto Mariela, cada tramo tiene una distancia de acuerdo con el criterio geomecánico donde no sobrepasa los dos metros de muestra y para vetas angostas roca fracturada mayor a 30cm de crea un taco ficticio para su interpretación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El presente estudio de estabilidad geomecánica en la zona Aurora veta Mariela Nivel 1615 minera Titán Del Perú S.R.L. fue realizado mediante logueo geotécnico de perforación diamantina, mapeo geotécnico-estructural con la aplicación del Martillo de Smith en la labor nivel 1615 veta Mariela, ensayos geotécnicos en testigo y muestras de roca. Mediante esta técnica se evalúa las características y clasificaciones geotécnicas para la estabilidad y diseño de las excavaciones.

3.6.1. Técnicas

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos en la presente investigación fueron la observación y recolección de datos directa de campo, procesamiento de datos, asimismo se utilizó la técnica de logueo geotécnico, mapeo geotécnico-estructural, ensayos geotécnicos, toma de fotografías de cajas de muestras, análisis de estabilidad de los tajeos y sostenimiento para infraestructuras permanentes y temporales.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la recolección de información de la investigación se usaron; hojas de logueo y mapeo geotécnico, guías de observación en campo, procesamiento de datos, análisis de contenido, cajas de muestras, cámara fotográfica, Martillo Smith, Goniómetro, libreta de campo, laptop para procesamiento de datos incluyendo los softwares para Geomecánica.

3.7 Selección, validación y confiabilidad de los datos de investigación

Para la selección y validación de la investigación se ha desarrollado métodos estadísticos que se detallan a continuación:

- Se utilizó la validación en porcentaje de aceptación del logueo geotécnico mediante la correlación “RQD – Espaciamiento”, de todos los datos por litología y porcentaje de aceptación de datos entre “RQD – Frecuencia de fracturamiento”, Ver imagen 37 y 38.
- Se utilizó instrumentos como Martillo de Smith para medir la resistencia de la roca intacta.
- - Profesionales capacitados por la empresa BBA consulting- Y de la Empresa Especializada WISE en cuanto a todo los accesorios y equipos, materiales utilizados para el desarrollo del proyecto fueron asumidos por dicha empresa en mención.

3.8 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos realizados en gabinete se describen a continuación:

- ✓ Revisión e interpretación de toda la información adquirida planos topográficos, planos Geológicos 2D-3D.
- ✓ Toma de datos y de muestras in situ, revisión de perforaciones diamantinas, revisión y recopilación de estudios geológicos existentes del distrito Minero.
- ✓ Procesamiento y análisis de la información registrada en el campo.

- ✓ Evaluación de la caracterización geomecánica y clasificaciones geomecánicas.
- ✓ Análisis e interpretación de resultados.
- ✓ Para el análisis de datos se utilizaron los siguientes softwares: Excel, Autocad 2020, Leapfrog, Dips7.0, RS3, Rock Data, Unwedge.

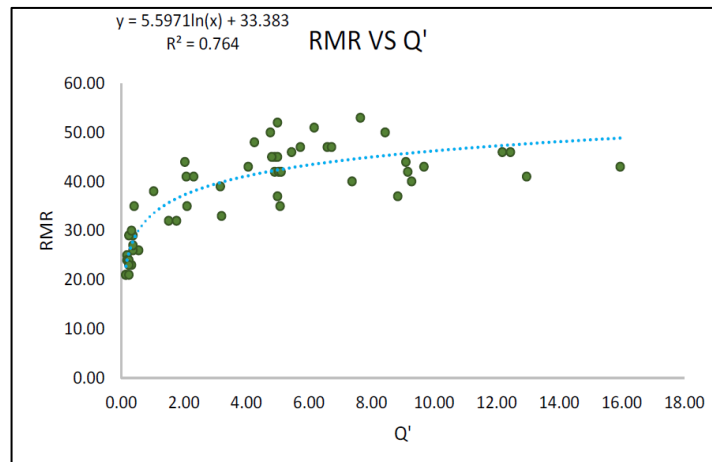
3.9 Tratamiento estadístico

Para la validación y confiabilidad de datos de logueo geomecánico, caracterización del macizo rocoso se realizaron los siguientes gráficos estadísticos en Excel:

- a) Correlación entre los resultados de los sistemas de clasificación RMR y Q' de Barton propuesta por Bieniawski actualizada a la última versión 1989 (Ver figura 36).

Figura N°36:

Comparativo RMR vs Q' de Barton.

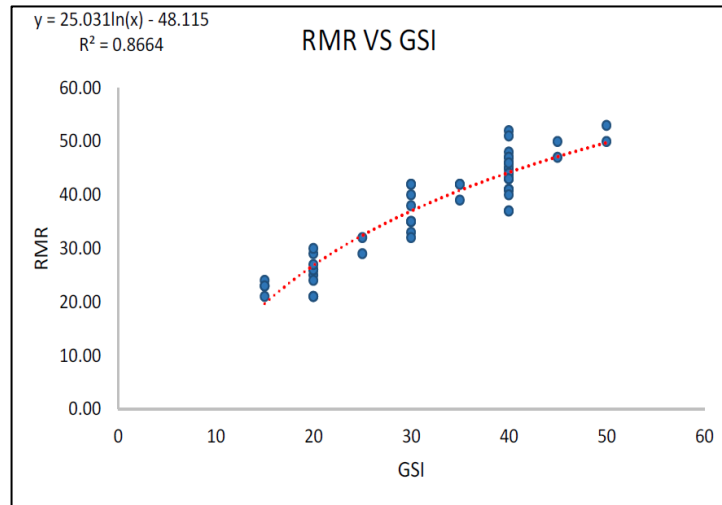


Fuente: Elaboración propia en base a Bieniawski, 1989.

- b) Correlación entre los sistemas de clasificación RMR y GSI' desarrollado por Hoek et al (1995) cuya propuesta es: $RMR' > 23 = GSI = RMR' - 5$ (Ver figura 37).

Figura N°37:

Comparativo RMR vs GSI' de Barton.

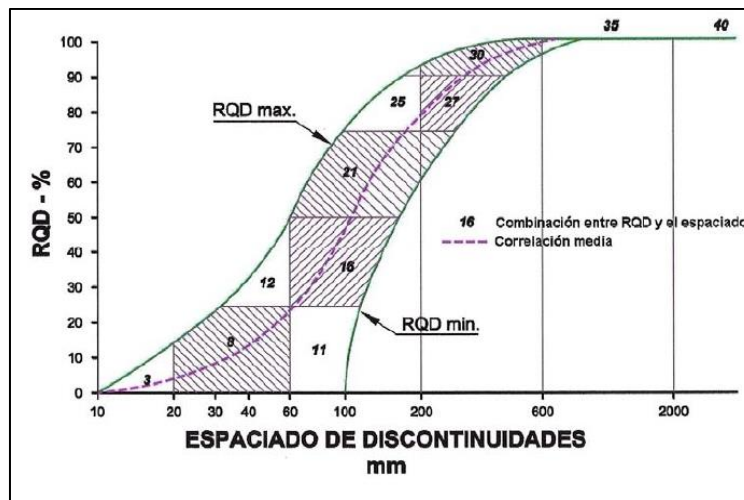


Fuente: Elaboración propia en base a Bieniawski, 1989.

- c) Correlación entre el parámetro RQD% y Espaciamiento de discontinuidades(mm) desarrollado por Bieniawski (1989), ver figura 38.

Figura N°38:

Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1989

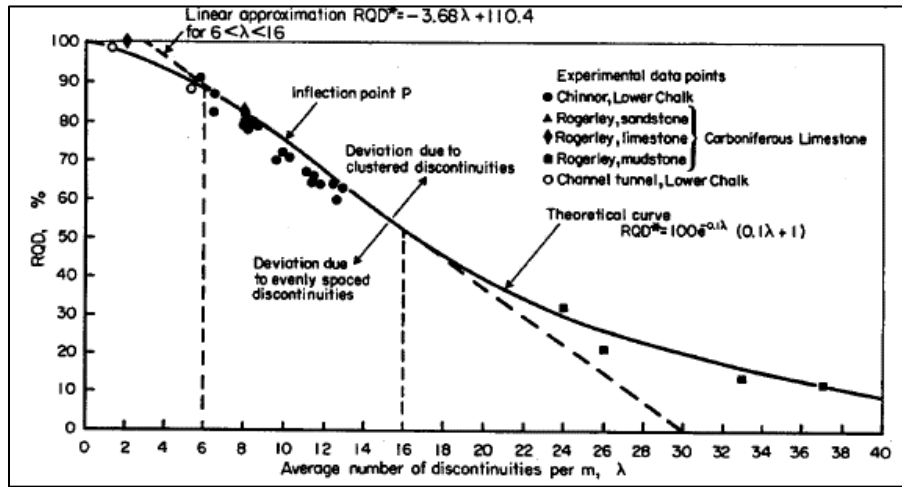


Fuente: Bieniawski, 1989.

- d) Correlación entre el parámetro RQD% y Frecuencia de fractuamiento /m, desarrollado por Hudson & Pries 1976, ver figura 39.

Figura N°39:

Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento/m, Hudson & Pries 1976.

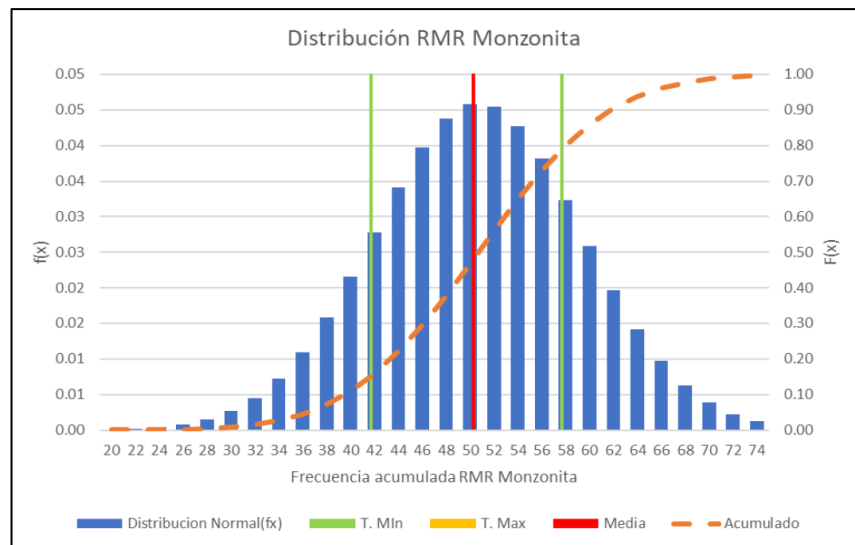


Fuente: Hudson & Pries 1976.

- d) Gráficos estadísticos de distribución normal realizado por Carl Gauss (1777-1855), más comúnmente como la campana de Gauss considerando dos parámetros, media (\bar{x}) y desviación estándar(S). También gráficos de barras, forma de representar un conjunto de datos.

Figura N°40:

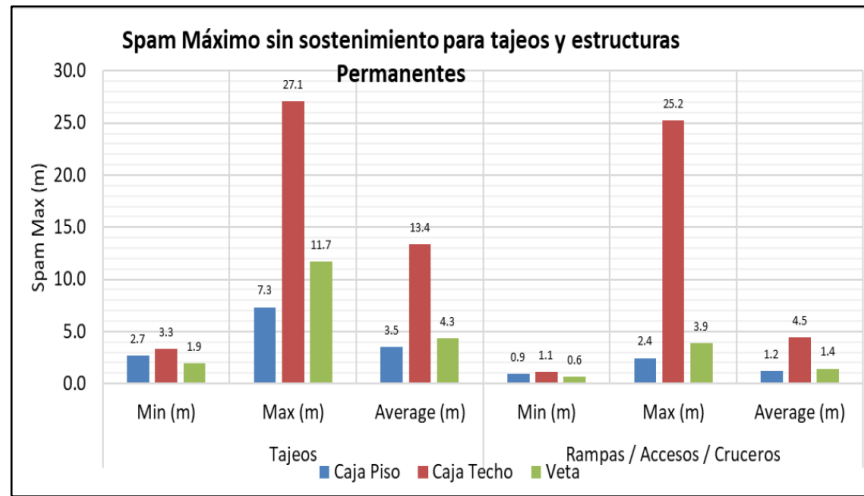
Análisis estadístico de RMR, por cada Litología.



Fuente: Elaboración Propia en base a Carl Gauss.

Figura N°41:

Span Máximo sin sostenimiento.



Fuente: Elaboración Propia.

3.9 Orientación ética, filosófica y epistémica.

El proyecto nos conlleva que todo el personal que ejecuta trabajos dentro de las instalaciones de la Unidad Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L. tenga condiciones de trabajo de acuerdo con las recomendaciones establecidas con el área y tarea a desarrollarse, para así poder prevenir accidentes y/o incidentes, para el personal, procesos, equipos y medio ambiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo en campo

4.1.1. Ubicación y accesibilidad.

La Mina Esperanza de Caravelí - Minera Titán Del Perú S.R.L, se encuentra ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caravelí, distrito Ático. Ubicada dentro de la Carta Nacional del IGN denominada 32-O (Chaparra). Considerándose que es una zona bastante extensa emplearemos un punto medio de la UEA (WGS 84).

ESTE: 642,380.00

NORTE: 8242,650.00

Cota. 1975msnm.

El acceso es desde la ciudad de Arequipa y/o Lima a través de la carretera Paramericana Sur siguiendo la ruta del siguiente cuadro. Ver tabla 24.

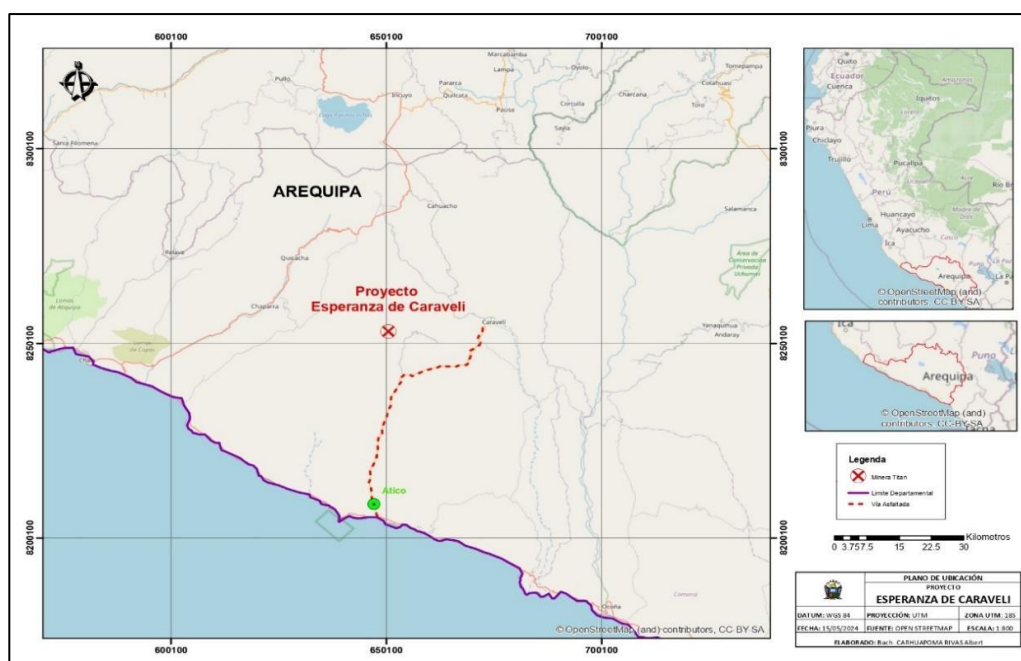
Tabla N°24:

Tabla vía Lima hacia la Mina Esperanza de Caraveli – Mina Titan del Perú S.R.L.

Vía	Recorrido (Km)	Tiempo(h)
Lima - Chala	618	8
Chala - Atico	82	2
Atico – Km 40	40	1
Km40 - Mina	34	1
TOTAL	774	12

Figura 42:

Plano de ubicación Regional.



4.1.2. Clima, vegetación y fauna

4.1.2.1. Clima

El clima es seco, desértico, con algunas hierbas presentes en las quebradas y que solo aparecen en épocas de lluvias.

Solo se observan dos climas, de noviembre a abril las temperaturas llegan en el día a 25° C y en las noches a 12° C, presentando escasas lluvias y vientos alisios provenientes del mar. La precipitación registrada en la zona es muy escasa, casi 0.10 lts/m², de mayo a octubre el clima es más seco, con vientos fríos en las noches

provenientes de las partes altas, las temperaturas en el día llegan a 30° C y en las noches llegan a 5° C.

4.1.2.2. Vegetación

La vegetación es incipiente, con la presencia esporádica de cactus y algunas plantas de arbusto pequeños en la parte de lomadas y quebradas no muy profundas; los vales que se presentan son en U (Quebrada de ártico).

4.1.2.3. Fauna

La fauna en la zona está representada por zorros, serpientes, lagartos, geckos, insectos como escarabajos y hormigas del género *Cataglyphis*; arácnidos como los escorpiones; aves carroñeras, buitres.

4.1.3. Geología regional

Las rocas predominantes en mina Esperanza son de origen volcánico e hipabisales de composición andesítica pertenecientes al complejo Bella Unión (Cretácico medio), también se presentan rocas intrusivas de composición diorítica y monzonitas de grano medio a fino. Sobre las rocas del complejo Bella Unión se encuentra la Formación Moquegua con tobas dacíticas - riolíticas de la Formación Huaylillas (Paleógeno - Neógeno). Al lado sur de las concesiones afloran rocas sedimentarias de la formación Millo (Paleógeno - Neógeno) que cubren a las rocas del complejo Bella Unión que son las que alojan a la mineralización (Mena, 2012).

4.1.3.1. Rocas sedimentarias

Formación Moquegua

Fue descrita por Adams (1908) como capas continentales que afloran en todo el sur del Perú. Son rocas de origen sedimentario formadas por un conglomerado de rocas polimígticas (calizas, cuarcitas, intrusivos etc.) sub redondeados en una matriz arenosa a tufácea, en

algunos horizontes de areniscas sueltas tufácea que en la zona cubre casi toda la concesión, de edad plioceno-miocena (Mena, 2012).

4.1.3.2. Rocas hipabisales

- **Andesita:** Roca Ígnea volcánica (intermedia) de textura fanerítica de grano medio a fino generalmente de color verde, pudiendo variar de rojizas a otros colores, según la alteración. Presentando como minerales esenciales, 75% de plagioclasas, y algunos ferró magnesianos y con ausencia de cuarzo, estas rocas se presentan más en las zonas de Agua Dulce, Coila, Dulce y algunas digitaciones en la zona de Gisela.
- **Diques andesíticos:** En toda la mina encontramos diques de rumbos E-W y rumbos N-S de anchos de 0.10m a 10m de forma tubular y extensional, que se bifurcan por toda la mina, en ciertas zonas estas se expanden formando bolsonadas anchas irregulares.
- **Brechas magmáticas y s:** Este tipo de brechas se presentan en la zona de operaciones a manera de tubos irregulares, la brecha es de origen matriz soportada, polimigticas (clastos de 7 monzonita, andesita, Monzodioritas), los clastos son sub angulosos a redondeados, la matriz es de origen tobáceo, tiene una alteración clorítica, en algunas zonas presenta disseminaciones de pirita y ocurren en la zona de la veta Gisela.
- **Brecha freato magmática:** En el Nv 1825 el Cx. 416, se muestra una brecha freato magmática del tipo pipe de una

longitud de unos 20m de ancho, compuesta por fragmentos de Roca y matriz de actinolita pervasiva cristalizada, además existe vetillas de Qz-Cpy-Cv, lo que manifiesta una gran actividad hidrotermal en la zona.

4.1.3.3. Rocas intrusivas

- **Dioritas:** Rocas de color oscuro, se presenta stocks pequeños a grandes, la mineralogía está compuesta por micro fenocristales de 75% de plagioclasa en una matriz afanítica, con abundantes plagioclasas y albitas, abundantes ferromagnesianos, esta roca está presente en la zona de Gisela y Aurora y Coila.
- **Monzodioritas:** Aflora como stock en bordeando a las rocas monzoníticas, la mineralogía está compuesta de 50% de plagioclasas y 25% Fpto-K y 1% de Qz, con abundante ferro magnesianos que le dan una tonalidad más oscura.
- **Monzonitas:** Aflora como stock en medio de las rocas andesíticas, formado principalmente de 50%Fpto-K y 50% de plagioclasas, con menor cantidad de ferro-magnesiano que le dan una tonalidad clara y más rosácea.

4.1.3.4. Rocas volcánicas

- **Formación huaylillas:** Aflora como stock en medio de las rocas andesíticas, formado principalmente de 50%Fpto-K y 50% de plagioclasas, con menor cantidad de ferro-magnesiano que le dan una tonalidad clara y más rosácea.

4.1.4. Geología local

En el área de la mina las rocas predominantes roca hipa bísales, stock andesítico diques y brechas magmáticas de naturaleza andesítica; también se presentan rocas intrusivas de composición diorítica, monzonítica y monzo diorítica de grano medio a fino de una edad jurásico medio. Estas rocas son las que albergan la mineralización en la zona, cortando a todas estas estructuras tenemos diques tabulares de naturaleza andesítica.

Sobre yaciendo a las rocas jurásicas, se encuentran la formación Moquegua del plioceno de origen sedimentario, que cubre toda la zona y está formado por un conglomerado de rocas sub redondeadas de rocas polimigticas en una matriz arenosa; rocas volcánicas formadas por tobas dacíticas-riolíticas de la formación huaylillas (Terciario superior), cubren a todas las demás rocas. Al sur de las concesiones afloran rocas sedimentarias de la Formación Millo (Terciario superior) (Mena,2012).

4.1.5. Geología estructural

La geología estructural de la unidad está afectada principalmente por el gran graven del cerro Pan de Azúcar, que tiene una dirección E-W con 7 km de ancho y 30 km de largo, este graven está formado por las fallas regionales Pan de Azúcar (norte) y Los Médanos (Sur).

La falla regional Los Médanos tiene un rumbo N110W y más hacia el Oeste cambia a N50W. Esta falla Regional ha formado un gran sistema de fallas del tipo cimoide múltiple de unos 4kms de largo por unos 2kms de ancho y una profundidad reconocida hasta el momento 330m, relleno por la Fm Moquegua; todo este sistema está formado un 3 tipos de fallas; las fallas-vetas de rumbo N110E y buzamientos 60°S, son fallas que tienen anchos de 1 a 4m de ancho todas paralelas, estas se ha denominado Mariela, Miriam, Gisela, Karla(coila) El segundo sistema de fallas que se han generado por el proceso de compresión son las vetas de rumbo N80E a E-W y buzamientos subverticales, estas últimas

han servido como trampas de mineral aquí podemos indicar a las vetas Aurora, Carmen, Karina, Gisela techo, Split Gisela, Karla Coila, Chua, etc., y por último se han formado fallas ortogonales de rumbos N-S y buzamientos subverticales, sin presencia de mineralización, estas fallas provocan desplazamientos cortos de hasta 20m.

4.1.5.1. Geología estructural local

Por los alrededores de la mina Esperanza pasa una falla regional denominada Los Médanos, con orientación N 80° W y cambiando a N 50° W. Esta falla sirve como control de mineralización, formando a su vez fallas de rumbo E-W, asimismo ejercen un control en su deposición (fallas inversas), con buzamiento muy sinuoso hacia el norte y sur, cuando se inclina hacia el sur no son favorables para la mineralización y cuando se inclinan hacia el norte son muy favorables.

En general las zonas mineralizadas están controladas por esfuerzos principales de compresión tanto en vertical como en longitudinal, asimismo ocurren fallas de un segundo orden de rumbos N-S que provocan desplazamientos gravitacionales, generalmente dextrales. Las estructuras y fracturamientos están asociados con la dirección del emplazamiento del Batolito de la costa en el área E-W y NW-SE principalmente, los cuales están relacionados con los movimientos tectónicos del ciclo andino (Minera Croacia, 2019).

4.1.6. Hidrogeología

En mina Esperanza de Caravelí no se genera agua subterránea, por ser una zona árida y seca, la escasa agua que se genera posteriormente a la perforación se emplea en el regado de las labores y en la carga de mineral y/o desmonte; después de la voladura.

En el interior de las excavaciones de los niveles NV. 1615 encontramos presencia de humedad y goteo a lo largo de la galería producto de la perforación

en niveles superiores ya explotados en años anteriores, con el pasar del tiempo genera pequeños flujos de aguas subterráneas en las secciones de análisis de la excavación. En muchos de los casos se encuentran minerales que se asocian a la humedad en las partes superiores del basamento rocoso.

4.1.7. Alteraciones hidrotermales

Los clavos de mineral en todas las vetas presentan una alteración de Cloríta abundante con sobre imposición de Sericita. La alteración de Fpto-K no es buena guía de mineralización ni de oro ni de cobre. La cloritización débil o moderada en general se encuentra como una alteración regional.

4.1.8. Mineralización

Geológicamente la mina Esperanza está dentro de una faja de cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y en ella se encuentran yacimientos de oro de mediana y pequeña escala como Ocoña, Calpa, Caravelí, Ishihuinca, Bonanza, Orión, Eugenia, Clavelinas.

- La mineralización está en vetas angostas (de 0.15 a 0.80 m de espesor), con contenido de oro, cobre y valores subordinados de plata. Se han identificado 19 vetas de las cuales actualmente son 3 están en operación, la mineralogía de las vetas está constituida por minerales de cobre como: calcosina, calcopirita, covelina, cuprita, malaquita y crisocola. El oro se presenta en estado nativo y como inclusiones en la pirita y la cuprita.
- Debido a los movimientos orogénicos de la corteza terrestre y dentro de la deformación de plegamientos de la zona costera en esta parte del territorio por las fuerzas compresionales de la orogenia Andina es que se podría indicar que existen dos fallas regionales de rumbo que se ubicarían en los lineamientos estructurales NE (actuando como corredor tectónico), dentro de las Quebradas de los Ríos Ático y Cháparra respectivamente; que controlan la ocurrencia de las vetas de la Mina Esperanza; así como la mineralización periférica con la misma o similar orientación de las vetas de

las otras minas cercanas como son: Torrecillas, Virgen de Chapi, Cambio-Gallinazo, Rey Salomón, Tierra Prometida y Mina Cortadera 7 (Altura del Km 30 a Caravelí (margen derecha del río Ático).

- En la zona de trabajo existen fallas pre-minerales que ocurren entre estas dos fallas principales de rumbo y que podrían corresponder al Modelo Riedel; con un rumbo desde N60°W hasta N85°W y casi E-W y con buzamientos de 60° a 75° hacia el SW y a veces llegan a 90° acercándose a la verticalidad y en otros con buzamiento local hacia el sur o norte y en el caso de la Veta Aurora, que es hacia el norte.

Zona aurora – veta Mariela

Esta veta tiene rumbo de N110E y buzamiento 60°SW, la veta tiene un ancho de 2m a 7m, es una veta ancha reconocido en el Nv 1615 con labor minera y sondajes realizados desde el Nv 1740; está formada por relleno de bx. falla, bandas de cuarzo y hematita y oro libre.

A esta veta se le exploró desde el Nv 1880 con un Cx. de 145m, a los 120m corto por primera vez esta veta, en la cual se mostraba una veta compuesta por cuarzo con hematita, limonita atacamita y pirita fina, aquí dio una ley de 20grs de oro, cuando se exploró la veta estaba muy pegada a la falla médanos, se paralizó su exploración por que los sondajes ejecutados a los lados no daban resultados.

En el Nv 1840, se realizó otro crucero, pero la veta estuvo metida en medio de la falla médanos por lo cual no se siguió explorando.

En el Nv 1740 al momento de seguir explorando a la veta Aurora se siguió la veta Mariela, ya muy separada de la falla médanos; aquí se mostraba de 2.00 de ancho en forma de lentes de hasta 60m de largo, formada por cuarzo con pirita y hematita con leyes regulares de oro., en este nivel se juntan la veta Aurora con la veta Mariela, y aquí la veta Mariela presenta valores de oro en un

rango de 4-5grs de oro, en profundidad de ha encontrado valores en oro en la veta Mariela, los recursos indicados indican 23, 290tm con una ley de 6.60grsAu.

En el Nv 1665 se le ha reconocido con un cruceo de 600m el cual corto una veta de 7m de ancho y una estructura de falla de 16m.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Caracterización geomecánica del macizo rocoso

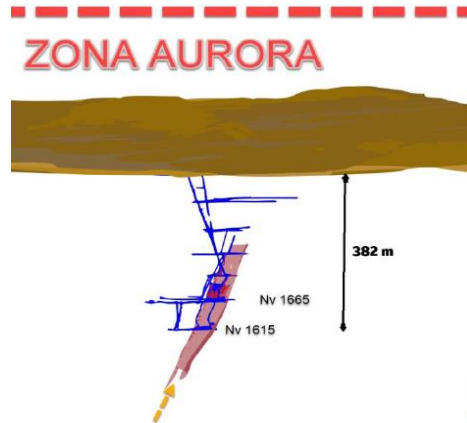
Para caracterizar la masa rocosa se utilizó el logueo geotécnico a través de una plantilla de Excel aplicando fórmulas para el cálculo de los diferentes parámetros para cada tramo registrado y determinar la Clasificación Geomecánica RMR de Bieniaswski (1989) y Q' de Barton, nomenclatura de metadatos, (Ver Anexo 1.1 – 1.14).

Los valores de la resistencia a la compresión simple de la roca intacta fueron estimados con el uso del martillo de geólogo para Logueo geomecánico y el uso del martillo de Smith para mapeo geomecánico línea a detalle según la escala de valoración de la dureza (R).

Las condiciones geomecánicas que presentan el nivel 1615 (Veta Mariela) Zona Aurora, están relacionadas con la inestabilidad y la deformación progresiva de las secciones de la excavación subterránea. Para la toma de datos se utilizó una matriz donde se registraron: coordenadas geográficas de las galerías, características del macizo rocoso (litología, meteorización, grado de fracturamiento y RQD) como también propiedades de las discontinuidades (orientación, espaciado, persistencia, abertura, tipo de relleno, meteorización y filtraciones de agua).

Figura N°42:

Vista isométrica Zona Aurora Veta Mariela.



Fuente: Minera Titan de Perú S.R.L., 2023.

➤ **Logueo geomecánico**

Para el logueo geomecánico, se realizó la ubicación espacial de la información de perforaciones de sondajes HQ, teniendo 7 taladros representativos para el interés del presente estudio. En la tabla 25, se muestra la descripción, ubicación, rumbo, buzamiento y longitud de perforación diamantina de los sondajes. Además, se logueo considerando los índices de calidad del macizo rocoso con el objetivo de conocer la calidad del macizo rocoso.

Así mismo, se ha considerado el control de calidad y el nivel de confianza de los registros geomecánicos del logueo, generando gráficos de confiabilidad del logueo como parte del plan QA/QC. Los controles son correlaciones entre los sistemas de Clasificaciones RMR'89 y Q' de Barton propuesta por Bieniawski, RMR'89 y GSI desarrollado por Hoek, correlación entre el parámetro RQD% y espaciamiento de discontinuidades(mm) desarrollado por Bieniawski y correlación RQD% con frecuencia de fracturameinto propuesto por Hudson & Pries.

Tabla 25:

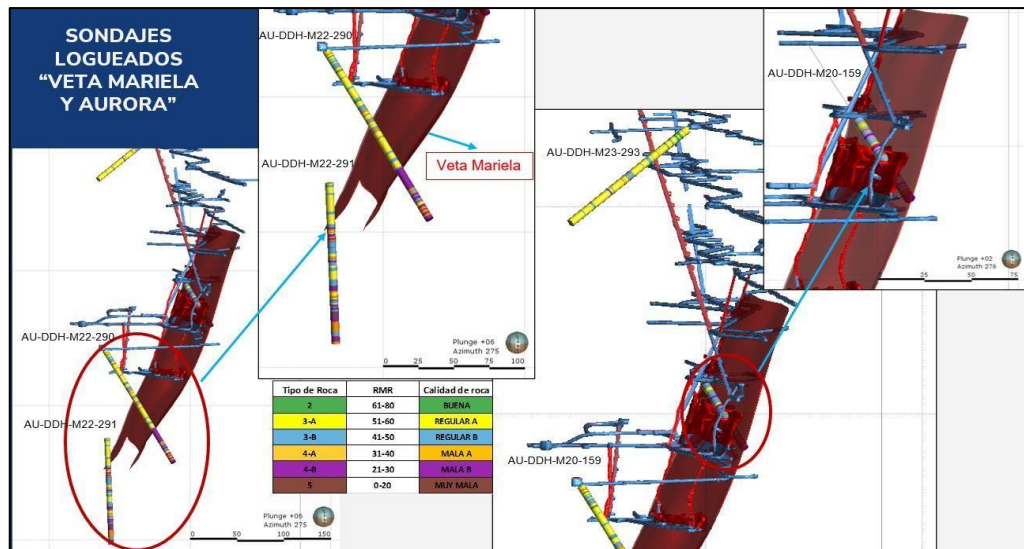
Descripción de sondajes logueados.

Zona	Sondaje	Ubicación	Inclinación	Elevación	Longitud Total(m)	Tramo (m)	Longitud Logueada (m)
Aurora	AU-DDH-M20-159	CX598N	-46.05	1761.979	117.6	57.8–117.60	59.80
	AU-DDH-M22-290	CX985-S-	-51.38	1672.942	152.2	0-152.2	152.20
	AU-DDH-M22-291	Aurora	-85.28	1673	221	100.3-221	120.70
	AU-DDH-M22-293		-32.95	1917.967	115.5	0–115.5	115.50
Gisela	GI-DDH-M21-222	VEO765	-48.04	1618.839	215	153-215	62
	GI-DDH-M21-228	VENT 0765	-43.45	1618	199.6	120.9–171.8	50.90
	GI-DDH-M22-267	GL174E	-46.38	1878.973	250	148.2–222.2	74

Fuente: Minera Titan de Perú S.R.L, 2023.

Figura N°43:

Vista isométrica de los sondajes en Veta Mariela.



Fuente: Elaboración propia software Leapfrog V5.0.

➤ **Cálculo de RMR.**

El sistema de clasificación RMR'89(Bieniawski) es calculado de la siguiente manera:

$$\text{RMR}'89 = P1+P2+P3+P4+P5$$

Donde:

P1= resistencia de la matriz rocosa (valuación = 0 a 15)

P2= índice de calidad de roca, RQD (valuación = 3 a 20)

P3= separación entre diaclasas (valuación = 5 a 20)

P4= estado de las discontinuidades (valuación = 0 a 30)

P5= agua subterránea (valuación = 0 a 15)

Las valuaciones de los cinco parámetros se añaden para definir los valores de RMR'89 que representan la condición del macizo rocoso de la zona en estudio, (Ver Tabla 26,27,28 y 29).

Figura N°44:

Foto de registro de logueo geotécnico.



➤ **Sultados de la caracterización geomecánica**

Para caracterizar la masa rocosa se utilizó el logueo geotécnico a través de una plantilla de Excel aplicando fórmulas, nomenclatura con la información desarrollada líneas arriba. Para este estudio se ha considerado las estimaciones de RMR, Q' de Barton y GSI para cada tramo registrado, los cuales han realizado empleando la clasificación de macizo rocoso de Bieniawski de 1989.

Los valores de resistencia compresiva de la roca intacta fueron estimados con el uso de martillo de geólogo según la escala de valoración.

A. Sondaje AU-DDH-M20-159 – Veta Mariela

Tabla N°26:

Caracterización geomecánica del sondaje Mariela AU-DDH-M20-159.

UTOLOGIA	From	To	ING DE €	ROD	ROD%	PUNIT	RESISTENCIA	PUNIT	ESPACIAMIENTO	PUNIT	COND. FRAC	COND. AGUA	RMR89	RMR MVA TITAN
MZ	57.80	58.30	0.50	0.28	56.00	13	R3.5	5.5	0.08	8	9	10	45.50	45.50
MZ	58.30	59.20	0.90	0.53	58.89	13	R3.5	5.5	0.10	8	8	10	44.50	44.50
MZ	59.20	60.00	0.80	0.52	65.00	13	R3.5	5.5	0.08	8	6	10	42.50	42.50
MZ	60.00	60.40	0.40	0.10	25.00	6	R3.5	5.5	0.06	5	8	10	34.50	34.50
MZD	60.40	61.90	1.50	1.15	76.67	17	R3.5	5.5	0.12	8	7	10	47.50	47.50
MZD	61.90	62.90	1.00	0.90	90.00	20	R3.5	5.5	0.14	8	8	10	51.50	51.50
MZ	62.90	64.40	1.50	1.25	83.33	17	R3.5	5.5	0.25	10	8	10	50.50	50.50
MZ	64.40	66.20	1.80	1.08	60.00	13	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	44.50	44.50
MZ	66.20	66.90	0.70	0.28	40.00	6	R3.5	5.5	0.09	8	7	10	36.50	36.50
MZ	66.90	68.40	1.50	0.98	65.33	13	R3.5	5.5	0.12	8	9	10	45.50	45.50
MZD	68.40	69.80	1.40	0.91	65.00	13	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	44.50	44.50
DIO	69.80	71.30	1.50	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	7	10	29.00	29.00
DIO	71.30	73.10	1.80	1.32	73.33	13	R3.5	5.5	0.10	8	7	10	43.50	43.50
DIO	73.10	74.20	1.10	0.87	79.09	17	R3.5	5.5	0.16	8	6	10	46.50	46.50
DIO	74.20	76.40	2.20	1.89	85.91	17	R3.5	5.5	0.16	8	9	10	49.50	49.50
DIO	76.40	77.50	1.10	1.01	91.82	20	R3.5	5.5	0.18	8	9	10	52.50	52.50
VETA	77.50	78.20	0.70	0.40	57.14	13	R3	4	0.07	8	4	10	39.00	39.00
VETA	78.20	79.80	1.60	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	4	10	25.00	25.00
DIO	79.80	80.90	1.10	0.79	71.82	13	R3.5	5.5	0.16	8	6	10	42.50	42.50
DIO	80.90	81.40	0.50	0.38	76.00	17	R3.5	5.5	0.10	8	9	10	49.50	49.50
DIO	81.40	81.80	0.40	0.00	15.00	3	R3	4	0.04	5	7	10	29.00	29.00
DIO	81.80	83.20	1.40	1.13	80.71	17	R3	4	0.13	8	8	10	47.00	47.00
DIO	83.20	83.90	0.70	0.51	72.86	13	R3	4	0.10	8	9	10	44.00	44.00
DIO	83.90	84.80	0.90	0.26	28.89	6	R3	4	0.06	5	8	10	33.00	33.00
MZD	84.80	86.20	1.40	0.53	37.86	6	R3	4	0.07	8	7	10	35.00	35.00
DIO	86.20	87.80	1.60	1.06	66.25	13	R3	4	0.09	8	7	10	42.00	42.00
DIO	87.80	89.40	1.60	1.20	75.00	13	R3	4	0.12	8	6	10	41.00	41.00
VETA	89.40	90.10	0.70	0.39	55.71	13	R3	4	0.08	8	6	10	41.00	41.00
VETA	90.10	91.40	1.30	0.92	70.77	13	R2.5	3	0.10	8	6	7	37.00	37.00
VETA	91.40	93.40	2.00	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	8	7	26.00	26.00
DIO	93.40	94.30	0.90	0.70	77.78	17	R3	4	0.13	8	5	7	41.00	41.00
VETA	94.30	94.85	0.55	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	5	10	26.00	26.00
VETA	94.85	95.90	1.05	0.62	59.05	13	R2.5	3	0.08	8	6	10	40.00	40.00
MZ	95.90	96.25	0.35	0.26	74.29	13	R2.5	3	0.12	8	6	10	40.00	40.00
FALLA	96.25	98.30	2.05	0.00	15.00	3	RI	1	0.05	5	2	10	21.00	21.00
VETA	98.30	99.90	1.60	0.00	15.00	3	RI	1	0.05	5	2	10	21.00	21.00
VETA	99.90	100.90	1.00	0.41	41.00	6	RI	1	0.09	8	7	10	32.00	32.00
DIO	100.90	101.80	0.90	0.00	15.00	3	RI	1	0.05	5	8	10	27.00	27.00
DIO	101.80	102.70	0.90	0.45	50.00	13	R2	2	0.08	8	5	10	38.00	38.00
DIO	102.70	103.40	0.70	0.61	87.14	17	R2.5	3	0.14	8	5	10	43.00	43.00
DIO	103.40	104.90	1.50	1.16	77.33	17	R3	4	0.14	8	8	10	47.00	47.00
MZD	104.90	106.50	1.60	1.17	73.13	13	R3.5	5.5	0.08	8	9	10	45.50	45.50
FALLA	106.50	107.90	1.40	0.00	15.00	3	RI.5	1.5	0.05	5	4	10	23.50	23.50
DIO	107.90	109.40	1.50	1.02	68.00	13	R2	2	0.11	8	9	10	42.00	42.00
BK	109.40	109.90	0.50	0.00	15.00	3	R2	2	0.05	5	10	10	30.00	30.00
DIO	109.90	110.90	1.00	0.63	63.00	13	R2	2	0.13	8	9	10	42.00	42.00
DIO	110.90	111.30	0.40	0.22	55.00	13	R2	2	0.08	8	9	10	42.00	42.00
VETA	111.30	111.90	0.60	0.00	15.00	3	RI.5	1.5	0.05	5	4	7	20.50	20.50
BK	111.90	113.00	1.10	0.35	31.82	6	R2	2	0.06	8	9	7	32.00	32.00
BK	113.00	114.00	1.00	0.61	61.00	13	R2	2	0.13	8	5	7	35.00	35.00
BK	114.00	114.40	0.40	0.00	15.00	3	RI	1	0.04	5	4	10	23.00	23.00
DIO	114.40	116.90	2.50	0.00	15.00	3	RI.5	1.5	0.05	5	4	10	23.50	23.50
SED	116.90	117.60	0.70	0.00	15.00	3	RI	1	0.05	5	4	10	23.00	23.00

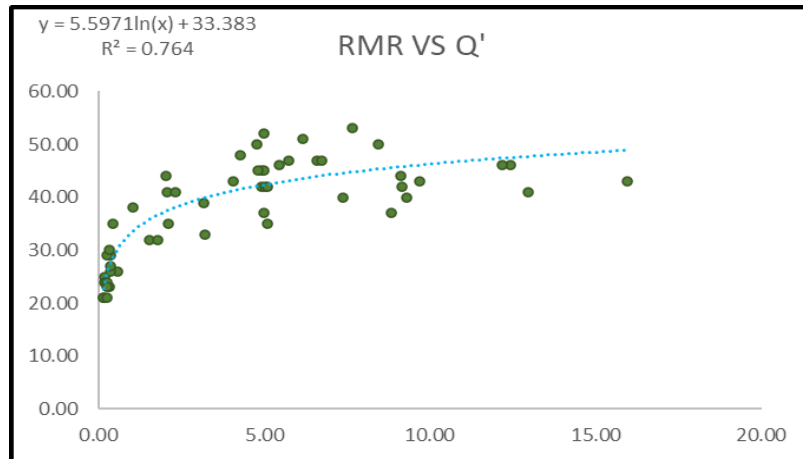
Fuente: Elaboración Propia.

- Comparativo de RMR vs Q' y GSI.

En las siguientes graficas se desarrolla la correlación de los índices de calidad del macizo rocoso RMR vs Q' y GSI, para simplificar los mapeos en campo, el Q' se puede obtener en función del RMR y viceversa.

Figura N°45:

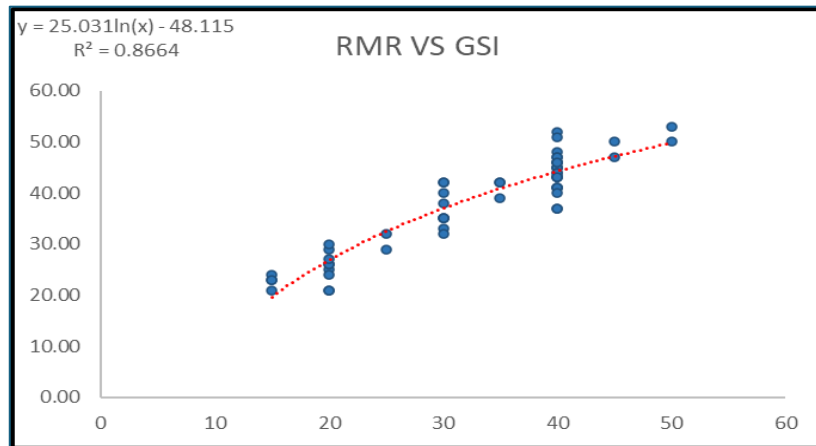
Comparativo entre RMR vs Q' del sondaje AU-DDH-M20-159.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°46:

Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-159.



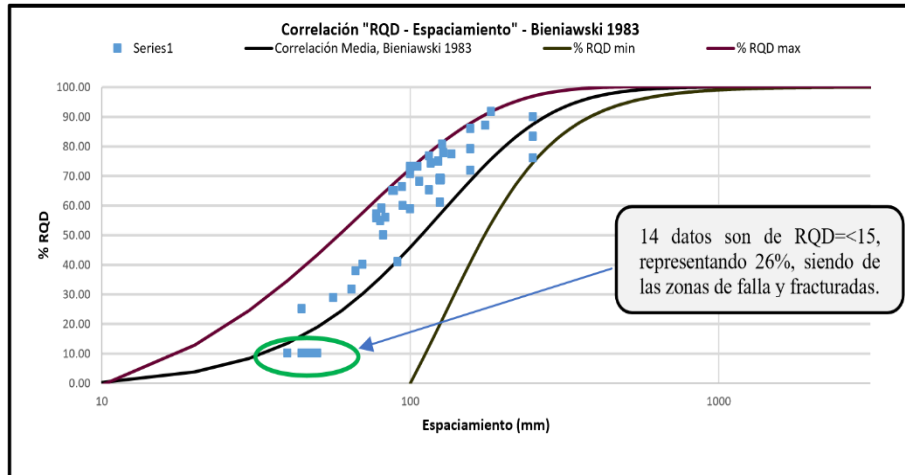
Fuente: Elaboración Propia.

- **Validación de logueo geotécnico.**

Para la confiabilidad del logueo de sondajes se realiza el QAQC, correlación entre "RQD – Espaciamiento" (ver figura 47) y la correlación de "RQD – Frecuencia de fracturas" (ver figura 48).

Figura N°47:

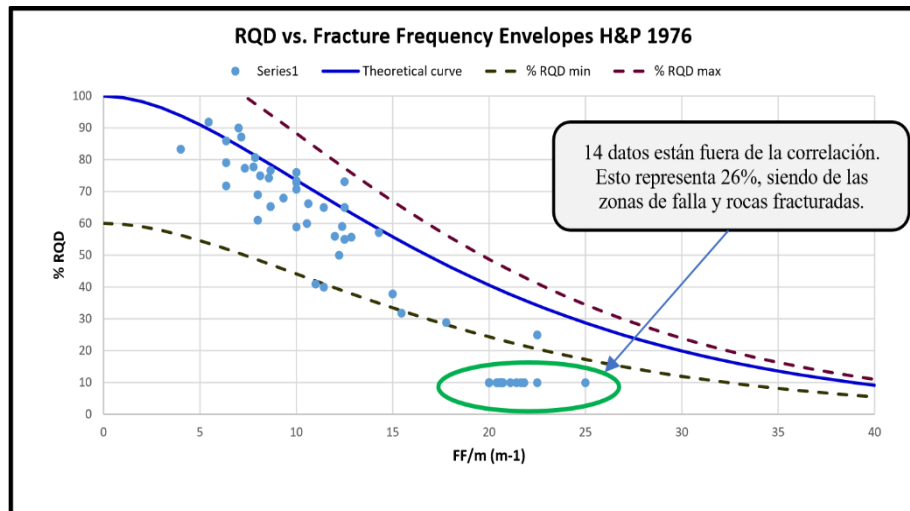
Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-159.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°48:

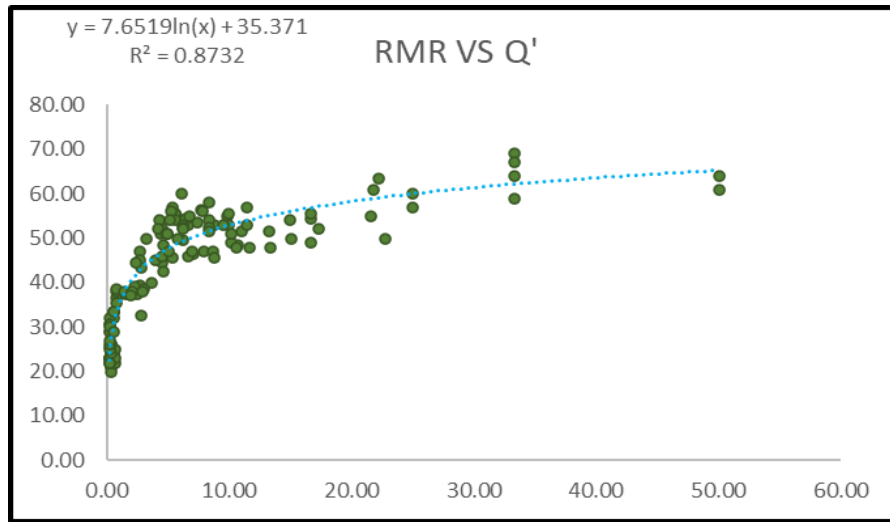
Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20-159.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°49:

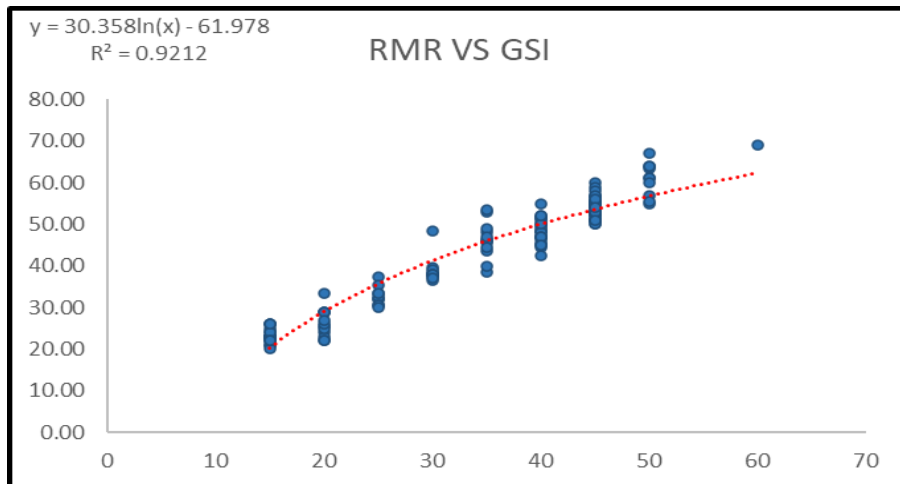
Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-290.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°50:

Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-290



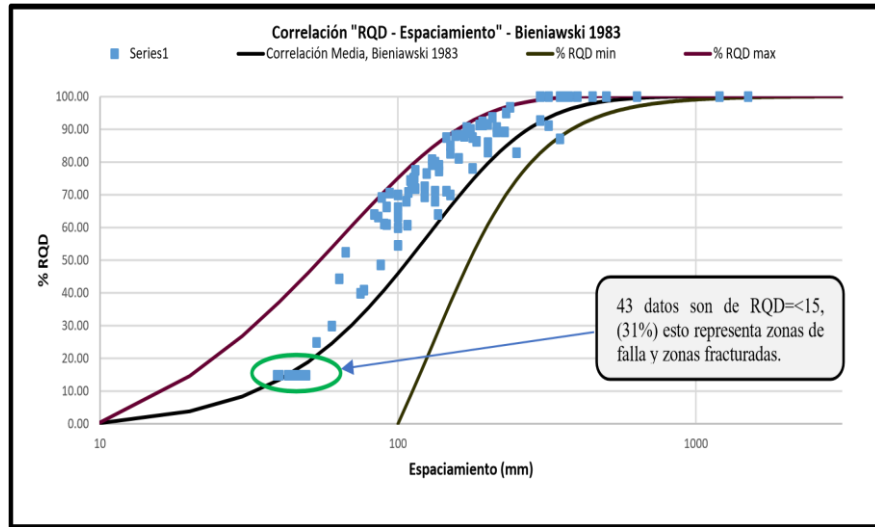
Fuente: Elaboración Propia.

- **Validación de logeo geotécnico.**

Para la confiabilidad del logeo de sondajes se realiza el QAQC, correlación entre "RQD – Espaciamiento" (ver figura 51) y la correlación de "RQD – Frecuencia de fracturas" (ver figura 52).

Figura N°51:

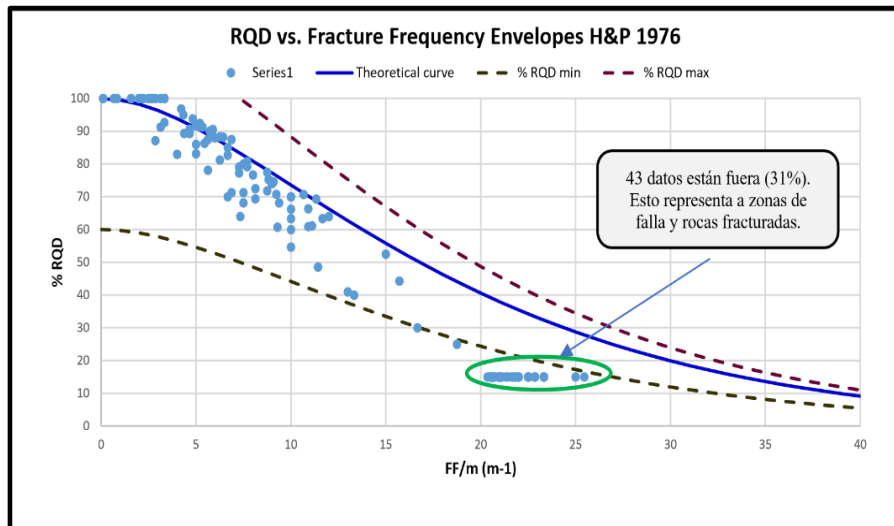
Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-290



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°52:

Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20-290.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°53:

Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-291.

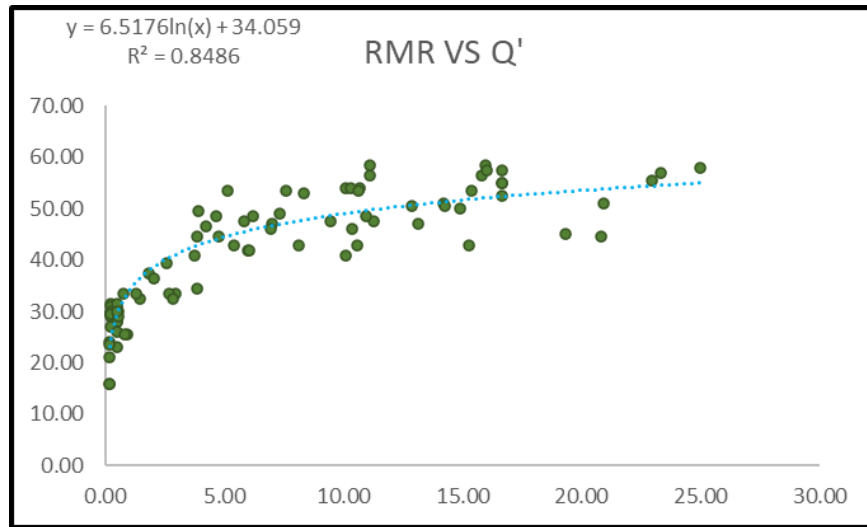
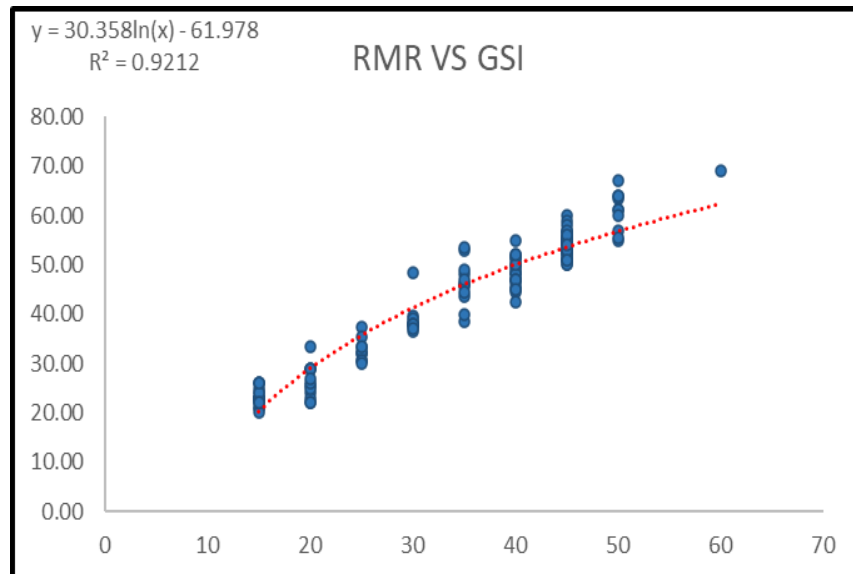


Figura N° 54:

Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-291.

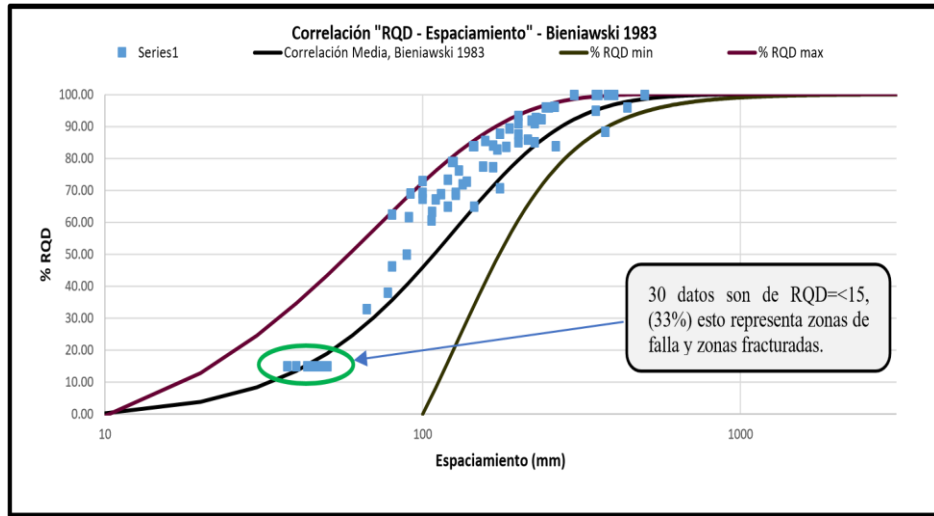


- **Validación de logeo geotécnico.**

Para la confiabilidad del logeo de sondajes se realiza el QAQC, correlación entre "RQD – Espaciamiento" (ver figura 55) y la correlación de "RQD – Frecuencia de fracturas" (ver figura 56).

Figura N°55:

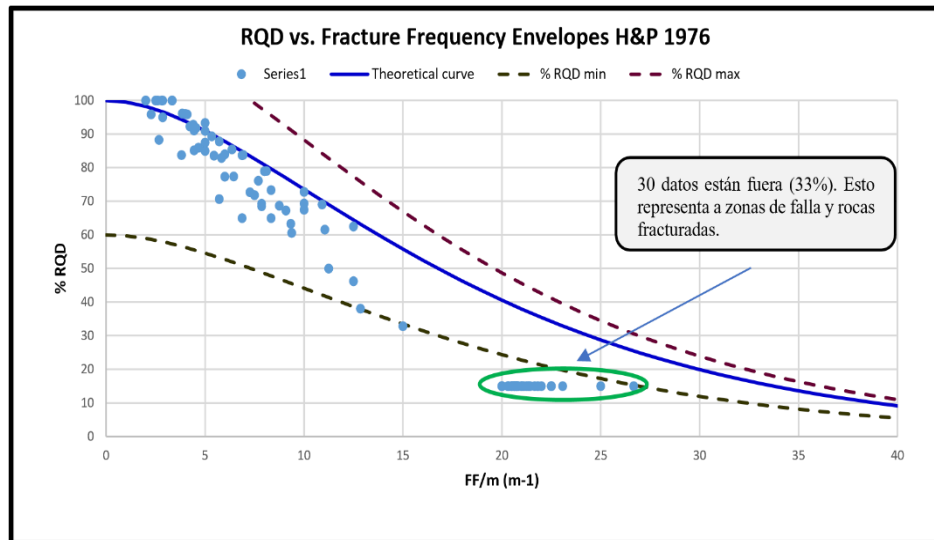
Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-291.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°56:

Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20-291.



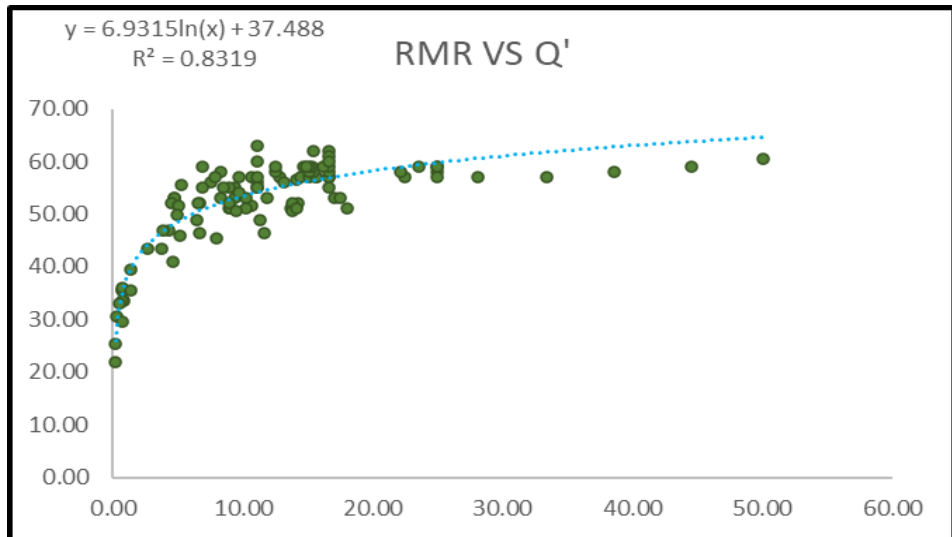
Fuente: Elaboración Propia.

- **Comparativo de RMR vs Q' y GSI.**

En las siguientes graficas se desarrolla la correlación de los índices de calidad del macizo rocoso RMR vs Q' y GSI.

Figura N°57:

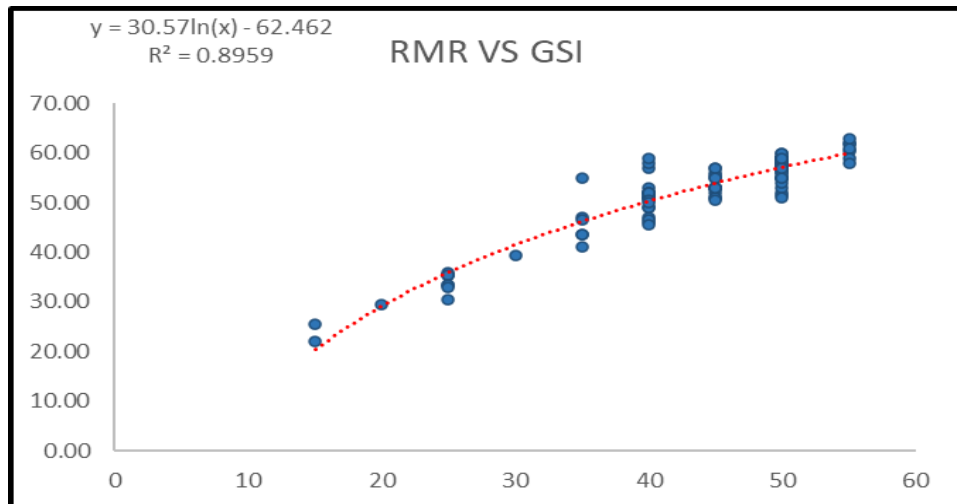
Comparativo entre RMR vs Q', del sondaje AU-DDH-M20-291.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°58:

Comparativo entre RMR vs GSI, del sondaje AU-DDH-M20-291.



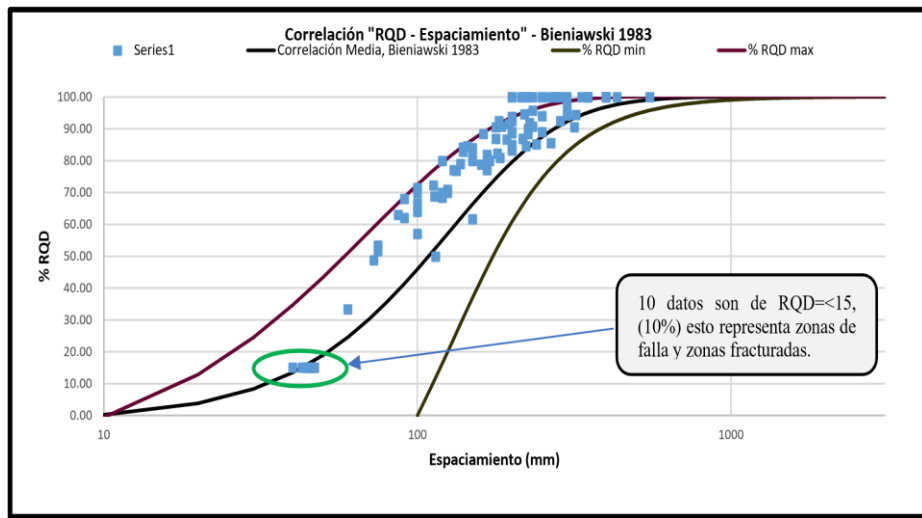
Fuente: Elaboración Propia.

- **Validación de logueo geotécnico.**

Para la confiabilidad del logueo de sondajes se realiza el QAQC, correlación entre “RQD – Espaciamiento” (ver figura 59) y la correlación de “RQD – Frecuencia de fracturas” (ver figura 60).

Figura N°59:

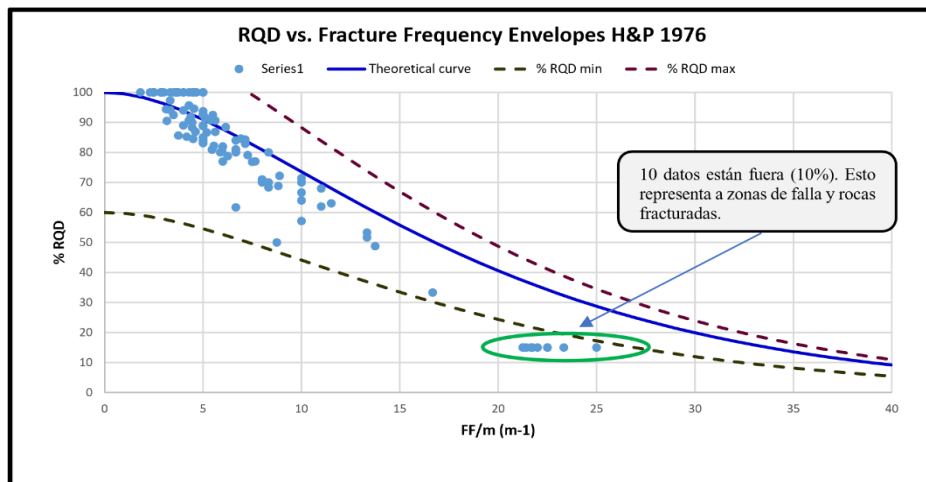
Correlación RQD – Espaciamiento Bieniawski 1983 de AU-DDH-M20-293



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°60:

Correlación RQD – Frecuencia de fracturamiento, H&P de AU-DDH-M20-293.



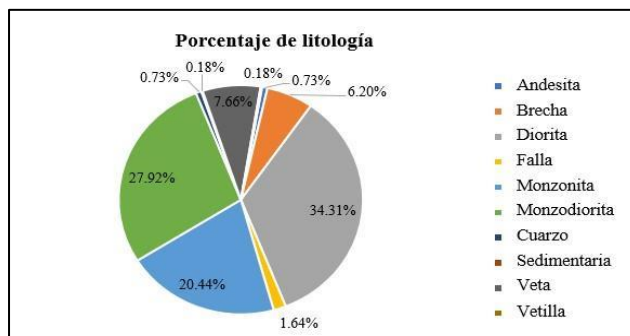
Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Porcentaje de litología de logeo**

En la figura 61, se observa que el 34.31% representa a la litología diorita y el 20.44% corresponde a monzonita, se evidencia 0.18% de Cuarzo hasta 1.2m de potencia. Por ello se tomará, no la media, si no el percentil 50 de acuerdo con la data de Q', para los análisis del span máximo, número de estabilidad y la dilución planeada (ELOS).

Figura N°61:

Porcentaje de litología en el logeo Geomecánico



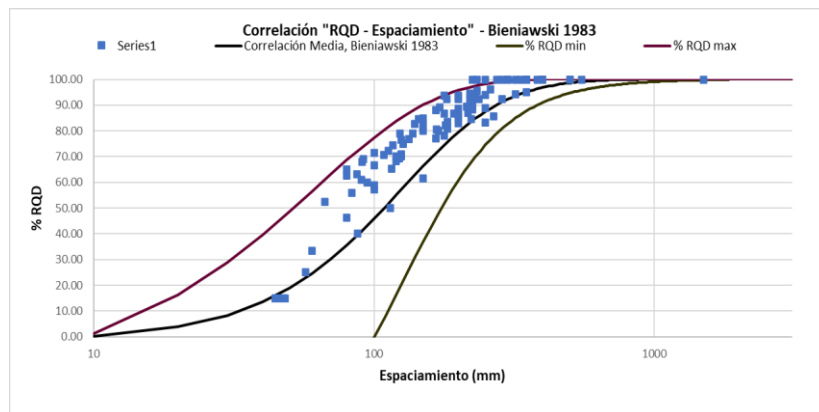
Fuente: Elaboración Propia.

- **Correlación RQD – Espaciamiento por litología.**

En las siguientes figuras, se verifico la confiabilidad del logeo y mapeo geomecánico que respaldaran los cálculos empíricos y numéricos de las excavaciones en función de cada litología, ver figura 62, 63, 64, 65 y 66

Figura N°62:

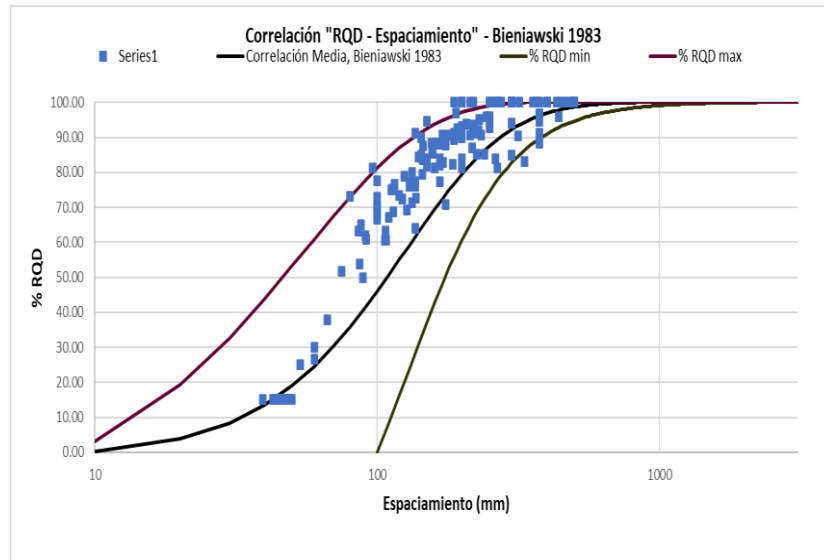
Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Monzonita.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°63:

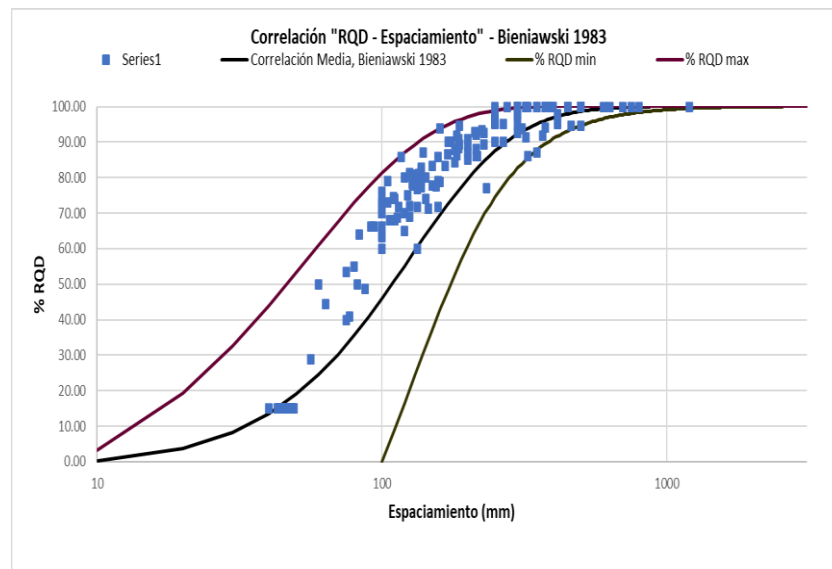
Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Monzodiorita.



Fuente: Elaboración Propia.

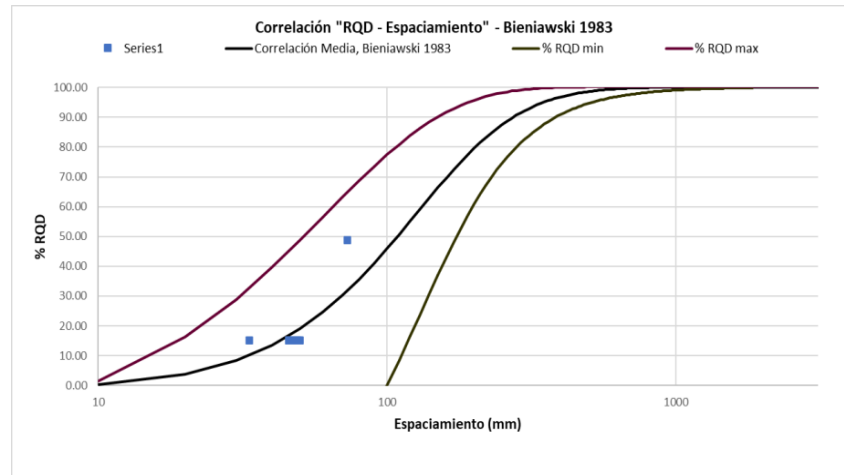
Figura N°64:

Correlación RQD – Espaciamiento tipo roca Diorita.



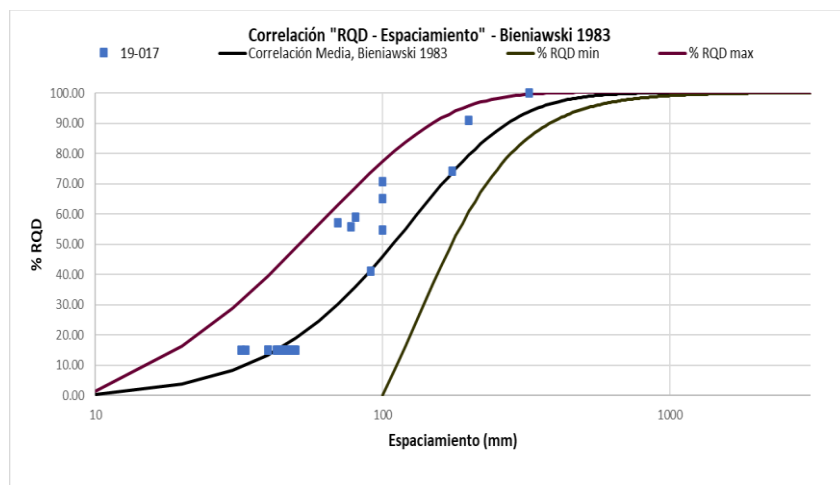
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°65:
Correlación RQD – Espaciamiento de Falla.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N°66:
Correlación RQD – Espaciamiento de Brecha.



Fuente: Elaboración Propia.

- **Diagrama estadístico RMR por Litología.**

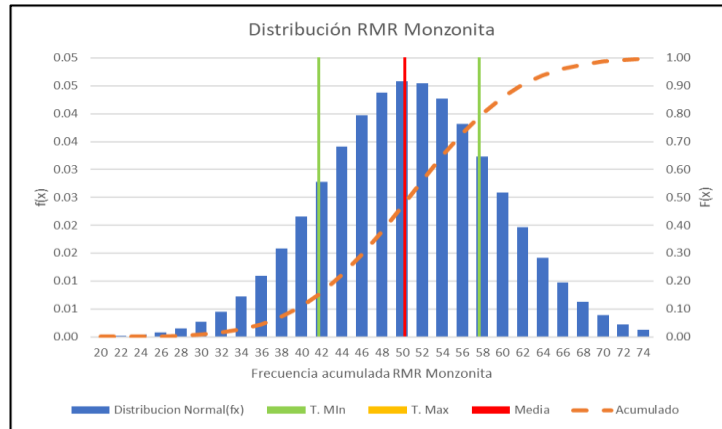
De acuerdo con los análisis estadísticos de distribución normal mostrados en las figuras 67, 68, 69, 70, 71 y 72, se puede establecer que las litologías analizadas siguen una buena distribución estadística, las cuales pueden dividirse en 3 unidades geomecánicas (Caja Piso, Mineral Veta y Caja Techo). Sin embargo, esto se debe verificar con la data para disminuir la

incertidumbre, por lo que se tomara la media, para los análisis empíricos del dimensionamiento de tajeos.

Monzonita

Figura N°67:

Análisis estadístico de RMR'89 de la Monzonita.

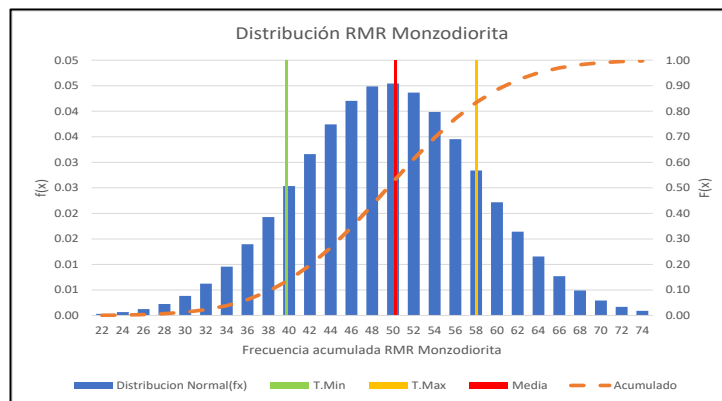


ESTADÍSTICA RMR MONZONITA	
Media	50.70
Des. Estan.	8.68
Max.	64.00
Min.	21.00
Moda	53.00
Número de Datos	112.00

Monzodiorita

Figura N°68:

Análisis estadístico de RMR'89 de la Monzodiorita.

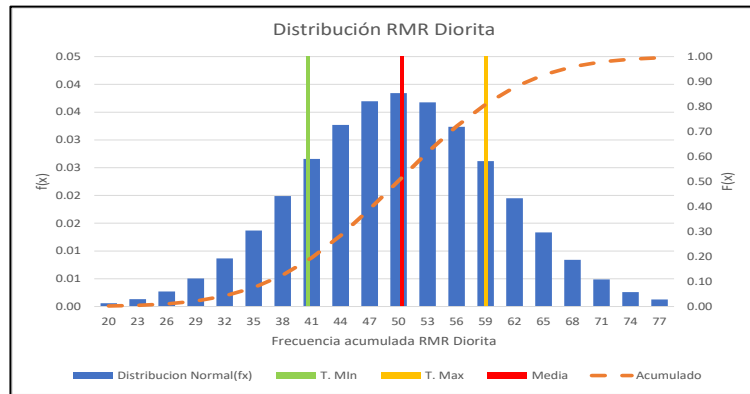


ESTADÍSTICA RMR MONZODIORITA	
Media	49.48
Des. Estan.	8.77
Max.	60.00
Min.	24.00
Moda	57.00
Número de Datos	153.00

Diorita

Figura N°69:

Análisis estadístico de RMR'89 de la Diorita.



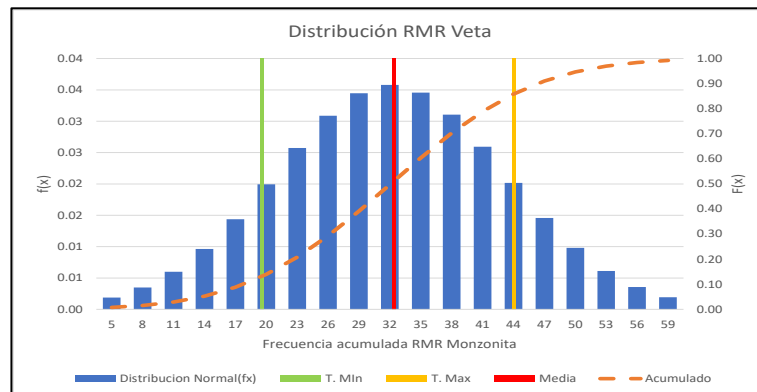
ESTADÍSTICA RMR DIORITA	
Media	49.91
Des. Estan.	10.38
Max.	67.00
Min.	22.00
Moda	58.00
Número de Datos	188.00

Fuente: Elaboración Propia.

Veta

Figura N°70:

Análisis estadístico de RMR de la Veta.



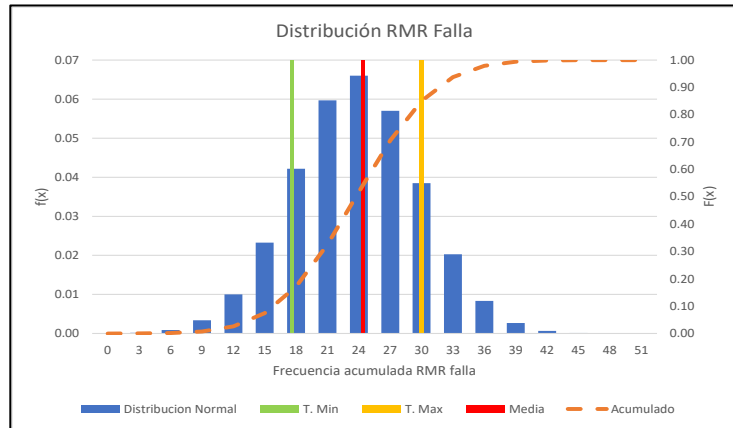
ESTADÍSTICA RMR VETA	
Media	32.06
Des. Estan.	11.15
Max.	64.50
Min.	20.00
Moda	23.00
Número de Datos	42.00

Fuente: Elaboración Propia.

Falla

Figura N°71:

Análisis estadístico de RMR de zona de Falla.

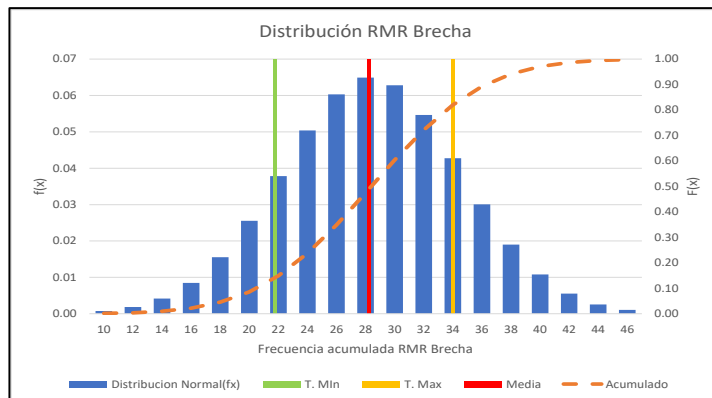


ESTADÍSTICA RMR FALLA	
Media	23.72
Des. Estan.	6.04
Max.	35.50

Brecha

Figura N°72:

Análisis estadístico de RMR de Brecha.



ESTADÍSTICA RMR BRECHA	
Media	28.38
Des. Estan.	6.13
Max.	44.50
Min.	21.00

➤ Resultados de ensayos geomecánicos de rocas.

Los ensayos de los testigos diamantina y bloques del tajo 790 del nivel 1615 en la Zona Aurora, realizada por la empresa INGEOTEST mediante la solicitud I&T WISE son las siguientes:

- a) Ensayo de propiedades físicas en rocas (PFR),
- b) Ensayo para la resistencia a la compresión no confinada de especímenes de Roca (UCSR).
- c) Ensayo de triaxial en Roca (TXR).
- d) Ensayo de Resistencia a la tracción indirecta de especímenes de Roca- Método Brasileiro (TIB).
- e) Ensayo de carga puntual (PLT).
- f) Ensayo de corte directo en roca (CDR).
- g) Ensayo de módulo de elasticidad (MER).

De los cuales los resultados fueron analizados y aplicados al presente estudio geomecánico, el cual permitirá validar los diseños actuales y proyectar en profundización y desarrollo del minado.

A. PFR: Ensayos de propiedades físicas en rocas

Los ensayos del informe 23PROFIS-062-001 se realizaron según la norma ISRM, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la tabla 31.

Tabla N°31:

Resultados de ensayos de propiedades físicas en rocas.

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Densidad seca (gr/cm³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Peso específico Aparente (KN/m³)
Monzonita	Caja Piso	Sondaje	2.76	1.49	0.54	27.09
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	2.85	1.07	0.37	27.95
Monzodiorita	Caja Piso	Sondaje	2.80	0.83	0.30	27.50
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	2.75	0.41	0.15	26.98
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	2.83	0.62	0.22	27.75
Veta	Veta	Bloque	3.51	1.27	0.37	34.44
Monzodiorita	Caja Piso	Bloque	2.70	0.79	0.29	26.50

Fuente: Departamento de Geomecánica – INGEOTEST

B. UCSR: Ensayo para la resistencia a la compresión no confinada de especímenes de Roca

Los ensayos del informe 23D7012C-062-001 se realizaron según la norma ASTM D7012C-14e1, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la tabla 32.

Tabla N°32:

Ensayo para la resistencia a la compresión no confinada de especímenes de Roca.

	Unidad Geomecánica	Muestra	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Carga de rotura (KN)	Resistencia a la compresión (MPa)
Monzonita	Caja Piso	Sondaje	47.50	111.90	258.90	145.90
Monzodiorita	Caja Piso	Sondaje	47.70	108.80	117.60	65.80
Monzodiorita	Caja Piso	Bloque	48.10	110.00	66.10	36.40
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	47.30	111.50	108.60	61.80
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	49.10	111.40	75.70	39.90
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	47.50	110.90	420.50	237.00
Veta	Veta	Bloque	48.80	111.00	102.90	54.90

Fuente: Departamento de Geomecánica – INGEOTEST

C. TXR: Ensayo de triaxial en Roca.

Los ensayos del informe 23D7012A-062-001 se realizaron según la norma ASTM D7012-A, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la Tabla 33.

Tabla N°33:

Ensayo triaxial en Roca.

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Ángulo de fricción (°)	Cohesión (Mpa)	mi	Esfuerzo de confinamiento (Mpa)	Resistencia compresiva (Mpa)
Monzonita	C. Piso	Sondaje	4.76	11.11	63.84	1.32	50.00	8.05	157.84
			4.76	10.99				10.18	210.49
			4.76	11.08				12.11	227.89
Monzonita	C. Techo	Sondaje	4.75	11.21	67.56	1.14	50.00	8.08	212.73
			4.75	11.12				10.03	287.39
			4.75	11.11				12.18	304.50
Monzodiorita	C. Piso	Sondaje	4.77	11.15	64.56	6.09	50.00	7.95	209.91
			4.77	11.22				10.09	251.79
			4.77	10.97				12.03	290.05
Monzodiorita	C. Techo	Bloque	4.90	11.19	42.84	11.61	20.75	8.17	97.98
			4.90	11.05				10.21	103.93

			4.90	11.01					12.13	117.79
Monzodiorita	C. Techo	Sondaje	4.74	11.13	63.54	2.22	50.00		8.11	162.68
			4.74	11.20					10.15	212.98
			4.74	11.14					12.10	229.99
Veta	Veta	Bloque	4.90	11.05	43.51	22.57	12.70		8.01	150.47
			4.90	11.06					10.10	156.85
			4.90	11.18					12.07	171.49

Fuente: Departamento de Geomecánica - INGEOTEST

D. TIB: Ensayo de Resistencia a la tracción indirecta de especímenes de Roca - Método Brasileiro

Los ensayos del informe 23D03967-062-001 se realizaron según la norma ASTM D3967, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la Tabla 34.

Tabla N°34:

Ensayo de Resistencia a la tracción indirecta de especímenes de Roca - Método Brasileiro.

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Carga de Rotura (KN)	Resistencia a tracción indirecta (Mpa)
Monzonita	Caja Piso	Sondaje	47.70	30.80	34.30	14.88
			47.70	32.10	41.30	17.17
			47.70	32.30	48.40	20.02
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	47.60	30.10	46.70	20.79
			47.60	31.70	51.40	21.71
			47.60	32.70	48.60	19.88
Monzodiorita	Caja Piso	Sondaje	47.70	31.30	46.80	19.95
			47.70	31.60	38.30	16.20
			47.70	31.20	47.60	20.38
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	49.20	29.00	40.20	17.93
			49.20	34.20	35.30	13.36
			49.20	39.30	37.30	12.27
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	47.60	32.80	57.20	23.35
			47.60	31.00	55.80	24.07
			47.60	31.70	57.60	24.28

Fuente: Departamento de Geomecánica – INGEOTEST.

E. PLT: Ensayo de carga puntual

Los ensayos del informe 23D05731-062-004 se realizaron según la norma ASTM D5731, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la Tabla 35.

Tabla N°35:*Ensayo de carga puntual.*

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Ancho (mm)	diámetro (mm)	Carga Máx aplicada (KN)	De2 (mm ²)	Is corregido (Mpa)	Compresión uniaxial (Mpa)
Monzonita	Caja Piso	Sondaje	47.52	32.78	11.14	1983	5.33	128.00
			47.52	31.92	9.06	1931	4.43	106.20
			47.52	30.44	15.09	1842	7.65	183.60
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	47.65	30.36	21.12	1842	10.70	256.90
			47.65	29.95	16.47	1817	8.44	202.50
			47.65	31.41	20.07	1906	9.91	237.80
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	47.68	33.52	17.10	2035	8.02	192.60
			47.68	29.82	16.46	1810	8.46	202.90
			47.68	30.71	19.29	1864	9.69	232.50
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	47.54	29.53	20.32	1787	10.54	253.00
			47.54	29.18	18.79	1766	9.84	236.10
			47.54	28.90	16.94	1749	8.94	214.50

Fuente: Departamento de Geomecánica - INGEOTEST

F. CDR: Ensayos de corte directo en roca

Los ensayos del informe 23D05607-062-001 se realizaron según la norma ASTM D5607, dando los siguientes resultados. dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la Tabla 36.

Tabla N°36:*Ensayo de corte directo en roca.*

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Angulo de fricción (°)	Cohesión (Mpa)	Esfuerzo normal (Mpa)	Esfuerzo de corte (Mpa)
Monzonita	Caja Piso	Sondaje	31.50	0.072	0.16	0.16
					0.74	0.55
					1.02	0.69
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	22.04	0.085	0.16	0.16
					0.71	0.36
					0.98	0.49
Monzodiorita	Caja Piso	Sondaje	34.70	0.069	0.16	0.18
					0.71	0.54
					0.93	0.73
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	32.22	0.045	0.15	0.15
					0.67	0.43
					0.89	0.63
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	41.40	0.418	0.11	0.54
					0.45	0.73
					0.61	1.02
Veta	Veta	Bloque	14.66	0.137	0.15	0.17
					0.66	0.33
					0.87	0.35
Monzodiorita	Caja Piso	Bloque	37.70	0.064	0.15	0.19

Fuente: Departamento de Geomecánica – INGEOTEST

G. MER: Ensayo de módulo de elasticidad

Los ensayos del informe 23D7012D-062-003 se realizaron según la norma ASTM D7012D, dando los siguientes resultados como se muestra en el resumen de la Tabla 37.

Tabla N°37:

Ensayo de módulo de elasticidad.

Litología	Unidad Geomecánica	Muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia a la compresión simple (MPa)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poison "ν"
Monzonita	Caja Techo	Sondaje	4.76	10.85	219.2	93.2	0.27
Monzodiorita	Caja Techo	Bloque	4.92	11.39	30.2	15.9	0.29
Monzodiorita	Caja Techo	Sondaje	4.76	11.05	40.4	19.7	0.28

Fuente: Departamento de Geomecánica – INGEOTEST

*Nota, para el análisis de estabilidad y propiedades de las unidades litológicas, se tomó en cuenta los datos de ensayos geomecánico de roca, realizado por la empresa INGEOTEST. Las muestras enviadas se tiene la descripción en el anexo 3, y los resultados se describe en las tablas del 35 al 41.

➤ Dominios estructurales:

Del número de sets o sistemas de estructuras evaluadas en función con la orientación de cada set; lo cual se hace analizando la información estructural mediante proyecciones estereográficas, para representar cada estructura (plano) por un punto (polo) y luego, mediante técnicas, estadísticas analizar los "clusters" o "agrupaciones" de polos y definir así los sets o sistemas principales.

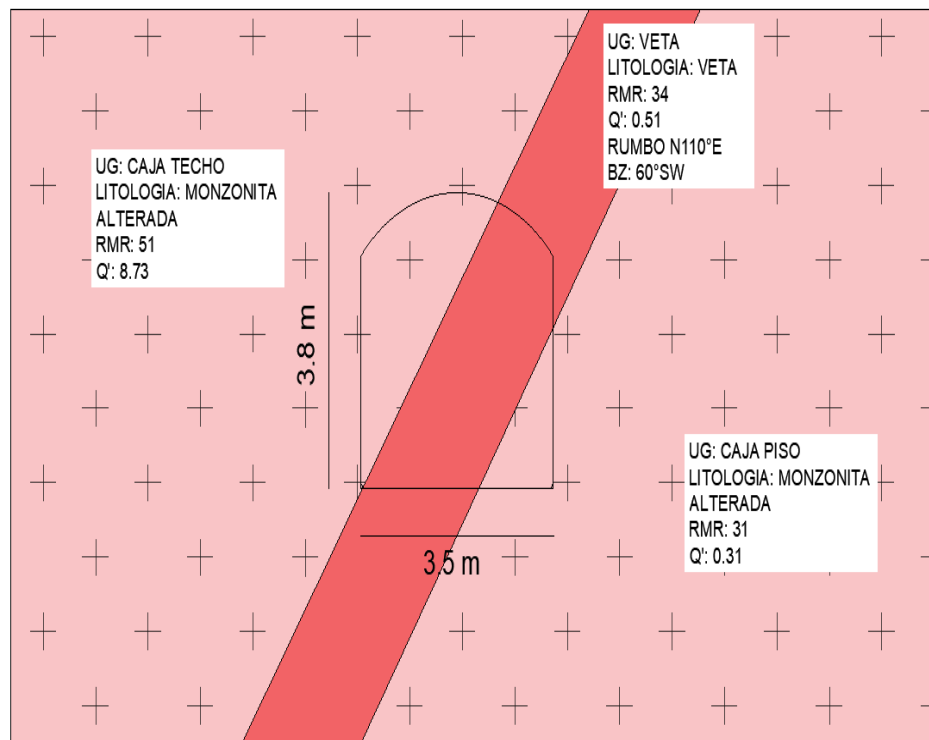
El uso de proyecciones estereográficas para este propósito es descrito por Attewell & Farmer (1979), Goodman (1976), Hoek & Bray (1981), Hoek &

Brown (1980), y Priest (1993). En la práctica se utilizan programas computacionales para este análisis e interpretación de la información estructural. Existen varios programas de este tipo comercialmente disponibles, pero actualmente quizás el más utilizado sea DIPS (Rocscience Inc. (1999)).

De acuerdo con la evaluación, las unidades geomecánicas del presente estudio se subdivide en 3 unidades geomecánicas bien marcadas que fueron evaluadas; las cuales son, Caja Piso, Caja Techo y Veta mineralizada.

Figura N°73:

Determinación de unidades geomecánicas para Veta Mariela Nv 1615.



Fuente: Mina Titan Del Perú S.R.L. 2023.

- 1) **Caja Piso:** En la caja piso se observa que tiene cuatro set´s principales de los cuales no se tienen discontinuidades paralelas a la excavación.

Figura N°74:

Diagrama de familias Caja Piso.

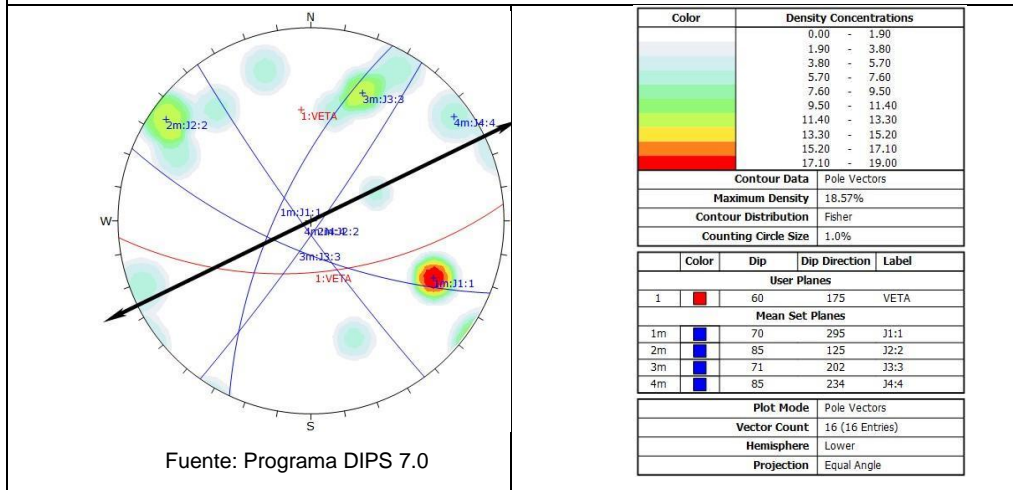


Figura N°75:

Diagrama de rosetas Caja Piso.

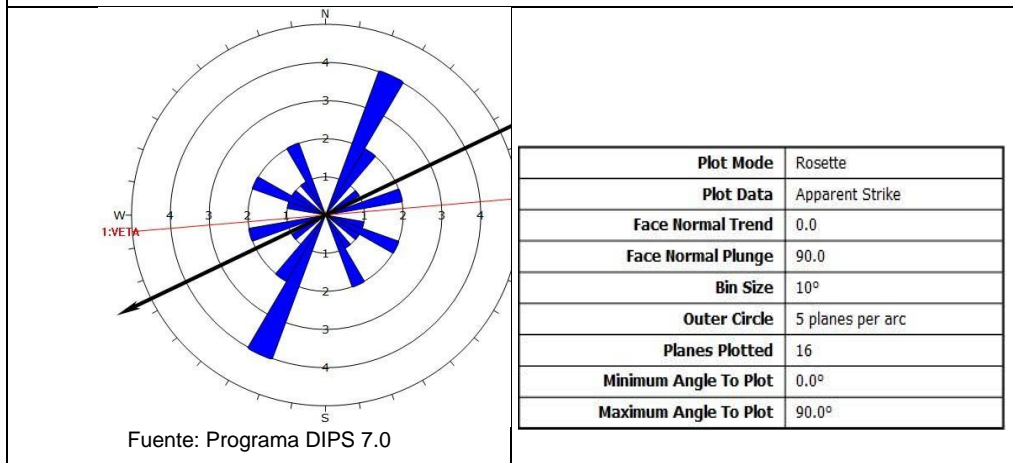
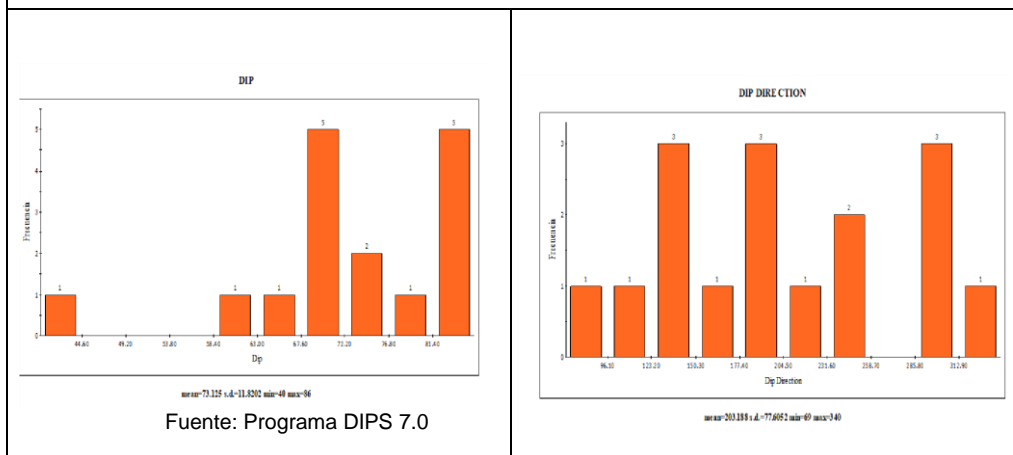
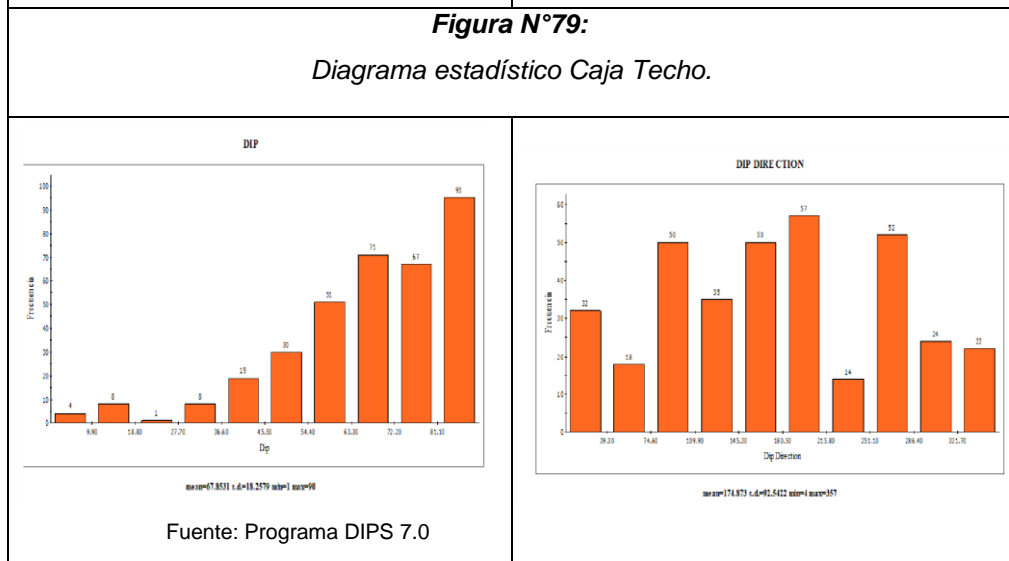
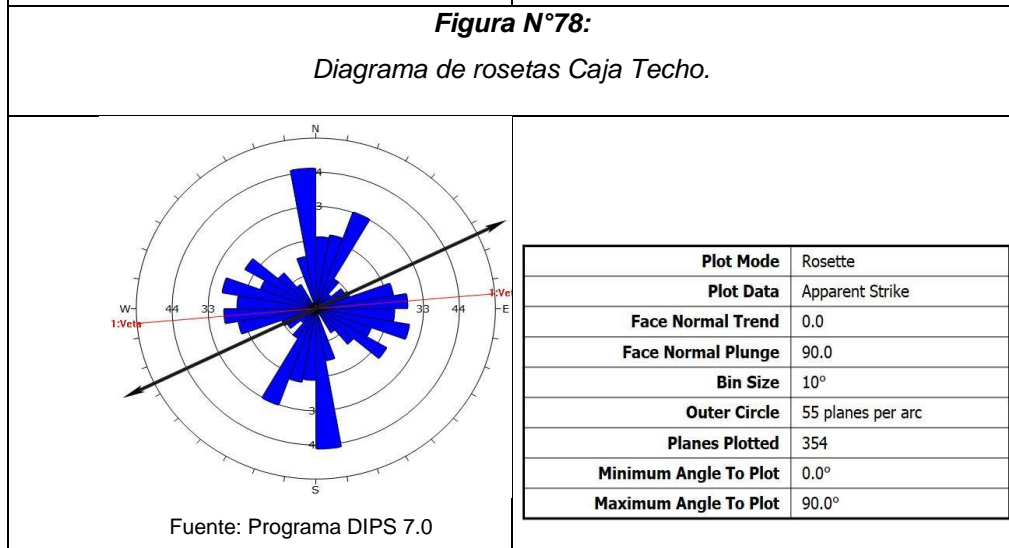
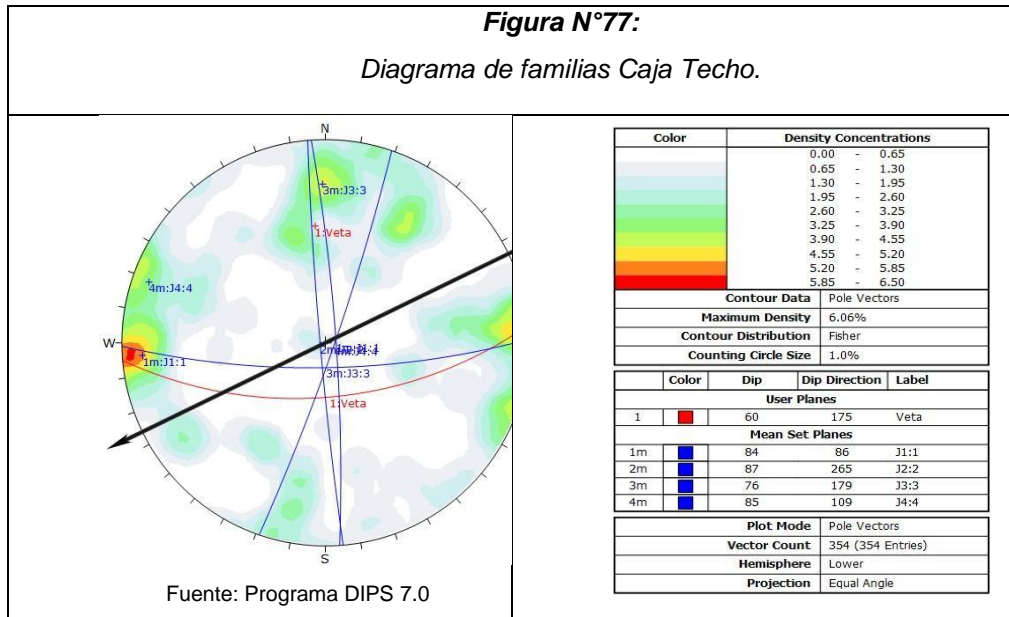


Figura N°76:

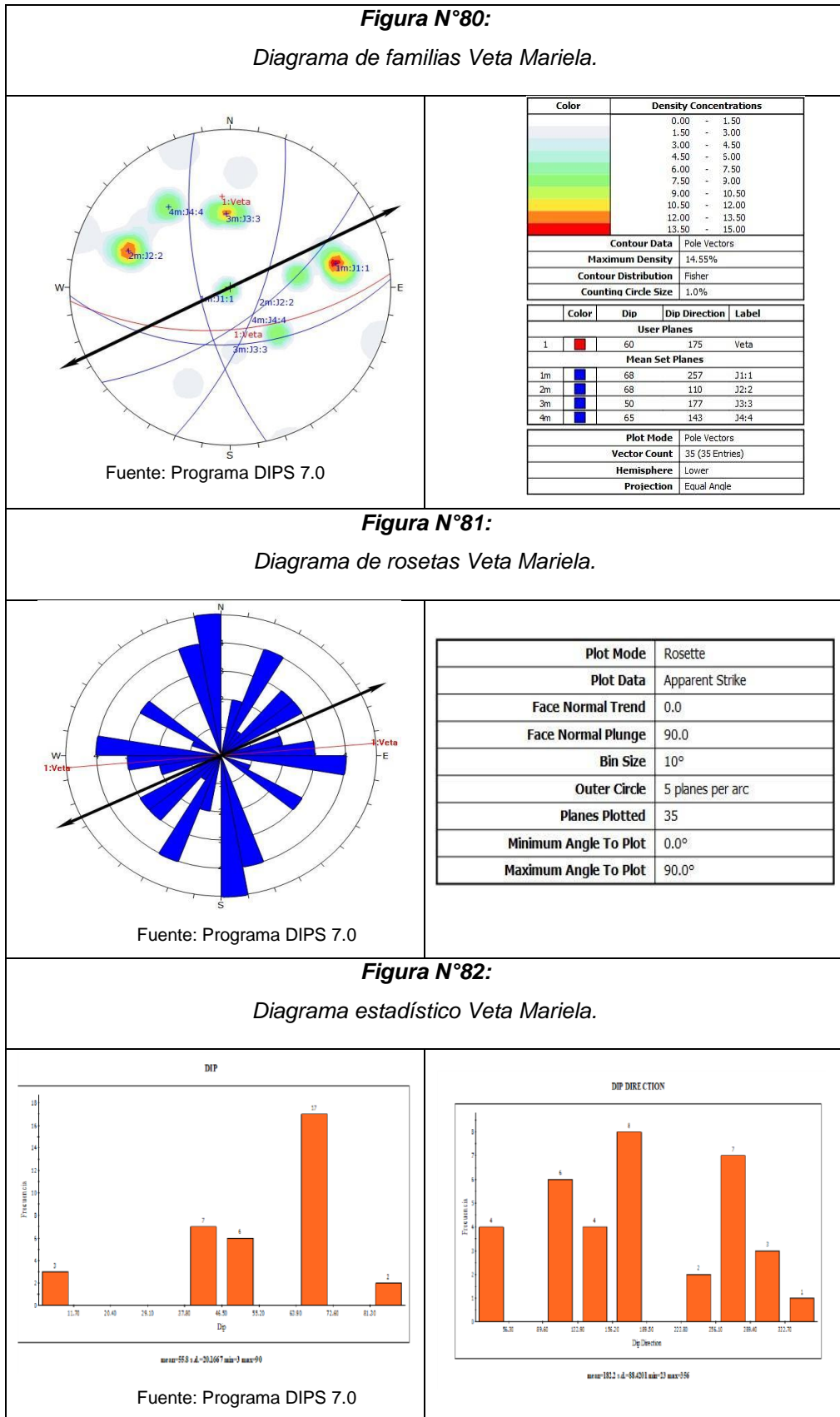
Diagrama estadístico Caja Piso.



- 2) **Caja Techo:** En la caja techo se observa que tiene cuatros set´s principales de los cuales no se tienen discontinuidades paralelas a la excavación.



- 3) **Veta:** En la caja piso se observa que tiene cuatros set´s principales de los cuales no se tienen discontinuidades paralelas a la excavación.



➤ **Resultados de parámetros de la roca intacta y macizo rocoso**

En las siguientes tablas se presenta un resumen de los parámetros de roca intacta y del macizo rocoso.

Tabla N°38:

Parámetros de roca intacta y del macizo por unidad geomecánica.

Veta	Unidad Geomecánica	Densidad seca (gr/cm3)	Resistencia (Mpa)	Cohesión (Mpa)	Angulo de fricción (°)	mi	RMR	RQD %	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
	Caja	-	14.00	6.09	64.20	50	31	25.8	-	-
	Piso							7		
Mariela	Caja	2.81	56.10	6.92	53.19	35.	51	69.2	17.8	0.2
	Techo					38		8		85
	Veta	3.51	26.35	22.567	43.51	12.	34	34.4	-	
						69		8		
						9				

Fuente: Minera Titan Del Perú S.R.L. 2023, Departamento de Geomecánica.

➤ **Análisis empírico de método de minado**

Análisis de Máximo Spam (Abertura Máxima sin Sostenimiento)

Para el dimensionamiento máximo de aberturas, se usó la fórmula empírica de Barton 1995. Para calcular la máxima abertura y la dimensión equivalente se usa los valores del Q de Barton y ESR (Excavation Support Ratio).

Formulas utilizadas:

Máxima Abertura (Ma): Para estructuras Temporales

$$Ma = 2xESRxQ^{0.4}$$

Dimensión Equivalente (De): Para estructuras Permanentes

$$Ma$$

$$De = \frac{Ma}{ESR}$$

$$ESR$$

EL Q de Barton, se obtuvo de los mapeos y logueos realizados en campo. Además, los parámetros de RMR se realizó correlación con el Q´ donde se obtuvo las fórmulas de correlación para incrementar la confiabilidad y cantidad de datos.

En la Tabla 39, se muestra el promedio, de cada unidad geomecánica usados para el cálculo del Q de Barton.

Tabla N°39:

Promedio de Unidades geomecánicas Veta Mariela.

Modelo de Bloques RMR		
Dominio	RMR (Media)	Q(Media)
Caja Piso	31	0.26
Caja Techo	51	7.39
Veta	34	0.43

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 40 se muestra el resumen de parámetros mínimos, máximos y el promedio de acuerdo con la variabilidad estadística de los valores RMR y Q de Barton para aberturas sin sostenimiento. En la Figura 76 se muestra el Span mínimo, máximo y el promedio sin sostenimiento.

Los valores de color rojo en la tabla son los adecuados por los análisis sin sostenimiento, sin embargo, por temas de dilución la mina Titán desarrolla labores menores a los de la tabla lo cual son estables con cálculos numéricos, sin embargo, por normativa del DS-024-2016-EM se debe sostener cualquier labor (metro avanzado metro sostenido).

Tabla N°40:

Resumen de Parámetros de aberturas Sin Sostenimiento Veta Mariela.

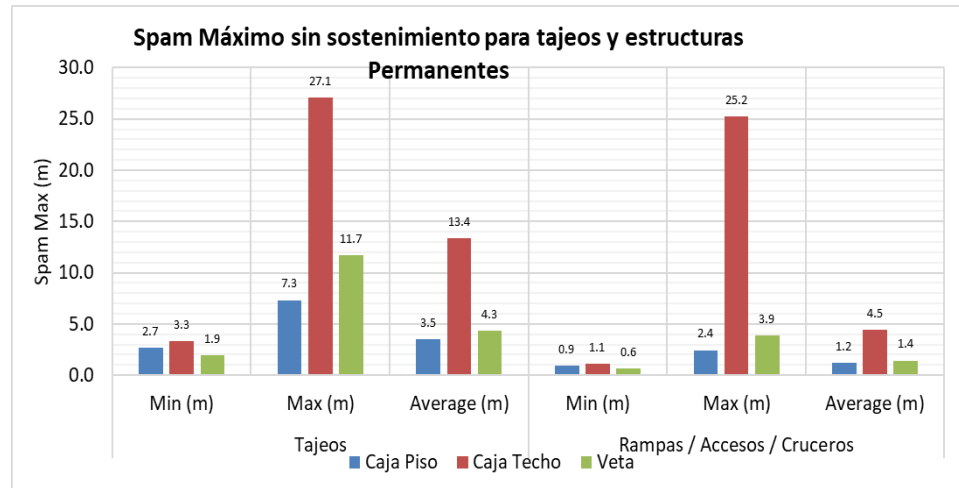
Unidades Geomecánicas	Tajeos			Rampas/Acceso/Cruceros		
	Min. (m)	Max. (m)	Promedio (m)	Min. (m)	Max. (m)	Promedio (m)
Caja Piso	2.7	7.3	3.5	0.9	2.4	1.2
Caja Techo	3.3	27.1	13.4	1.1	25.2	4.5
Veta	1.9	11.7	4.3	0.6	3.9	1.4

Fuente: Elaboración propia.

*Nota: En el Anexo del informe se presenta la memoria de cálculo realizado.

Figura N°83:

Span Máximo sin sostenimiento.

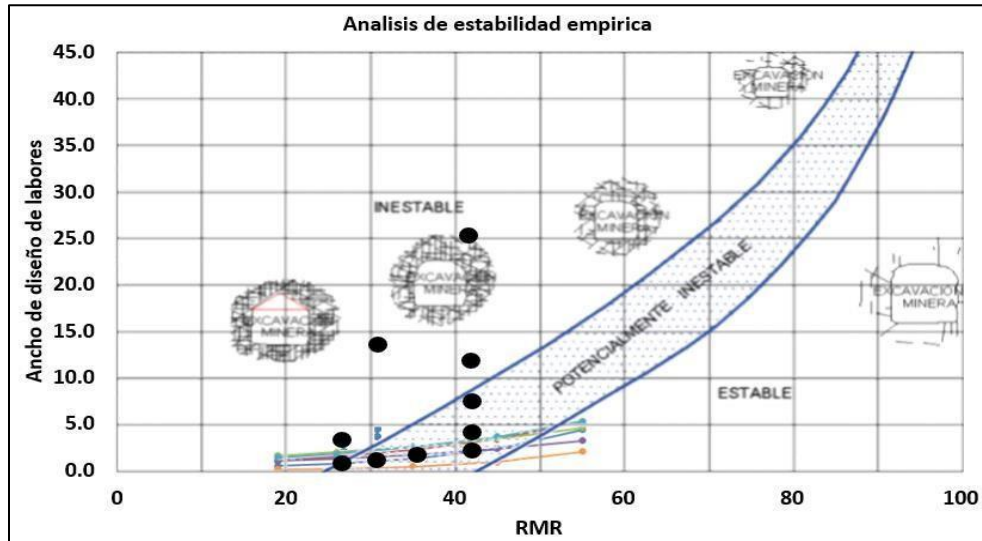


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 84, se observa que los valores de color verde son los que no requieren sostenimiento debido que se emplazan en la zona estable del ábaco de palkanis, 2002.

Figura N°84:

Span Máximo sin sostenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

➤ **Análisis de estabilidad de los tajeos:**

Valores de Q':

Para el cálculo del Q' de Barton (1991), se usó la fórmula de correlación con el RMR de Bieniawsky (1989) y valorado con el percentil 50 (P50) para los sectores evaluados, la cual se muestra en la siguiente tabla datos recopilados del registro geomecánico 2023.

Tabla N°41:

Resumen del valor de Q' Veta Mariela

Unidades Geomecánicas	Q' (P50)	Clasificación
Caja Techo	7.39	Bueno
Caja Piso	0.26	Mala
Veta	0.43	Mala

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Cálculo del número de Estabilidad (N'):**

Para el número de estabilidad, se calculó con el Q' y los parámetros A, B y C, considerando la relación de esfuerzos y las unidades geomecánicas de acuerdo con las fórmulas empíricas de Mathews y Nickson. En la tabla 85

se resume los valores del número de estabilidad para las superficies de los tajeos evaluados inicialmente.

Tabla N°42:

Resumen de N' en función de tipo de superficie, relación de esfuerzos y unidades geomecánicas Veta Mariela.

Unidad Geomecánica	Relación de esfuerzos	Evaluación	A	B	C	N'	
Caja Piso	K = 1.3	LV	0.69	0.22	5	0.20	
		LW	0.69	0.22	5	0.20	
	K = 1.5	LV	0.69	0.22	5	0.20	
		LW	0.69	0.22	5	0.20	
	K = 2.1	LV	0.69	0.22	5	0.20	
		LW	0.69	0.22	5	0.20	
	K = 3.1	LV	0.69	0.22	5	0.20	
		LW	0.69	0.22	5	0.20	
	Caja Techo	K = 1.3	LV	0.93	0.2	5	6.85
			LW	0.93	0.2	5	6.85
K = 1.5		LV	0.93	0.2	5	6.85	
		LW	0.93	0.2	5	6.85	
K = 2.1		LV	0.93	0.2	5	6.85	
		LW	0.93	0.2	5	6.85	
K = 3.1		LV	0.93	0.2	5	6.85	
		LW	0.93	0.2	5	6.85	
VETA		K = 1.3	LV	0.34	0.2	5	0.15
			LW	0.34	0.2	5	0.15
	K = 1.5	LV	0.34	0.2	5	0.15	
		LW	0.34	0.2	5	0.15	
	K = 2.1	LV	0.34	0.2	5	0.15	
		LW	0.34	0.2	5	0.15	
	K = 3.1	LV	0.34	0.2	5	0.15	
		LW	0.34	0.2	5	0.15	

Fuente: Elaboración propia en función de Mathews y Nickson.

➤ **Gráfico del número de Estabilidad (N'):**

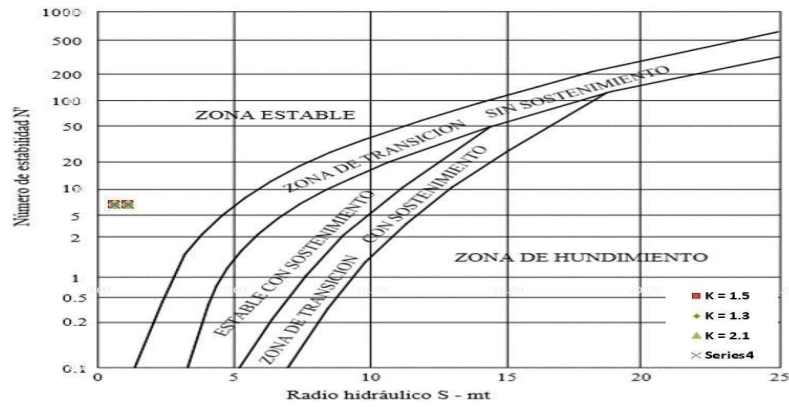
En las siguientes figuras del 85,86 y 87, se muestra las zonas de estabilidad para cada unidad geomecánica.

Cabe indicar, que la evaluación de los tajeos fue del área de influencia del cuerpo mineralizado. Sin embargo, a otro nivel de estudio se deberá de complementar con modelos calibrados numéricos de 2D y 3D, además, de

realizar estudios de análisis cinemáticos para evaluar la formación de cuñas. Esto demuestra de una manera rápida el uso del gráfico de estabilidad a este nivel de factibilidad.

Figura N°85:

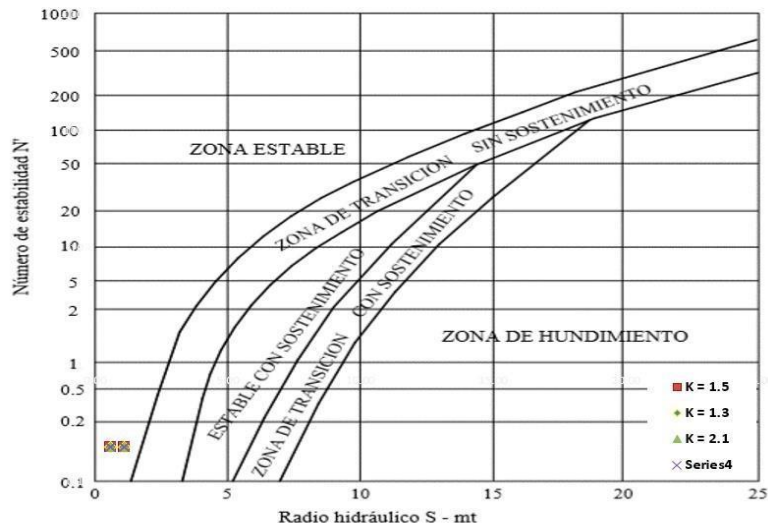
Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Caja Techo Mariela.



Fuente Gráfico de estabilidad por Potvin y Nickson.

Figura N°86:

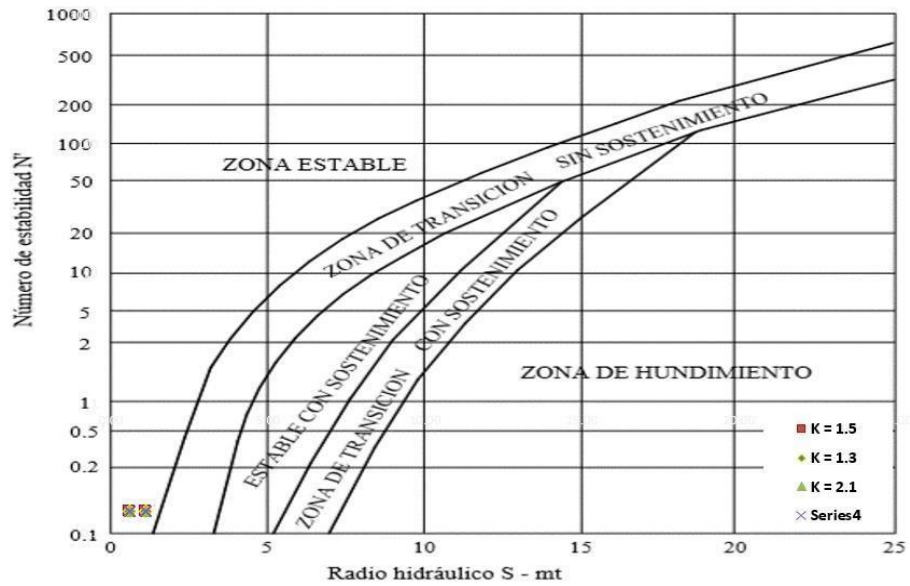
Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Caja Piso Mariela.



Fuente Gráfico de estabilidad por Potvin y Nickson.

Figura N°87:

Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Veta Mariela.



Fuente Gráfico de estabilidad por Potvin y Nickson.

➤ **Caracterización de mecanismo de fallas predominantes en el macizo rocoso.**

Debido a la calidad de la roca de regular a buena, el mecanismo de falla definido estructural y tensional, los cuales corresponden al análisis de cuñas, voladizos y concentración de tensiones. En las figuras 81, 82 y 83 se encuentran las dimensiones actuales de desarrollo, para ello se realizó el análisis estructural de cuñas con el software Unwedge, el cual nos muestra en forma gráfica la presencia de cuñas y de igual manera nos alerta del factor de seguridad de cada una de ellas.

Caja Piso Veta Mariela:

Se visualiza el análisis de cuñas de la caja piso, el cual se tomó de la veta Mariela como referencia en el nivel 1615, para lo cual se determina los resultados de factor de seguridad y el peso de la cuña (Ver tabla 43).

Tabla N°43:

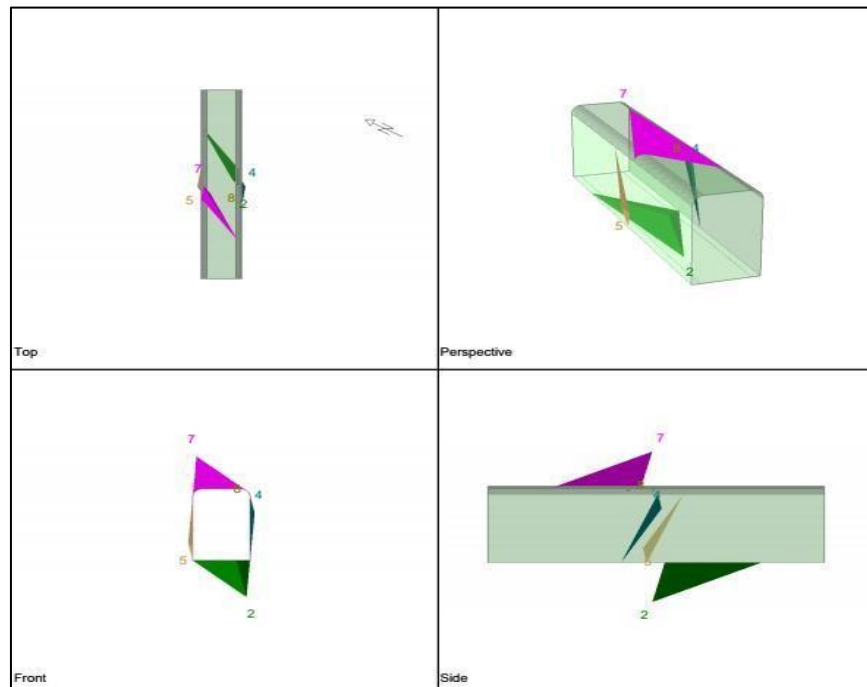
Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de Veta Mariela.

Descripción	Cuña de piso [2]	Cuña arriba a la derecha [4]	Cuña abajo a la izquierda [5]	Cuña de techo [7]	Cuña arriba a la derecha [8]
Factor de Seguridad	Estable	49.130	64.174	5.054	0.000
Peso de la cuña (ton)	0.309	0.016	0.015	0.213	0.000

Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocscience Inc.

Figura N°88:

Análisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela – Caja Piso Nivel 1615.



Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocscience Inc.

Caja Techo Veta Mariela

Se visualiza el análisis de cuñas de la caja techo, el cual se tomó de la veta Mariela como referencia en el nivel 1615, para lo cual se determina los resultados de factor de seguridad y el peso de la cuña (Ver tabla 44).

Tabla N°44:

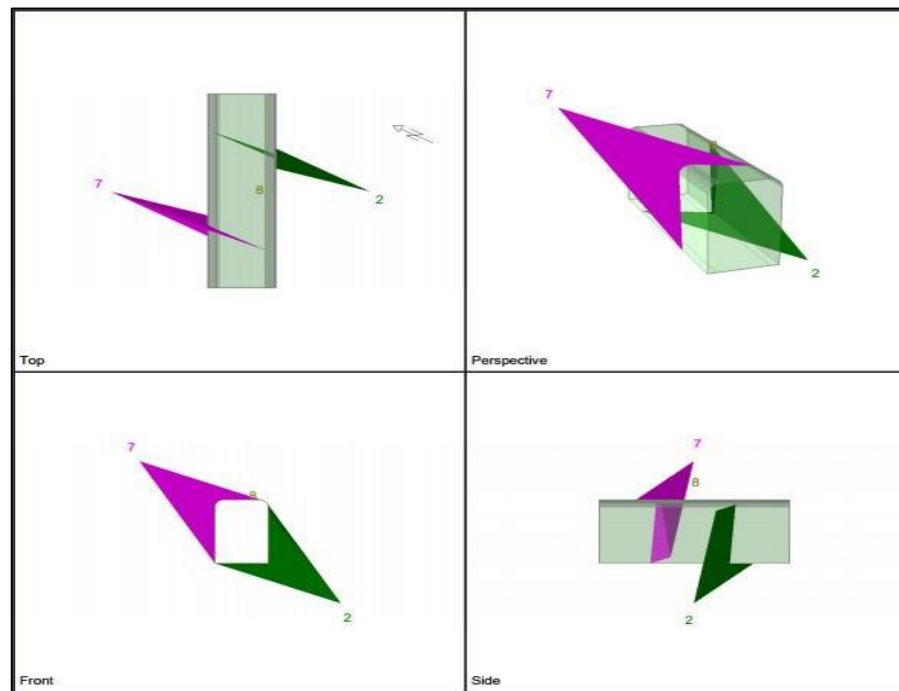
Ploteo del número de estabilidad y radio hidráulico de la Veta Mariela.

Descripción	Cuña abajo a la derecha [2]	Cuña arriba a la izquierda [7]	Cuña arriba a la derecha [8]
Factor de Seguridad	Estable	21.084	0.000
Peso de la cuña (ton)	0.708	0.781	0.000

Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocsciencie Inc.

Figura N°89:

Análisis de estabilidad de cuñas, veta Mariela – Caja Techo Nivel 1615.



Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocsciencie Inc.

Veta Mariela

Se visualiza el análisis de cuñas de la veta, el cual se tomó de la veta Mariela como referencia en el nivel 1615, para lo cual se determina los resultados de factor de seguridad y el peso de la cuña, ver Tabla 45:

Tabla N°45: A

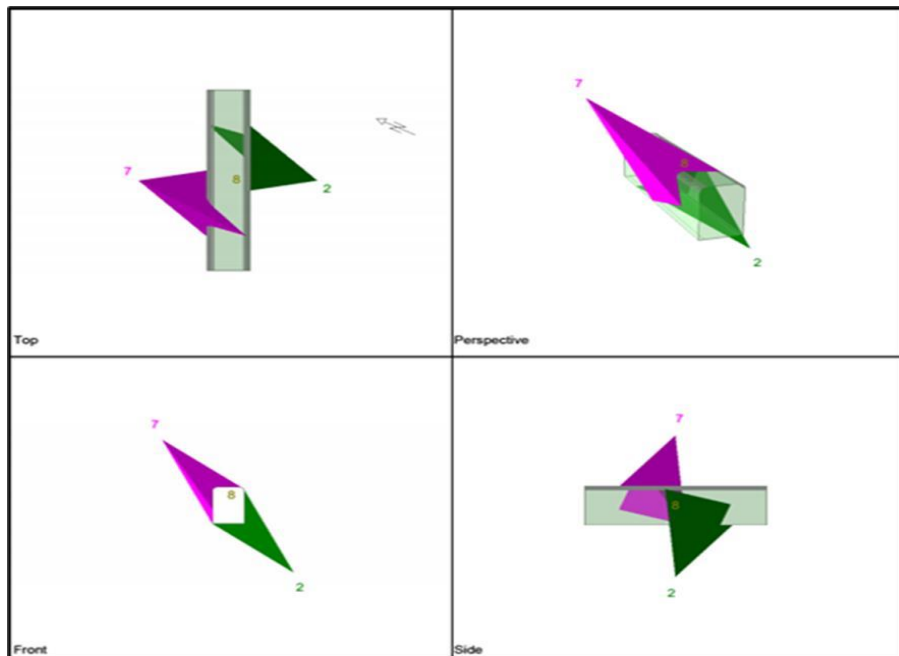
nálisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela - Nivel 1615.

Descripción	Cuña abajo a la derecha [2]	Cuña arriba a la izquierda [7]	Cuña arriba a la derecha [8]
Factor de Seguridad	Estable	13.489	0.000
Peso de la cuña (ton)	5.934	z	0.000

Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocsciencie Inc.

Figura N°90:

Análisis de estabilidad de cuñas de la veta Mariela - Nivel 1615.



Fuente: Programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocsciencie Inc.

➤ **Análisis numérico de método de minado.**

Para el análisis numérico en 2D, se desarrolló en secciones transversales debido a las condiciones del método de minado corte y relleno ascendente. Además, cabe mencionar que cada corrida de estabilidad fue por cada veta.

Figura N°91:

Vista en planta de la Veta Mariela con la sección de análisis.

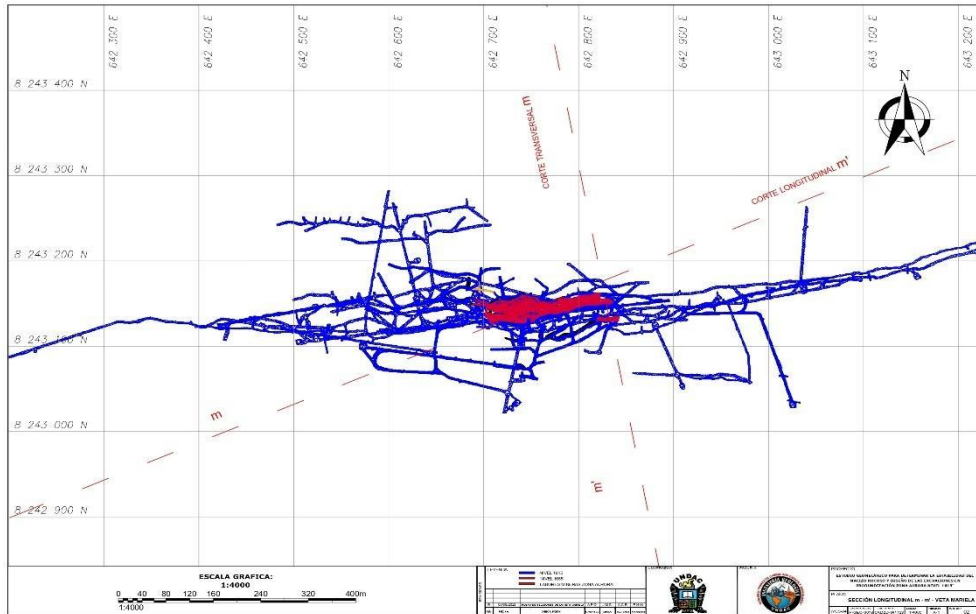
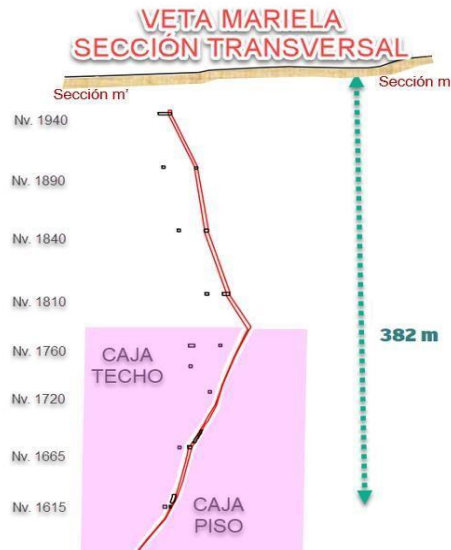


Figura N°92:

Vista transversal de la sección m-m' de la Veta Mariela.



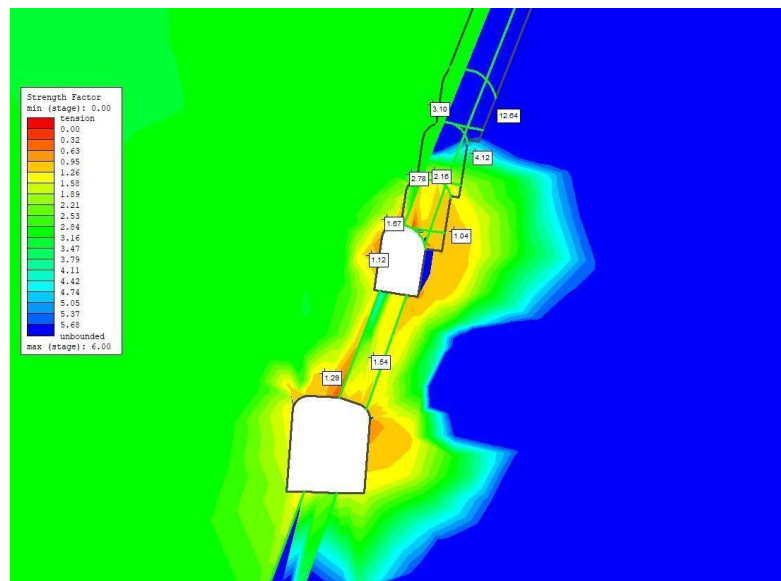
La simulación de estabilidad física del minado de veta Mariela fue a profundidad de 568 m, lo cual es dos niveles más debajo de las labores donde actualmente se viene desarrollando. La simulación es de vista de m-m'.

El Software Phase 2 V 8.0, desarrolla el análisis de factor de seguridad con los datos obtenidos de campo y ensayos de laboratorio descritos de la zona de la veta Mariela y posteriormente determinar el tipo de sostenimiento para cada zona, los resultados obtenidos se mencionan en las figuras 93, 94, 95, 96 y 97.

Para determinar el tipo de sostenimiento se utilizó el Abaco de estimación de sostenimiento, Ver tabla 98.

Figura N°93:

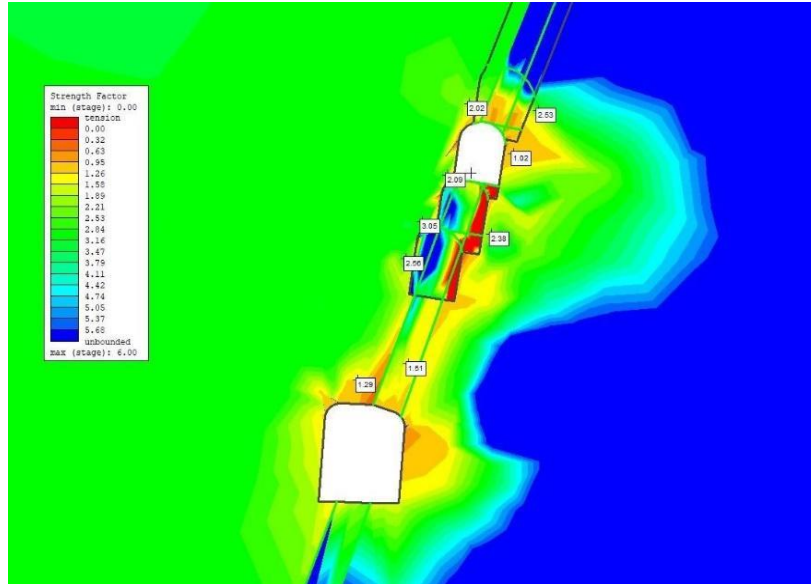
El factor de seguridad del nivel y subnivel minado es mayor que 1 en la caja techo, sin embargo, en la caja piso hay factores de 1.04. Además, el sills pillar se observa que presenta algunos acuíñamientos lo cual necesitara sostenimiento puntual en zonas de cizalla.



Fuente: Elaboración propia del software Phase2 V8.0.

Figura N°94:

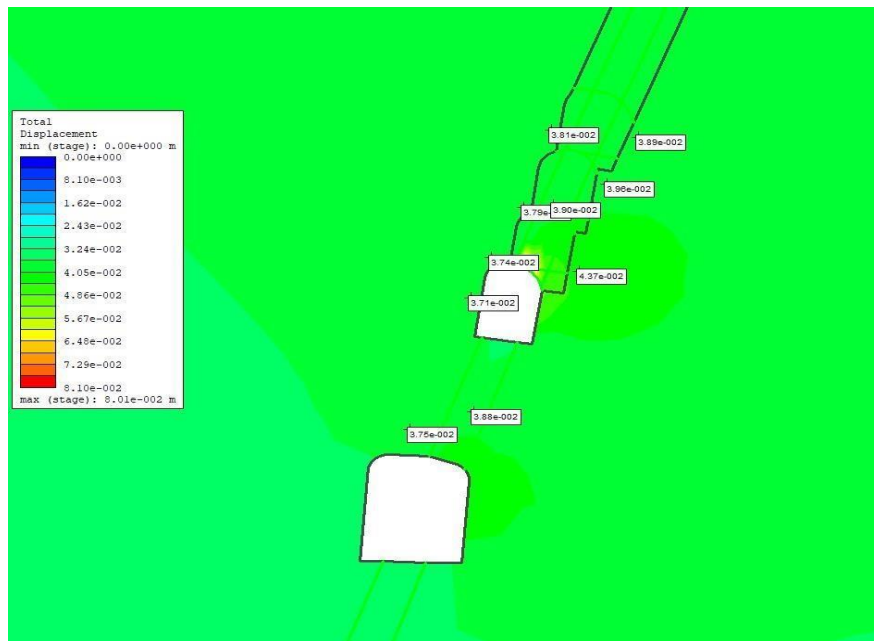
El factor de seguridad en la caja piso y techo después de minar dos subniveles es mayor que 1.



Fuente: Elaboración propia del software Phase2 V8.0.

Figura N°95:

El desplazamiento de las paredes de las excavaciones es mayor en la caja piso llegando a tener desplazamientos de centímetros.



Fuente: Elaboración propia del software Phase2 V8.0.

Figura N°96:

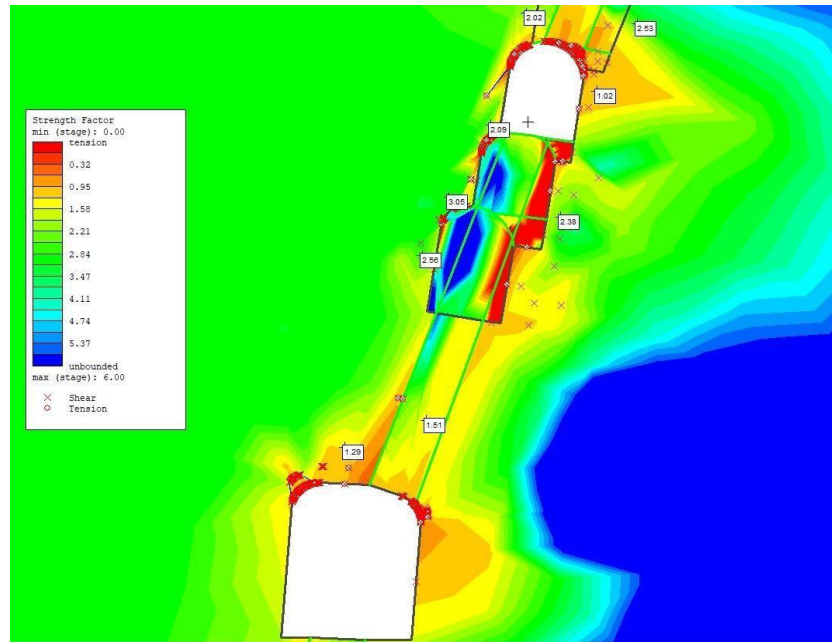
El desplazamiento al rellenar y minar el subnivel superior aumenta ligeramente debido a la competencia de la caja piso.



Fuente: Elaboración propia del software Phase2 V8.0.

Figura N°97:

Se observa que en la caja piso y corona se concentra los esfuerzos.



Fuente: Elaboración propia del software Phase2 V8.0.

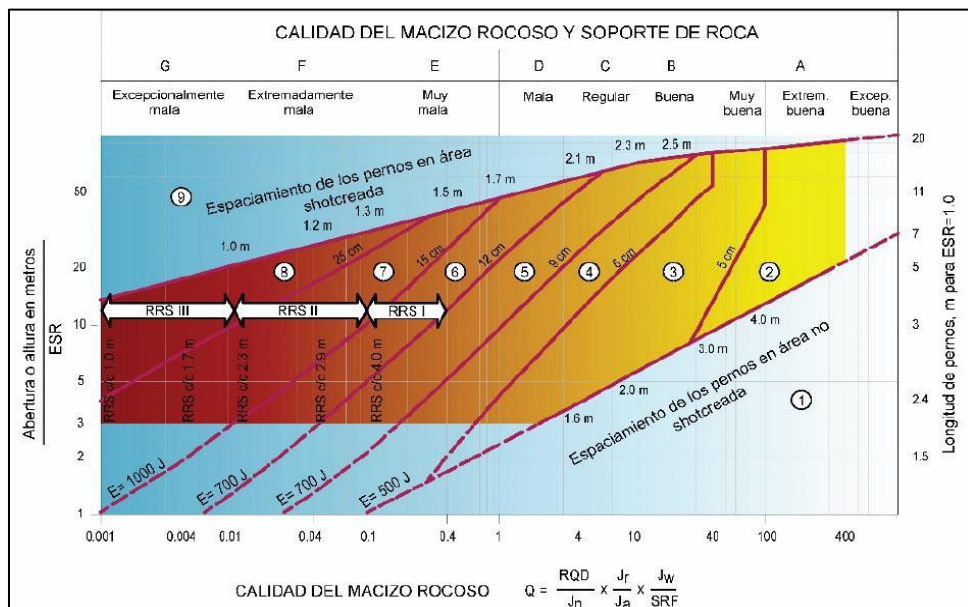
La caja piso en esta veta es menos competente por lo que se recomienda dejar un sills pillar de 6 m para evitar reforzar con hormigón o sostenimiento pesado.

➤ **Análisis del sostenimiento para infraestructuras permanentes y temporales.**

Para el diseño de sostenimiento de la infraestructura permanente se tomó las fórmulas empíricas de Barton (1994) del Instituto Noruego de Geomecánica, propuso el Índice de Calidad de Construcción de Túneles (Q) para la determinación de las características de los macizos rocosos y los requerimientos de sostenimiento, dichos resultados del Índice de Calidad se mencionan en las figuras 99,100 y 101, de acuerdo a la clasificación geomecánica Caja Piso, Caja Techo y Veta. Del logueo y mapeo geomecánico se estimaron los valores de Q´de Barton y RMR 89.

Figura N°98:

Abaco de estimación de sostenimiento.

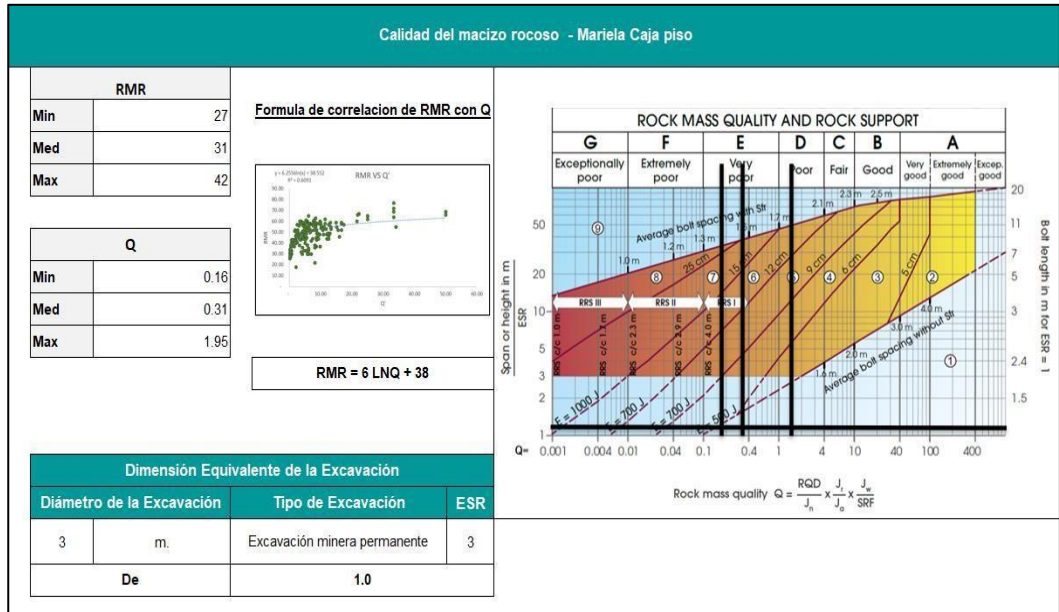


Fuente: Grinstand y Barton, 1993.

VETA MARIELA

Figura N°99:

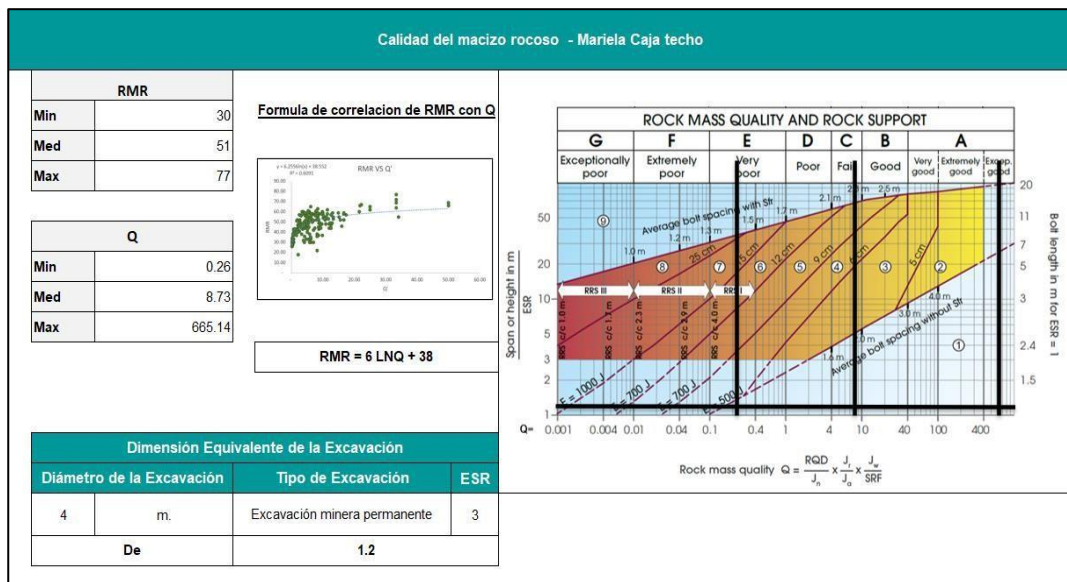
Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Caja Piso



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°100:

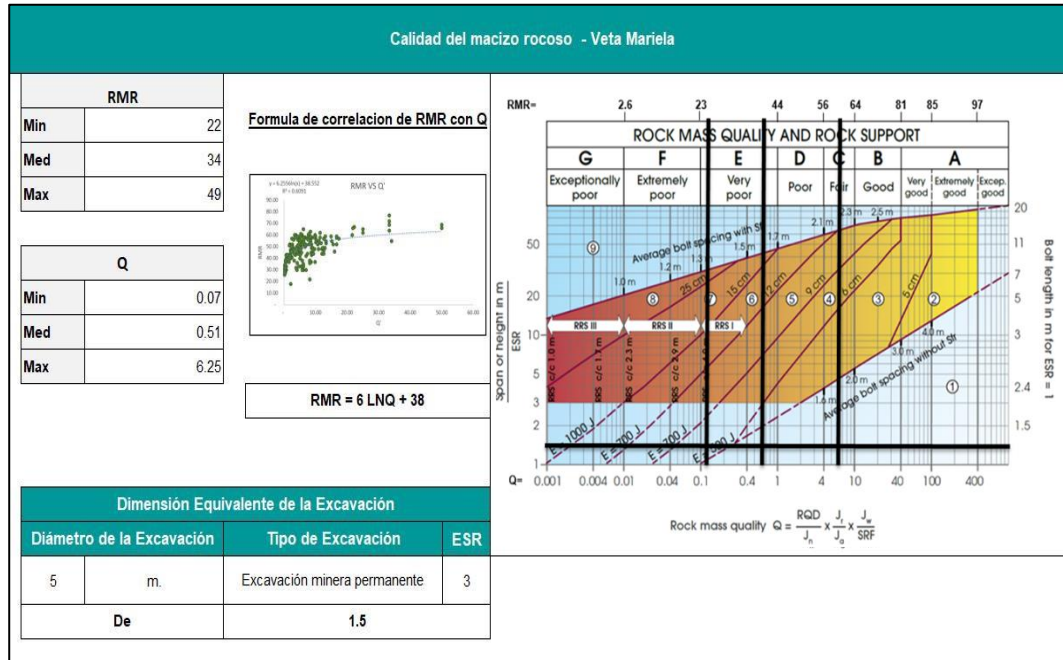
Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Caja Techo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°101:

Análisis de sostenimiento en labores de la Veta Mariela – Veta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°46:

Resumen de sostenimiento de infraestructura referencial.

Tipo de Roca	RMR	Calidad de Roca	Sostenimiento en Tajos Altura (2.5m, 2.8m, 3.0m)	Sostenimiento en CX, GL, VE, CA, IN y BP (2.1m x 2.4m) (2.4 x 2.4m)	Sostenimiento en SN, ES, Y RF (0.9 x 1.8m) (0.9 x 2.1m)
2	61-80	BUENA	Sin Soporte o puntal ocasional.	Sin Soporte o perno puntual bajo evaluación del geomecánico.	Sin Soporte o perno puntual bajo evaluación del geomecánico.
3-A	51-60	REGULAR A	Sin Soporte o puntal ocasional bajo recomendación del geomecánico.	Perno Helicoidal y/o Split de 5 pies en forma esporádica o intercalado sistemático, donde presentan riesgos de caída de cañas o zonas de falla.	Soporte puntual en cañas bajo evaluación del geomecánico de mina (voladura controlada).
3-B	41-50	REGULAR B	Puntal de seguridad con plantilla espaciado a 1.50m. Split set espaciado a 1.50m.	Pernos helicoidales y/o Split set de 5 pies sistemáticos 1.50m x 1.50m o intercalado bajo evaluación de geomecánico. Split set de 5 pies 1.0m x 1.0m y malla, cuando en la corona hay presencia de estructura de menor potencia < 1.20m.	Split set 5 pies o puntal de seguridad con plantilla de forma esporádica en la corona, donde presentan riesgo de caída de roca o 3 pies en zonas de hastiales.
4-A	31-40	MALA A	Puntal de seguridad con plantilla espaciado a 1.20m – 1.00m con B°>55. Split set a 1.0x 1.0m con Malla. - Sobrecaudro de madera espaciado a 1.20m con marchahuante.	Split set y/o helicoidal intercalado de 5 pies sistemáticos a 1.0m x 1.0m con malla bajo evaluación geomecánica. Cuadros de madera espaciados a 1.2m de luz.	Split set de 4 pies sistemáticos a 1.0 m x 1.0m con malla o helicoidal bajo evaluación geomecánica. Cuadro de madera espaciados a 1.20m de luz.
4-B	21-30	MALA B	Sobrecaudro de madera espaciado a 1.00m con marchahuante.		

			Puntual de seguridad a 1.0m – Squarset (cuadro de madera) espaciado a 1.00m con marchahuante en zona amplia	Cuadros de madera espaciados a 1.0m de luz colocar Marchahuante.	Cuadro de madera espaciados a 1.0m con Marchahuante.
5	0-20	MUY MALA	Sobrecuadros de madera espaciados a 0.80m. Avance con marchahuantes. OBLIGATORIO. Squarset (cuadro de madera) espaciado a 0.80m con marchahuante en zona amplia.	Cuadro de madera espaciados a 0.8m de luz. Colocar marchahuante. OBLIGATORIO.	Cuadro de madera espaciados a 0.8m de luz. Colocará marchahuantes. OBLIGATORIO

Fuente: Minera Croacia, 2022.

*** Nota: La UM Titan cuenta con pasivos de sostenimiento, donde deberá haber un estudio de parte de los geomecánicos responsables para determinar si se requiere sostenimiento con perno helicoidal o Split set en las infraestructuras ya excavadas y sostenidas previamente.

4.3. Prueba de Hipótesis

Si se determina la caracterización geomecánica de la masa rocosa, entonces se realiza el análisis de estabilidad generados por la explotación subterránea en la Compañía Minera Titan Del Perú S.R.L.

En el presente estudio se detalla determinar la estabilidad de las excavaciones en el macizo rocoso en las zonas de profundización y desarrollos en dirección al Oeste de la veta Mariela, caracterización y clasificaciones geomecánicas, aplicando los estándares de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas – ISRM. Es decir, para la caracterización de la masa rocosa del área de estudio, se registraron datos a partir del logueo de 4 sondajes exploratorios 2022 y mapeo geotécnico de campo, que se llevó a cabo utilizando el “método directo por celdas línea a detalle”. Mediante este método se realizaron mediciones sistemáticas de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso de las labores subterráneas.

Estos parámetros son: tipo de roca, tipo de sistemas de discontinuidad, orientación, espaciado, persistencia, apertura, rugosidad, tipo de relleno, espesor del relleno, intemperización, y presencia de agua. Adicionalmente se registraron, datos sobre la resistencia de la roca y la densidad de fracturas.

Donde cada celda de detalle constituye una estación de mediación, en total se realizaron mapeos en 28 celdas o estaciones de medición.

Asimismo, en base a los estudios arriba mencionados se determinaron las condiciones de estabilidad de las distintas excavaciones subterráneas asociado al método de minado subterráneo con las condiciones geomecánicas actuales en Minera Titan Del Perú S.R.L.; considerando la estabilidad estructuralmente controlada, para el análisis se ha considerado el compósito de discontinuidades y su configuración estructural de acuerdo al avance de la excavación en el nivel 1615 zona Aurora, veta Mariela, mediante el el programa UNWEDGE Versión 3.005 de Rocscience Inc. (2004). Para el análisis de la estabilidad se consideró mediante los esfuerzos inducidos debido a las excavaciones subterráneas asociado exclusivamente al método de explotación se ha utilizado el programa PHASE2 versión 8.0 de Rocscience Inc. (2023) que analiza esfuerzos y deformaciones usando el método de elementos finitos.

4.4. Discusión de resultados

Para la elaboración del presente estudio de tesis se utilizó información Geomecánica básica en base a mapeos de caracterización Geomecánica y estructural mediante la técnica de celda a detalle. Una vez acopiada la información suficiente, se procedió a agrupar y clasificar los datos para obtener valores geomecánicos del macizo rocoso.

Según los parámetros geotécnicos de los testigos diamantinos obtenidos y mapeos geomecánicos, se pudo hacer la caracterización del macizo rocoso en 3 unidades geomecánicas de acuerdo con la calidad de la masa rocosa.

1. **Caja Piso:** El macizo rocoso tiene una puntuación de RMR (media) de 31 y Q(media) de 0.31, roca tipo III (MALA CALIDAD).
2. **Caja Techo:** El macizo rocoso tiene una puntuación de RMR (media) de 51 y Q(media) de 8.73, roca tipo III (REGULAR CALIDAD).

3. **Veta:** Tiene una puntuación de RMR (media) de 34 y Q(media) de 0.51, roca tipo III (MALA CALIDAD).

Se analizaron las condiciones de estabilidad de las excavaciones de acuerdo con la influencia de las discontinuidades estructurales y de los esfuerzos en las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado. Se hicieron simulaciones utilizando el programa PHASE2 versión 6.004 de Rocscience Inc. En condición actual el factor de seguridad (FS) del nivel y subnivel minado es mayor que 1.3 en la caja techo, sin embargo, en la caja piso hay factores de 1.04. Además, el sillar se observa que presenta algunos acunamientos lo cual necesitara sostenimiento puntual en zonas de cizalla. El factor de seguridad (FS) en la caja piso y techo después de minar dos subniveles es mayor que 1.

Bajo las normas de seguridad y salud ocupacional establecidos por la minera Titan se establece la tabla de sostenimiento de infraestructura (Ver tabla 46)

CONCLUSIONES

- 1) Se ha determinado la estabilidad del macizo rocoso y diseño de las excavaciones en profundización y desarrollo, factor de seguridad (FS) del nivel y subnivel minado es mayor que 1.3 en la caja techo, sin embargo, en la caja piso hay factores de 1.04.
- 2) Se obtuvo buena cantidad de mapeos y logueos de campo, las cuales se realizó el control de calidad de la obtención de datos y se consolidó la data con confiabilidad mayor al 90% para el sustento de los análisis empíricos y numéricos del presente informe.
- 3) La veta Mariela fue dividida en 3 unidades geomecánicas (Caja Piso. Caja Techo y Veta) para facilitar los análisis de estabilidad tanto en los métodos empíricos como numéricos.
- 4) El índice de calidad de la veta Mariela es de mala a regular, la cual debe ser más controlado el minado evitando profundidad de daño mayor a 1 m durante el minado.
- 5) Los análisis empíricos de estabilidad validan que los tajeos son estables con las dimensiones actuales. Sin embargo, si se deseara incrementar en largo o alto los niveles se debe considerar realizar algunos ensayos de overcoring, para determinar esfuerzos en la roca que es rígida.
- 6) El sostenimiento de las infraestructuras se puede optimizar con el ground control (control de terreno) a detalle de cada labor proyectando fallas paralelas a profundidad (Planos predictivos).

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda a la mina Titan contar con modelos 2D y 3D de las labores, litologías, fallas y unidades geomecánicas.
- 2) Se debe contar con planos predictivos de fallas mayores y menores correlacionando a profundidad para evitar alguna labor que se desarrolle con voladizos o cuñas ocultas.
- 3) Se deber implementar puntos de control de convergencia en las labores principales de alta exposición de personal.
- 4) Se recomienda desarrollar un estudio de Overcoring en profundidad de 650m la veta Mariela.
- 5) Titán deberá realizar un estudio sísmico cuando detecte crujidos o reacomodos de roca en la profundización, esto es debido a la dureza de la roca matriz.
- 6) En caso se tenga en el siguiente nivel crujidos se deberá instalar geófonos o acelerógrafos para hacer seguimiento a los eventos de posible estallido de rocas.
- 7) En la intersección se recomienda aplicar la metodología de cuña invertida de Palkanis, donde se estima la longitud de pernos de acuerdo a la cuña máxima y el span máximo.
- 8) Las inspecciones Geomecánicas diarias de las labores son necesaria para garantizar la estabilidad de las diferentes excavaciones basadas en criterios Geomecánico definidos por el Dpto. de Geomecánica de Minera Croacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIENIAWSKI, Z, T., 1989, Engineering Rock Mass Classifications. John Wiley and sons, Inc.
2. Hoek E, Brown E.T. (1985) "Excavaciones subterráneas en rocas" Mc. Graw Hill. México.
3. Hoek, E. y Bray, J. (1974): "Rock Slope Engineering". IMM. Ed. Chapman & Hall, Londres, RU.
4. Miguel Angel Berrocal Malqui, "Estabilidad de excavaciones subterráneas"
5. Ph.D Javier Vallejos -U de Chile / Ing de Minas, 2013 "Estabilidad de excavaciones subterráneas"
6. Piteau Associates S.A.C. Marzo 2021: "Descripción General del Registro Geomecánico de Testigos Diamantinos Orientados"
7. Energía, S. N. (febrero de 2005). Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas 2da Edición.
8. Hudson, J.A. y Harrison, J.P. (1997): "Engineering Rock Mechanics An Introduction to the Principles" Ed. Pergamon Press. Londres, RU.
9. Geología del Cuadrángulo de Arequipa – Boletín A24 Serie A: Carta Geológica Nacional <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/142>.
10. FACIL, G. (s.f.). Clasificación geomecánica Índice Q Barton. Obtenido de <http://geotecniafacil.com/clasificacion-geomecanica-indice-q-barton/>
11. Ronald E. Walpole y Raymond H. Myers Novena Edición: "Probabilidad y Estadística para ingeniería y ciencias"
12. Alejandro D. Zylberberg, 2006 "Probabilidad y estadística"
13. Sacoto Flores, María Augusta (2008) " Aplicación de un sistema de control estadístico de procesos en las áreas de producción de cemento en Compañía Industrias Guapán S.A". Ecuador universidad Politécnica Salesiana.
14. Perú, G. d. (2016). Decreto Supremo N° 024-2016-EM. El peruano NORMAS LEGALES.

15. Perú, G. d. (2017). Decreto Supremo N° 023-2017-EM. El Peruano.
16. Ramírez Oyanguren, P. et al. (1984): "Mecánica de Rocas aplicada a la Minería Metálica Subterránea". I.T.G.E., Madrid, España.
17. Geologiaweb.Com/Ingenieria-Geologica/Mecanica-Rocas.
18. Avramov I, Velkov T, Garkov B. (2018) Geomechanics and Geodynamics of Rock Masses. Eurock 2018. St. Petersburg, Russia.
19. Nicholas D. (1981). Method selection - a numerical approach. Tucson Arizona. Chapter 4.
20. Ministerio de Energía y Minas (2016). Reglamento en Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado mediante D.S. 024-2016-EM.
21. Ministerio de Energía y Minas (2007). Guía para la evaluación de la estabilidad de los pilares corona.
22. Osinergmin. (2017). Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas.
23. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (2004) Manual de Geomecánica aplicada a la prevención por caída de Rocas en minería subterránea

ANEXOS

DATOS DE CAMPO LOGUEO GEOMECÁNICO DE SONDAJES
DIAMANTINOS

Anexos 1. 2. Resultados de datos de la Clasificación Geomecánica Sondaje AU-DDH-M20-159.

LITOLOGÍA	From	To	LONG DE CORRIDA	RQD	RQD%	PUNT.	RESISTENCIA	PUNT.	ESPACIAMIENTO	PUNT.	COND. FRAC	COND. AGUA	RMR89	RMR MINA TITAN	Q' BARTON
MZ	57.80	58.30	0.50	0.28	56.00	13	R3.5	5.5	0.08	8	9	10	45.50	45.50	12.44
MZ	58.30	59.20	0.90	0.53	58.89	13	R3.5	5.5	0.10	8	8	10	44.50	44.50	4.91
MZ	59.20	60.00	0.80	0.52	65.00	13	R3.5	5.5	0.08	8	6	10	42.50	42.50	4.06
MZ	60.00	60.40	0.40	0.10	25.00	6	R3.5	5.5	0.06	5	8	10	34.50	34.50	0.42
MZD	60.40	61.90	1.50	1.15	76.67	17	R3.5	5.5	0.12	8	7	10	47.50	47.50	4.26
MZD	61.90	62.90	1.00	0.90	90.00	20	R3.5	5.5	0.14	8	8	10	51.50	51.50	5.00
MZ	62.90	64.40	1.50	1.25	83.33	17	R3.5	5.5	0.25	10	8	10	50.50	50.50	6.17
MZ	64.40	66.20	1.80	1.08	60.00	13	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	44.50	44.50	5.00
MZ	66.20	66.90	0.70	0.28	40.00	6	R3.5	5.5	0.09	8	7	10	36.50	36.50	5.00
MZ	66.90	68.40	1.50	0.98	65.33	13	R3.5	5.5	0.12	8	9	10	45.50	45.50	5.44
MZD	68.40	69.80	1.40	0.91	65.00	13	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	44.50	44.50	4.81
DIO	69.80	71.30	1.50	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	7	10	29.00	29.00	0.38
DIO	71.30	73.10	1.80	1.32	73.33	13	R3.5	5.5	0.10	8	7	10	43.50	43.50	2.04
DIO	73.10	74.20	1.10	0.87	79.09	17	R3.5	5.5	0.16	8	6	10	46.50	46.50	6.59
DIO	74.20	76.40	2.20	1.89	85.91	17	R3.5	5.5	0.16	8	9	10	49.50	49.50	4.77
DIO	76.40	77.50	1.10	1.01	91.82	20	R3.5	5.5	0.18	8	9	10	52.50	52.50	7.65
VETA	77.50	78.20	0.70	0.40	57.14	13	R3	4	0.07	8	4	10	39.00	39.00	3.17
VETA	78.20	79.80	1.60	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	4	10	25.00	25.00	0.19
DIO	79.80	80.90	1.10	0.79	71.82	13	R3.5	5.5	0.16	8	6	10	42.50	42.50	15.96
DIO	80.90	81.40	0.50	0.38	76.00	17	R3.5	5.5	0.10	8	9	10	49.50	49.50	8.44
DIO	81.40	81.80	0.40	0.00	15.00	3	R3	4	0.04	5	7	10	29.00	29.00	0.25
DIO	81.80	83.20	1.40	1.13	80.71	17	R3	4	0.13	8	8	10	47.00	47.00	6.73
DIO	83.20	83.90	0.70	0.51	72.86	13	R3	4	0.10	8	9	10	44.00	44.00	9.11
DIO	83.90	84.80	0.90	0.26	28.89	6	R3	4	0.06	5	8	10	33.00	33.00	3.21
MZD	84.80	86.20	1.40	0.53	37.86	6	R3	4	0.07	8	7	10	35.00	35.00	2.10
DIO	86.20	87.80	1.60	1.06	66.25	13	R3	4	0.09	8	7	10	42.00	42.00	4.91
DIO	87.80	89.40	1.60	1.20	75.00	13	R3	4	0.12	8	6	10	41.00	41.00	2.08
VETA	89.40	90.10	0.70	0.39	55.71	13	R3	4	0.08	8	6	10	41.00	41.00	2.32
VETA	90.10	91.40	1.30	0.92	70.77	13	R2.5	3	0.10	8	6	7	37.00	37.00	8.85
VETA	91.40	93.40	2.00	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	8	7	26.00	26.00	0.56
DIO	93.40	94.30	0.90	0.70	77.78	17	R3	4	0.13	8	5	7	41.00	41.00	12.96
VETA	94.30	94.85	0.55	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	5	10	26.00	26.00	0.38
VETA	94.85	95.90	1.05	0.62	59.05	13	R2.5	3	0.08	8	6	10	40.00	40.00	7.38
MZ	95.90	96.25	0.35	0.26	74.29	13	R2.5	3	0.12	8	6	10	40.00	40.00	9.29
FALLA	96.25	98.30	2.05	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	2	10	21.00	21.00	0.15
VETA	98.30	99.90	1.60	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	2	10	21.00	21.00	0.15
VETA	99.90	100.90	1.00	0.41	41.00	6	R1	1	0.09	8	7	10	32.00	32.00	1.52
DIO	100.90	101.80	0.90	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	8	10	27.00	27.00	0.38
DIO	101.80	102.70	0.90	0.45	50.00	13	R2	2	0.08	8	5	10	38.00	38.00	1.04
DIO	102.70	103.40	0.70	0.61	87.14	17	R2.5	3	0.14	8	5	10	43.00	43.00	9.68
DIO	103.40	104.90	1.50	1.16	77.33	17	R3	4	0.14	8	8	10	47.00	47.00	5.73
MZD	104.90	106.50	1.60	1.17	73.13	13	R3.5	5.5	0.08	8	9	10	45.50	45.50	12.19
FALLA	106.50	107.90	1.40	0.00	15.00	3	R1.5	1.5	0.05	5	4	10	23.50	23.50	0.19
DIO	107.90	109.40	1.50	1.02	68.00	13	R2	2	0.11	8	9	10	42.00	42.00	5.04
BX	109.40	109.90	0.50	0.00	15.00	3	R2	2	0.05	5	10	10	30.00	30.00	0.33
DIO	109.90	110.90	1.00	0.69	69.00	13	R2	2	0.13	8	9	10	42.00	42.00	5.11
DIO	110.90	111.30	0.40	0.22	55.00	13	R2	2	0.08	8	9	10	42.00	42.00	9.17
VETA	111.30	111.90	0.60	0.00	15.00	3	R1.5	1.5	0.05	5	4	7	20.50	20.50	0.25
BX	111.90	113.00	1.10	0.35	31.82	6	R2	2	0.06	8	9	7	32.00	32.00	1.77
BX	113.00	114.00	1.00	0.61	61.00	13	R2	2	0.13	8	5	7	35.00	35.00	5.08
BX	114.00	114.40	0.40	0.00	15.00	3	R1	1	0.04	5	4	10	23.00	23.00	0.33
DIO	114.40	116.90	2.50	0.00	15.00	3	R1.5	1.5	0.05	5	4	10	23.50	23.50	0.25
SED	116.90	117.60	0.70	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	4	10	23.00	23.00	0.25

LEYENDA RMR'89 BIENIAWSKI		
Tipo	RMR	Calidad de roca
I	81-100	ROCA MUY BUENA
II	60-80	ROCA BUENA
III	41-60	ROCA REGULAR
IV	21-40	ROCA MALA
V	0-20	ROCA MUY MALA

LEYENDA RMR MINA TITAN		
Tipo	RMR	Calidad de roca
2	61-80	BUENA
3-A	51-60	REGULAR A
3-B	41-50	REGULAR B
4-A	31-40	MALA A
4-B	21-30	MALA B
5	0-20	MUY MALA

LEYENDA Q' DE BARTON		
Q	Q01	Calidad de roca
0	0.01	Excepcionalmente mala
0.01	0.1	Extremadamente mala
0.1	1	Muy mala
1	4	Mala
4	10	Media
10	40	Buena
40	100	Muy Buena
100	400	Extremadamente buena
400	1000	Excepcionalmente buena

Anexos 1. 9. Resultados de datos de la Clasificación Geomecánica Sondaje AU-DDH-M22-291 – A.

LITOLÓGIA	From	To	LONG DE CORRIDA	RQD	RQD%	PUNT.	RESISTENCIA	PUNT.	ESPACIAMIENT O	PUNT.	COND. FRAC	COND. AGUA	RMR89	RMR MINA TITAN	Q' BARTON
MZD	100.30	101.20	0.90	0.82	91.11	20	R4	7	0.23	10	7	10	54.00	54.00	10.12
MZD	101.20	101.50	3.00	2.65	88.33	17	R3.5	5.5	0.38	10	7	10	49.50	49.50	3.93
MZD	101.50	103.00	1.50	1.34	89.33	17	R4	7	0.19	8	8	10	50.00	50.00	14.89
MZD	103.00	104.50	1.50	1.44	96.00	20	R4	7	0.25	10	7	10	54.00	54.00	10.67
MZD	104.50	106.00	1.50	1.50	100.00	20	R4	7	0.50	10	11	10	58.00	58.00	25.00
MZD	106.00	107.50	1.50	1.50	100.00	20	R4	7	0.50	10	8	10	55.00	55.00	16.67
MZD	107.50	108.80	1.30	1.09	83.85	17	R4	7	0.14	8	5	10	47.00	47.00	6.99
MZD	108.80	111.00	2.20	2.11	95.91	20	R4.5	9.5	0.24	10	9	10	58.50	58.50	15.98
MZD	111.00	113.50	2.50	2.50	100.00	20	R4.5	9.5	0.36	10	8	10	57.50	57.50	16.67
MZD	113.50	116.30	2.80	2.80	100.00	20	R4.5	9.5	0.40	10	7	10	56.50	56.50	11.11
MZ	116.30	118.60	2.30	2.30	100.00	20	R4.5	9.5	0.38	10	9	10	58.50	58.50	11.11
MZ	118.60	120.00	1.40	1.33	95.00	20	R4.5	9.5	0.35	10	7	10	56.50	56.50	15.83
MZ	120.00	121.30	1.30	1.25	96.15	20	R4.5	9.5	0.26	10	8	10	57.50	57.50	16.03
MZD	121.30	122.10	0.80	0.54	67.50	13	R4.5	9.5	0.10	8	7	10	47.50	47.50	11.25
MZD	122.10	123.50	1.40	1.23	87.86	17	R4	7	0.18	8	7	10	49.00	49.00	7.32
MZ	123.50	125.80	2.30	2.13	92.61	20	R4	7	0.23	10	7	10	54.00	54.00	10.29
MZ	125.80	127.00	1.20	1.12	93.33	20	R4	7	0.20	10	10	10	57.00	57.00	23.33
MZD	127.00	129.70	2.70	2.30	85.19	17	R4	7	0.22	10	7	10	51.00	51.00	14.20
MZD	129.70	130.80	1.10	0.94	85.45	17	R3.5	5.5	0.16	8	10	10	50.50	50.50	14.24
MZD	130.80	132.10	1.30	0.99	76.15	17	R3.5	5.5	0.13	8	6	10	46.50	46.50	4.23
MZ	132.10	133.30	1.20	1.05	87.50	17	R3.5	5.5	0.20	10	6	10	48.50	48.50	10.94
MZ	133.30	134.10	0.80	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.05	5	6	10	29.50	29.50	0.25
MZD	134.10	134.70	0.60	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.05	5	6	10	29.50	29.50	0.25
MZD	134.70	135.50	0.80	0.40	50.00	6	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	37.50	37.50	1.85
MZ	135.50	136.30	0.80	0.37	46.25	6	R3.5	5.5	0.08	8	5	10	34.50	34.50	3.85
MZ	136.30	136.60	0.30	0.30	100.00	20	R3.5	5.5	0.30	10	7	10	52.50	52.50	16.67
MZ	136.60	137.00	0.40	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.04	5	8	10	31.50	31.50	0.25
MZ	137.00	137.40	0.40	0.25	62.50	13	R3.5	5.5	0.08	8	8	10	44.50	44.50	20.83
MZ	137.40	138.10	0.70	0.70	100.00	20	R4	7	0.35	10	8	10	55.00	55.00	16.67
MZ	138.10	139.00	0.90	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	11	7	30.00	30.00	0.50
BX	139.00	139.15	0.15	0.00	15.00	3	R3	4	0.04	5	11	7	30.00	30.00	0.50
QZO	139.15	139.90	0.75	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	11	7	30.00	30.00	0.56
VETA	139.90	140.10	0.20	0.00	15.00	3	R3	4	0.04	5	11	7	30.00	30.00	0.50
QZO	140.10	141.30	1.20	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	9	10	31.00	31.00	0.38
QZO	141.30	141.70	0.40	0.00	15.00	3	R3	4	0.04	5	9	7	28.00	28.00	0.38
VETA	141.70	141.98	0.28	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	9	7	28.00	28.00	0.38
VETA	141.98	142.62	0.64	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	4	7	23.00	23.00	0.50
DIO	142.62	143.15	0.53	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	10	10	31.00	31.00	0.50
DIO	143.15	143.65	0.50	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	10	10	31.00	31.00	0.38
DIO	143.65	143.90	0.26	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.04	5	7	10	28.00	28.00	0.50
DIO	143.90	145.50	1.60	1.15	71.88	13	R3	4	0.13	8	7	10	42.00	42.00	5.99
MZD	145.50	147.10	1.60	1.34	83.75	17	R3	4	0.15	8	7	10	46.00	46.00	6.98
MZD	147.10	148.10	1.00	0.79	79.00	17	R3	4	0.13	8	8	10	47.00	47.00	13.17
MZD	148.10	148.40	0.30	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	7	10	29.00	29.00	0.25
MZD	148.40	149.10	0.70	0.51	72.86	13	R3	4	0.10	8	7	10	42.00	42.00	6.07

LEYENDA RMR'89 BIENIAWSKI		
Tipo	RMR	Calidad de roca
I	81-100	ROCA MUY BUENA
II	60-80	ROCA BUENA
III	41-60	ROCA REGULAR
IV	21-40	ROCA MALA
V	0-20	ROCA MUY MALA

LEYENDA RMR MINA TITAN		
Tipo	RMR	Calidad de roca
2	61-80	BUENA
3-A	51-60	REGULAR A
3-B	41-50	REGULAR B
4-A	31-40	MALA A
4-B	21-30	MALA B
5	0-20	MUY MALA

LEYENDA Q' DE BARTON		
Q'	Q'	Calidad de roca
0	0.01	Excepcionalmente mala
0.01	0.1	Extremadamente mala
0.1	1	Muy mala
1	4	Mala
4	10	Media
10	40	Buena
40	100	Muy Buena
100	400	Extremadamente buena
400	1000	Excepcionalmente buena

Anexos 1. 10. Resultados de datos de la Clasificación Geomecánica Sondaje AU-DDH-M22-291 – B.

LITOLÓGIA	From	To	LONG DE CORRIDA	RQD	RQD%	PUNT.	RESISTENCIA	PUNT.	ESPACIAMIENT O	PUNT.	COND. FRAC	COND. AGUA	RMR89	RMR MINA TITAN	Q' BARTON
MZD	149.10	151.50	2.40	1.99	82.92	17	R3	4	0.17	8	7	10	46.00	46.00	10.36
MZD	151.50	153.10	1.60	0.97	60.63	13	R3	4	0.11	8	6	10	41.00	41.00	10.10
MZD	153.10	155.20	2.10	1.76	83.81	17	R3	4	0.26	10	10	10	51.00	51.00	20.95
MZD	155.20	157.20	2.00	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	9	10	31.00	31.00	0.25
MZD	157.20	158.40	1.20	0.88	73.33	13	R3	4	0.12	8	8	10	43.00	43.00	8.15
MZD	158.40	159.70	1.30	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	6	10	28.00	28.00	0.50
MZD	159.70	160.50	0.80	0.55	68.75	13	R3	4	0.11	8	8	10	43.00	43.00	15.28
MZD	160.50	162.00	1.50	0.95	63.33	13	R3	4	0.11	8	8	10	43.00	43.00	10.56
MZD	162.00	163.50	1.50	1.16	77.33	17	R3.5	5.5	0.17	8	10	10	50.50	50.50	12.89
MZD	163.50	166.00	2.50	2.10	84.00	17	R3.5	5.5	0.17	8	8	10	48.50	48.50	4.67
MZ	166.00	168.50	2.50	2.32	92.80	20	R3.5	5.5	0.23	10	8	10	53.50	53.50	5.16
MZ	168.50	171.10	2.60	2.40	92.31	20	R3.5	5.5	0.24	10	8	10	53.50	53.50	15.38
MZ	171.10	172.20	1.10	1.01	91.82	20	R3.5	5.5	0.22	10	10	10	55.50	55.50	22.95
MZ	172.20	173.30	1.10	0.76	69.09	13	R3.5	5.5	0.09	8	8	10	44.50	44.50	3.84
MZ	173.30	175.40	2.10	1.66	79.05	17	R3.5	5.5	0.12	8	7	10	47.50	47.50	5.86
MZ	175.40	176.50	1.10	0.92	83.64	17	R3.5	5.5	0.18	8	8	10	48.50	48.50	6.20
MZ	176.50	177.10	0.60	0.51	85.00	17	R3.5	5.5	0.20	10	5	10	47.50	47.50	9.44
DIO	177.10	178.10	1.00	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	8	10	30.00	30.00	0.25
MZD	178.10	180.00	1.90	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	5	10	27.00	27.00	0.25
MZD	180.00	181.00	1.00	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.05	5	6	10	29.50	29.50	0.25
MZD	181.00	182.30	1.30	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.05	5	8	10	31.50	31.50	0.50
MZD	182.30	184.50	2.20	2.11	95.91	20	R3.5	5.5	0.44	10	8	10	53.50	53.50	10.66
MZD	184.50	186.50	2.00	0.00	15.00	3	R3.5	5.5	0.05	5	10	10	33.50	33.50	0.75
VETA	186.50	187.50	1.00	0.91	91.00	20	R3.5	5.5	0.20	10	8	10	53.50	53.50	7.58
BX	187.50	188.20	0.70	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	8	10	29.00	29.00	0.56
MZD	188.20	190.40	2.20	1.48	67.27	13	R3	4	0.11	8	6	10	41.00	41.00	3.74
MZD	190.40	191.30	0.90	0.90	100.00	20	R3	4	0.30	10	9	10	53.00	53.00	8.33
DIO	191.30	192.90	1.60	0.00	15.00	3	R3	4	0.05	5	8	10	30.00	30.00	0.50
DIO	192.90	193.50	0.60	0.39	65.00	13	R3	4	0.12	8	8	10	43.00	43.00	5.42
DIO	193.50	195.10	1.60	0.00	15.00	3	R2.5	3	0.05	5	5	10	26.00	26.00	0.50
DIO	195.10	196.65	1.55	1.20	77.42	17	R2.5	3	0.16	8	7	10	45.00	45.00	19.35
FALLA	196.65	198.10	1.45	0.00	15.00	3	R0	0	0.05	5	1	7	16.00	16.00	0.19
FALLA	198.10	201.10	3.00	0.00	15.00	3	R0	0	0.05	5	1	7	16.00	16.00	0.19
MZ	201.10	202.50	1.40	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	2	10	21.00	21.00	0.19
MZD	202.50	204.10	1.60	0.00	15.00	3	R1	1	0.05	5	5	10	24.00	24.00	0.19
MZD	204.10	205.50	1.40	0.99	70.71	13	R1.5	1.5	0.18	8	4	7	33.50	33.50	2.95
BX	205.50	207.10	1.60	1.04	65.00	13	R1.5	1.5	0.15	8	4	7	33.50	33.50	2.71
BX	207.10	208.50	1.40	0.96	68.57	13	R1.5	1.5	0.13	8	3	7	32.50	32.50	2.86
BX	208.50	210.10	1.60	1.11	69.38	13	R1.5	1.5	0.10	8	3	7	32.50	32.50	1.45
MZD	210.10	211.50	1.40	0.97	69.29	13	R1.5	1.5	0.13	8	7	10	39.50	39.50	2.57
DIO	211.50	214.50	3.00	2.58	86.00	17	R1.5	1.5	0.21	10	6	10	44.50	44.50	4.78
MZD	214.50	215.05	0.55	0.40	72.73	13	R1.5	1.5	0.14	8	4	10	36.50	36.50	2.02
FALLA	215.05	215.60	0.55	0.00	15.00	3	R1.5	1.5	0.05	5	4	10	23.50	23.50	0.19
BX	215.60	217.00	1.40	0.46	32.86	6	R1.5	1.5	0.07	8	3	7	25.50	25.50	0.91
BX	217.00	219.10	2.10	0.80	38.10	6	R1.5	1.5	0.08	8	3	7	25.50	25.50	0.79
BX	219.10	221.00	1.90	1.17	61.58	13	R1.5	1.5	0.09	8	4	7	33.50	33.50	1.28

LEYENDA RMR'89 BIENIAWSKI		
Tipo	RMR	Calidad de roca
I	81-100	ROCA MUY BUENA
II	60-80	ROCA BUENA
III	41-60	ROCA REGULAR
IV	21-40	ROCA MALA
V	0-20	ROCA MUY MALA

LEYENDA RMR MINA TITAN		
Tipo	RMR	Calidad de roca
2	61-80	BUENA
3-A	51-60	REGULAR A
3-B	41-50	REGULAR B
4-A	31-40	MALA A
4-B	21-30	MALA B
5	0-20	MUY MALA

LEYENDA Q' DE BARTON		
Q'	Q'	Calidad de roca
0	0.01	Excepcionalmente mala
0.01	0.1	Extremadamente mala
0.1	1	Muy mala
1	4	Mala
4	10	Media
10	40	Buena
40	100	Muy Buena
100	400	Extremadamente buena
400	1000	Excepcionalmente buena

ANEXO 2

DATOS DE CAMPO - MAPEO GEOMECÁNICO

NIVEL 1615

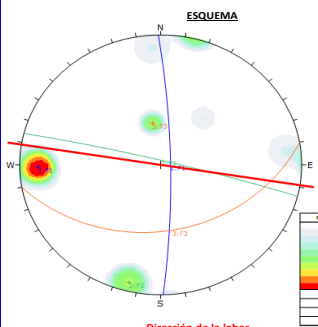
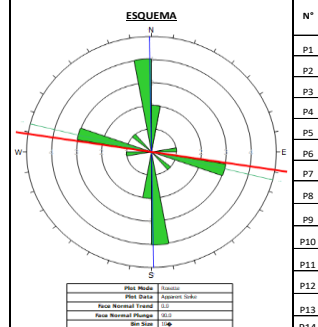
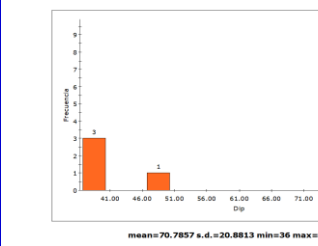
Anexo 2. 15. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-1.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.1																									
LABOR:		ZONA DE ENGANCHE		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S																									
COORDENADAS:		X: 642713.023	Y: 8243075.784	Z: 1619.901	∠ = 99		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:	15/10/2023																							
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		Dio				CELDA:	M-1																						
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																																			
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria																								
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Prom.	Sistema Jn	Bz	Db	Prom.	Sistema Jn	Bz	Db	Prom.	Sistema Jn	Bz	Db	Prom.																		
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	2	16	3 - 10 m	2	20	3 - 10 m	2	3 - 10 m	2	20	3 - 10 m	2	20	3 - 10 m	2																		
	Rugosidad	Lig. Rugosa	3	16	Lig. Rugosa	3	20	Lig. Rugosa	3	Lig. Rugosa	3	20	Lig. Rugosa	3	20	Lig. Rugosa	3																		
	Abertura	1 - 5 mm	1	16	1 - 5 mm	1	15	< 0.1 mm	5	< 0.1 mm	5	20	< 0.1 mm	5	20	< 0.1 mm	5																		
	Relleno	Duro < 5 mm	4	16	Duro < 5 mm	4	20	Duro < 5 mm	4	Duro < 5 mm	4	20	Duro < 5 mm	4	20	Duro < 5 mm	4																		
	Meteorización	No meteorizada	6	16	Lig. meteorizada	5	15	No meteorizada	6	No meteorizada	6	20	No meteorizada	6	20	No meteorizada	6																		
Espaciamiento (mm)		300.00			200.00			250.00			260.00																								
Espaciamiento promedio (mm)		250.00																																	
Número total de juntas m3 (Jv)		16			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			62																											
ESQUEMA												ESQUEMA		N°		BZ		DB		Tipo															
														P1		77		55		Jn															
												P2		80		87		Jn																	
												P3		65		345		Jn																	
												P4		77		55		Jn																	
												P5		77		56		Jn																	
												P6		77		54		Jn																	
												P7		80		57		Jn																	
												P8		80		58		Jn																	
												P9		80		56		Jn																	
												P10		63		345		Jn																	
												P11		63		346		Jn																	
												P12		63		344		Jn																	
												P13		44		225		Jn																	
DIP												ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS																							
												Jn		Junta Natural		Vn		Venilia/Est																	
												F		Falla		Ct		Contacto																	
												ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA				TIPO DE roca				VALOR TOTAL Q DE BARTON															
												Vt		Veta		MzDio		Monzodiorita		Extremadamente mala		Muy mala		Mala		Media		Buena		Muy Buena		Extremadamente Buena			
												Mz		Monzonita		Dio		Diorita		0.01-0.1		0.1-1		1-4		4-10		10-40		40-100		100-400		Media	
												Abreviación Espaciamiento				Abreviación de tipo de Relleno				CLASIFICACIÓN QSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)															
												> 2 m		Ox		Óxido		1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		F/R		3-B			
												0.6 - 2 m		Arc		Arcilla		2		Condiciones		Buena(B)		Regular(R)		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)							
												200 - 600 mm		Py		Pirita		OBSERVACIONES:																	
												60 - 200 mm		Cz		Cuarzo																			
												< 60 mm		Cl		Clorita																			

Anexos 2. 16. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-2.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:		Anexo 2.2									
LABOR:		ZONA DE ENGANCHE				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:		J. M. S									
COORDENADAS:		X: 642725.182		Y: 8243073.954		Z: 1619.948		∠ = 99		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:		15/10/2023							
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGIA:		DioALT				CELDA:		M-2									
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)											
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria												
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ Dbs)		Sistema Jn		Bz	Dbs	Sistema Jn		Bz	Dbs	Sistema Jn		Bz	Dbs	Sistema Jn		Bz	Dbs						
Persistencia		3 - 10 m		2		3 - 10 m		2		3 - 10 m		2		1 - 3 m		4							
Rugosidad		Pulida		0		Pulida		0		Pulida		0		Pulida		0							
Abertura		1 - 5 mm		1		1 - 5 mm		1		1 - 5 mm		1		1 - 5 mm		1							
Relleno		Blando < 5 mm		1		Blando < 5 mm		1		Blando < 5 mm		1		Blando < 5 mm		2							
Meteorización		Moder. meteorizada		3		Moder. meteorizada		3		Moder. meteorizada		3		Moder. meteorizada		3							
Espaciamiento (mm)		120.00			160.00			250.00															
Espaciamiento promedio (mm)		176.67																					
Número total de juntas m3 (Jv)		13			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)						72												
ESQUEMA																							
ESQUEMA																							
DIP		<p>mean=66 s.d.=19.0886 min=43 max=88</p>																					
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn		Vn		Vn		Venilla/Est															
F		Falla		Ct		Contacto																	
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt		Mz		Dio		Monzodiorita															
Mz		Monzonita		Dio		Diorita																	
Abreviación Espaciamiento		Abreviación de tipo de Relleno		1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		F/P		4-A					
> 2 m		Ox		Oxido		2		Condiciones		Buena(B)		Regular(R)		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)							
0.6 - 2 m		Arc		Arcilla																			
200 - 600 mm		Py		Pirita																			
60 - 200 mm		Cz		Cuarzo																			
< 60 mm		Cl		Clorita																			
VALOR TOTAL RMR		39																					
RMR		80-61																					
CALIDAD DE ROCA		Buena																					
TIPO DE ROCA		2																					
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)		1		RQD		72																	
P1		81		74		Jn																	
P2		54		230		Jn																	
P3		71		9		Jn																	
P4		83		97		Jn																	
P5		82		308		Jn																	
P6		78		46		F																	
P7		82		89		F																	
P8		43		208		Jn																	
P9		43		209		Jn																	
P10		43		207		Jn																	
P11		88		101		Jn																	
P12		88		102		Jn																	
P13		88		100		Jn																	
P14		44		285		Jn		2		Numero de Familias													
P15		44		284		Jn		3		Rugosidad													
P16		44		286		Jn		4		Alteracion													
5		Jw		1		Condicion de Agua																	
6		SRF		2.5																			
VALOR TOTAL Q DE BARTON		4																					
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Tipo de roca		Extremadamente mala		Muy mala		Mala		Media		Buena		Muy Buena		Extremadamente Buena		Mala					
Vt		Veta		MzDio		Monzodiorita		Valor de Q		0.01-0.1		0.1-1		1-4		4-10		10-40					
Mz		Monzonita		Dio		Diorita		10-40		40-100		100-400											
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		F/P		4-A							
> 2 m		Ox		Oxido		2		Condiciones		Buena(B)		Regular(R)		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)							
OBSERVACIONES:		Zona Sem Fracturada																					

Anexos 2. 17. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-3.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora						EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:	Anexo 2.3																																																																					
LABOR:		ZONA DE ENGANCHE						NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:	J. M. S		FECHA:	15/10/2023																																																																				
COORDENADAS:		X:	642730.047	Y:	8243077.202	Z:	1619.851	α =	99	REVISADO POR:		A.C. R		CELDA:	M-3																																																																					
UBICACIÓN:		VETA MARIELA						LITOLÓGIA:		MzDio																																																																										
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																																								
Familia de discontinuidades		Familia 1				Familia 2				Familia 3				1	Resistencia de la roca intacta	Picota	R6	R5	R4	R3	R2	R1																																																														
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Puntos	Sistema Jn	Bz	Db	Puntos	Sistema Jn	Bz	Db	Puntos		Is(50)	>10 Mpa	4-10	2-4	1-2	Se prefiere UCS	Se prefiere UCS																																																															
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	2			3 - 10 m	2			3 - 10 m	2			UCS	>250MPa (15)	100-250 Mpa (12)	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-5 (1)																																																																
	Rugosidad	Pulida	0			Rugosa	5			Rugosa	5			VALORACIÓN	90-100% (20)	75-90% (15)	50-75% (10)	25-50% (8)	<25% (5)																																																																	
	Abertura	1 - 5 mm	1	5		1 - 5 mm	1	17		1 - 5 mm	1	17		VALORACIÓN	> 2 m (20)	0.6 - 2 m (15)	200 - 600 mm (10)	60 - 200 mm (8)	< 60 mm (5)																																																																	
	Relleno	Blando < 5 mm	1			Duro < 5 mm	4			Duro < 5 mm	4			Espaciamiento																																																																						
	Meteorización	Muy meteorizada	1			Lig. meteorizada	5			Lig. meteorizada	5			VALORACIÓN			10																																																																			
Espaciamiento (mm)		200.000				250.000				202.600																																																																										
Espaciamiento promedio (mm)		217.53																																																																																		
Número total de juntas m3 (Jv)		12				Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)				75																																																																										
 <p>ESQUEMA</p> <p>Dirección de la labor</p>												 <p>ESQUEMA</p>												<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>BZ</th> <th>DB</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>83</td><td>263</td><td>Vn</td></tr> <tr><td>P2</td><td>84</td><td>176</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P3</td><td>80</td><td>85</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P4</td><td>50</td><td>220</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P5</td><td>82</td><td>89</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P6</td><td>82</td><td>90</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P7</td><td>82</td><td>88</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P8</td><td>82</td><td>91</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P9</td><td>86</td><td>14</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P10</td><td>86</td><td>15</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P11</td><td>86</td><td>13</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P12</td><td>36</td><td>170</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P13</td><td>36</td><td>171</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P14</td><td>36</td><td>169</td><td>Jn</td></tr> </tbody> </table>	N°	BZ	DB	Tipo	P1	83	263	Vn	P2	84	176	Jn	P3	80	85	Jn	P4	50	220	Jn	P5	82	89	Jn	P6	82	90	Jn	P7	82	88	Jn	P8	82	91	Jn	P9	86	14	Jn	P10	86	15	Jn	P11	86	13	Jn	P12	36	170	Jn	P13	36	171	Jn	P14	36	169	Jn
N°	BZ	DB	Tipo																																																																																	
P1	83	263	Vn																																																																																	
P2	84	176	Jn																																																																																	
P3	80	85	Jn																																																																																	
P4	50	220	Jn																																																																																	
P5	82	89	Jn																																																																																	
P6	82	90	Jn																																																																																	
P7	82	88	Jn																																																																																	
P8	82	91	Jn																																																																																	
P9	86	14	Jn																																																																																	
P10	86	15	Jn																																																																																	
P11	86	13	Jn																																																																																	
P12	36	170	Jn																																																																																	
P13	36	171	Jn																																																																																	
P14	36	169	Jn																																																																																	
 <p>DIP</p> <p>mean=70.7857 s.d.=20.8813 min=36 max=86</p>												<p>VALOR TOTAL RMR</p> <p>42</p>																																																																								
<p>ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jn</th> <th>Junta Natural</th> <th>Vn</th> <th>Venilla/Est</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>Falla</td> <td>Ct</td> <td>Contacto</td> </tr> </tbody> </table>												Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto	<p>ABREVIAC. TIPO DE ROCA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vt</th> <th>Veta</th> <th>MzDio</th> <th>Monzodiorita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mz</td> <td>Monzonita</td> <td>Dio</td> <td>Diorita</td> </tr> </tbody> </table>	Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita																																																								
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est																																																																																	
F	Falla	Ct	Contacto																																																																																	
Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita																																																																																	
Mz	Monzonita	Dio	Diorita																																																																																	
<p>ABREVIAC. TIPO DE RELLENO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>> 2 m</th> <th>Ox</th> <th>Oxido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.6 - 2 m</td> <td>Arc</td> <td>Arcilla</td> </tr> <tr> <td>200 - 600 mm</td> <td>Py</td> <td>Pirita</td> </tr> <tr> <td>60 - 200 mm</td> <td>Cz</td> <td>Cuarzo</td> </tr> <tr> <td>< 60 mm</td> <td>Cl</td> <td>Clorita</td> </tr> </tbody> </table>												> 2 m	Ox	Oxido	0.6 - 2 m	Arc	Arcilla	200 - 600 mm	Py	Pirita	60 - 200 mm	Cz	Cuarzo	< 60 mm	Cl	Clorita	<p>VALOR TOTAL Q DE BARTON</p> <p>5</p>																																																									
> 2 m	Ox	Oxido																																																																																		
0.6 - 2 m	Arc	Arcilla																																																																																		
200 - 600 mm	Py	Pirita																																																																																		
60 - 200 mm	Cz	Cuarzo																																																																																		
< 60 mm	Cl	Clorita																																																																																		
<p>CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>RQD</th> <th>75</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 <th>Jn</th> <th>9</th> </td></tr> <tr> <td>3 <th>Jr</th> <th>3.0</th> </td></tr> <tr> <td>4 <th>Ja</th> <th>2</th> </td></tr> <tr> <td>5 <th>Jw</th> <th>1</th> </td></tr> <tr> <td>6 <th>SRF</th> <th>2.5</th> </td></tr> </tbody> </table>												1	RQD	75	2 <th>Jn</th> <th>9</th>	Jn	9	3 <th>Jr</th> <th>3.0</th>	Jr	3.0	4 <th>Ja</th> <th>2</th>	Ja	2	5 <th>Jw</th> <th>1</th>	Jw	1	6 <th>SRF</th> <th>2.5</th>	SRF	2.5	<p>VALOR TOTAL Q DE BARTON</p> <p>5</p>																																																						
1	RQD	75																																																																																		
2 <th>Jn</th> <th>9</th>	Jn	9																																																																																		
3 <th>Jr</th> <th>3.0</th>	Jr	3.0																																																																																		
4 <th>Ja</th> <th>2</th>	Ja	2																																																																																		
5 <th>Jw</th> <th>1</th>	Jw	1																																																																																		
6 <th>SRF</th> <th>2.5</th>	SRF	2.5																																																																																		
<p>CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>Estructura</th> <th>Levemente Fracturada(LF)</th> <th>Moderadamente Fracturada(MF)</th> <th>Muy Fracturada(MF)</th> <th>Intensamente Fracturada(IF)</th> <th>F/R</th> <th>3-B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <th>Condiciones</th> <th>Buena(B)</th> <th>Regular'R'</th> <th>Pobre(P)</th> <th>Muy Pobre(MP)</th> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>												1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(MF)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	F/R	3-B	2	Condiciones	Buena(B)	Regular'R'	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)			<p>VALOR TOTAL Q DE BARTON</p> <p>5</p>																																																								
1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(MF)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	F/R	3-B																																																																													
2	Condiciones	Buena(B)	Regular'R'	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)																																																																															
<p>OBSERVACIONES:</p>												<p>VALOR TOTAL Q DE BARTON</p> <p>5</p>																																																																								

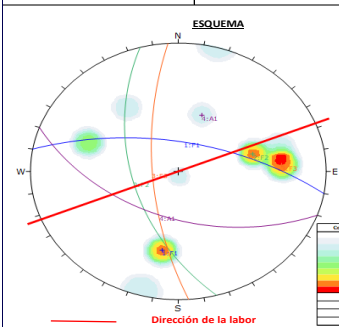
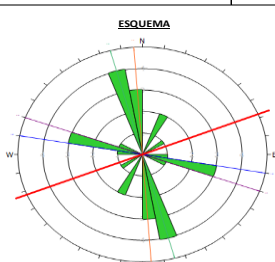
Anexos 2. 18. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-4.

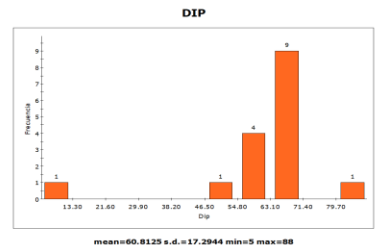
UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:		Anexo 2.4																																																											
LABOR:		ZONA DE ENGANCHE				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:		J. M. S																																																											
COORDENADAS:		X: 642732.868		Y: 8243072.816		Z: 1620.213		α= 99		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:		15/10/2023																																																									
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGIA:		MzDio				CELDA:		M-4																																																											
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																													
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			1																																																											
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn		Bz	Db	Porcentaje	Sistema Jn		Bz	Db	Porcentaje	Sistema Jn		Bz	Db	Porcentaje	Sistema Jn		Bz	Db	Porcentaje	2																																																			
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3																																																		
	Rugosidad	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	Lig. Rugosa		3	4																																																		
	Abertura	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	5																																																		
	Relleno	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	Blando < 5 mm		1	6																																																		
	Meteorización	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	7																																																		
Espaciamiento (mm)		100.00			160.00			250.00			251.00			8																																																											
Espaciamiento promedio (mm)		170.00											9																																																												
Número total de juntas m3 (Jv)		14			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)						69																																																														
ESQUEMA												ESQUEMA						N° Bz Db Tipo																																																							
																		P1	83	263	Vn	P2	84	176	Jn	P3	80	85	Jn	P4	50	220	Jn	P5	70	210	Jn	P6	70	209	Jn	P7	70	211	Jn	P8	95	85	Jn	P9	95	86	Jn	P10	95	84	Jn	P11	54	276	Jn	P12	54	277	Jn	P13	54	275	Jn	P14	88	130	Jn
DIP												ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS						VALOR TOTAL RMR																																																							
												Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	80-61						32																																																			
												F	Falla	Ct	Contacto	RMR						80-61																																																			
												ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA						CALIDAD DE ROCA						TIPO DE ROCA																																																	
												Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Buena						2																																																			
												Mz	Monzonita	Dio	Diorita	Regular A						3-A																																																			
												ABREVIACION ESPACIAMIENTO						VALOR TOTAL Q DE BARTON						VALOR TOTAL GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)																																																	
												ABREVIACION DE TIPO DE RELLENO						30-41						40-31																																																	
												1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		F/P		4-A																																																	
												2	Condiciones	Buena(B)		Regular R*		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)																																																					
												OBSERVACIONES:																																																													
												> 2 m						Ox						Oxido																																																	
												0.6 - 2 m						Arc						Arcilla																																																	
												200 - 600 mm						Py						Pirita																																																	
												60 - 200 mm						Cz						Cuarzo																																																	
												< 60 mm						Cl						Clorita																																																	

Anexos 2. 19. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-5.



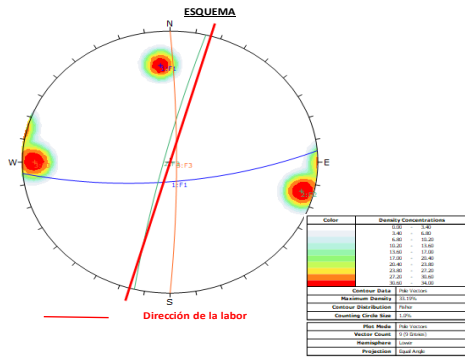
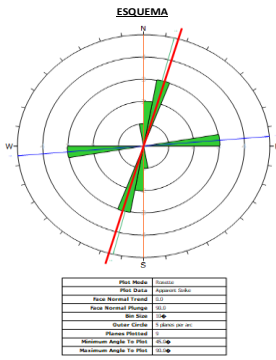
TABLA DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA										MCP MINERA TITÁN DEL PERÚ S.R.L.																																																																																
UNIDAD: Esperanza - Zona Aurora					EMPRESA: Ingeniería y Tecnología WISE					HOJA: Anexo 2.5																																																																																
LABOR: CX 740 N					NIVEL: 1615					EJECUTADO POR: J. M. S		FECHA: 15/10/2023																																																																														
COORDENADAS: X: 642750.1830 Y: 8243074.1641					Z: 1620.1345					REVISADO POR: A.C. R		CELDA: M-5																																																																														
UBICACIÓN: VETA MARIELA					LITOLOGÍA: MzDio																																																																																					
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES							CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																																																			
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria																																																																															
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Porcentaje	Sistema Jn	Bz	Db	Porcentaje	Sistema Jn	Bz	Db	Porcentaje																																																																													
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	85	110	2	3 - 10 m	48	180	2	3 - 10 m	89	265	2																																																																													
	Rugosidad	Lig. Rugosa			3	Lig. Rugosa			3	Lig. Rugosa			3																																																																													
	Abertura	1 - 5 mm			1	1 - 5 mm			1	1 - 5 mm			1																																																																													
	Relleno	Duro < 5 mm			4	Duro < 5 mm			4	Duro > 5 mm			2																																																																													
Meteorización		Lig. meteorizada			5	Lig. meteorizada			5	Lig. meteorizada			5																																																																													
Espaciamiento (mm)		100.00			160.00			250.00																																																																																		
Espaciamiento promedio (mm)		170.00																																																																																								
Número total de juntas m3 (Jv)		11			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			79																																																																																		
ESQUEMA					ESQUEMA					<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>BZ</th> <th>DB</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>50</td><td>100</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P2</td><td>80</td><td>12</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P3</td><td>72</td><td>110</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P4</td><td>65</td><td>175</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P5</td><td>68</td><td>280</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P6</td><td>70</td><td>350</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P7</td><td>74</td><td>92</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P8</td><td>85</td><td>110</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P9</td><td>85</td><td>109</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P10</td><td>85</td><td>11</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P11</td><td>48</td><td>180</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P12</td><td>48</td><td>181</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P13</td><td>48</td><td>179</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P14</td><td>89</td><td>265</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P15</td><td>89</td><td>266</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P16</td><td>89</td><td>264</td><td>Jn</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>5 Jw</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>6 SRF</td></tr> </tbody> </table>					N°	BZ	DB	Tipo	P1	50	100	Jn	P2	80	12	Jn	P3	72	110	Jn	P4	65	175	Jn	P5	68	280	Jn	P6	70	350	Jn	P7	74	92	Jn	P8	85	110	Jn	P9	85	109	Jn	P10	85	11	Jn	P11	48	180	Jn	P12	48	181	Jn	P13	48	179	Jn	P14	89	265	Jn	P15	89	266	Jn	P16	89	264	Jn				5 Jw				6 SRF
N°	BZ	DB	Tipo																																																																																							
P1	50	100	Jn																																																																																							
P2	80	12	Jn																																																																																							
P3	72	110	Jn																																																																																							
P4	65	175	Jn																																																																																							
P5	68	280	Jn																																																																																							
P6	70	350	Jn																																																																																							
P7	74	92	Jn																																																																																							
P8	85	110	Jn																																																																																							
P9	85	109	Jn																																																																																							
P10	85	11	Jn																																																																																							
P11	48	180	Jn																																																																																							
P12	48	181	Jn																																																																																							
P13	48	179	Jn																																																																																							
P14	89	265	Jn																																																																																							
P15	89	266	Jn																																																																																							
P16	89	264	Jn																																																																																							
			5 Jw																																																																																							
			6 SRF																																																																																							
										<table border="1"> <thead> <tr> <th>Color</th> <th>Densidad (Discontinuidades)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00 - 2.00</td><td>0.00 - 5.00</td></tr> <tr><td>2.00 - 4.00</td><td>5.00 - 10.00</td></tr> <tr><td>4.00 - 6.00</td><td>10.00 - 15.00</td></tr> <tr><td>6.00 - 8.00</td><td>15.00 - 20.00</td></tr> <tr><td>8.00 - 10.00</td><td>20.00 - 25.00</td></tr> <tr><td>10.00 - 12.00</td><td>25.00 - 30.00</td></tr> <tr><td>12.00 - 14.00</td><td>30.00 - 35.00</td></tr> <tr><td>14.00 - 16.00</td><td>35.00 - 40.00</td></tr> <tr><td>16.00 - 18.00</td><td>40.00 - 45.00</td></tr> <tr><td>18.00 - 20.00</td><td>45.00 - 50.00</td></tr> </tbody> </table>					Color	Densidad (Discontinuidades)	0.00 - 2.00	0.00 - 5.00	2.00 - 4.00	5.00 - 10.00	4.00 - 6.00	10.00 - 15.00	6.00 - 8.00	15.00 - 20.00	8.00 - 10.00	20.00 - 25.00	10.00 - 12.00	25.00 - 30.00	12.00 - 14.00	30.00 - 35.00	14.00 - 16.00	35.00 - 40.00	16.00 - 18.00	40.00 - 45.00	18.00 - 20.00	45.00 - 50.00																																																						
Color	Densidad (Discontinuidades)																																																																																									
0.00 - 2.00	0.00 - 5.00																																																																																									
2.00 - 4.00	5.00 - 10.00																																																																																									
4.00 - 6.00	10.00 - 15.00																																																																																									
6.00 - 8.00	15.00 - 20.00																																																																																									
8.00 - 10.00	20.00 - 25.00																																																																																									
10.00 - 12.00	25.00 - 30.00																																																																																									
12.00 - 14.00	30.00 - 35.00																																																																																									
14.00 - 16.00	35.00 - 40.00																																																																																									
16.00 - 18.00	40.00 - 45.00																																																																																									
18.00 - 20.00	45.00 - 50.00																																																																																									
DIP					ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor de RMR</th> <th>80-61</th> <th>60-51</th> <th>50-41</th> <th>40 - 31</th> <th>30-21</th> <th>20 - 0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calidad de Roca</td> <td>Buena</td> <td>Regular A</td> <td>Regular B</td> <td>Mala A</td> <td>Mala B</td> <td>Muy Mala</td> </tr> </tbody> </table>					Valor de RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0	Calidad de Roca	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala																																																														
Valor de RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0																																																																																				
Calidad de Roca	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala																																																																																				
					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jn</th> <th>Junta Natural</th> <th>Vn</th> <th>Venilla/Est</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F</td> <td>Falla</td> <td>Ct</td> <td>Contacto</td> </tr> </tbody> </table>					Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de roca</th> <th>Extremadamente mala</th> <th>Muy mala</th> <th>Mala</th> <th>Media</th> <th>Buena</th> <th>Muy Buena</th> <th>Extremadamente Buena</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de Q</td> <td>0.01-0.1</td> <td>0.1-1</td> <td>1-4</td> <td>4-10</td> <td>10-40</td> <td>40-100</td> <td>100-400</td> </tr> </tbody> </table>					Tipo de roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																																				
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est																																																																																							
F	Falla	Ct	Contacto																																																																																							
Tipo de roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena																																																																																			
Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																																																																			
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Abreviación de Tipo de Roca</th> <th>Vt</th> <th>Veta</th> <th>MzDio</th> <th>Monzodiorita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mz</td> <td>Monzonita</td> <td>Dio</td> <td>Diorita</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Abreviación de Tipo de Roca	Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Abreviación Estructura</th> <th>Abreviación de tipo de Relleno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 2 m</td> <td>Ox Oxido</td> </tr> <tr> <td>0.6 - 2 m</td> <td>Arc Arcilla</td> </tr> <tr> <td>200 - 600 mm</td> <td>Py Pirita</td> </tr> <tr> <td>60 - 200 mm</td> <td>Cz Cuarzo</td> </tr> <tr> <td>< 60 mm</td> <td>Cl Clorita</td> </tr> </tbody> </table>					Abreviación Estructura	Abreviación de tipo de Relleno	> 2 m	Ox Oxido	0.6 - 2 m	Arc Arcilla	200 - 600 mm	Py Pirita	60 - 200 mm	Cz Cuarzo	< 60 mm	Cl Clorita																																																						
Abreviación de Tipo de Roca	Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita																																																																																						
Mz	Monzonita	Dio	Diorita																																																																																							
Abreviación Estructura	Abreviación de tipo de Relleno																																																																																									
> 2 m	Ox Oxido																																																																																									
0.6 - 2 m	Arc Arcilla																																																																																									
200 - 600 mm	Py Pirita																																																																																									
60 - 200 mm	Cz Cuarzo																																																																																									
< 60 mm	Cl Clorita																																																																																									
VALOR TOTAL RMR					<table border="1"> <thead> <tr> <th>RMR</th> <th>80-61</th> <th>60-51</th> <th>50-41</th> <th>40 - 31</th> <th>30-21</th> <th>20 - 0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor Total</td> <td>54</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0	Valor Total	54																																																																								
RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0																																																																																				
Valor Total	54																																																																																									
VALOR TOTAL Q DE BARTON					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Roca</th> <th>Extremadamente mala</th> <th>Muy mala</th> <th>Mala</th> <th>Media</th> <th>Buena</th> <th>Muy Buena</th> <th>Extremadamente Buena</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de Q</td> <td>0.01-0.1</td> <td>0.1-1</td> <td>1-4</td> <td>4-10</td> <td>10-40</td> <td>40-100</td> <td>100-400</td> </tr> </tbody> </table>					Tipo de Roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																																																	
Tipo de Roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena																																																																																			
Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																																																																			
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Abreviación Estructura</th> <th>Abreviación de tipo de Relleno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Estructura</td> <td>Levemente Fracturada(LF)</td> </tr> <tr> <td>2 Condiciones</td> <td>Buena(B)</td> </tr> </tbody> </table>					Abreviación Estructura	Abreviación de tipo de Relleno	1 Estructura	Levemente Fracturada(LF)	2 Condiciones	Buena(B)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clasificación</th> <th>Moderadamente Fracturada(F)</th> <th>Muy Fracturada(MF)</th> <th>Intensamente Fracturada(IF)</th> <th>LF/P</th> <th>3-A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valor de GSI</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Clasificación	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	LF/P	3-A	Valor de GSI																																																															
Abreviación Estructura	Abreviación de tipo de Relleno																																																																																									
1 Estructura	Levemente Fracturada(LF)																																																																																									
2 Condiciones	Buena(B)																																																																																									
Clasificación	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	LF/P	3-A																																																																																					
Valor de GSI																																																																																										
OBSERVACIONES:																																																																																										

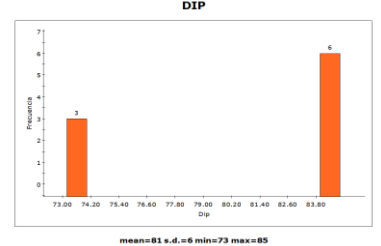
Anexos 2. 20. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-6.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.6	
LABOR:		BP 756 E		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S	
COORDENADAS:		X: 642766.9028	Y: 8243091.3261	Z: 1620.1483	∠= 68		REVISADO POR:		A.C. R		
UBICACIÓN:		VETA MARIELA		LITOLOGIA:		MzDio		CELDA:		M-6	
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES						CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)					
Familia de discontinuidades		Familia 1		Familia 2		Familia 3		Aleatoria		Resistencia de la roca intacta	
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz 64 Db 10	Sistema Jn	Bz 55 Db 255	Sistema Jn	Bz 70 Db 266	Sistema Jn	Bz 50 Db 200	Picota	R6
Condición de discontinuidad		Persistencia	3 - 10 m	3 - 10 m	2	3 - 10 m	2	3 - 10 m	2	R5	R4
		Rugosidad	Pulida	Pulida	0	Pulida	0	Pulida	5	R3	R2
		Abertura	1 - 5 mm	1 - 5 mm	1	1 - 5 mm	1	1 - 5 mm	1	R1	R1
		Relleno	Blando < 5 mm	Blando < 5 mm	1	Blando < 5 mm	1	Duro < 5 mm	4	Se prefiere UCS	
		Meteorización	Moder. meteorizada	Moder. meteorizada	3	Moder. meteorizada	3	Moder. meteorizada	3	5-25 (2)	
Espaciamiento (mm)		100.00		160.00		250.00		110.00		4	
Espaciamiento promedio (mm)				170.00						25-50 (8)	
Número total de juntas m3 (Jv)		18		Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)		56				5-25 (2)	
ESQUEMA		ESQUEMA		N°		BZ		DB		Tipo	
				P1	5	352	Jn	P2	62	145	Jn
				P3	65	110	Jn	P4	70	255	Jn
				P5	66	110	Jn	P6	88	15	Jn
				P7	64	10	Jn	P8	64	11	Jn
				P9	64	9	Jn	P10	55	255	Jn
				P11	55	256	Jn	P12	55	254	Jn
				P13	70	266	Jn	P14	70	267	Jn
				P15	70	265	Jn	P16	50	200	Jn
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto		
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita		
Abreviación Espaciamiento		Abreviación de tipo de Relleno		1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	F/P	4-A
> 2 m	Ox	Oxido	2	Condiciones	Buena(B)	Regular*R*	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)			
0.6 -2 m	Arc	Arcilla	OBSERVACIONES:								
200 - 600 mm	Py	Pirita									
60 - 200 mm	Cz	Cuarzo									
< 60 mm	Cl	Clorita									
VALOR TOTAL RMR		RMR		80-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-0	37	
CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala			
TIPO DE ROCA		2		3-A	3-B	4-A	4-B	5			
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)		1		RQD	56						
		2		Jn	12	Numero de Familias					
		3		Jr	3.0	Rugosidad					
		4		Ja	2	Alteracion					
		5		Jw	1	Condicion de Agua					
		6		SRF	2.5						
VALOR TOTAL Q DE BARTON										3	
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Tipo de roca		Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Mala
		Valor de Q		0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400	
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		1		Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)			
		2		Condiciones	Buena(B)	Regular*R*	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)			



Anexos 2. 21. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-7.

		TABLA DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA						 MINERA TITAN DEL PERÚ S.R.L.																																																																			
UNIDAD: Esperanza - Zona Aurora			EMPRESA: Ingeniería y Tecnología WISE			HOJA: Anexo 2.7																																																																					
LABOR: CX 740 N			NIVEL: 1615			EJECUTADO POR: J. M. S																																																																					
COORDENADAS: X: 642756.0924 Y: 8243086.4250 Z: 1620.0486			REVISADO POR: A.C. R			FECHA: 16/10/2023																																																																					
UBICACIÓN: VETA MARIELA			LITOLOGÍA: MzDio			CELDA: M-7																																																																					
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES						CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																																					
Familia de discontinuidades		Familia 1		Familia 2		Familia 3		Aleatoria																																																																			
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/Db)		Sistema Jn	Bz 73	Db 175	Sistema Jn	Bz 85	Db 284	Sistema Jn	Bz 85	Db 90																																																																	
Condición de discontinuidad	Persistencia	10 - 20 m	1		3 - 10 m	2		3 - 10 m	2																																																																		
	Rugosidad	Lig. Rugosa	3		Lisa	1		Lisa	1																																																																		
	Abertura	1 - 5 mm	1	11	0.1 - 1.0 mm	4	16	1 - 5 mm	1	14																																																																	
	Relleno	Blando < 5 mm	1		Duro < 5 mm	4		Duro < 5 mm	4																																																																		
	Meteorización	Lig. meteorizada	5		Lig. meteorizada	5		No meteorizada	6																																																																		
Espaciamiento (mm)		120.00		250.00		210.00		260.00																																																																			
Espaciamiento promedio (mm)																																																																											
Número total de juntas m3 (Jv)		12		Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)				75																																																																			
ESQUEMA						ESQUEMA																																																																					
 <p style="text-align: center;">Dirección de la labor</p>												<table border="1" style="font-size: small;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Bz</th> <th>Db</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>73</td><td>175</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P2</td><td>73</td><td>176</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P3</td><td>73</td><td>174</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P4</td><td>85</td><td>284</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P5</td><td>85</td><td>285</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P6</td><td>85</td><td>283</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P7</td><td>85</td><td>90</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P8</td><td>85</td><td>91</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P9</td><td>85</td><td>89</td><td>Jn</td></tr> </tbody> </table>		N°	Bz	Db	Tipo	P1	73	175	Jn	P2	73	176	Jn	P3	73	174	Jn	P4	85	284	Jn	P5	85	285	Jn	P6	85	283	Jn	P7	85	90	Jn	P8	85	91	Jn	P9	85	89	Jn	<table border="1" style="font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>RMS Head</th> <th>Surface</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RMS Head</td><td>Surface</td></tr> <tr><td>RMS Data</td><td>Surface</td></tr> <tr><td>RMS Normal Flange</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>RMS Shear</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>RMS Slip</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>Circle Circle</td><td>0.000000</td></tr> <tr><td>Plane Plane</td><td>0.000000</td></tr> <tr><td>Minimum Angle To Plane</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>Maximum Angle To Plane</td><td>0.0</td></tr> </tbody> </table>		RMS Head	Surface	RMS Head	Surface	RMS Data	Surface	RMS Normal Flange	0.0	RMS Shear	0.0	RMS Slip	0.0	Circle Circle	0.000000	Plane Plane	0.000000	Minimum Angle To Plane	0.0	Maximum Angle To Plane	0.0
												N°	Bz	Db	Tipo																																																												
												P1	73	175	Jn																																																												
												P2	73	176	Jn																																																												
												P3	73	174	Jn																																																												
												P4	85	284	Jn																																																												
												P5	85	285	Jn																																																												
												P6	85	283	Jn																																																												
												P7	85	90	Jn																																																												
												P8	85	91	Jn																																																												
P9	85	89	Jn																																																																								
RMS Head	Surface																																																																										
RMS Head	Surface																																																																										
RMS Data	Surface																																																																										
RMS Normal Flange	0.0																																																																										
RMS Shear	0.0																																																																										
RMS Slip	0.0																																																																										
Circle Circle	0.000000																																																																										
Plane Plane	0.000000																																																																										
Minimum Angle To Plane	0.0																																																																										
Maximum Angle To Plane	0.0																																																																										
VALOR TOTAL RMR						52																																																																					
CALIDAD DE ROCA						Buena																																																																					
TIPO DE ROCA						2																																																																					
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)																																																																											
1 RQD						75																																																																					
2 Jn						9																																																																					
3 Jr						3.0																																																																					
4 Ja						2																																																																					
5 Jw						1																																																																					
6 SRF						2.5																																																																					
VALOR TOTAL Q DE BARTON						5																																																																					
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS																																																																											
Jn Junta Natural						Vn Venilla/Est																																																																					
F Falla						Ct Contacto																																																																					
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA																																																																											
Vt Veta						MzDio Monzodiorita																																																																					
Mz Monzonita						Dio Diorita																																																																					
Abreviación Espaciamiento						Abreviación de tipo de Relleno																																																																					
> 2 m						Ox Oxido																																																																					
0.6 - 2 m						Arc Arcilla																																																																					
200 - 600 mm						Py Pírita																																																																					
60 - 200 mm						Cz Cuarzo																																																																					
< 60 mm						Cl Clorita																																																																					
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)																																																																											
1 Estructura						Levemente Fracturada(LF)																																																																					
2 Condiciones						Buena(B)																																																																					
VALOR GSI						3-4																																																																					
OBSERVACIONES:																																																																											



Anexos 2. 23. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-9.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.9																																																																																																	
LABOR:		BP 756 E		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S																																																																																																	
COORDENADAS:		X: 642789.0264	Y: 8243100.1931	Z: 1620.1332	∠= 68		REVISADO POR:		A.C. R																																																																																																		
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGIA:		MzDio ALT																																																																																																			
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES						CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																																																																					
Familia de discontinuidades		Familia 1		Familia 2		Familia 3		Aleatoria																																																																																																			
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz 85	Db 80	Sistema Jn	Bz 60	Db 165	Sistema Jn	Bz 14	Db 130																																																																																																	
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	2	3 - 10 m	2	3 - 10 m	2																																																																																																				
	Rugosidad	Lisa	1	Lisa	1	Lisa	1																																																																																																				
	Abertura	1 - 5 mm	1	1 - 5 mm	1	1 - 5 mm	1																																																																																																				
	Relleno	Blando < 5 mm	1	Blando < 5 mm	1	Blando < 5 mm	1																																																																																																				
	Meteorización	Moder. meteorizada	3	Moder. meteorizada	3	Muy meteorizada	1																																																																																																				
Espaciamiento (mm)		200.00		215.00		230.00																																																																																																					
Espaciamiento promedio (mm)		215.00																																																																																																									
Número total de juntas m3 (Jv)		12		Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)				75																																																																																																			
ESQUEMA		ESQUEMA		ESQUEMA		<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>BZ</th> <th>DB</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>85</td><td>80</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P2</td><td>85</td><td>81</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P3</td><td>85</td><td>79</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P4</td><td>60</td><td>165</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P5</td><td>60</td><td>166</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P6</td><td>60</td><td>164</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P7</td><td>14</td><td>130</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P8</td><td>14</td><td>131</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P9</td><td>14</td><td>129</td><td>Jn</td></tr> </tbody> </table>						N°	BZ	DB	Tipo	P1	85	80	Jn	P2	85	81	Jn	P3	85	79	Jn	P4	60	165	Jn	P5	60	166	Jn	P6	60	164	Jn	P7	14	130	Jn	P8	14	131	Jn	P9	14	129	Jn																																																								
		N°	BZ	DB	Tipo																																																																																																						
P1	85	80	Jn																																																																																																								
P2	85	81	Jn																																																																																																								
P3	85	79	Jn																																																																																																								
P4	60	165	Jn																																																																																																								
P5	60	166	Jn																																																																																																								
P6	60	164	Jn																																																																																																								
P7	14	130	Jn																																																																																																								
P8	14	131	Jn																																																																																																								
P9	14	129	Jn																																																																																																								
<p>Dirección de la labor</p>						<table border="1"> <thead> <tr> <th>Plot No.</th> <th>Plot Date</th> <th>Plot Scale</th> <th>Plot Orientation</th> <th>Plot Scale</th> <th>Plot Orientation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>1/1/2011</td> <td>1:1</td> <td>N</td> <td>1:1</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>						Plot No.	Plot Date	Plot Scale	Plot Orientation	Plot Scale	Plot Orientation	1	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	2	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	3	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	4	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	5	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	6	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	7	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	8	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	9	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	10	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	11	1/1/2011	1:1	N	1:1	N	12	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																		
Plot No.	Plot Date	Plot Scale	Plot Orientation	Plot Scale	Plot Orientation																																																																																																						
1	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
2	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
3	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
4	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
5	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
6	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
7	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
8	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
9	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
10	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
11	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
12	1/1/2011	1:1	N	1:1	N																																																																																																						
DIP		DIP		DIP		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE ROCA</th> <th>2</th> <th>3-A</th> <th>3-B</th> <th>4-A</th> <th>4-B</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VALOR TOTAL RMR</td> <td colspan="5">39</td> <td>20-0</td> </tr> <tr> <td>CALIDAD DE ROCA</td> <td>Buena</td> <td>Regular A</td> <td>Regular B</td> <td>Mala A</td> <td>Mala B</td> <td>Muy Mala</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE ROCA</td> <td>2</td> <td>3-A</td> <td>3-B</td> <td>4-A</td> <td>4-B</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5	VALOR TOTAL RMR	39					20-0	CALIDAD DE ROCA	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala	TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5																																																																				
		TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5																																																																																																			
VALOR TOTAL RMR	39					20-0																																																																																																					
CALIDAD DE ROCA	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala																																																																																																					
TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5																																																																																																					
<p>mean=53 s.d.=31.1089 min=14 max=85</p>						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS</th> <th colspan="2">Venilla/Est</th> <th colspan="2">VALOR TOTAL Q DE BARTON</th> <th colspan="2">5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jn</td> <td>Junta Natural</td> <td>Vn</td> <td>Venilla/Est</td> <td colspan="2">VALOR TOTAL Q DE BARTON</td> <td colspan="2">5</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>Falla</td> <td>Ct</td> <td>Contacto</td> <td colspan="2">VALOR TOTAL Q DE BARTON</td> <td colspan="2">5</td> </tr> <tr> <th colspan="2">ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA</th> <th colspan="2">Monzodiorita</th> <th colspan="2">VALOR DE Q</th> <th colspan="2">Media</th> </tr> <tr> <td>Vt</td> <td>Veta</td> <td>MzDio</td> <td>Monzodiorita</td> <td>0.01-0.1</td> <td>0.1-1</td> <td>1-4</td> <td>4-10</td> </tr> <tr> <td>Mz</td> <td>Monzonita</td> <td>Dio</td> <td>Diorita</td> <td>1-4</td> <td>4-10</td> <td>10-40</td> <td>40-100</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Abreviación Espaciamiento</th> <th colspan="2">Abreviación de tipo de Relleno</th> <th colspan="2">CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)</th> <th colspan="2">F/P</th> </tr> <tr> <td>> 2 m</td> <td>Ox</td> <td>Oxido</td> <td></td> <td>1</td> <td>Estructura</td> <td>Levemente Fracturada(LF)</td> <td>Moderadamente Fracturada(F)</td> </tr> <tr> <td>0.6 - 2 m</td> <td>Arc</td> <td>Arcilla</td> <td></td> <td>2</td> <td>Condiciones</td> <td>Buena(B)</td> <td>Regular R*</td> </tr> <tr> <td>200 - 600 mm</td> <td>Py</td> <td>Pirita</td> <td></td> <td colspan="4">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td>60 - 200 mm</td> <td>Cz</td> <td>Cuarzo</td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>< 60 mm</td> <td>Cl</td> <td>Clorita</td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> </tbody> </table>						ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Venilla/Est		VALOR TOTAL Q DE BARTON		5		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	VALOR TOTAL Q DE BARTON		5		F	Falla	Ct	Contacto	VALOR TOTAL Q DE BARTON		5		ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Monzodiorita		VALOR DE Q		Media		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	Mz	Monzonita	Dio	Diorita	1-4	4-10	10-40	40-100	Abreviación Espaciamiento		Abreviación de tipo de Relleno		CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		F/P		> 2 m	Ox	Oxido		1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	0.6 - 2 m	Arc	Arcilla		2	Condiciones	Buena(B)	Regular R*	200 - 600 mm	Py	Pirita		OBSERVACIONES:				60 - 200 mm	Cz	Cuarzo						< 60 mm	Cl	Clorita					
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Venilla/Est		VALOR TOTAL Q DE BARTON		5																																																																																																					
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	VALOR TOTAL Q DE BARTON		5																																																																																																					
F	Falla	Ct	Contacto	VALOR TOTAL Q DE BARTON		5																																																																																																					
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Monzodiorita		VALOR DE Q		Media																																																																																																					
Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10																																																																																																				
Mz	Monzonita	Dio	Diorita	1-4	4-10	10-40	40-100																																																																																																				
Abreviación Espaciamiento		Abreviación de tipo de Relleno		CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		F/P																																																																																																					
> 2 m	Ox	Oxido		1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)																																																																																																				
0.6 - 2 m	Arc	Arcilla		2	Condiciones	Buena(B)	Regular R*																																																																																																				
200 - 600 mm	Py	Pirita		OBSERVACIONES:																																																																																																							
60 - 200 mm	Cz	Cuarzo																																																																																																									
< 60 mm	Cl	Clorita																																																																																																									

Anexos 2. 24. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-10.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.10																									
LABOR:		BP 756 E		NIVEL:		1615		FECHA:		16/10/2023																									
COORDENADAS:		X:	642796.0252	Y:	8243102.8440	Z:	1620.2651	REVISADO POR:		A.C. R																									
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLÓGIA:		VETA		CELDA:		M-10																							
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES								CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																											
Familia de discontinuidades		Familia 1		Familia 2		Familia 3		Aleatoria																											
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz: 70	Db: 260																															
Condición de discontinuidad	Persistencia	> 20 m	0																																
	Rugosidad	Pulida	0																																
	Abertura	> 5 mm	0																																
	Relleno	Blando > 5 mm	0																																
Meteorización		Muy meteorizada	1																																
Espaciamiento (mm)		30.00																																	
Espaciamiento promedio (mm)		30.00																																	
Número total de juntas m3 (Jv)		25	Porcentaje de ROD (Según Palmstrom, 1982)		33																														
ESQUEMA			ESQUEMA			N°		DB		Tipo																									
<p>ESQUEMA: Diagrama circular de buzamiento y dirección de buzamiento. Se muestra una familia de discontinuidades con buzamiento principal de 70° y dirección de buzamiento de 260°. Una línea roja indica la dirección de la labor.</p>			<p>ESQUEMA: Diagrama circular de buzamiento y dirección de buzamiento. Se muestra una familia de discontinuidades con buzamiento principal de 70° y dirección de buzamiento de 260°.</p>			P1	70	260	Jn																										
						P2	70	261	Jn																										
						P3	70	259	Jn																										
						P4	69	263	Jn																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Labor</th> <th>Resistencia</th> <th>Meteorización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>70°</td><td>260°</td><td>0</td></tr> <tr><td>70°</td><td>261°</td><td>0</td></tr> <tr><td>70°</td><td>259°</td><td>0</td></tr> <tr><td>69°</td><td>263°</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>			Labor	Resistencia	Meteorización	70°	260°	0	70°	261°	0	70°	259°	0	69°	263°	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Familia</th> <th>Resistencia</th> <th>Meteorización</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>260°</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>261°</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>259°</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>263°</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>			Familia	Resistencia	Meteorización	1	260°	0	2	261°	0	3	259°	0	4	263°	0
Labor	Resistencia	Meteorización																																	
70°	260°	0																																	
70°	261°	0																																	
70°	259°	0																																	
69°	263°	0																																	
Familia	Resistencia	Meteorización																																	
1	260°	0																																	
2	261°	0																																	
3	259°	0																																	
4	263°	0																																	
Espaciamiento (mm)		30.00																																	
Espaciamiento promedio (mm)		30.00																																	
Número total de juntas m3 (Jv)		25	Porcentaje de ROD (Según Palmstrom, 1982)		33																														
DIPS			<p>DIPS: Histograma que muestra la distribución de los buzamientos de las discontinuidades. El eje x representa el buzamiento (Dip) en grados, y el eje y representa la frecuencia. La mayoría de las discontinuidades tienen un buzamiento entre 69.50 y 70.50 grados.</p> <p>mean=69.75 s.d.=0.5 min=69 max=70</p>																																
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS																																			
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est																																
F	Falla	Ct	Contacto																																
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA																																			
Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita																																
Mz	Monzonita	Dio	Diorita																																
Abreviación Espaciamento				Abreviación de tipo de Relleno																															
> 2 m		Ox	Oxido																																
0.6 - 2 m		Arc	Arcilla																																
200 - 600 mm		Py	pirita																																
60 - 200 mm		Cz	Cuarzo																																
< 60 mm		Cl	Clorita																																
CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																			
Resistencia de la roca intacta		Picota	R6	R5	R4	R3	R2	R1																											
		Is(50)	>10 Mpa	4-10	2-4	1-2	0.5-5 (4)	Se prefiere UCS																											
		UCS	>250MPa (15)	100-250 Mpa (12)	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-5 (1)																											
VALORACIÓN							2																												
ROD		90-100% (20)		75-90% (15)	50-75% (10)	25-50% (8)	<25% (5)																												
VALORACIÓN							5																												
Espaciamiento		> 2 m (20)		0.6 - 2 m (15)	200 - 600 mm (10)	60 - 200 mm (8)	< 60 mm (5)																												
VALORACIÓN							5																												
Condición de las discontinuidades		Superficies muy rugosas discontinuas, no hay separación de paredes intactas (30)		Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, paredes lig. Meteorizadas (25)	Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, paredes altamente Meteorizadas (20)	Superficies pulidas o relleno de falla <5 mm de espesor, o separación 1-5mm continuas (10)	Relleno de falla suave >5mm de espesor ó sepración > 5mm continuas (0)																												
VALORACIÓN							0																												
Agua subterránea		Totalmente seco (15)		Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteando (4)	Fuyendo (0)																												
VALORACIÓN				10																															
Ajuste por orientación de discontinuidades para Túneles y minas		Muy favorable (0)		Favorable (-2)	Regular (-5)	Desfavorable (-10)	Muy desfavorable (-12)																												
VALORACIÓN				-5																															
VALOR TOTAL RMR						17																													
RMR		80-61		60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0																											
CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala																											
TIPO DE ROCA		2		3-A	3-B	4-A	4-B	5																											
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)																																			
RQD		33																																	
Jn		4		Número de Familias																															
Jr		2.0		Rugosidad																															
Ja		2		Alteración																															
Jw		1		Condición de Agua																															
SRF		5.0																																	
VALOR TOTAL Q DE BARTON						2																													
Tipo de roca		Extremadamente mala		Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Mala																									
Valor de Q		0.01-0.1		0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																										
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)																																			
Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	IF/MP		5																										
Condiciones		Buena(B)		Regular(R)	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)																													
OBSERVACIONES:																																			
VETA																																			

Anexos 2. 25. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-11.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:	Anexo 2.11																																																																																																																																																																																																						
LABOR:		BP 756 E				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:	J. M. S																																																																																																																																																																																																						
COORDENADAS:		X: 642802.4431		Y: 8243105.4851		Z: 1620.2173		∠ = 56		REVISADO POR:		A.C. R																																																																																																																																																																																																							
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGIA:		DIO ALT				CELDA:	M-11																																																																																																																																																																																																						
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																																																																																																																																																																							
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			1	Resistencia de la roca intacta	R6	R5	R4	R3	R2	R1																																																																																																																																																																																														
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz 59	Db 31	Sistema Jn	Bz 68	Db 293	Sistema Jn	Bz 62	Db 43	Sistema Jn	Bz 86	Db 282	Picota	>10 Mpa	4-10	2-4	1-2	Se prefiere UCS																																																																																																																																																																																																
Condición de discontinuidad		Persistencia	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		2	3 - 10 m		VALORACIÓN		VALORACIÓN		4	4	4	1-5 (1)																																																																																																																																																																																														
		Rugosidad	Lisa		1	Lisa		1	Lisa		1	Lisa		RQD		90-100% (20)	75-90% (15)	50-75% (10)	25-50% (8)	<25% (5)																																																																																																																																																																																															
		Abertura	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		1	1 - 5 mm		VALORACIÓN		8	8	8	8	8																																																																																																																																																																																															
		Relleno	Blando < 5 mm		1	Duro < 5 mm		4	Blando < 5 mm		1	Duro < 5 mm		Espaciamiento		> 2 m (20)	0.6 - 2 m (15)	200 - 600 mm (10)	60 - 200 mm (8)	< 60 mm (5)																																																																																																																																																																																															
		Meteorización	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		5	Lig. meteorizada		VALORACIÓN		10	10	10	10	10																																																																																																																																																																																															
Espaciamiento (mm)		175.00			300.00			250.00			320.00																																																																																																																																																																																																								
Espaciamiento promedio (mm)		261.25																																																																																																																																																																																																																	
Número total de juntas m3 (Jv)		20			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)						49																																																																																																																																																																																																								
<p>Dirección de la labor</p>												<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>BZ</th> <th>DB</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>P1</td><td>74</td><td>325</td><td>Vn</td></tr> <tr><td>P2</td><td>52</td><td>114</td><td>Vn</td></tr> <tr><td>P3</td><td>62</td><td>43</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P4</td><td>86</td><td>262</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P5</td><td>61</td><td>194</td><td>F</td></tr> <tr><td>P6</td><td>79</td><td>206</td><td>Vn</td></tr> <tr><td>P7</td><td>81</td><td>344</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P8</td><td>82</td><td>261</td><td>Vn</td></tr> <tr><td>P9</td><td>59</td><td>31</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P10</td><td>59</td><td>32</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P11</td><td>59</td><td>30</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P12</td><td>86</td><td>293</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P13</td><td>88</td><td>294</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P14</td><td>62</td><td>43</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P15</td><td>62</td><td>42</td><td>Jn</td></tr> <tr><td>P16</td><td>86</td><td>282</td><td>Jn</td></tr> </tbody> </table>										N°	BZ	DB	Tipo	P1	74	325	Vn	P2	52	114	Vn	P3	62	43	Jn	P4	86	262	Jn	P5	61	194	F	P6	79	206	Vn	P7	81	344	Jn	P8	82	261	Vn	P9	59	31	Jn	P10	59	32	Jn	P11	59	30	Jn	P12	86	293	Jn	P13	88	294	Jn	P14	62	43	Jn	P15	62	42	Jn	P16	86	282	Jn																																																																																																																										
N°	BZ	DB	Tipo																																																																																																																																																																																																																
P1	74	325	Vn																																																																																																																																																																																																																
P2	52	114	Vn																																																																																																																																																																																																																
P3	62	43	Jn																																																																																																																																																																																																																
P4	86	262	Jn																																																																																																																																																																																																																
P5	61	194	F																																																																																																																																																																																																																
P6	79	206	Vn																																																																																																																																																																																																																
P7	81	344	Jn																																																																																																																																																																																																																
P8	82	261	Vn																																																																																																																																																																																																																
P9	59	31	Jn																																																																																																																																																																																																																
P10	59	32	Jn																																																																																																																																																																																																																
P11	59	30	Jn																																																																																																																																																																																																																
P12	86	293	Jn																																																																																																																																																																																																																
P13	88	294	Jn																																																																																																																																																																																																																
P14	62	43	Jn																																																																																																																																																																																																																
P15	62	42	Jn																																																																																																																																																																																																																
P16	86	282	Jn																																																																																																																																																																																																																
												<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS</th> <th colspan="2">ABREVIAC. TIPO DE RENO</th> <th colspan="2">ABREVIAC. TIPO DE ROCA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jn</td><td>Junta Natural</td> <td>Vn</td><td>Venilla/Est</td> <td>Jn</td><td>Junta</td> </tr> <tr> <td>F</td><td>Falla</td> <td>Ct</td><td>Contacto</td> <td>Mz</td><td>Monzonita</td> </tr> <tr> <td>Vt</td><td>Veta</td> <td>MzDio</td><td>Monzodiorita</td> <td>Dio</td><td>Diorita</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Abreiviación Espaciamiento</td> <td colspan="2">Abreiviación de tipo de Relleno</td> <td colspan="2">Abreiviación de tipo de Roca</td> </tr> <tr> <td>> 2 m</td><td>Ox</td> <td>Oxido</td><td>Arcilla</td> <td>1</td><td>Estructura</td> </tr> <tr> <td>0.6 - 2 m</td><td>Arc</td><td>Arcilla</td><td></td> <td>2</td><td>Condiciones</td> </tr> <tr> <td>200 - 600 mm</td><td>Py</td><td>Pirita</td><td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>60 - 200 mm</td><td>Cz</td><td>Cuarzo</td><td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>< 60 mm</td><td>Cl</td><td>Clorita</td><td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>										ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		ABREVIAC. TIPO DE RENO		ABREVIAC. TIPO DE ROCA		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	Jn	Junta	F	Falla	Ct	Contacto	Mz	Monzonita	Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Dio	Diorita	Abreiviación Espaciamiento		Abreiviación de tipo de Relleno		Abreiviación de tipo de Roca		> 2 m	Ox	Oxido	Arcilla	1	Estructura	0.6 - 2 m	Arc	Arcilla		2	Condiciones	200 - 600 mm	Py	Pirita				60 - 200 mm	Cz	Cuarzo				< 60 mm	Cl	Clorita																																																																																																																																					
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		ABREVIAC. TIPO DE RENO		ABREVIAC. TIPO DE ROCA																																																																																																																																																																																																															
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	Jn	Junta																																																																																																																																																																																																														
F	Falla	Ct	Contacto	Mz	Monzonita																																																																																																																																																																																																														
Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Dio	Diorita																																																																																																																																																																																																														
Abreiviación Espaciamiento		Abreiviación de tipo de Relleno		Abreiviación de tipo de Roca																																																																																																																																																																																																															
> 2 m	Ox	Oxido	Arcilla	1	Estructura																																																																																																																																																																																																														
0.6 - 2 m	Arc	Arcilla		2	Condiciones																																																																																																																																																																																																														
200 - 600 mm	Py	Pirita																																																																																																																																																																																																																	
60 - 200 mm	Cz	Cuarzo																																																																																																																																																																																																																	
< 60 mm	Cl	Clorita																																																																																																																																																																																																																	
<p>mean=71.25 s.d.=12.7984 min=52 max=88</p>												<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">VALOR TOTAL RMR</th> <th colspan="5">VALOR TOTAL Q DE BARTON</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">RMR</td> <td colspan="5">30</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CALIDAD DE ROCA</td> <td colspan="5">Buena</td> </tr> <tr> <td colspan="5">TIPO DE ROCA</td> <td colspan="5">2</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">RQD</td> <td colspan="5">49</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Numero de Familias</td> <td colspan="5">12</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Rugosidad</td> <td colspan="5">3.0</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Alteración</td> <td colspan="5">2</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Condicion de Agua</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">SRF</td> <td colspan="5">2.5</td> </tr> <tr> <td colspan="5">VALOR TOTAL Q DE BARTON</td> <td colspan="5">2</td> </tr> <tr> <td colspan="5">ABREVIACION DE TIPO DE ROCA</td> <td colspan="5">Mala</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Valor de Q</td> <td colspan="5">0.01-0.1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)</td> <td colspan="5">1</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Estructura</td> <td colspan="5">Levemente Fracturada(LF)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Moderadamente Fracturada(F)</td> <td colspan="5">Muy Fracturada(MF)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">Intensamente Fracturada(F)</td> <td colspan="5">Muy Pobre(MP)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">MF/P</td> <td colspan="5">4-B</td> </tr> </tbody> </table>										VALOR TOTAL RMR					VALOR TOTAL Q DE BARTON					RMR					30					CALIDAD DE ROCA					Buena					TIPO DE ROCA					2					CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)					1					RQD					49					Numero de Familias					12					Rugosidad					3.0					Alteración					2					Condicion de Agua					1					SRF					2.5					VALOR TOTAL Q DE BARTON					2					ABREVIACION DE TIPO DE ROCA					Mala					Valor de Q					0.01-0.1					CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)					1					Estructura					Levemente Fracturada(LF)					Moderadamente Fracturada(F)					Muy Fracturada(MF)					Intensamente Fracturada(F)					Muy Pobre(MP)					MF/P					4-B				
VALOR TOTAL RMR					VALOR TOTAL Q DE BARTON																																																																																																																																																																																																														
RMR					30																																																																																																																																																																																																														
CALIDAD DE ROCA					Buena																																																																																																																																																																																																														
TIPO DE ROCA					2																																																																																																																																																																																																														
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)					1																																																																																																																																																																																																														
RQD					49																																																																																																																																																																																																														
Numero de Familias					12																																																																																																																																																																																																														
Rugosidad					3.0																																																																																																																																																																																																														
Alteración					2																																																																																																																																																																																																														
Condicion de Agua					1																																																																																																																																																																																																														
SRF					2.5																																																																																																																																																																																																														
VALOR TOTAL Q DE BARTON					2																																																																																																																																																																																																														
ABREVIACION DE TIPO DE ROCA					Mala																																																																																																																																																																																																														
Valor de Q					0.01-0.1																																																																																																																																																																																																														
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)					1																																																																																																																																																																																																														
Estructura					Levemente Fracturada(LF)																																																																																																																																																																																																														
Moderadamente Fracturada(F)					Muy Fracturada(MF)																																																																																																																																																																																																														
Intensamente Fracturada(F)					Muy Pobre(MP)																																																																																																																																																																																																														
MF/P					4-B																																																																																																																																																																																																														
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																			

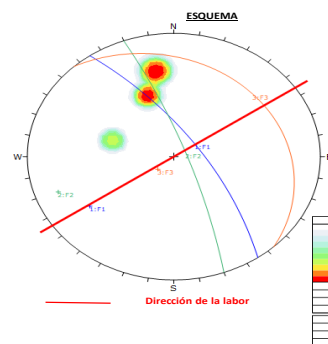
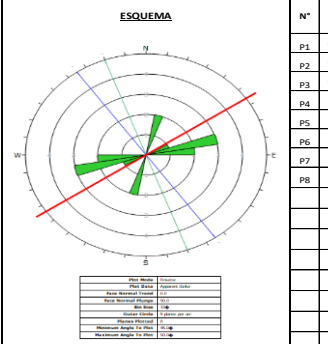
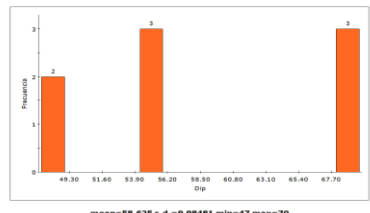
Anexos 2. 26. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-12.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora			EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE			HOJA:	Anexo 2.12						
LABOR:		BP 756 E			NIVEL:		1615			EJECUTADO POR:		J. M. S					
COORDENADAS:		X:	642813.0274	Y:	8243112.3871	Z:	1620.2245	∠= 56		REVISADO POR:		A.C. R					
UBICACIÓN		VETA MARIELA						LITOLOGIA:		DIO ALT							
CELDA:		M-12															
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES											CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)						
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria						
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	2	62	165	3 - 10 m	2	62	165	3 - 10 m	2	62	165	3 - 10 m	2	62	165
	Rugosidad	Lisa	1	0	10	Pulida	0	0	7	Pulida	0	0	7	Pulida	0	0	7
	Abertura	> 5 mm	0	0	10	1 - 5 mm	1	1	7	1 - 5 mm	1	1	7	1 - 5 mm	1	1	7
	Relleno	Duro < 5 mm	4	0	10	Blando < 5 mm	1	1	7	Blando < 5 mm	1	1	7	Blando < 5 mm	1	1	7
Meteorización	Moder. meteorizada	3	0	10	Moder. meteorizada	3	0	10	Moder. meteorizada	3	0	10	Moder. meteorizada	3	0	10	
Espaciamiento (mm)		200.00			200.00			360.00			260.00						
Espaciamiento promedio (mm)		255.000															
Número total de juntas m3 (Jv)		21			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)						46						
ESQUEMA				ESQUEMA				ESQUEMA				ESQUEMA					
Dirección de la labor				Dirección de la labor				Dirección de la labor				Dirección de la labor					
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto								
ABREVIAC. TIPO DE ROCA		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita								
ABREVIAC. TIPO DE RELLENO		Ox	Oxido	Arc	Arcilla	Py	Pirita	Cz	Cuarzo	Cl	Clorita						
TIPO DE ROCA		Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Mala								
VALOR TOTAL Q DE BARTON		2															
VALOR TOTAL Q DE BARTON		2															
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		4-A															
OBSERVACIONES:																	

Anexos 2. 27. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-13.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:		Anexo 2.13																																									
LABOR:		BP 756 E				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:		J. M. S																																									
COORDENADAS:		X: 642819.157		Y: 8243120.654		Z: 1620.469		α = 9		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:		17/10/2023																																							
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		DIO ALT				CELDA:		M-13																																									
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES										CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																													
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			Resistencia de la roca intacta		R6		R5		R4		R3		R2		R1																													
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn		Bz	Db	Sistema Jn		Bz	Db	Sistema Jn		Bz	Db	Picota		4-10		2-4		1-2		Se prefiere UCS		5-25 (2)		1-5 (1)																													
Condición de discontinuidad		Persistencia		3 - 10 m		2		Persistencia		3 - 10 m		2		VALORACIÓN						4																																			
		Rugosidad		Lisa		1		Rugosidad		Lisa		1		RQD		90-100% (20)		75-90% (15)		50-75% (10)		25-50% (8)		<25% (5)																															
		Abertura		> 5 mm		0		Abertura		> 5 mm		0		VALORACIÓN						8																																			
		Relleno		Duro > 5 mm		2		Relleno		Duro > 5 mm		2		Espaciamiento		> 2 m (20)		0.6 - 2 m (15)		200 - 600 mm (10)		60 - 200 mm (8)		< 60 mm (5)																															
		Meteorización		Moder. meteorizada		3		Meteorización		Moder. meteorizada		3		VALORACIÓN						8																																			
Espaciamiento (mm)		60.00			130.00			80.00						Condición de las discontinuidades		Superficies muy rugosas, discontinuas, no hay separación de paredes intactas (30)		Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, Meteorizadas (25)		Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, Meteorizadas (20)		Superficies pulidas o relleno de falla <5 mm de espesor, ó separación 1-5mm continuas (10)		Relleno de falla suave >5mm de espesor ó separación > 5mm continuas (0)																															
Espaciamiento promedio (mm)		90.000												VALORACIÓN																																									
Número total de juntas m3 (Jv)		22			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			42			<th colspan="2">Agua subterránea</th> <td colspan="2">Totalmente seco (15)</td> <td colspan="2">Húmedo (10)</td> <td colspan="2">Mojado (7)</td> <td colspan="2">Goteando (4)</td> <td colspan="2">Fluyendo (0)</td> <td colspan="2"></td>			Agua subterránea		Totalmente seco (15)		Húmedo (10)		Mojado (7)		Goteando (4)		Fluyendo (0)																															
														VALORACIÓN		10																																							
														Ajuste por orientación de discontinuidades para Túneles y minas		Muy favorable (0)		Favorable (-2)		Regular (-3)		Desfavorable (-10)		Muy desfavorable (-12)																															
														VALORACIÓN																																									
														VALOR TOTAL RMR		28																																							
														RMR		80-61		60-51		50-41		40 - 31		30-21		20 - 0																													
														CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A		Regular B		Mala A		Mala B		Muy Mala																													
														TIPO DE ROCA		2		3-A		3-B		4-A		4-B		5																													
ESQUEMA										ESQUEMA										N°		BZ		DB		Tipo																													
																				P1	65	143	Jn	P2	65	142	Jn	P3	65	144	Jn	P4	65	110	Jn	P5	65	111	Jn	P6	65	109	Jn	P7	46	260	Jn	P8	46	261	Jn	P9	46	259	Jn
DIP										ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS										1		RQD		42																															
										Jn Junta Natural Vn Venilla/Est										2		Jn		9		Numero de Familias																													
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA										VALOR TOTAL Q DE BARTON										3		Jr		2.0		Rugosidad																													
Vt Veta MzDio Monzodiorita										Valor de Q										4		Ja		2		Alteracion																													
Mz Monzonita Dio Diorita										5 <th colspan="2">5</th> <th colspan="2">Jw</th> <th colspan="2">1</th> <th colspan="2">Condicion de Agua</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th>										5		Jw		1		Condicion de Agua																													
Abreviación Espaciamento		Abreviación de tipo de Relleno		1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		MF/P		4-B																																					
> 2 m		Ox Oxido		2 <td colspan="2">Condiciones</td> <td colspan="2">Buena(B)</td> <td colspan="2">Regular'R'</td> <td colspan="2">Pobre(P)</td> <td colspan="2">Muy Pobre(MP)</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td>		Condiciones		Buena(B)		Regular'R'		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)																																									
0.6 - 2 m		Arc Arcilla																																																					
200 - 600 mm		Py Pirita																																																					
60 - 200 mm		Cz Cuarzo																																																					
< 60 mm		Cl Clorita																																																					
OBSERVACIONES:																																																							

Anexos 2. 28. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-14.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:		Anexo 2.14										
LABOR:		BP 756 E				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:		J. M. S										
COORDENADAS:		X:	642818.566		Y:	8243119.423		Z:	1620.471		REVISADO POR:		A.C. R											
UBICACIÓN:		VETA MARIELA										CELDA:		M-14										
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)												
Familia 1		Familia 2			Familia 3			Aleatoria		Resistencia de la roca intacta														
Sistema Jn		Bz	Db	Ps	Sistema Jn		Bz	Db	Ps	Sistema Jn		Bz	Db	Ps	Picota		R6	R5	R4	R3	R2	R1		
		55	160		70	170		47	107							Is(50)	>10 Mpa	4-30	2-4	1-2	Se prefiere UCS			
		0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	UCS	>250MPa (15)	100-250 Mpa (12)	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-5 (1)		
Condición de discontinuidad		Persistencia		> 20 m	0	> 20 m	0	> 20 m	0	VALORACIÓN														
		Rugosidad		Lisa	1	Pulida	0	Pulida	0	RQD		90-100% (20)		75-90% (15)		50-75% (10)		25-50% (8)		<25% (5)				
		Abertura		> 5 mm	0	> 5 mm	0	> 5 mm	0	VALORACIÓN														
		Relleno		Duro > 5 mm	2	Duro > 5 mm	2	Blando > 5 mm	0	Espaciamiento		> 2 m (20)		0.6 -2 m (15)		200 - 600 mm (10)		60 - 200 mm (8)		< 60 mm (5)				
		Meteorización		Moder. meteorizada	3	Moder. meteorizada	3	Moder. meteorizada	3	VALORACIÓN														
Espaciamiento (mm)		35.00			230.00			5.00																
Espaciamiento promedio (mm)		90.000																						
Número total de juntas m3 (Jv)		20			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			49																
ESQUEMA																								
DIP																								
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	VALOR TOTAL RMR		80-61		60-51		50-41		40 - 31		30-21		20 - 0						
		F	Falla	Ct	Contacto	CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A		Regular B		Mala A		Mala B		Muy Mala						
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	TIPO DE ROCA		2		3-A		3-B		4-A		4-B		5						
		Mz	Monzonita	Dio	Diorita	CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)		1		2		3		4		5		6						
Abreviación Espaciamiento		Abreviación de tipo de Relleno		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(F)		MF/P		4-B								
> 2 m		Ox		Oxido		1		2		3		4		5		6								
0.6 -2 m		Arc		Arcilla		2		3		4		5		6		7								
200 - 600 mm		Py		Pirita		3		4		5		6		7		8								
60 - 200 mm		Cz		Cuarzo		4		5		6		7		8		9								
< 60 mm		Cl		Clorita		5		6		7		8		9		10								
OBSERVACIONES:																								

Anexos 2. 29. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-15.

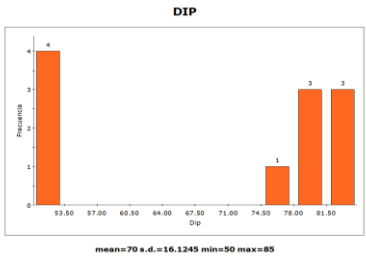
UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.15																																						
LABOR:		VE 820 N		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S																																						
COORDENADAS:		X: 642820.4121	Y: 8243133.0580	Z: 1620.6747	∠ = 338		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:	17/10/2023																																				
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		MzDio + Cuarzo				CELDA:	M-15																																			
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																				
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			1		2		3		4		5		6																								
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn		Bz 50	Db 185	Sistema Jn		Bz 3	Db 35	Sistema Jn		Bz 72	Db 110			Resistencia de la roca intacta		R6		R5		R4		R3		R2		R1																				
Condición de discontinuidad		Persistencia		> 20 m		0		10 - 20 m		1		3 - 10 m		2		VALORACIÓN		>10 Mpa		4-10		2-4		1-2		Se prefiere UCS		1-5 (1)																				
		Rugosidad		Rugosa		5		Rugosa		5		Rugosa		5		RQD		>250MPa (15)		100-250 Mpa (12)		50-100MPa (7)		25-50 (4)		5-25 (2)																						
		Abertura		1 - 5 mm		1		1 - 5 mm		1		> 5 mm		0		VALORACIÓN		90-100% (20)		75-90% (15)		50-75% (10)		25-50% (8)		<25% (5)																						
		Relleno		Blando < 5 mm		1		Blando < 5 mm		1		Blando > 5 mm		0		Espaciamiento		> 2 m (20)		0.6 - 2 m (15)		200 - 600 mm (10)		60 - 200 mm (8)		< 60 mm (5)																						
		Meteorización		Moder. meteorizada		3		Moder. meteorizada		3		Muy meteorizada		1		VALORACIÓN																																
Espaciamiento (mm)		20.60			30.00			20.60						4		Condición de las discontinuidades		Superficies muy rugosas		Superficies ligeramente rugosas,		Superficies ligeramente rugosas,		Superficies pulidas o		Relleno de falla suave >5mm		de espesor ó separación > 5mm continuas (0)																				
Espaciamiento promedio (mm)		23.733											5		VALORACIÓN																																	
Número total de juntas m3 (Jv)		20			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			49			5			6		Agua subterránea		Totalmente seco (15)		Húmedo (10)		Mojado (7)		Goteando (4)		Fluyendo (0)																						
ESQUEMA													6		Ajuste por orientación de discontinuidades para Túneles y minas		Muy favorable (0)		Favorable (-2)		Regular (-5)		Desfavorable (-10)		Muy desfavorable (-12)																							
ESQUEMA													7		VALORACIÓN																																	
VALOR TOTAL RMR		80-61											60-51		50-41		40 - 31		30-21		20 - 0		25																									
CALIDAD DE ROCA		Buena											Regular A		Regular B		Mala A		Mala B		Muy Mala																											
TIPO DE ROCA		2											3-A		3-B		4-A		4-B		5																											
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)												1 <th colspan="2">2 <th colspan="2">3 <th colspan="2">4 <th colspan="2">5 <th colspan="2">6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th></th></th></th></th></th>		2 <th colspan="2">3 <th colspan="2">4 <th colspan="2">5 <th colspan="2">6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th></th></th></th></th>		3 <th colspan="2">4 <th colspan="2">5 <th colspan="2">6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th></th></th></th>		4 <th colspan="2">5 <th colspan="2">6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th></th></th>		5 <th colspan="2">6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th></th>		6 <th colspan="2">7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th></th>		7 <th colspan="2">8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th></th>		8 <th colspan="2">9 <th colspan="2">10</th> </th>		9 <th colspan="2">10</th>		10																		
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn		Junta Natural		Vn		Venilla/Est		F		Falla		Ct		Contacto		1		RQD		49		2		Jn		9		3		Jr		3.0		Rugosidad												
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt		Veta		MzDio		Monzodiorita		Mz		Monzonita		Dio		Diorita		3		Ja		4		5		Jw		1		Condicion de Agua		6		SRF		2.5												
VALOR TOTAL Q DE BARTON												7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21		22		23		24		
TIPO de roca		Extremadamente mala		Muy mala		Mala		Media		Buena		Muy Buena		Extremadamente Buena		Mala		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12										
Valor de Q		0.01-0.1		0.1-1		1-4		4-10		10-40		40-100		100-400		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12												
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)												1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		
Abreviación Espaciamiento		> 2 m		Ox		Oxido		0.6 - 2 m		Arc		Arcilla		200 - 600 mm		Py		Pirita		60 - 200 mm		Cz		Cuarzo		< 60 mm		Cl		Clorita		1		2		3		4		5								
Abreviación de tipo de Relleno		Ox		Oxido		Arc		Arcilla		Py		Pirita		Cz		Cuarzo		Cl		Clorita		1		2		3		4		5		6		7		8		9										
Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15										
Condiciones		Buena(B)		Regular'R'		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15										
OBSERVACIONES:												Zona alterada																																				
DIP													1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	

Anexos 2. 30. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-16.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.16						
LABOR:		VE 820 N		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S						
COORDENADAS:		X: 642815.6742	Y: 8243137.5251	Z: 1620.3013	∠= 338		REVISADO POR:		A.C. R							
UBICACIÓN		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		SED/F. MOQUEGUA		CELDA:		M-16				
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES																
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria					
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Sistema Jn	Bz	Db									
		70	295		85	125										
Condición de discontinuidad	Persistencia	< 1 m	6		< 1 m	6										
	Rugosidad	Rugosa	5		Rugosa	5										
	Abertura	1 - 5 mm	1	14	1 - 5 mm	1	14									
	Relleno	Blando < 5 mm	1		Blando < 5 mm	1										
	Meteorización	Muy meteorizada	1		Muy meteorizada	1										
Espaciamiento (mm)		130.00			150.00			140.000								
Espaciamiento promedio (mm)																
Número total de juntas m3 (Jv)		Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)														
ESQUEMA		ESQUEMA			ESQUEMA			ESQUEMA			ESQUEMA					
<p>Dirección de la labor</p>																
DIP		<p>mean=76 s.d.=8.21584 min=70 max=85</p>														
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto							
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita							
Abreviación Espaciamiento		> 2 m	Ox	Oxido	0.6 - 2 m	Arc	Arcilla	200 - 600 mm	Py	Pirita	60 - 200 mm	Cz	Cuarzo	< 60 mm	Cl	Clorita
CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																
1	Resistencia de la roca intacta	Picota	R6	R5	R4	R3	R2	R1								
		Is(50) UCS	>10 Mpa >250MPa (15)	4-10 100-250 Mpa (12)	2-4 50-100MPa (7)	1-2 25-50 (4)	Se prefiere UCS 5-25 (2)		1-5 (1)							
VALORACIÓN		2														
2		RQD	90-100% (20)	75-90% (15)	50-75% (10)	25-50% (8)	<25% (5)		5							
VALORACIÓN		5														
3		Espaciamiento	> 2 m (20)	0.6 - 2 m (15)	200 - 600 mm (10)	60 - 200 mm (8)	< 60 mm (5)		8							
VALORACIÓN		8														
4		Condición de las discontinuidades	Superficies muy rugosas, discontinuas, no hay separación de paredes intactas (30)	Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, paredes lig. Meteorizadas (25)	Superficies ligeramente rugosas, separación<1mm, paredes altamente Meteorizadas (20)	Superficies pulidas o relleno de falla <5 mm de espesor, ó separación 1-5mm continuas (10)	Relleno de falla suave >5mm de espesor ó separación > 5mm continuas (0)		0							
VALORACIÓN		0														
5		Agua subterránea	Totamente seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteando (4)	Fluyendo (0)		0							
VALORACIÓN		10														
6		Ajuste por orientación de discontinuidades para Túneles y minas	Muy favorable (0)	Favorable (-2)	Regular (-5)	Desfavorable (-10)	Muy desfavorable (-12)		-12							
VALORACIÓN		-12														
VALOR TOTAL RMR											13					
RMR		80-61		60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0								
CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala								
TIPO DE ROCA		2		3-A	3-B	4-A	4-B	5								
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)																
1		RQD	25													
2		Jn	9	Numero de Familias												
3		Jr	3.0	Rugosidad												
4		Ja	4	Alteracion												
5		Jw	1	Condicion de Agua												
6		SRF	2.5													
VALOR TOTAL Q DE BARTON											1					
Tipo de roca		Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Muy Mala							
Valor de Q		0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400								
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)																
1		Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	IF/MP		5							
2		Condiciones	Buena(B)	RegularR*	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)										
OBSERVACIONES:																

Anexos 2. 31. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-17.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora		EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE		HOJA:		Anexo 2.17																																													
LABOR:		BP 756 E		NIVEL:		1615		EJECUTADO POR:		J. M. S																																													
COORDENADAS:		X: 642832.7914	Y: 8243123.3219	Z: 1620.4380	∠ = 87		REVISADO POR:		A.C. R																																														
UBICACIÓN:		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		MzDio		CELDA:		M-17																																											
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES						CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																	
Familia de discontinuidades		Familia 1		Familia 2		Familia 3		Aleatoria		Resistencia de la roca intacta																																													
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	Picota R6	R5	R4	R3	R2	R1																																
		3 - 10 m	50	170	2	3 - 10 m	85	252	2	3 - 10 m	80	182	2	3 - 10 m	75	330	2	>250MPa (15)	100-250 Mpa (12)	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-5 (1)																																
Condición de discontinuidad	Persistencia	Lisa	1			Lisa	1			Lisa	1			Rugosa	5						4																																		
	Rugosidad	Lisa	1			Lisa	1			Lisa	1			Rugosa	5																																								
	Abertura	> 5 mm	0	5		> 5 mm	0	5		> 5 mm	0	7		> 5 mm	0	11					8																																		
	Relleno	Blando < 5 mm	1			Blando < 5 mm	1			Blando < 5 mm	1			Blando < 5 mm	1																																								
	Meteorización	Muy meteorizada	1			Muy meteorizada	1			Moder. meteorizada	3			Moder. meteorizada	3																																								
Espaciamiento (mm)		20.60		21.60		21.60		22.60		23.60																																													
Espaciamiento promedio (mm)		20		21.60		21.60		22.60		23.60																																													
Número total de juntas m3 (Jv)		20		20		20		20		20																																													
				Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)				49																																															
ESQUEMA						ESQUEMA						N°		BZ		DB		Tipo																																					
												P1	50	170	Jn	P2	50	171	Jn	P3	50	169	Jn	P4	50	172	Jn	P5	85	252	Jn	P6	85	253	Jn	P7	85	251	Jn	P8	80	182	Jn	P9	80	181	Jn	P10	80	183	Jn	P11	75	330	Jn
VALOR TOTAL RMR						VALOR TOTAL RMR						RMR		80-61		60-51		50-41		40-31		30-21		20-0																															
CALIDAD DE ROCA						CALIDAD DE ROCA						Buena		Buena		Regular A		Regular B		Mala A		Mala B		Muy Mala																															
TIPO DE ROCA						TIPO DE ROCA						2		3-A		3-B		4-A		4-B		5																																	
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)												1		RQD		49		2		Jn		12		3		Jr		3.0		4		Ja		2		5		Jw		1		6		SRF		2.5									
VALOR TOTAL Q DE BARTON												2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2																	
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS												Jn		Junta Natural		Vn		Venilla/Est		F		Falla		Ct		Contacto																													
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA												Vt		Veta		MzDio		Monzodiorita		Mz		Monzonita		Dio		Diorita																													
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)												1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(MF)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		Muy Pobre(P)		Muy Pobre(MP)		MF/P		4-B																									
ABREVIACION ESPACIAMIENTO												> 2 m		Ox		Oxido		0.6 - 2 m		Arc		Arcilla		200 - 600 mm		Py		Pirita		60 - 200 mm		Cz		Cuarzo		< 60 mm		Cl		Clorita															
OBSERVACIONES:																																																							





Anexos 2. 32. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-18.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:		Anexo 2.18																																																								
LABOR:		BP 756 E				NIVEL:		1615				EJECUTADO POR:		J. M. S																																																								
COORDENADAS:		X:	642837.0125	Y:	8243123.4332	Z:	1620.4974	∠ = 87		REVISADO POR:		A.C. R		FECHA:		17/10/2023																																																						
UBICACIÓN		VETA MARIELA				LITOLOGÍA:		MzDio				CELDA:		M-18																																																								
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES												CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																																																										
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			Resistencia de la roca intacta																																																								
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz	Db	Sistema Jn	Bz	Db	Sistema Jn	Bz	Db	Sistema Jn	Bz	Db	Puntuación	R6	R5	R4	R3	R2	R1																																																		
Condición de discontinuidad	Persistencia	3 - 10 m	85	265	3 - 10 m	79	192	3 - 10 m	75	10	3 - 10 m	82	270	8	>10 Mpa	4-10	2-4	1-2	Se prefiere UCS																																																			
	Rugosidad	Lisa	1		Lisa	1		Lisa	1		Lisa	1		8	>250MPa (15)	100-250 Mpa (12)	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-5 (1)																																																		
	Abertura	1 - 5 mm	1		1 - 5 mm	1		1 - 5 mm	1		1 - 5 mm	1		8	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN																																																		
	Relleno	Blando < 5 mm	1		Blando < 5 mm	1		Blando < 5 mm	1		Blando < 5 mm	1		8	90-100% (20)	75-90% (15)	50-75% (10)	25-50% (8)	<25% (5)																																																			
	Meteorización	Moder. meteorizada	3		Moder. meteorizada	3		Moder. meteorizada	3		Moder. meteorizada	3		8	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN	VALORACIÓN																																																		
Espaciamiento (mm)		20.60			21.60			22.60			23.60			Espaciamiento																																																								
Espaciamiento promedio (mm)		21.60																																																																				
Número total de juntas m3 (Jv)		21			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)						46			Condición de las discontinuidades																																																								
ESQUEMA																																																																						
DIP																																																																						
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		<table border="1"> <tr> <td>Jn</td> <td>Junta Natural</td> <td>Vn</td> <td>Venilla/Est</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>Falla</td> <td>Ct</td> <td>Contacto</td> </tr> </table>																		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto																																											
Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est																																																																			
F	Falla	Ct	Contacto																																																																			
ABREVIAC. TIPO DE ROCA		<table border="1"> <tr> <td>Vt</td> <td>Veta</td> <td>MzDio</td> <td>Monzodiorita</td> </tr> <tr> <td>Mz</td> <td>Monzontita</td> <td>Dio</td> <td>Diorita</td> </tr> </table>																		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzontita	Dio	Diorita																																											
Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita																																																																			
Mz	Monzontita	Dio	Diorita																																																																			
ABREVIAC. TIPO DE RELLENO		<table border="1"> <tr> <td>> 2 m</td> <td>Ox</td> <td>Oxido</td> </tr> <tr> <td>0.6 - 2 m</td> <td>Arc</td> <td>Arcilla</td> </tr> <tr> <td>200 - 600 mm</td> <td>Py</td> <td>Pirita</td> </tr> <tr> <td>60 - 200 mm</td> <td>Cz</td> <td>Cuarzo</td> </tr> <tr> <td>< 60 mm</td> <td>Cl</td> <td>Clorita</td> </tr> </table>																		> 2 m	Ox	Oxido	0.6 - 2 m	Arc	Arcilla	200 - 600 mm	Py	Pirita	60 - 200 mm	Cz	Cuarzo	< 60 mm	Cl	Clorita																																				
> 2 m	Ox	Oxido																																																																				
0.6 - 2 m	Arc	Arcilla																																																																				
200 - 600 mm	Py	Pirita																																																																				
60 - 200 mm	Cz	Cuarzo																																																																				
< 60 mm	Cl	Clorita																																																																				
VALOR TOTAL RMR		<table border="1"> <tr> <td>RMR</td> <td>80-61</td> <td>60-51</td> <td>50-41</td> <td>40 - 31</td> <td>30-21</td> <td>20 - 0</td> </tr> <tr> <td>CALIDAD DE ROCA</td> <td>Buena</td> <td>Regular A</td> <td>Regular B</td> <td>Mala A</td> <td>Mala B</td> <td>Muy Mala</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE ROCA</td> <td>2</td> <td>3-A</td> <td>3-B</td> <td>4-A</td> <td>4-B</td> <td>5</td> </tr> </table>																		RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0	CALIDAD DE ROCA	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala	TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5																														
RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0																																																																
CALIDAD DE ROCA	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala																																																																
TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5																																																																
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>RQD</td> <td>46</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Jn</td> <td>12</td> <td colspan="4">Número de Familias</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Jr</td> <td>3.0</td> <td colspan="4">Rugosidad</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Ja</td> <td>2</td> <td colspan="4">Alteración</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Jw</td> <td>1</td> <td colspan="4">Condición de Agua</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SRF</td> <td>2.5</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="7">VALOR TOTAL Q DE BARTON</td> <td colspan="2">2</td> </tr> </table>																		1	RQD	46					2	Jn	12	Número de Familias				3	Jr	3.0	Rugosidad				4	Ja	2	Alteración				5	Jw	1	Condición de Agua				6	SRF	2.5					VALOR TOTAL Q DE BARTON							2	
1	RQD	46																																																																				
2	Jn	12	Número de Familias																																																																			
3	Jr	3.0	Rugosidad																																																																			
4	Ja	2	Alteración																																																																			
5	Jw	1	Condición de Agua																																																																			
6	SRF	2.5																																																																				
VALOR TOTAL Q DE BARTON							2																																																															
VALOR TOTAL Q DE BARTON		<table border="1"> <tr> <td>Tipo de roca</td> <td>Extremadamente mala</td> <td>Muy mala</td> <td>Mala</td> <td>Media</td> <td>Buena</td> <td>Muy Buena</td> <td>Extremadamente Buena</td> <td>Mala</td> </tr> <tr> <td>Valor de Q</td> <td>0.01-0.1</td> <td>0.1-1</td> <td>1-4</td> <td>4-10</td> <td>10-40</td> <td>40-100</td> <td>100-400</td> <td></td> </tr> </table>																		Tipo de roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Mala	Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																		
Tipo de roca	Extremadamente mala	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena	Mala																																																														
Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400																																																															
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Estructura</td> <td>Levemente Fracturada(LF)</td> <td>Moderadamente Fracturada(F)</td> <td>Muy Fracturada(MF)</td> <td>Intensamente Fracturada(IF)</td> <td>MF/P</td> <td>4-B</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Condiciones</td> <td>Buena(B)</td> <td>Regular'R'</td> <td>Pobre(P)</td> <td>Muy Pobre(MP)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																		1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	MF/P	4-B	2	Condiciones	Buena(B)	Regular'R'	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)																																					
1	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	Muy Fracturada(MF)	Intensamente Fracturada(IF)	MF/P	4-B																																																															
2	Condiciones	Buena(B)	Regular'R'	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)																																																																	
OBSERVACIONES:																																																																						

Anexos 2. 33. Resultados de Clasificación Geomecánica del mapeo Geomecánico estación M-19.

UNIDAD:		Esperanza - Zona Aurora				EMPRESA:		Ingeniería y Tecnología WISE				HOJA:	Anexo 2.19														
LABOR:		VE 748 W				NIVEL:		1615				FECHA:	17/10/2023														
COORDENADAS:		X: 642752.2452	Y: 8243060.9690	Z: 1619.9304	≤ 290	REVISADO POR:		A.C. R				CELDA:	M-19														
UBICACIÓN		VETA MARIELA				LITOLOGIA:		Mz																			
CONDICIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES											CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																
Familia de discontinuidades		Familia 1			Familia 2			Familia 3			Aleatoria			1	Resistencia de la roca intacta		Pícala	R6	R5	R4	R3	R2	R1				
Buzamiento y dirección de buzamiento (Bz/ DBz)		Sistema Jn	Bz 78	Db 270	Falla	Bz 42	Db 210	Sistema Jn	Bz 57	Db 155	Sistema Jn	Bz 61	Db 10		Is(50)	>10 Mpa	4-10	50-100MPa (7)	25-50 (4)	5-25 (2)	1-2	Se prefiere UCS					
Condición de discontinuidad	Persistencia	1 - 3 m			10 - 20 m			1 - 3 m			> 20 m			VALORACIÓN				4									
	Rugosidad	Pulida			Rugosa			Rugosa			Rugosa			VALORACIÓN		90-100% (20)		75-90% (15)		50-75% (10)		25-50% (8)		<25% (5)			
	Abertura	1 - 5 mm			0.1 - 1.0 mm			0.1 - 1.0 mm			0.1 - 1.0 mm			VALORACIÓN				10									
	Relleno	Blando < 5 mm			Duro < 5 mm			Duro < 5 mm			Duro < 5 mm			VALORACIÓN				> 2 m (20)		0.6 - 2 m (15)		200 - 600 mm (10)		60 - 200 mm (8)		< 60 mm (5)	
	Meteorización	Moder. meteorizada			Moder. meteorizada			Muy meteorizada			Lig. meteorizada			VALORACIÓN						8							
Espaciamiento (mm)		200.00			160.00			130.00			175.00			VALORACIÓN													
Espaciamiento promedio (mm)		166.25											VALORACIÓN														
Número total de juntas m3 (Jv)		14			Porcentaje de RQD (Según Palmstrom, 1982)			69			69			VALORACIÓN													
ESQUEMA													VALORACIÓN														
ESQUEMA													VALORACIÓN														
DIP		<p>mean=60.3846 s.d.=20.4111 min=1 max=89</p>											VALORACIÓN														
ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS		Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est	F	Falla	Ct	Contacto	VALORACIÓN																	
ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA		Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita	Mz	Monzonita	Dio	Diorita	VALORACIÓN																	
ABREVIACION ESPACIAMIENTO		> 2 m		Ox	Oxido	0.6 - 2 m		Arc	Arcilla	200 - 600 mm		Py	Pirita	60 - 200 mm		Cz	Cuarzo	< 60 mm		Cl	Clorita						
CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)		RMR		80-61		60-51		50-41		40-31		30-21		20-0		VALORACIÓN											
CLASIFICACIÓN Q (ROCK TUNNELING QUALITY INDEX, BARTON 1974)		CALIDAD DE ROCA		Buena		Regular A		Regular B		Mala A		Mala B		Muy Mala		VALORACIÓN											
CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)		TIPO DE ROCA		2		3-A		3-B		4-A		4-B		5		VALORACIÓN											
OBSERVACIONES:		1		Estructura		Levemente Fracturada(LF)		Moderadamente Fracturada(F)		Muy Fracturada(MF)		Intensamente Fracturada(IF)		F/P		4-A											
OBSERVACIONES:		2		Condiciones		Buena(B)		Regular*R*		Pobre(P)		Muy Pobre(MP)															

Anexos 2. 34. Resultados de Clasificación Geomecánica general del mapeo geomecánico.

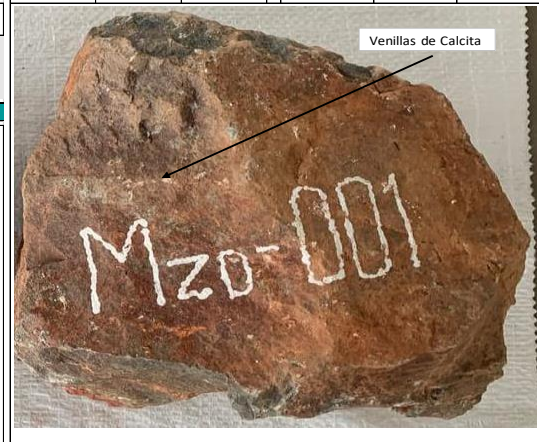
  																							
UNIDAD: MINA CROACIA					EMPRESA: Ingeniería y Tecnología WISE					HOJA: 3.00 pm													
LABOR: Mariela					NIVEL: 1665		EJECUTADO POR: J. M. S			FECHA: 23/10/2023													
COORDENADAS: X:					Z:		REVISADO POR: A.C. R																
UBICACIÓN					Ángulo de Labor:			LITOLOGÍA: Diorita y Monzodiorita															
ESTACIONES																							
CLASIFICACIÓN RMR (ROCK MASS RATING, BIENIAWSKI, 1989)																							
Celda	Coordenadas			Litología	UG	RMR	Labor	Ángulo de Labor	ABACO		RMR CORREGIDO		Parámetros Geomecánicos		Observación								
	X	Y	Z						MPa	R	Q	GSI	Tipo de roca	Extremadamente mala		Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy Buena	Extremadamente Buena		
M-1	642713.7517	8243075.7229	1619.8910	DIO	CT	52	∠ = 99	99	55	4	47	6	F/R	Valor de Q	0.01-0.1	0.1-1	1-4	4-10	10-40	40-100	100-400		
M-2	642725.1448	8243073.9588	1619.9482	DIO ALT	CT	44	∠ = 99	99	49	3	39	4	F/P	CLASIFICACIÓN GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX, HOEK - KAISER, 2004)									
M-2	642725.1448	8243073.9588	1619.9482	DIO ALT	CT	44	∠ = 99	99	30	3	39	4	F/P										
M-3	642730.0467	8243077.2021	1619.8511	MZDIO	CT	47	∠ = 99	99	51	4	42	5	F/R	Estructura	Levemente Fracturada(LF)	Moderadamente Fracturada(F)	y Fracturada(M)	Intensamente Fracturada(IF)					
M-4	642732.8077	8243072.8270	1620.2123	MZDIO	CT	37	∠ = 99	99	45	3	32	3	F/P	Malla	Condiciones	Buena(B)	Regular*R*	Pobre(P)	Muy Pobre(MP)				
M-5	642750.1830	8243074.1641	1620.1345	MZDIO	CT	59	∠ = 40	40	40	3	54	5	LF/P	RESUMEN DE RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA									
M-6	642766.9269	8243091.3327	1620.1494	MZDIO	CT	42	∠ = 68	68	36	3	37	3	F/P	RMR	80-61	60-51	50-41	40 - 31	30-21	20 - 0			
M-7	642756.0924	8243086.4250	1620.0486	MZDIO	CT	57	∠ = 16	16	77	4	52	5	F/R	CALIDAD DE ROCA	Buena	Regular A	Regular B	Mala A	Mala B	Muy Mala			
M-8	642779.7758	8243096.2699	1620.1682	MZ	CT	44	∠ = 68	68	33	3	39	5	F/P	TIPO DE ROCA	2	3-A	3-B	4-A	4-B	5			
M-9	642789.0264	8243100.1931	1620.1332	MZDIO ALT	CT	44	∠ = 68	68	40	3	39	5	F/P										
M-10	642796.0252	8243102.8440	1620.2651	VETA	VETA	22	∠ = 68	68	VETA			2	IF/MP	Falla/Aurora									
M-11	642802.4431	8243105.4851	1620.2173	DIO ALT	CT	35	∠ = 56	56	48	3	30	2	MF/P	ABREVIAC. TIPO DE ESTRUCTURAS									
M-12	642813.0087	8243112.3739	1620.2260	DIO ALT	CT	38	∠ = 56	56	52	4	33	2	MF/R	Jn	Junta Natural	Vn	Venilla/Est						
M-13	642819.1266	8243120.6029	1620.4688	DIO ALT	VETA	33	∠ = 9	9	32	3	28	2	MF/P	F	Falla	Ct	Contacto						
M-14	642818.5579	8243119.3955	1620.4717	DIO ALT	CT	33	∠ = 56	56	42	3	28	2	MF/P	ABREVIACIÓN DE TIPO DE ROCA									
M-15	642820.4253	8243132.9944	1620.6818	MZDIO + cuarzo	VETA	30	∠ = 338	338	43	3	25	2	MF/P	Zona Alterada	Vt	Veta	MzDio	Monzodiorita					
M-16	642815.6742	8243137.5251	1620.3013	SED/F. MOQUEGUA	CP	18	∠ = 338	338				1	IF/MP	Formacion Moquegua	Mz	Monzonita	Dio	Diorita					
M-17	642832.7914	8243123.3219	1620.4380	MZDIO	CT	30	∠ = 87	87	33	3	25	2	MF/P										
M-18	642837.0125	8243123.4332	1620.4974	MZDIO	CT	30	∠ = 87	87	35	3	25	2	MF/P										
M-19	642752.2452	8243060.9690	1619.9304	MZ	CT	45	∠ = 290	290	50	3	40	3	F/P										

ANEXO 3

DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE MUESTRAS DE SONDAJES

Anexos 3. 35. Descripción geotécnica de muestras de sondajes MZD-001.

PROYECTO:		Mina Esperanza		ID MUESTRA:	MZD-001		ALTURA(cm)	20		DESCRITO POR:	Albert Carhuapoma Rivas	
ZONA		Aurora		COTA	1615		LONGITUD(cm)	20		FECHA:	10/11/2023	
VETA		Maríaela		PROFUNDIDAD(m)	385		ANCHO(cm)	20		FIGURA DEL BLOQUE - MZD - 001		
TIPO ENSAYO GEOTÉCNICO			Uniaxial		Corte Directo		Tracción Indirecta		Carga Puntual			
			Triaxial	X	Propiedades F.		Constantes Elásticas		Otro			
DESCRIPCIÓN UNIDAD GEOTÉCNICA			Unidad Litológica:		Roca Ignea	Tipo Litológico:	Caja Techo	Monzodiorita Alterada				
			Alteración:		Moderadamente alterada Clorita+ - Hem+							
DESCRIPCIÓN MUESTRA						OBSERVACIONES						
Textura Unidad Litológica						<p>Monzodiorita roca ígnea intrusiva de grano grueso (0.5cm), es decir se cristalizó en la profundidad. Principalmente contiene Plagioclasa (aprox.75)%, en menor cantidades feldespatos alcalinos(aprox. 15%) y Cuarzo(aprox.7%).</p> <p>Esta roca contiene cantidades mínimas de hornblenda, biotita(aprox. 5%) y otros minerales accesorios.</p>						
Fanerítica	X	Brechosa		Masiva								
Afanítica		Vesicular		Foliada								
Profídica		Amigdaloidal		Esquistosa								
Holocristalina		Detritica		Cornéana								
Holohialina		Traquitoidal		Cataclástica								
Hipocristalina		Laminada		Milonítica								
Pegmatítica		Bandeada		Otra:								
Matriz Roca			Fábrica de Unidad Litológica									
Hidrotermal		Grano soportada		Equigranular	X							
Feldespatos	X	Matriz Soportada		Inequigranular								
Otra:		Imbricación		Otra (especificar)								
Tamaño Grano (cm)		Selección de Grano		Cemento Roca								
Mínimo	0.05	Buena	X	Calcita								
Máximo	1	Moderada		Cuarzo	X							
Moda	0.525	Mala		Otro								
Descripción de Discontinuidades												
Parámetro	Disc. 1	Disc. 2	Disc. 3	Disc. 4	Disc. 5							
Tipo	Vn											
Espesor (cm)	<5cm											
Rugosidad	Lig. Rugosa											
Relleno Disc.	Duro <5mm											
Condición Paredes	Lig Alt											
Relleno Halo	Calcita											
Espesor Halo (cm)	<0.1cn											
Ángulo c/r al Eje (°)	variable											
Redondeamiento y esfericidad												
Redondeamiento												
E												
S												
F												
E												
R												
I												
C												
I												
D												
A												
D												
Tipo Litológico		Litología										
Tipo Litológico	Abrev.	Unidad Litológica	Abrev.									
Rocas Sedimentarias	S.	MONZODIORITA	MZD									
Rocas ígneas intrusiva	I.											
Rocas Volcánicas /	V.											
Sub Volcánicas	SbV.											
Rocas Metamórficas	M.											
Ver Tabla de Códigos												
Rugosidad		Relleno										
Tipo	Cod.	Tipo	Cód									
Escalonada, rugosa e irregular	1	Calcita	Ca									
Escalonada lisa	2											
Escalonada pulida	3											
Ondulosa rugosa	4											
Ondulada Liza	5											
Ondulosa Pulida	6											
Plana rugosa	7											
Plana lisa	8											
Plana pulida	9											
Ver tabla de códigos												
Alteración		Condición Paredes										
Tipo de Alteración	Abrev.	Tipo	Cód.									
Propilitizacion (Clorita++)	PROP	No alterada	NA									
		Levemente alterada	LA									
		Moderadamente alterada	MA									
		Altamente alterada	AA									
		Completamente alterada	CA									
Tipo de Discontinuidad												
Tipo	Cód											
Diaclasa	D											
Venilla	VN											
Vetilla	V											
Contacto Litológico	CL											
Estratificación	E											
Dique	D											
No presenta	NP											



CARTILLA DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE MUESTRAS DE SONDAJES

Anexos 3. 36. Descripción geotécnica de muestras de sondajes MZD-002.

PROYECTO:		Mina Esperanza		ID MUESTRA:	MZD-002		ALTURA(cm)	20		DESCRITO POR:	Albert Carhuapoma Rivas		
ZONA		Aurora		COTA	1615		LONGITUD(cm)	20		FECHA:	10/11/2023		
VETA		Mariela		PROFUNDIDAD(m)	385		ANCHO(cm)	20		FIGURA DEL BLOQUE - MZD - 002			
TIPO ENSAYO GEOTÉCNICO		Uniaxial	X	Corte Directo			Tracción Indirecta		Carga Puntual				
		Triaxial		Propiedades F.			Constantes Elásticas		Otro				
DESCRIPCIÓN UNIDAD GEOTÉCNICA		Unidad Litológica:		Roca ígnea		Tipo Litológico:	Caja Techo		Monzodiorita Alterada				
		Alteración:		Moderadamente alterada Clorita+ - Hem+									
DESCRIPCIÓN MUESTRA						OBSERVACIONES							
Textura Unidad Litológica						<p>Monzodiorita roca ígnea intrusiva de grano grueso (0.5cm), es decir se cristalizó en la profundidad, Principalmente contiene Plagioclasa (aprox.76)%, en menor cantidades feldespatos alcalinos(aprox.14%) y Cuarzo(aprox.7%).</p> <p>Esta roca contiene cantidades mínimas de hornblenda, biotita(aprox. 4%) y otros minerales accesorios.</p>							
Fanerítica													
Afanítica													
Profídica													
Holocristalina													
Holoalialina													
Hipocristalina													
Pegmatítica													
Matriz Roca													
Fábrica de Unidad Litológica													
Hidrotermal													
Feldespatos													
Otra:													
Tamaño Grano (cm)		Pob. 1	Pob. 2	Selección de Grano		Cemento Roca							
Mínimo		0.05		Buena		Calcita							
Máximo		1		Moderada		Cuarzo		x					
Moda		0.525		Mala		Otro							
Descripción de Discontinuidades													
Parámetro		Disc. 1	Disc. 2	Disc. 3	Disc. 4	Disc. 5							
Tipo		Vn											
Espesor (cm)		<5cm											
Rugosidad		Lig. Rugosa											
Relleno Disc.		Duro <5mm											
Condición Paredes		Lig Alt											
Relleno Halo		Calcita											
Espesor Halo (cm)		<0.1cn											
Ángulo c/r al Eje (°)		variable											
Redondeamiento y esfericidad													
Redondeamiento													
E	S	F	E	R	I	C	I	D	A	D			
Tipo Litológico						Litología							
Tipo Litológico		Abrev.		Unidad Litológica		Abrev.							
Rocas Sedimentarias		S.		MONZODIORITA		MZD							
Rocas ígneas intrusiva		I.											
Rocas Volcánicas /		V.											
Sub Volcánicas		SbV.											
Rocas Metamórficas		M.											
Ver Tabla de Códigos													
Rugosidad						Relleno							
Tipo		Cod.		Tipo		Cód							
Escalonada, rugosa e irregular		1		Calcita		Ca							
Escalonada lisa		2											
Escalonada pulida		3											
Ondulosa rugosa		4											
Ondulada Liza		5											
Ondulosa Pulida		6											
Plana rugosa		7											
Plana lisa		8											
Plana pulida		9											
Ver tabla de códigos													
Condición Paredes													
Tipo		Cód.		Tipo		Cód.							
No alterada		NA		Venilla		VN							
Levemente alterada		LA		Venilla		V							
Moderadamente alterada		MA		Contacto Litológico		CL							
Altamente alterada		AA		Estratificación		E							
Completamente alterada		CA		Dique		D							
				No presenta		NP							



Venillas de Calcita - Clorita

Anexos 3. 37. Descripción geotécnica de muestras de sondajes MZD-003.

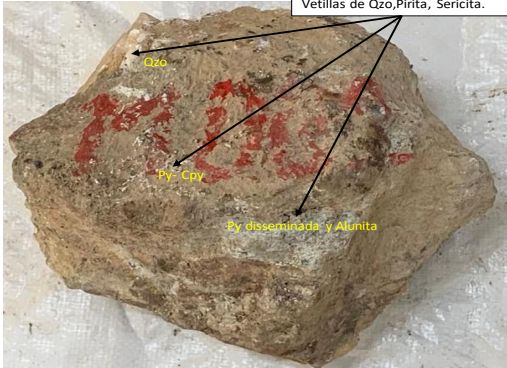
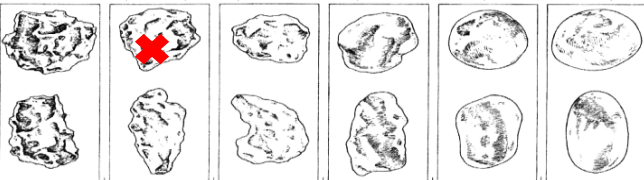
PROYECTO:		Mina Esperanza		ID MUESTRA:	MZD-003		ALTURA(cm)	20		DESCRITO POR:	Albert Carhuapoma Rivas	
ZONA		Aurora		COTA	1615		LONGITUD(cm)	20		FECHA:		
VETA		Mariela		PROFUNDIDAD(m)	385		ANCHO(cm)	20		10/11/2023		
TIPO ENSAYO GEOTÉCNICO		Uniaxial		Corte Directo	X		Tracción Indirecta		Carga Puntual			
		Triaxial		Propiedades F.			Constantes Elásticas		Otro			
DESCRIPCIÓN UNIDAD GEOTÉCNICA		Unidad Litológica:		Roca Ignea		Tipo Litológico:	Caja Techo		Monzodiorita Alterada			
		Alteración:		Moderadamente alterada Clorita+ - Hem+								
DESCRIPCIÓN MUESTRA						OBSERVACIONES						
Textura Unidad Litológica						<p>Monzodiorita roca ígnea intrusiva de grano grueso (0.5cm), es decir se cristalizó en la profundidad, Principalmente contiene Plagioclasa (aprox.77)%, en menor cantidades feldespatos alcalinos(aprox.13%) y Cuarzo(aprox.5%).</p> <p>Esta roca contiene cantidades mínimas de hornblenda, biotita(aprox. 5%) y otros minerales accesorios.</p>						
Fanerítica	x		Brechosa									
Afanítica			Vesicular			Foliada						
Profídica			Amigdaloidal			Esquistosa						
Holocristalina			Detrítica			Cornéana						
Holohialina			Traquitoidal			Cataclástica						
Hipocristalina			Laminada			Milonítica						
Pegmatítica			Bandeada			Otra:						
Matriz Roca			Fábrica de Unidad Litológica									
Hidrotermal			Grano soportada			Equigranular	x					
Feldespatos	x		Matriz Soportada			Inequigranular						
Otra:			Imbricación			Otra (especificar)						
Tamaño Grano (cm)		Pob. 1	Pob. 2	Selección de Grano		Cemento Roca						
Mínimo	0.05			Buena			Calcita					
Máximo	0.7			Moderada	x		Cuarzo					
Moda	0.375			Mala			Otro					
Descripción de Discontinuidades												
Parámetro	Disc. 1	Disc. 2	Disc. 3	Disc. 4	Disc. 5							
Tipo	Vn											
Espesor (cm)	<5cm											
Rugosidad	Lig. Rugosa											
Relleno Disc.	Duro <5mm											
Condición Paredes	Lig Alt											
Relleno Halo	Calcita											
Espesor Halo (cm)	<0.1cn											
Ángulo c/r al Eje (*)	variable											
Redondeamiento y esfericidad												
Redondeamiento												
E												
S												
F												
E												
R												
I												
C												
D												
A												
D												
Tipo Litológico						Litología						
Tipo Litológico		Abrev.		Unidad Litológica		Abrev.						
Rocas Sedimentarias		S.		MONZODIORITA		MZD						
Rocas ígneas intrusiva		I.										
Rocas Volcánicas /		V.										
Sub Volcánicas		SBV.										
Rocas Metamórficas		M.										
Ver Tabla de Códigos												
Rugosidad						Relleno						
Tipo		Cod.		Tipo		Cód						
Escalonada, rugosa e irregular		1		Calcita		Ca						
Escalonada lisa		2										
Escalonada pulida		3										
Ondulosa rugosa		4										
Ondulada Liza		5										
Ondulosa Pulida		6										
Plana rugosa		7										
Plana lisa		8										
Plana pulida		9										
Ver tabla de códigos												
Alteración						Condición Paredes						
Tipo de Alteración		Abrev.		Tipo		Cód.						
Propilitización		Prop		No alterada		NA						
Oxidación+		Ox		Levemente alterada		LA						
Hematización+		Hem		Moderadamente alterada		MA						
				Altamente alterada		AA						
				Completamente alterada		CA						
Tipo de Discontinuidad						Rugosidad						
Tipo		Cód		Tipo		Cód.						
Diaclasa		D		Escalonada, rugosa e irregular		1						
Venilla		VN		Escalonada lisa		2						
Vetilla		V		Escalonada pulida		3						
Contacto Litológico		CL		Ondulosa rugosa		4						
Estratificación		E		Ondulada Liza		5						
Dique		D		Ondulosa Pulida		6						
No presenta		NP		Plana rugosa		7						
				Plana lisa		8						
				Plana pulida		9						



CARTILLA DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE MUESTRAS DE SONDAJES

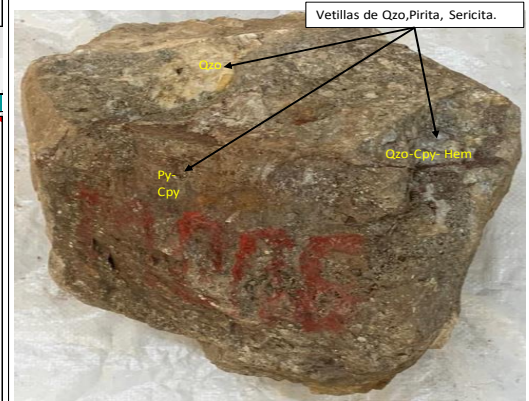


Anexos 3. 38. Descripción geotécnica de muestras de sondajes M-005.

PROYECTO:		Mina Esperanza		ID MUESTRA:	M-002		ALTURA(cm)	20		DESCRITO POR:	Albert Carhuapoma Rivas						
ZONA		Aurora		COTA	1615		LONGITUD(cm)	20		FECHA:							
VETA		Mariela		PROFUNDIDAD(m)	385		ANCHO(cm)	20		12/11/2023							
TIPO ENSAYO GEOTÉCNICO		Uniaxial		Corte Directo	X		Tracción Indirecta		Carga Puntual								
		Triaxial		Propiedades F.			Constantes Elásticas		Otro								
DESCRIPCIÓN UNIDAD GEOTÉCNICA		Unidad Litológica: Roca Ignea		Tipo Litológico: Veta		Mineral Veta											
		Alteración: Hidrotermal moderada - Hematización - Oxidación															
DESCRIPCIÓN MUESTRA						OBSERVACIONES											
Textura Unidad Litológica						<p>Veta de minerales de Cuarzo(Qzo), sulfuros Pirita(Py) y Chalcopirita(Cpy) con diseminaciones de Oro con alteraciones Hematíticas y Oxidaciones.</p> 											
Fanerítica																	
Afanítica																	
Profídica																	
Holocristalina																	
Holohialina																	
Hipocristalina																	
Pegmatítica																	
Bandeada																	
Otra:																	
Matriz Roca			Fábrica de Unidad Litológica														
Hidrotermal			x	Grano soportada		Equigranular		x									
Feldespatos				Matriz Soportada		Inequigranular											
Otra:				Imbricación		Otra (especificar)											
Tamaño Grano (cm)		Pob. 1	Pob. 2	Selección de Grano		Cemento Roca											
Mínimo		0.05		Buena		Calcita		x									
Máximo		1		Moderada		Cuarzo		x									
Moda		0.525		Mala		Otro											
Descripción de Discontinuidades						Tipo Litológico				Alteración				Condición Paredes			
Parámetro		Disc. 1	Disc. 2	Disc. 3	Disc. 4	Disc. 5	Tipo Litológico	Abrev.	Unidad Litológica	Abrev.	Tipo de Alteración	Abrev.	Tipo	Cód.			
Tipo		V	Vn				Yacimiento tipo Cordillera	C.	Veta Oro	V.O.	Hidrotermal	Hidro.	No alterada	NA			
Espesor (cm)		>5cm	<5cm				Veta Hidrotermal Mesoterm	VM.					Levemente alterada	LA			
Rugosidad		Rugosa	Rugosa				Yacimiento tipo Porfido	P.					Moderadamente alterada	MA			
Relleno Disc.		Duro >5mm	Duro <5mm				Yacimiento tipo MVT	MVT.					Altamente alterada	AA			
Condición Paredes		Mod. Alt	Mod. Alt				Yacimiento tipo Skarn	Skarn.					Completamente alterada	CA			
Relleno Halo		Qzo	Py				Ver Tabla de Códigos										
Espesor Halo (cm)		<0.2cm	<0.2cm														
Ángulo c/r al Eje (*)		Variable	Variable														
Redondeamiento y esfericidad						Rugosidad				Relleno		Tipo de Discontinuidad					
Redondeamiento						Tipo		Cod.		Tipo		Cód					
						Escalonada, rugosa e irregular		1		Cuarzo		Qzo		Diaclasa		D	
						Escalonada lisa		2		Pirita		Py		Venilla		VN	
						Escalonada pulida		3						Vetilla		V	
						Ondulosa rugosa		4						Contacto Litológico		CL	
						Ondulada Liza		5						Estratificación		E	
						Ondulosa Pulida		6						Dique		D	
						Plana rugosa		7						No presenta		NP	
						Plana lisa		8									
						Plana pulida		9									

Anexos 3. 39. Descripción geotécnica de muestras de sondajes M-006.

PROYECTO:		Mina Esperanza		ID MUESTRA:	M-006		ALTURA(cm)	20		DESCRITO POR:	Albert Carhuapoma Rivas		
ZONA		Aurora		COTA	1615		LONGITUD(cm)	20		FECHA:		12/11/2023	
VETA		Mariela		PROFUNDIDAD(m)	385		ANCHO(cm)	20		FIGURA DEL BLOQUE - M - 006			
TIPO ENSAYO GEOTÉCNICO		Uniaxial		Corte Directo			Tracción Indirecta		Carga Puntual				
		Triaxial	X	Propiedades F.			Constantes Elásticas		Otro				
DESCRIPCIÓN UNIDAD GEOTÉCNICA		Unidad Litológica: Roca Ignea			Tipo Litológico: Veta		Mineral Veta						
		Alteración: Hidrotermal moderada - Hematización - Oxidación											
DESCRIPCIÓN MUESTRA						OBSERVACIONES							
Textura Unidad Litológica						Veta de minerales de Cuarzo(Qzo), sulfuros Pirita(Py) y Chalcopirita(Cpy) con diseminaciones de Oro con alteraciones Hematíticas y Oxidaciones.							
Fanerítica		Brechosa		Masiva	x								
Afanítica		Vesicular		Foliada									
Profídica		Amigdaloidal		Esquistosa									
Holocristalina		Detritica		Cornéana									
Holohialina		Traquitoidal		Cataclástica									
Hipocristalina		Laminada		Milonítica									
Pegmatítica		Bandeada		Otra:									
Matriz Roca			Fábrica de Unidad Litológica										
Hidrotermal	x	Grano soportada		Equigranular	x								
Feldespatos		Matriz Soportada		Inequigranular									
Otra:		Imbricación		Otra (especificar)									
Tamaño Grano (cm)		Pob. 1	Pob. 2	Selección de Grano		Cemento Roca							
Mínimo	0.05		Buena		Calcita								
Máximo	0.9		Moderada	x	Cuarzo		x						
Moda	0.475		Mala		Otro								
Descripción de Discontinuidades						Tipo Litológico		Litología		Alteración		Condición Paredes	
Parámetro	Disc. 1	Disc. 2	Disc. 3	Disc. 4	Disc. 5	Tipo Litológico	Abrev.	Unidad Litológica	Abrev.	Tipo de Alteración	Abrev.	Tipo	Cód.
Tipo	V	Vn				Yacimiento tipo Cordillera	C.			Hidrotermal	Hidro.	No alterada	NA
Espesor (cm)	>5cm	<5cm				Veta Hidrotermal Mesoterm	VM.	Veta Oro	V.O.			Levemente alterada	LA
Rugosidad	Rugosa	Rugosa				Yacimiento tipo Porfíco	P.					Moderadamente alterada	MA
Relleno Disc.	Duro >5mm	Duro <5mm				Yacimiento tipo MVT	MVT.					Altamente alterada	AA
Condición Paredes	Mod. Alt	Mod. Alt				Yacimiento tipo Skarn	Skarn.					Completamente alterada	CA
Relleno Halo	Qzo	Py				Ver Tabla de Códigos							
Espesor Halo (cm)	<0.2cm	<0.2cm				Rugosidad		Relleno		Tipo de Discontinuidad			
Ángulo c/fr al Eje (°)	Variable	Variable				Tipo	Cod.	Tipo	Cód	Diaclasa	D		
Redondeamiento y esfericidad						Escalonada, rugosa e irregular		Cuarzo		Venilla			
Redondeamiento						Escalonada lisa		Pirita		Vetilla			
E S F E R I C I D A D						Escalonada pulida				Contacto Litológico			
						Ondulosa rugosa				Estratificación			
						Ondulada liza				Dique			
						Ondulosa Pulida				No presenta			
						Plana rugosa							
						Plana lisa							
						Plana pulida							

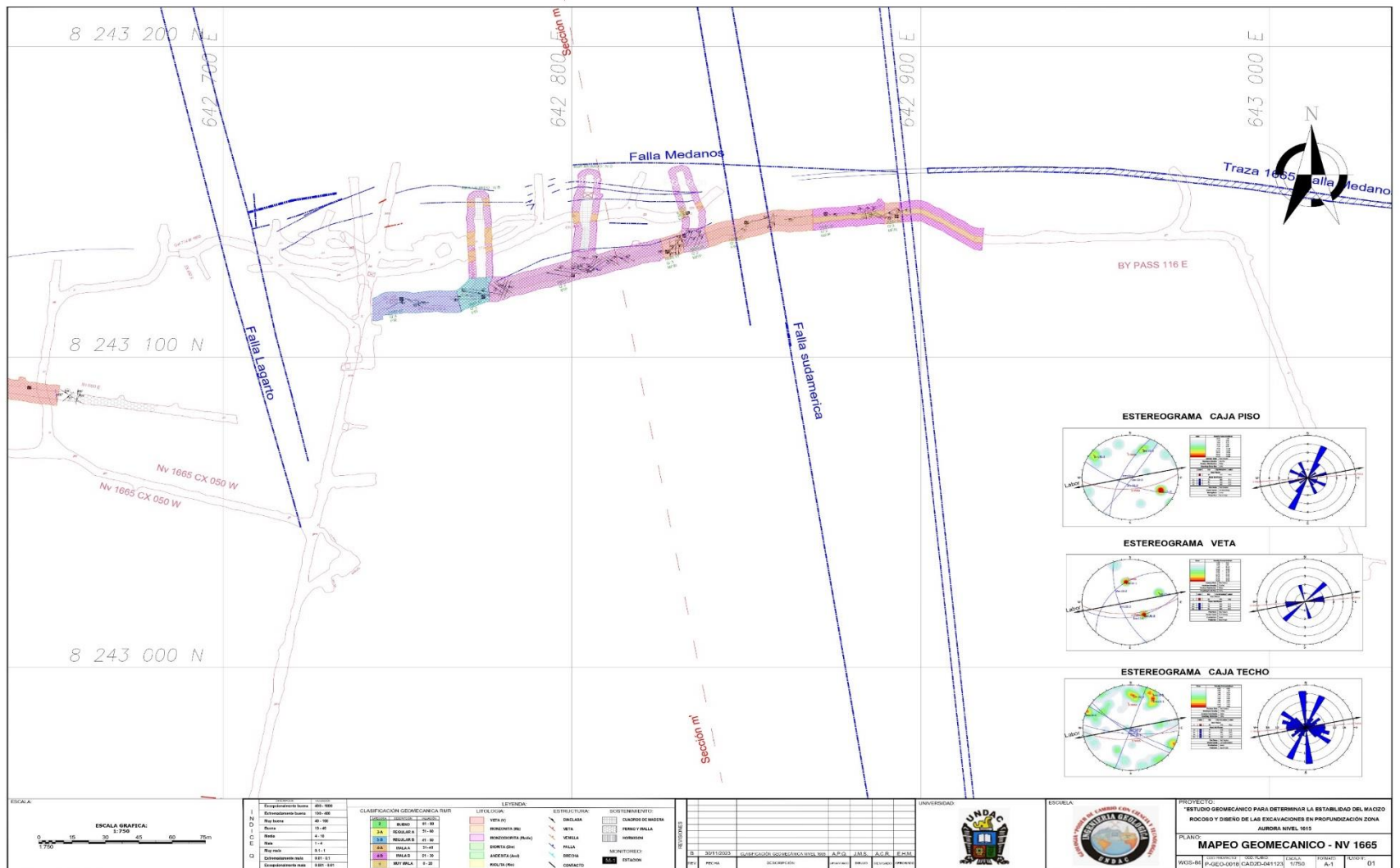


ANEXO 4

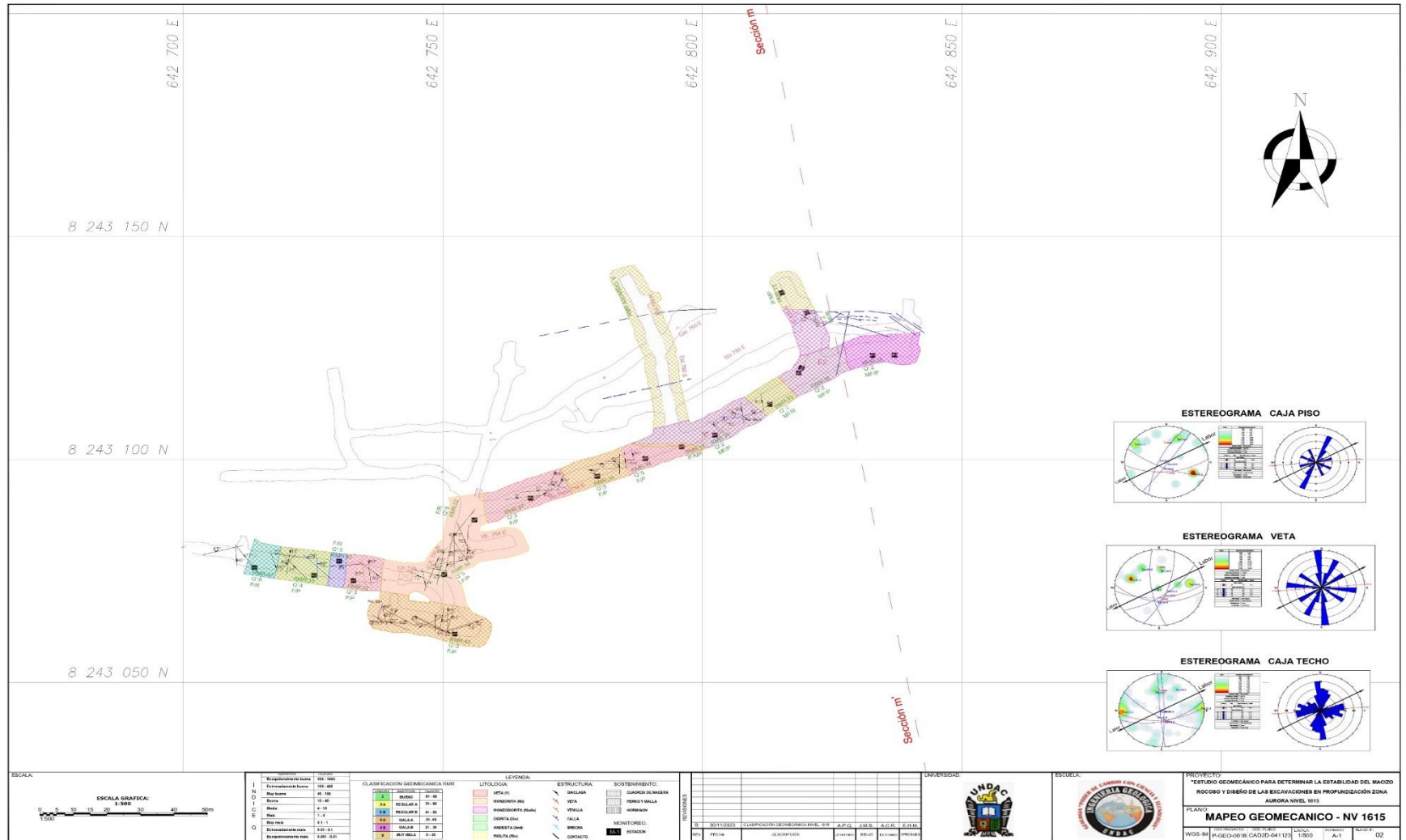
PLANOS GEOMECÁNICOS NIVEL 1665 -1615

VETA MARIELA

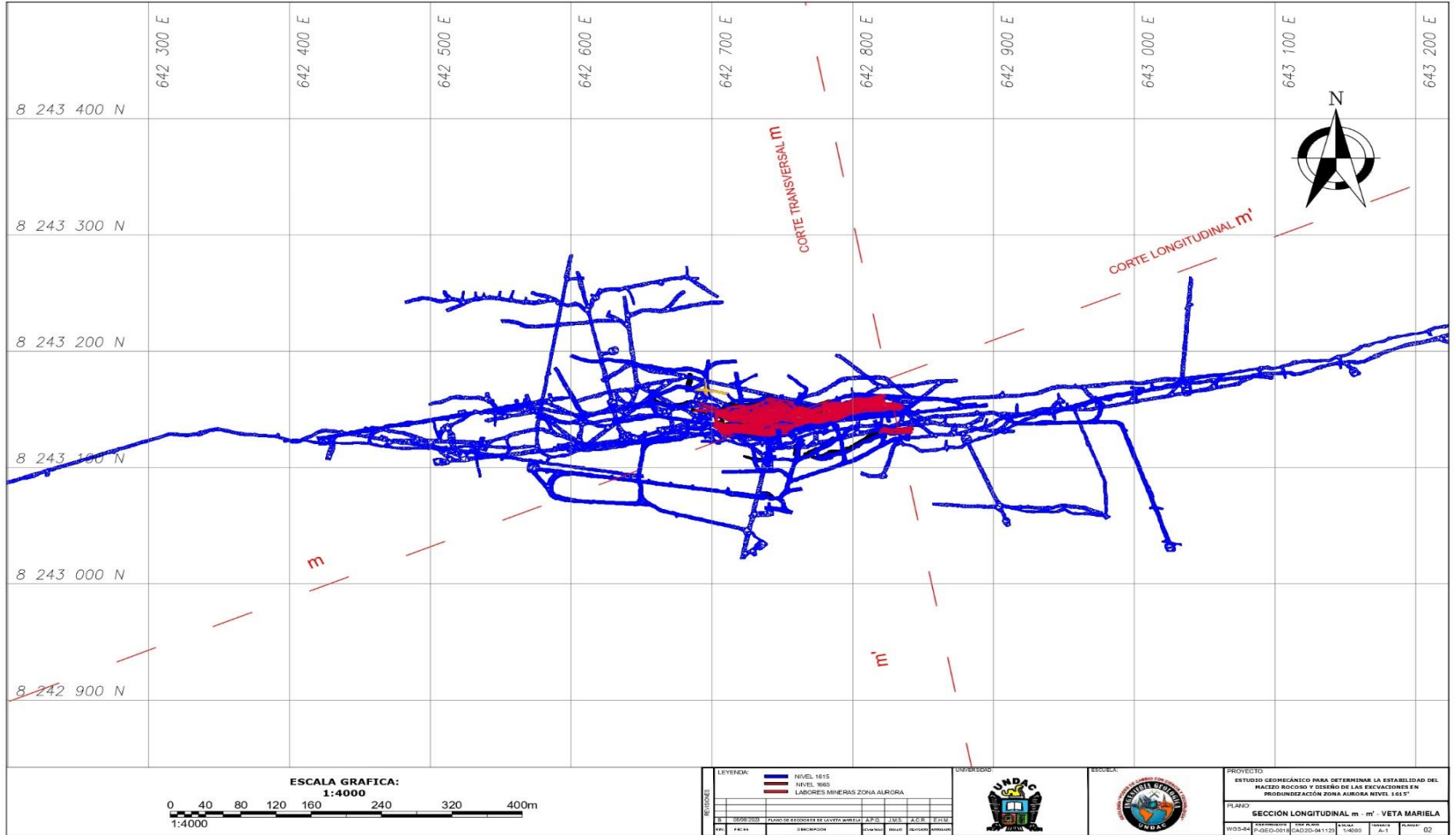
Anexos 4. 40. Plano Geomecánico Nivel 1665 Veta – Mariela.



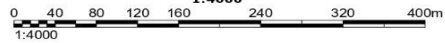
Anexos 4. 41. Plano Geomecánico Nivel 1615 Veta – Mariela.



Anexos 5. 42. Sección Longitudinal m-m' – Veta Mariela.



ESCALA GRAFICA:
1:4000



LEYENDA: NIVEL 1615 NIVEL 1605 LABORES MINERAS ZONA AURORA	UNIVERSIDAD 		INSTITUTO 		PROYECTO ESTUDIO GEOMECÁNICO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DEL PACES ROCIÑO Y DISEÑO DE LAS EXCAVACIONES EN PROFUNDIZACIÓN ZONA AURORA NIVEL 1615
	FECHA: 05/05/2010	LUGAR DE EJECUCIÓN DE LA VETA MARIELA A.P.O. JULIÉ A.G.S.			PLANO SECCIÓN LONGITUDINAL m - m' - VETA MARIELA
ELABORADO POR: P-02/01/01	REVISADO POR: CAD20-04/122	ESCALA: 1:4000	HOJA: A-1	TOTAL: 02	