UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia

CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA

TESIS

Presentado por:

Bach. Juan Diego Villanueva Arotinco

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO – GEOTÉCNICO

Tacna-Perú
2023

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Faculta de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica–Geotecnia

HOJA DE JURADO

TESIS

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

Presentado por el bachiller Juan Diego Villanueva Arotinco
Para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo-Geotécnico

Tesis sustentada y aprobada el 07 de julio del 2023 (RF N°398-23-FIAG/UNJBG) con el siguiente jurado:

Presidente : _____
MSc. Ing. CONRADO GABINO BEDOYA JAÉN

Miembro – Secretario : _____
M Ing. PIO ANGEL COILA VALDEZ

Miembro : _____
M.Sc. Ing. GINA MACKLINA CHAMBI TAPAHUASCO

Asesor de Tesis : _____
Mgr. Ing. FREDY CLETO CABRERA OLIVERA

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **FREDY CLETO CABRERA OLIVERA** en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 172-2020-FIAG/UNJBG de la tesis titulada: **"Caracterización Tecnológica y Geomecánica de la Formación Huayllillas Para Fines de Uso Ornamental en la Ciudad de Tacna"** presentado por el **Bach Juan Diego Villanueva Arotinco** para optar el título de **Ingeniero Geólogo Geotécnico.**

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **SEIS POR CIENTO. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la (tesis/monografía/trabajo/informe) tesis está de acuerdo al nivel **PERMITIDO,** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del grado/titulo/especialidad.

Mgr. Ing. Fredy Cleto Cabrera Olivera
Asesor

ÍNDICE

DEDICATORIA xix
AGRADECIMIENTOS xx
RESUMEN xxi
ABSTRACT xxii
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES 2
1.1. Ubicación y accesibilidad al área de estudio 2
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 4
2.1. Planteamiento del problema 4
2.2. Formulación del problema 5
2.2.1. Problema general 5
2.2.2. Problemas específicos 5
2.3. Objetivos 6
2.3.1. Objetivo general 6
2.3.2. Objetivos específicos 6
2.4. Hipótesis 7
2.4.1. Hipótesis general 7
2.5. Variables e indicadores 7
2.6. Alcances y limitaciones de la investigación 8
2.7. Tipos de investigación 9
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO 10
3.1. Antecedentes de la investigación 10
3.2. Bases teóricas 14

3.2.1. Formación Huaylillas (Mioceno Inferior) 14
3.2.1.1. Miembro inferior 15
3.2.1.2. Miembro superior 16
3.2.2. Formación Millo: (Fm. Magollo) 16
3.2.3. Características de las rocas ornamentales 17
3.2.4. Caracterización tecnológica 18
3.2.4.1. Descripción petrográfica 19
3.2.4.2. Propiedades físicas 20
3.2.4.3. Propiedades mecánicas 22
3.2.4.4. Ensayo de durabilidad 23
3.2.4.5. Propiedades químicas 25
3.2.5. Caracterización geomecánica 27
3.2.5.1. Sistemas de clasificación geomecánica 27
3.2.5.2. RQD (Rock Quality Designation). 28
3.2.5.3. Rock Mass Rating (RMR) 29
3.3. Definiciones conceptuales 30
3.3.1. Rocas ornamentales 30
3.3.2. Características estéticas 30
3.3.3. Macizo rocoso 31
3.3.4. Piedra dimensional 31
3.3.5. Piedra de cantería 32
3.3.6. Sillar 32
3.3.7. Piroclastos 32

3.3.8. Toba 33
3.3.9. Ignimbrita 33
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO 34
4.1. Trabajo de pre-campo 34
4.2. Trabajo de campo 35
4.3. Trabajo de laboratorio 39
4.3.1. Descripción petrográfica 39
4.3.2. Determinación de las propiedades físicas 39
4.3.3. Determinación de las propiedades mecánicas 40
4.3.4. Determinación de la durabilidad o resistencia a la alteración 40
4.4. Trabajo de gabinete 40
CAPÍTULO V: MARCO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO 41
5.1. Geomorfología regional 41
5.1.1. Planicies costaneras 41
5.1.2. Valles y terrazas 42
5.2. Geomorfología local 43
5.2.1. Superficie de flujo piroclástico 43
5.2.2. Superficie de flujo piroclástico erosionado 44
5.2.3. Ladera con flujo piroclástico 45
5.2.4. Lomada o colina piroclástica 46
5.2.5. Altiplanicie sedimentaria 46
5.2.6. Vertiente o piedemonte aluvial 47
5.2.7. Abanico o piedemonte 47
5.2.8. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial 47

5.3. Geología regional 48
5.3.1. Formación Moquegua (Eoceno Oligoceno) 48
5.3.2. Formación Huaylillas (Mioceno Inferior) 48
5.3.3. Formación Millo (Fm. Magollo) 49
5.3.4. Depósitos cuaternarios 49
5.3.5. Terraza Indiferenciada 49
5.4. Geología local 50
5.4.1. Formación Moquegua 50
5.4.2. Formación Huaylillas 52
5.4.2.1. Miembro Inferior 52
5.4.2.2. Miembro Superior. 56
5.4.3. Formación Millo (Fm Magollo) 60
5.4.4. Depósitos del cuaternario 63
5.4.4.1. Depósitos Aluvial 63
5.4.4.2. Depósito Holoceno de Cenizas 64
5.4.4.3. Depósitos Eólicos 64
CAPÍTULO VI: CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS..... ……65
6.1. Descripción Petrográfica 65
6.1.1. Descripción macroscópica de las muestras 70
6.1.1.1. Descripción macroscópica de las muestras TC-01, TC-03, TC-04 y TC-06 71
6.1.1.2. Descripción macroscópica de las muestras TT-01 75
6.1.1.3. Descripción macroscópica de las muestras TP-01 y TP-02 76
6.1.1.4. Descripción macroscópica de las muestras TM-02 78

6.1.1.5. Descripción macroscópica de las muestras RO-01, RO-03 y RO-04 79
6.1.1.6. Comentarios de la descripción macroscópica 82
6.1.2. Descripción microscópica 82
6.1.2.1. Análisis petrográfico 84
6.1.2.1.1. Descripción microscópica de la muestra TC-01. 84
6.1.2.1.2. Descripción microscópica de la muestra TC-03. 86
6.1.2.1.3. Descripción microscópica de la muestra TC-04. 89
6.1.2.1.4. Descripción microscópica de la muestra TC-06. 91
6.1.2.1.5. Descripción microscópica de la muestra TT-01. 94
6.1.2.1.6. Descripción microscópica de la muestra TP-01. 96
6.1.2.1.7. Descripción microscópica de la muestra TP-02. 99
6.1.2.1.8. Descripción microscópica de la muestra TM-02. 101
6.1.2.1.9. Descripción microscópica de la muestra RO-01. 103
6.1.2.1.10. Descripción microscópica de la muestra RO-03. 105
6.1.2.1.11. Descripción microscópica de la muestra RO-04. 108
6.1.2.2. Características petrográficas 110
6.1.2.2.1. Características de la formación Huaylillas 110
6.1.2.3. Análisis de datos del microscopio electrónico de barrido o SEM 112
6.1.2.3.1. Composición elemental en Wt% de la roca Total 113
6.1.2.3.2. Composición de la matriz total 114
6.1.2.3.3. Composición de Óxidos en Wt% 115
6.2. Ensayos de laboratorio 119
6.2.1. Propiedades físicas 120
6.2.2. Propiedades mecánicas 130
6.2.2.1. Resistencia a la compresión simple 132
6.2.2.2. Ensayo de carga puntual 133

6.2.3. Resistencia a la alteración (Durabilidad al Sulfato de Magnesio): 136
6.2.3.1. Procedimiento 137
6.2.3.2. Descripción y análisis de los resultados del ensayo de durabilidad: 138
6.2.3.2.1. Ciclo 01 140
6.2.3.2.2. Ciclo 02 142
6.2.3.2.3. Ciclo 03 143
6.2.3.2.4. Ciclo 04 144
6.2.3.2.5. Comparación de Ciclo 02 y Ciclo 05 145
6.2.4. Relación de las Ignimbritas (Fm. Huaylillas) con la porosidad y la durabilidad por Sulfato de Magnesio: 154
CAPÍTULO VII: CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA 156
7.1. Mapeo geomecánico y representación gráfica 157
7.2. Clasificación geomecánica según Bieniawski RMR 1989 159
7.2.1. Zona I: Sección Caramolle 160
7.2.2. Zona II: Sección Magollo 179
7.2.3. Zona III: Sección carretera Tarata 183
7.2.4. Zona IV: Sección carretera Panamericana 189
7.3. Ensayos de resistencia in situ: 194
7.3.1. Estimación en campo de la compresión uniaxial en suelos y rocas (ISRM, 1981) 194
7.4. Clasificación geomecánica de la roca ignimbrita de la zona de estudio en base a criterios de Bieniawski (RMR 1989): 197
CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y RESULTADOS 199
8.1. Canterabilidad 199
8.1.1. Zona carretera Tarata km 17 200
8.1.1.1. Accesibilidad 200

8.1.1.2. Homogeneidad 201
8.1.1.3. Calidad de la roca 201
8.1.2. Zona quebrada Caramolle 201
8.1.2.1. Accesibilidad 201
8.1.2.2. Homogeneidad 202
8.1.2.3. Calidad de la roca 202
8.1.3. Zona acceso a carretera Tarata 203
8.1.3.1. Accesibilidad 203
8.1.3.2. Homogeneidad 203
8.1.3.3. Calidad de la roca 203
8.1.4. Zona carretera Panamericana 204
8.1.4.1. Accesibilidad 204
8.1.4.2. Homogeneidad 204
8.1.4.3. Calidad de la roca 205
8.1.5. Zona trocha Magollo 205
8.1.5.1. Accesibilidad 205
8.1.5.2. Homogeneidad 205
8.1.5.3. Calidad de la roca 206
8.2. Calidad del afloramiento 206
8.3. Usos como roca ornamental de la formación Huaylillas 209
CONCLUSIONES 212
RECOMENDACIONES 218
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 219
ANEXOS 223

LISTA DE FOTOS

Foto 1. *Corte de carretera cercano a quebrada del Diablo* 35

Foto 2. *Vista E-W, quebrada Caramolle* 36

Foto 3. *Vista SEE-NWW, quebrada Caramolle.* 36

Foto 4. *Estación geomecánica 5* 38

Foto 5. *Estación geomecánica 7.* 38

Foto 6. *Estación geomecánica 8* 39

Foto 7. *Superficie de flujo piroclástico* 44

Foto 8. *Vista NE-SW, parte alta de la quebrada del Diablo.* 45

Foto 9. *Vista NE-SW, cerro de molles.* 46

Foto 10. *Vista N-S, trocha que atraviesa cerro de Molles* 47

Foto 11. *Cerro "El Perdido"* 51

Foto 12. *Trocha cercana al cuartel Tarapacá.* 51

Foto 13. *Quebrada de Diablo* 53

Foto 14. *Formación Huaylillas Inferior* 54

Foto 15. *Trocha cercana al cuartel Tarapacá* 55

Foto 16. *Ladera Sur del cerro Intiorko,* 55

Foto 17. *Quebrada Caramolle* 57

Foto 18. *Carretera Panamericana* 58

Foto 19. *Parte alta de la quebrada Medallero Km 17* 58

Foto 20. *Parte alta de la quebrada del Diablo* 59

Foto 21. *Ladera NW del cerro de Molles, cercano al Autódromo* 59

Foto 22. *Zona alta de la quebrada Caramolle* 61

Foto 23. *Carretera trocha cerca a sector Magollo* 62

Foto 24. *Carretera Tarata, en la parte media de la quebrada Achacune* 62

Foto 25. *Parte alta de la quebrada Medallero, Km. 17 de la carretera Tarata* 63

Foto 26. *Quebrada Viñani* 64

Foto 28. *Muestra de sección delgada TC-01* 118

Foto 29. *Espectro de análisis de elementos de roca total.* 118

Foto 30. *Espectro de análisis de elementos matriz total.* 119

Foto 31. *Ensayo de compresión simple* 132

Foto 32. *Ensayo de carga puntual* 133

Foto 33. *Descripción y medición de muestras cúbicas* 134

Foto 34. *Inmersión del primer ciclo* 140

Foto 35. *Escurrimiento del primer ciclo* 141

Foto 36 *Secado del primer ciclo* 141

Foto 37. *Inmersión del segundo ciclo* 142

Foto 38. *Escurrimiento del segundo ciclo* 143

Foto 39. *Escurrimiento del tercer ciclo* 144

Foto 40. *Escurrimiento del cuarto ciclo* 145

Foto 41. *TC-01 (Ciclo 2 – Ciclo 5)* 146

Foto 42. *TC-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 147

Foto 43. *TC-03 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 147

Foto 44. *TT-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 148

Foto 45. *TT-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 149

Foto 46. *TP-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 150

Foto 47. *TP-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 150

Foto 48. *TM-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 152

Foto 49. *TM-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)* 153

Foto 50. *RO-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)*..... 153

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 *Coordenadas de delimitación del área de estudio* 2

Tabla 2 *Variables e indicadores de proyecto* 8

Tabla 3. *Características tecnológicas a considerar para el uso de rocas ornamentales* 26

Tabla 4. *Cuadro de descripción macroscópica Ruta 01 – Ruta 05* 68

Tabla 5. *Cuadro de descripción macroscópica Ruta 06 – Ruta 10.* 69

Tabla 6. *Ubicación de muestras* 70

Tabla 7. *Descripción macroscópica de la muestra TC-01* 71

Tabla 8. *Descripción macroscópica de la muestra TC-03* 72

Tabla 9. *Descripción macroscópica de la muestra TC-04* 73

Tabla 10. *Descripción macroscópica de la muestra TC-06* 74

Tabla 11. *Descripción macroscópica de la muestra TT-01* 75

Tabla 12. *Descripción macroscópica de la muestra TP-01* 76

Tabla 13. *Descripción macroscópica de la muestra TP-02* 77

Tabla 14. *Descripción macroscópica de la muestra TM-02* 78

Tabla 15. *Descripción macroscópica de la muestra RO-01* 79

Tabla 16. *Descripción macroscópica de la muestra RO-03* 80

Tabla 17. *Descripción macroscópica de la muestra RO-04* 81

Tabla 18. *Resumen de descripción mineralógica* 111

Tabla 19. *Composición Elemental en Wt% de la roca total* 113

Tabla 20. *Composición de la matriz total en Wt%* 114

Tabla 21. *Composición de óxidos en Wt% de roca total* 116

Tabla 22. *Resultados de ensayos de propiedades físicas.* 120

Tabla 23. *Resultado de ensayo de carga puntual y prueba de resistencia de compresión Uniaxial.* 131

Tabla 24. *Resultados del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio* 139

Tabla 25. *Cuadro comparativo de porosidad y durabilidad por Sulfato de Magnesio* 155

Tabla 26 *Ubicación de estaciones geomecánicas del área de estudio* 157

Tabla 27. *Ubicación de estaciones Geomecánicas de la Zona I.* 160

Tabla 28. *Familia de discontinuidad en la Estación Geomecánica 01* 161

Tabla 29. *Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 02* 164

Tabla 30. *Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 04* 168

Tabla 31 *Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 05* 171

Tabla 32 *Familia de discontinuidades en la estación 06* 174

Tabla 33 *Familia de discontinuidades en la Estación 07* 177

Tabla 34 *Familia de discontinuidades en la Estación 19* 178

Tabla 35. *Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona II* 179

Tabla 36. *Familia de discontinuidades en la Estación 08.* 180

Tabla 37 *Familia de discontinuidades en la Estación 09* 181

Tabla 38 *Familia de discontinuidades en la Estación 13* 182

Tabla 39 *Familia de discontinuidades en la Estación 14* 183

Tabla 40 *Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona II* 183

Tabla 41 *Familia de discontinuidades en la Estación 10-A* 185

Tabla 42 *Familia de discontinuidades en la Estación 10-B*..... 186

Tabla 43 *Familia de discontinuidades en la Estación 10-C* 187

Tabla 44 *Familia de discontinuidades en la Estación 11* 188

Tabla 45 *Familia de discontinuidades en la Estación 12* 189

Tabla 46 Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona IV 189

Tabla 47 *Familia de discontinuidades en la Estación 15* 190

Tabla 48 *Familia de discontinuidades en la Estación 16* 191

Tabla 49 *Familia de discontinuidades en la Estación 17.* 192

Tabla 50 *Resistencia a partir del índice de campo (ISRM)* 195

Tabla 51 *Clasificación de índice de resistencia con el martillo de geólogo*..... 196

Tabla 52 *Clasificación geomecánica de las ignimbritas de la formación Huaylillas.* 197

Tabla 53 *Comparativo entre clasificación geomecánica y ubicación espacial en la columna de la Fm. Huaylillas superior.* 198

Tabla 54 *Cuadro comparativo de la caracterización Tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas.*..... 209

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. *Columna estratigráfica de zona de quebrada Caramolle* 37

Imagen 2. *Imagen de unidades geomorfológicas.* 42

Imagen 3. *Mapa de pendientes* 67

Imagen 4. *Ubicación de muestreo macroscópica-microscópico* 83

Imagen 5. *Muestra sección delgada TC-01* 85

Imagen 6. *Muestra de sección delgada TC-01* 86

Imagen 7. *Muestra de sección delgada TC-03* 88

Imagen 8. *Muestra de sección delgada TC-03* 88

Imagen 9. *Muestra de sección delgada TC-04* 90

Imagen 10. *Muestra de sección delgada TC-04* 91

Imagen 11. *Muestra de sección delgada TC-06* 93

Imagen 12. *Muestra de sección delgada TC-06* 93

Imagen 13. *Muestra de sección delgada TT-01* 95

Imagen 14. *Muestra de sección delgada TT-01* 96

Imagen 15. *Muestra de sección delgada TT-01* 98

Imagen 16. *Muestra de sección delgada TT-01* 98

Imagen 17. *Muestra de sección delgada TP-02* 100

Imagen 18. *Muestra de sección delgada TP-02* 101

Imagen 19. *Muestra de sección delgada TM-02* 103

Imagen 20. *Muestra de sección delgada RO-01* 105

Imagen 21. *Muestra de sección delgada RO-03* 107

Imagen 22. *Muestra de sección delgada RO-03* 107

Imagen 23. *Muestra de sección delgada RO-04* 109

Imagen 24. *Diagrama TAS (Total Alkalis vs. Silica)* 117

Imagen 25. *Ubicación de estaciones geomecánicas* 159

Imagen 26. *Ubicación de canteras evaluadas en el área de estudio* 200

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. *Correlación entre el RQD y el espaciamiento de discontinuidades* 29

Figura 2. *Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-01* 162

Figura 3. *Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-01* 163

Figura 4. *Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-02* 165

Figura 5. *Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-02* 166

Figura 6. *Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-04* 169

Figura 7. *Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-04* 170

Figura 8. *Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-05* 172

Figura 9. *Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-05* 173

Figura 10. *Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-06* 175

Figura 11. *Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-06* 176

DEDICATORIA

A Dios, porque Él es justo y bueno.

A mi familia que dieron todo lo que pudieron por mi futuro, mis hermanos que siempre me apoyaron y en especial a mi madre María que ya no está, le agradezco la paciencia y el amor.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia a Dios, por todo lo que me ha dado, a mi asesor de tesis Mgr. Ing. Fredy Cabrera Olivera, por los consejos y enseñanzas brindadas durante mi periodo de formación como profesional y durante el desarrollo de esta tesis. También quiero agradecer a mis padres y hermanos que me apoyaron con consejos y para finalizar, a todas mis amistades que me brindaron su apoyo para las salidas de campo.

RESUMEN

El área de estudio se centra en la formación Huaylilllas que se encuentra en los alrededores de la ciudad de Tacna, donde no se ha identificado qué zonas presentan características potenciales para uso ornamental. Se realizó un mapeo geológico-geomorfológico y geomecánico, con el objetivo de hacer una caracterización tecnológica y geomecánica.

Se realizó 22 estaciones geomecánicas para obtener una caracterización, revelando que el miembro Inferior del Huaylillas es una roca mala y el miembro superior es una roca buena a regular, al acercarse a la Fm. Millo o al contacto con el Huaylillas Inferior la roca desciende su calidad RMR. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de 20 muestras donde los valores obtenidos son: porosidad (1,6-32,4%), densidad seca (1,5-2,3 gr/cm^3), absorción (0,7-20,4%), peso específico (2,0-2,5 gr/cm^3) y la resistencia a la compresión uniaxial (7,98-91,45 Mpa). Se tiene tobas consolidadas con litología vitroclastolítica con textura Vitrofídica, Eutaxítica y Perlítica de composición riolítica a traquítica.

Esta tesis concluye que el miembro inferior es de mala calidad y el miembro superior de la Fm. Huaylillas es de mejor calidad considerando el halo de alteración (15 a 20 m) de los contactos de la Fm. Millo y la Fm. Huaylillas Inferior. Se ubican 02 zonas como canteras ubicadas en la quebrada Caramolle y en la quebrada cercana al Km 17 de carretera Tarata.

Palabras clave: tobas, Huaylillas, caracterización, propiedades físico-mecánica.

ABSTRACT

The study area focuses on the Huaylilllas formation located around the city of Tacna, where no zones with potential ornamental use have been identified. A geological-geomorphological and geomechanical mapping was carried out with the aim of providing a technological and geomechanical characterization.

Twenty-two geomechanical stations were conducted to obtain a characterization, revealing that the Lower Huaylillas member is poor rock and the upper member is fair to good rock. As it approaches the Millo Formation or the contact with the Lower Huaylillas, the rock's RMR quality decreases.

The physical and mechanical properties of 20 samples were determined, yielding the following values: porosity (1.6-32.4%), dry density (1.5-2.3 g/cm3), absorption (0.7-20.4%), specific weight (2.0-2.5 g/cm3), and uniaxial compressive strength (7.98-91.45 MPa). Consolidated tuff with vitroclastolithic lithology and Vitrophydic, Eutaxitic, and Perlitic texture of rhyolitic to trachytic composition was identified.

This thesis concludes that the lower member is of poor quality and the upper member of the Fm. Huaylillas is of better quality considering the halo of alteration (15 to 20 m.) of the contacts of the Fm. Millo and the Fm. Huaylillas Inferior, 02 zones are located as quarries located in the Caramolle ravine and in the ravine near Km 17 of the Tarata highway.

Keywords: Tuffs, Huaylillas, Characterization, physical-mechanical properties

INTRODUCCIÓN

Las rocas ornamentales han sido utilizadas en muchos países desde la antigüedad en Europa y en Perú. Hasta los inicios del siglo XX estas rocas dominaban la mampostería estructural donde los materiales primordiales utilizados eran entre ellos las tobas volcánicas, siendo una de las más conocidas en Perú el Sillar de Arequipa, pero con el desarrollo de las estructuras de acero, las rocas ornamentales fueron utilizados en su mayoría como revestimiento de exteriores e interiores, esculturas, pavimento, monumentos y estatuas.

El conocer las características físico-mecánicas, químicas y mineralógicas del material rocoso presenta un papel primordial en la industria de la construcción, es necesario tener una evaluación de las características tecnológicas y geomecánicas de la zona de la cantera.

En la actualidad, las canteras antiguas de Toba de la ciudad de Tacna no son utilizadas ni se extrae de forma masiva, por lo que, se abre la posibilidad de devolver el valor estético mediante el uso de estas rocas como revestimiento cementados o anclados mecánicamente en la cara de algún edificio u obra recreacional que permita mejorar su apariencia y como protección de los procesos de meteorización.

Las rocas ornamentales tratadas en el presente estudio pertenecen a la Formación Huaylillas de la ciudad de Tacna.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Ubicación y accesibilidad al área de estudio

La zona de estudio está ubicada en la provincia y región de Tacna, a una altitud que varía entre los 265,00 m.s.n.m. hasta los 1200,00 m.s.n.m. (Ver Anexo I, Mapa de ubicación con código MU-01).

La zona de estudio se encuentra delimitada en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 -19K, ver Tabla 1.

Tabla 1

Coordenadas de delimitación del área de estudio

Coordenadas	**Puntos de delimitación**			
	A	B	C	D
Este	368072,00	385744,00	364550,00	348402,00
Norte	8024415,00	8007122,00	7988498,00	8007553,00

Nota. Elaboración propia (2021).

Para acceder al área de estudio delimitado por los puntos mencionados en la Tabla 1, se recorrieron diferentes carreteras y trochas desde la ciudad de Tacna, para poder abarcar la totalidad del área de estudio se describe a continuación las rutas utilizadas:

- Para la zona Norte se recorre la carretera de Tacna-Tarata hasta el km 18.

- Para la zona Noroeste, se ingresa por la carretera Tacna-Tarata hasta el km 5. intercepta con la nueva entrada a Tacna-Ciudad Nueva, hacia la zona de la quebrada Caramolle, para la zona de Pachia se accede por la Av. Celestino Vargas ingresando a la Av. Gral. Varela, área de interés trocha del cerro Intiorko, cercano a cementerio Distrital de Calana.
- Para la zona Oeste, se recorre por la Av. Tarapacá, zona de interés cerro Arunta, para las zonas más alejadas se ingresa por la Av. Municipal hacia la zona denominada Arunta, quebrada de Viñani, como referencia al norte de las canteras del río Seco. Paralelo a esta zona se ingresa a la quebrada Arunta por la asociación Río Seco.
- Para la zona Sur se recorre por la Av. Municipal hasta la interceptación con la carretera Panamericana Sur, área de interés, zonas circundantes al Autódromo.
- Para la zona Este se accede por la Av. Caplina hasta el sector de Magollo, referencia hotel El Tablón.

CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Planteamiento del problema

A pesar de que las rocas de la formación Huaylillas se han usado anteriormente en la historia de Tacna como rocas ornamentales, siendo las más resaltantes las que se encuentran en el paseo cívico como la Catedral, el Arco Parabólico, La Casa de la Gobernación, entre otros. No se tiene identificado qué zonas presentan rocas ornamentales con características óptimas para su uso.

Por esto es necesario que las rocas ornamentales cumplan con estándares que garanticen su durabilidad e inalterabilidad razonables para poder ser usadas como adornos en monumentos, en construcciones y/o fachadas. Ya que la formación Huaylillas por ser una acumulación sucesiva de tobas y flujos piroclásticos (Wilson & García, 1962) no es uniforme y difiere en sus propiedades físico-mecánicas, por lo tanto, es fundamental caracterizar este macizo diferenciándolos según su uso ornamental.

Actualmente en la ciudad de Tacna no se ha realizado ninguna caracterización tecnológica (propiedades físico-mecánicas y resistencia a la alteración), ni de su clasificación mineralógica que permitan identificar qué zonas presentan rocas óptimas para el uso ornamental.

Por esto la presente investigación busca aportar información de manera práctica y experimental sobre las propiedades físico-mecánicas y su clasificación mineralógica de la formación Huaylillas en la ciudad de Tacna como uso ornamental.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Cómo determinar, qué miembro de la formación Huaylillas en la ciudad de Tacna presenta características físico-mecánicas, químicas y mineralógicas adecuadas para ser utilizada como roca ornamental?

2.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo ubicar en los alrededores de la ciudad de Tacna afloramientos de roca de la formación Huaylillas con potencial uso ornamental?
- ¿Cómo obtener las características geomecánicas del macizo rocoso en los frentes seleccionados?
- ¿Cómo diferenciar dentro del macizo rocoso de la formación Huaylillas a las rocas que cumplan con las propiedades físico-mecánicas y resistencia a la meteorización, necesarias para ser una roca ornamental?
- ¿Cómo conocer la interacción de los minerales en las rocas ornamentales que contiene la formación Huaylillas?

- ¿Cuáles serían los usos que se podría dar a la formación Huaylillas como roca Ornamental?
- ¿Cuáles serían las zonas óptimas como canteras dentro de la formación Huaylillas en la ciudad de Tacna?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar las características de la formación Huaylillas en la zona de estudio respecto a sus propiedades físico-mecánicas, químicas y mineralógicas para su uso ornamental.

2.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un mapeo geológico-geomorfológico de la formación Huaylillas cercanas a la ciudad de Tacna con fines de ubicar posibles zonas potenciales que almacenen rocas ornamentales dentro de la zona de estudio.
- Caracterizar el macizo rocoso mediante el cartografiado geomecánico y el índice de resistencia de roca en campo (ISRM).
- Determinar las propiedades físico-mecánicas y resistencia a la alteración de la roca Huaylillas mediante ensayos de laboratorio.
- Realizar análisis petrográfico, mediante una descripción macroscópica y microscópica.

- Identificar los posibles usos de estas rocas, basándose en los resultados obtenidos.
- Determinar qué zonas dentro de la formación Huaylillas son óptimas como canteras en la ciudad de Tacna.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Si se realiza la caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas, respecto a sus propiedades físico-mecánicas, químicas y mineralógicas, con fin de uso ornamental, entonces es posible reconocer los diferentes tipos de rocas que hay en la formación Huaylillas y además determinar qué usos se les pueda dar ya sean para piedra dimensional en interiores o exteriores, en fachadas o para esculturas arquitectónicas, entre otras.

2.5. Variables e indicadores

A continuación, se describe las variables utilizadas en este proyecto de investigación.

Tabla 2

Variables e indicadores de proyecto

		DIMENSIONES	***INDICADORES***	***ESCALA DE DIMENSIÓN***
VARIABLE INDEPENDIENTE	Características Tecnológicas	Análisis Petrográfico	Macroscópico Microscópico	% de cada mineral presente en la roca
		Propiedades Físicas	Densidad Peso Específico Porosidad Absorción	gr/cm^3 gr/cm^3 % %
		Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión Uniaxial Resistencia a la carga puntual	Mpa Mpa
		Resistencia a la Alteración	Durabilidad al Sulfato de Sodio y Magnesio	% de pérdida de peso
	Características Geomecánicas	Clasificación Geomecánica Bieniawski (1989)	Parámetros del terreno: Resistencia a la compresión, RQD, Espaciamiento-estado y orientación de las discontinuidades y presencia de agua.	Clasificación RMR: (Clase I, II, III, IV y V) Roca muy buena – muy mala
VARIABLE DEPENDIENTE	Formación Huaylillas para fines de uso ornamenta en la ciudad de Tacna	Canterabilidad en la ciudad de Tacna	Accesibilidad Calidad de Afloramiento	Medición Directa

Nota. Elaboración Propia.

2.6. Alcances y limitaciones de la investigación

Respecto al alcance, la investigación de la formación Huaylillas como fin de uso ornamental representa un gran aporte científico y técnico a la periferia de la ciudad de Tacna. Los parámetros obtenidos directamente en campo, in situ y en laboratorio, serán de gran importancia en primera instancia para los profesionales e investigadores, de igual forma para personas vinculadas con el uso ornamental y/o

industrial, abrirá camino para empresarios que buscando características similares les sea útil, sirviendo como marco de referencia y/o punto inicial de las rocas ornamentales de la formación Huaylillas presentes en la ciudad de Tacna.

De igual forma es un aporte para la Universidad Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), como parte de sus fines de investigación científica.

Este estudio se limita en primer lugar a la caracterización físico-mecánica y la determinación de sus propiedades químico-mineralógicas de los afloramientos de la formación Huaylillas en las lomadas que circundan la ciudad de Tacna para su uso como roca ornamental, y en segundo lugar determinar la disposición morfológica referidos a la pendiente y tamaños de los bloques para determinar su eficiencia de aprovechamiento como cantera.

2.7. Tipos de investigación

Por la finalidad de la tesis, es del tipo de investigación aplicada, porque va a contribuir a identificar en la ciudad de Tacna áreas que contengan afloramientos de roca para uso ornamental.

El tipo de análisis es mixto, predominantemente cuantitativa, pero con calificaciones e interpretaciones cualitativas.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

Respecto al tema de investigación, localmente no existe antecedentes que caractericen a la formación Huaylillas con fin de uso ornamental, pero existe trabajos realizados años anteriores en el cerro Intiorko. Además, también se tiene estudios nacionales e internacionales sobre rocas industriales y/u ornamentales que se mencionan a continuación.

CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LAS IGNIMBRITAS DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS DEL CERRO INTIORKO, CON FINES DE CIMENTACIÓN (distrito de Alto de la Alianza – Tacna)

Este trabajo realizó el levantamiento topográfico, mapeo geológico, cartografiado geomecánico, medición de resistencia en campo con el esclerómetro, y muestreo selectivo de rocas ignimbritas para ensayos en el laboratorio, obteniéndose las propiedades físicas y mecánicas de las Ignimbritas, así mismo, se ha determinado el aspecto hidrometeorológico. Se logró clasificar y caracterizar geomecánicamente las rocas ignimbritas de la formación Huaylillas de cerro Intiorko como clase II, calidad buena y clase III, calidad media (Coila Valdez, 2019).

POTENCIAL DE LAS ROCAS ORNAMENTALES EN LAS REGIONES TACNA Y MOQUEGUA. Ciencia & Desarrollo, (15), 68-72.

Las propiedades físicas de las rocas ornamentales son de gran importancia, pues su apariencia, belleza y prestigio, en primer lugar, son determinantes en su comercialización. En la etapa de localización y determinación del emplazamiento de una cantera, se estima la belleza de la piedra y se define la factibilidad de explotación, mediante la determinación de un conjunto de factores geológicos y económicos. Es necesario conocer en las regiones de Tacna y Moquegua el potencial efectivo de recursos no metálicos susceptibles de ser explotados como rocas ornamentales y definir las mejores aplicaciones, para dar el más elevado valor agregado a su producción (Morales et al, 2019).

COMPENDIO DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN EL PERÚ, Boletín N°19 Serie B, Geología Económica.

Las rocas y minerales industriales (RMI) o recursos no metálicos como se conocen tradicionalmente, tienen un valor significativo en la economía del país y son un soporte para su desarrollo. Es notable la producción de minerales destinados para la industria de la construcción como también en la industria moderna debido a sus múltiples aplicaciones y usos. Este compendio es el resultado de la recopilación de información disponible en fuentes públicas y privadas: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Aduanas del Perú, Instituto Geológico Minero y

Metalúrgico (INGEMMET), Ministerio de la Producción, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), Sociedad Nacional de Industrias (SIN), Asociación de Exportadores del Perú (ADEX), Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM), Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), Asociación de Artesanos, empresas mineras y comerciales, universidades, investigaciones nacionales y extranjeras entre otras y trabajos de campo inéditos. Este compendio está organizado en cinco capítulos (Valdiviezo y Ramírez, 2009).

ROCAS ORNAMENTALES EN EL PERÚ, Boletín N°9 Serie B, Geología Económica.

Este trabajo realiza un marco histórico de las rocas y minerales industriales en el Perú, también presenta la situación actual y las perspectivas de las rocas y minerales indistriales presentes en el Perú; describe las características de las rocas ornamentales, las define en características tecnológicas, caracteristicas esteticas, y muestra la importancia de normalizar las rocas ornamentales. Realiza una agrupación de rocas con el objetivo de definir su origen y características segun el tipo, se tiene el grupo de los Granitos, grupo de los Mármoles, grupo de las Pizarras, grupo del Sillar, otras rocas Ornamentales. Se describen canteras segun el método de explotación y da ejemplos de algunas canteras en operación, realiza un diagnóstico de la industria y sus aplicaciones, concluyendo con las oportunidades

para los inversionistas, tanto posibilidades internas como externas (Ramírez y La Riva Sánchez, 2001).

ENGINEERING PROPERTIES OF VOLCANIC TUFF FROM THE WESTERN PART OF YEMEN, SQU Journal for Science, 22(2), 81-88. Estudian y determinan las características físicas y mecánicas de la toba volcánica y las ignimbritas de seis canteras ubicadas en diferentes áreas de la parte occidental de Yemen. Las pruebas físicas y mecánicas estándar (relación de vacío [0,001-0,25], porosidad [0,1-20,0], densidad [1,8-3,0], gravedad específica, absorción de agua, resistencia a la compresión uniaxial [>10 MPa] y resistencia a la tracción) se llevaron a cabo en las muestras de toba e ignimbrita recogidas de diferentes partes de la región. Estas tobas e ignimbritas generalmente son de color verde claro, gris, beige o amarillento. Con estos colores son favorecidos para la construcción, revestimiento y piedra decorativa. Este artículo concluye que las piedras estudiadas tienen buenas propiedades como piedra de dimensión, las tobas Jahrani y Manakhi son de la mejor calidad, mientras que el ignimbrita Hanashi es de mala calidad (Adnan et al., 2017).

CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE MÁRMOL EXTRAÍDOS EN LA COMARCA DE MACAEL (ALMERÍA, SURESTE DE ESPAÑA) Y SU IMPORTANCIA A LO LARGO DE LA HISTORIA, Boletín Geológico y Minero, 128 (2): 345-361

En el presente trabajo se describe la utilización que ha tenido este material a lo largo de la historia y se indican las principales características y propiedades de las diferentes variedades: "Blanco Macael", "Gris Macael", "Anasol" (mármoles calcíticos) y "Amarillo Macael" (mármoles dolomíticos). Todos ellos presentan unas cualidades mineralógicas y físico-mecánicas que los hacen apropiados para prácticamente todos los usos. Los datos presentados permitirán incrementar el conocimiento acerca de uno de los materiales de construcción más empleado en nuestro país de cara a optimizar su uso por parte de las empresas comercializadoras y consumidoras (Navarro et al., 2017).

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Formación Huaylillas (Mioceno Inferior)

La formación Huaylillas fue nombrada por (Wilson y García, 1962), refiriéndose a una gran superficie piroclástica que cubre tanto en el extremo sur del territorio peruano como el Norte Chileno. Los afloramientos de la formación Huaylillas se hallan cubriendo casi íntegramente al cuadrángulo de Huaylillas (37-x-IV) y gran parte del cuadrángulo de Tacna (37-v-I y 37-v-IV). El espesor de estos

depósitos es variable, desde unas decenas de metros hasta aproximadamente 250 m. Wilson y García, (1962) dividen a esta formación en tres miembros, donde destaca que entre los miembros existe poca diferencia litológica, por tratarse en todos los casos de tufos ácidos de composición dacitica y riolítica, con leves diferencias en el color, textura y mineralogía.

Según (Sánchez et al., 2000) en la memoria explicativa presentada en el cuadrángulo de Tacna 37-v, la formación Huaylillas se presenta en la ciudad de Tacna con el miembro Inferior y el miembro Superior, los que se describen a continuación.

3.2.1.1.Miembro inferior

El miembro inferior está compuesto por tobas rosáceas con abundantes fragmentos líticos y fragmentos de pómez, intercalados con niveles de conglomerados con clastos de roca sedimentaria y volcánica sub-redondeadas. Estos conglomerados poseen matriz de areniscas cuarzo-feldespática con tonalidad verdosa con fuerte influencia ignimbritica. Presenta además canales de arcosas de grano medio a grueso con abundante matriz limolítica de color gris a rojizo (Wilson y García, 1962).

3.2.1.2.Miembro superior

El miembro medio de la formación Huaylillas comprende una sucesión de tobas riolíticas y riodacíticas, de color rosáceo, con fragmentos de pómez y líticos, intercalados con delgados niveles de areniscas masivas de color verde. Estas tobas tienen espesores entre 50 y 250 m al este del cuadrángulo de Tacna y al noreste del cuadrángulo de Huaylillas, incrementando su espesor hacia territorio chileno. Regionalmente se observa una clara disminución de espesores de las ignimbritas de este miembro hacia el suroeste, es decir, mientras más cerca al mar los espesores del miembro medio de la formación Huaylillas son cada vez más delgados (Wilson y García, 1962).

3.2.2. Formación Millo: (Fm. Magollo)

Los estudios hechos por (Flores y Sempere, 2002) describen a una serie de sedimentos que denominan formación Magollo. Los sedimentos de esta unidad constan de conglomerados y areniscas de coloración gris oscura, con clastos mayormente andesíticos y delgados niveles evaporíticos. Por el análisis estratigráfico se determinó que las facies que conforman estos sedimentos disminuyen progresivamente en tamaño de grano hacia el oeste. Por otro lado, en el extremo oeste de los afloramientos de este miembro, específicamente por las partes altas de los cerros Los Pabellones, Miraflores, Siete Colores, Fuerte Los

Españoles, La Mina y Canicora están conformados por una intercalación de conglomerados con clastos de roca volcánica andesítica en matriz arenosa cuarzo feldespático que se intercalan con arcosas de grano medio a fino y una considerable proporción de material evaporítico constituido principalmente por yesos.

3.2.3. Características de las rocas ornamentales

La caracterización de una roca ornamental (Gema Maroto, 2018): "se realiza a través de la descripción de las cualidades del material rocoso, a nivel de sus componentes más básicos (o caracterización intrínseca) y del conocimiento de sus propiedades físicas (o caracterización del comportamiento), así como del conocimiento de la respuesta del material a distintas situaciones ambientales (o caracterización alterológica)".

Para ello, se realizan ensayos normalizados que dan un valor numérico a la calidad de la roca, ayudan a interpretar su comportamiento en su puesta en obra, así como determinan cuál va a ser su ubicación idónea (pavimento exterior, interior, enchapado, entre otros) y su durabilidad.

Este valor numérico permite comprar distintos tipos de roca, para ello se rigen según las normas que la establecen, a continuación, se mencionan algunas:

- **AENOR** (Asociación Española de Normalización y Certificación).
    - Coordina los comités técnicos de normalización que redactan las normas UNE (Una Norma Española).

    - Participa en la realización de las normas CEN (Normas de la Comunidad Europea).

- Normas **NLT** (Normas del Laboratorio de Transporte) del CEDEX.
- Norma **RILEM** (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayo y de Investigación para Materiales de construcción).
- Norma **ASTM** (American Society for Testing and Materials).
- Normas **ISO** (Organización Internacional de Normalización).

Para evaluar la aptitud de una roca ornamental para el uso determinado que se le dará, es preciso conocer sus características físicas, mecánicas y químicas más importantes, mediante parámetros factibles de evaluar y cuantificar. Estas características se llegan a determinar después que la roca es sometida a un estudio petrográfico y a una serie de ensayos físico-mecánicos y químicos (Ramírez y La Riva, 2001).

3.2.4. Caracterización tecnológica

Se utiliza el término para evaluar la aptitud de una roca ornamental para el uso determinado que se le dará, es preciso conocer sus características físicas, mecánicas y químicas más importantes, mediante parámetros factibles de evaluar y cuantificar. Estas características se llegan a determinar después que la roca es sometida a un estudio petrográfico y a una serie de ensayos físico-mecánicos y químicos (Ramírez y La Riva, 2001).

3.2.4.1.Descripción petrográfica

Es el primer examen de toda roca para poder clasificarla desde el punto de vista petrográfico y así establecer sus características genéricas (Ramírez y La Riva, 2001).

Las características petrográficas (UNE-EN 12407) composición, textura y espacios vacíos, junto con las propiedades físicas y especialmente las hídricas, permiten realizar una primera evaluación del comportamiento de los materiales frente a la alteración (Javier Alonso, 2013).

- Descripción macroscópica

En la descripción macroscópica se da cuenta de las características de color (mesócrata, melanócrata, etc,), el estado de conservación (fresca o alterada), reacción al HCI (efervescencia positiva o negativa), disposición de los distintos componentes mineralógicos como estructura y textura (masiva, granular, porfirítica, afanítica, etc,) y determinación de los minerales componentes posibles de ser identificados a la lupa de mano, también se emplea comúnmente un test de dureza relativa con el uso de la uña, navaja, punzón, etc.; y eventualmente imán de mano para detectar la presencia de minerales de hierro (Ramírez y La Riva, 2001).

- Descripción microscópica

Esta descripción sirve para establecer con precisión el ensamble mineralógico constitutivo de la roca, y determinar la presencia de minerales que pueden ser susceptibles de alterarse o descomponerse con el tiempo, al estar expuestos a la intemperie (agentes corrosivos). Se efectúa sobre láminas delgadas (cortes micrométricos de roca) previamente preparados. En estas se distinguen y describen los componentes principales, secundarios y accesorios de las rocas; también el tipo de textura, estructura, grado de cristalización (si fuere el caso), tipo y naturaleza de la matriz y material cementante (Ramírez y La Riva, 2001).

3.2.4.2.Propiedades físicas

Las propiedades físicas de las rocas deben considerar los siguientes parámetros, los cuales, van a incidir significativamente en la mayor o menor calidad del producto acabado (belleza exterior, resistencia y durabilidad): Se trabaja de acuerdo a American Society for Testing Material (ASTM, C97, 2008).

- **Color:** determinado por los minerales que forman las rocas; los que adquieren un bello pulimento son el cuarzo, los feldespatos y los espatos calizos y dolomíticos.

- **Lustre:** aspecto de la superficie de la roca al reflejo de la luz; resalta su belleza natural.
- **Textura:** es la forma, tamaño y disposición de los cristales componentes.
- **Estructura:** disposición y cohesión de los minerales formadores de las rocas (masiva, compacta, fibrosa, laminar, etc.)
- **Exfoliación:** facilidad con que un material se rompe o se disgrega en uno o más planos definidos (propiedad importante en argillitas y pizarras, no tanto en granitos).
- **Dureza:** es la resistencia que ofrece un mineral a ser rayado; blandas son las rocas que pueden ser cortadas por sierras (sillar), duras las que requieren láminas de acero, arena y agua (mármol, ónix, travertino) y muy duras las que necesitan discos de diamante (granito, granodiorita).
- **Alterabilidad, porosidad, peso específico aparente y coeficiente de absorción de agua**: Todas estas determinaciones están estrechamente ligadas y deben considerarse especialmente cuando las rocas van a emplearse en ornamentación, ya que no deben contener agua, ni minerales que al ser expuestos a la intemperie puedan alterarse y/o descomponerse, deteriorando el acabado de la roca o debilitándola. Entre los menos deseables se encuentran la pirita y la biotita.

El peso específico aparente y el coeficiente de absorción de agua son dos determinaciones que se obtienen de un mismo ensayo, existiendo entre ambas una relación inversa. Cuanto mayor sea el peso específico aparente, menor será la porosidad y menor también el coeficiente de absorción de agua; y a menor peso específico aparente, mayor porosidad y mayor coeficiente de absorción de agua. Una roca porosa absorberá más agua y sus minerales serán más susceptibles al ataque del agua o de otros agentes corrosivos. El coeficiente de absorción de agua es muy importante cuando los materiales van a estar colocados a la intemperie, en contacto con el agua o con la humedad del suelo (Ramírez y La Riva, 2001).

3.2.4.3.Propiedades mecánicas

La solidez es el carácter más importante de las rocas ornamentales; depende de la naturaleza de los minerales asociados y de la estructura de la roca (interlocking) (G.J., et al, 2001), la distribución irregular y el encaje dentado de los granos es más favorable que la poligonal o la alternancia de granos gruesos y finos, los exámenes que se realizan son:

- **Resistencia a la compresión:** Es la prueba más importante; bajo la acción de prensas hidráulicas, las rocas duras se rompen en prismas rectos de sección irregular; las rocas blandas lo hacen como prismas truncados. Este

valor se debe conocer siempre que la roca tenga que soportar cargas elevadas tanto en su propia utilización, como durante su transporte y almacenamiento. Por lo general, las rocas saturadas de agua resisten menos que cuando están secas; y las rocas estratificadas (mármoles, travertinos, pizarras, lajas) resisten más cuando el esfuerzo se ejerce en dirección normal a la estratificación, que cuando se aplica paralelamente. (Ramírez y La Riva, 2001).

- **Resistencia a la compresión - carga puntual:** El ensayo de carga puntual se utiliza para determinar la resistencia a la compresión simple de fragmentos irregulares de roca, testigos cilíndricos de sondajes o bloques, a partir del índice de resistencia a la carga puntual (Is), de tal forma que el stress aplicado se convierte a valores aproximados de UCS, según el diámetro de la muestra. El procedimiento consiste en romper una muestra entre dos puntas cónicas metálicas accionadas por una prensa. Las ventajas de este ensayo son que se pueden usar muestras de roca irregulares sin preparación previa alguna y que la máquina es portátil (Luis Vallejo, 2002)

3.2.4.4.Ensayo de durabilidad

Además de las predicciones que puedan realizarse a partir del conocimiento de sus características petrofísicas, la durabilidad de los

materiales precisa normalmente su corroboración experimental mediante ensayos de envejecimiento (Javier Alonso, 2013).

Estos ensayos se pueden hacer de dos maneras, en tiempo real o en un proceso acelerado. Para lo último, se tiene que exponer la muestra a agentes, temperaturas y condiciones controladas en laboratorio para replicar lo que sucederá en años de exposición.

En este trabajo se ejecutará el ensayo de durabilidad por Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio, el objetivo consiste en determinar la resistencia de la roca a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal que las soluciones cubran toda la muestra. Después del período de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución y se coloca en el horno de secar. Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos.

Suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 329)

3.2.4.5.Propiedades químicas

Las propiedades químicas más importantes son la resistencia de la roca a los álcalis (jabones y detergentes para limpieza) y la resistencia a los ácidos (comportamiento frente al aire contaminado de las ciudades por los gases SO_2, CO y CO_2). La determinación de la composición química de una roca adquiere importancia cuando se realiza un trabajo de investigación sobre la alteración y conservación de materiales rocosos en obras de interés histórico. Al comparar la composición química de muestras alteradas y muestras sin alterar, se podrán conocer los cambios químicos que sufrió la roca a través del tiempo. Los principales componentes que se deben determinar en el análisis químico de una roca son SiO_2, $Al_2 O_3$, TiO_2, CaO, MgO, Na_2O, K_2O y pérdida por calcinación. La presencia de estos componentes se determina por procesos convencionales, excepto la de Na_2O y K_2O, donde se emplea espectroscopia de emisión de llama. Otros elementos que pueden causar variaciones de color, alteraciones, etc., se determinan mediante absorción atómica (Ramírez y La Riva, 2001).

La importancia de las características que se deben investigar cuando se desea emplear rocas ornamentales en la construcción, arte estatuario, arte funerario y otros usos, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3.

Características tecnológicas a considerar para el uso de rocas ornamentales

N°	Características Tecnológicas	Revestimiento		Pavimentos		Peldaños de escalera	Columna y pilares	Pedestales	Mesas	Esculturas	Lapidas y Mausoleos	Adornos
		Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores							
1	Descripción petrográfica	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	PI
2	Análisis químico	PI	PI	PI	PI	PI	I	I	PI	I	I	PI
3	Peso específico aparente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	PI
4	Absorción de agua	PI	I	PI	I	PI	MI	MI	I	MI	I	I
5	Porosidad	I	I	I	MI	I	I	I	I	MI	I	PI
6	Dilatación térmica lineal	I	MI	I	I	PI	I	PI	I	PI	PI	PI
7	Resistencia al impacto	PI	PI	PI	PI	I	PI	PI	MI	PI	PI	PI
8	Resistencia a la compresión	PI	I	PI	I	I	MI	I	I	I	I	PI
9	Resistencia a la flexión	PI	I MI (1)	I	I	I	MI	I	MI	I	I	PI
10	Resistencia al desgarre	PI	PI	I	MI	MI	MI	MI	MI	MI	I	PI
11	Resistencia al corte	PI	PI	PI	PI	PI	MI	I	MI	I	I	PI
12	Resistencia a la tracción	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
13	módulo de deformación estática	PI	PI	I	I	I	MI	I	PI	PI	PI	PI
14	Alterabilidad	I	MI	I	MI	I	MI	MI	I	MI	I	PI

MI = Muy importante PI=Importante PI= Poco importante (I) En caso de edificios altos (2)Valor obtenido matemáticamente.

Nota. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2001)

3.2.5. Caracterización geomecánica

La caracterización geomecánica de las Ignimbritas con fines científicos, técnicos y cimentación de obras ingenieriles en superficie, se realiza en base al conocimiento y estudio integral del macizo rocoso, que incluye las propiedades físicas y mecánicas, las características de las discontinuidades, la matriz rocosa, resistencia y deformación de las Ignimbritas, clasificación geomecánica, cartografiado de discontinuidades, estructura del macizo, técnicas geofísicas, entre otros (Coila Valdez, 2019).

3.2.5.1.Sistemas de clasificación geomecánica

Desde que Terzaghi (1946) propuso el primer modelo empírico para clasificar los macizos rocosos, diferenciando siete tipos de terreno, se han propuesto una gran cantidad de ellos. Los procedimientos utilizados para su elaboración tienen puntos comunes: se seleccionan, de la información geológica disponible, aquellas magnitudes que afectan de un modo más importante al comportamiento geotécnico del macizo rocoso en la excavación. Estos parámetros son evaluados y combinados para diferenciar las clases de roca en función del comportamiento esperado (Vallejo et al., 1978).

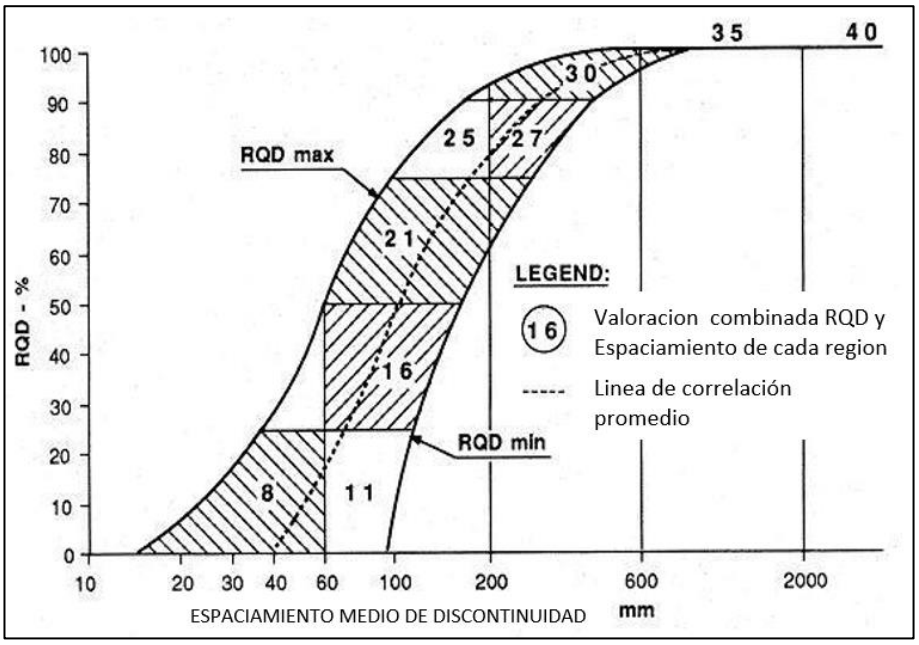
3.2.5.2.RQD (Rock Quality Designation).

Desarrollado por Deere (1963) para estimar la calidad del macizo rocoso a partir de los testigos de sondajes diamantinos. Se basa en la cuantificación mediante una sumatoria de aquellos tramos de testigo mayores de 10 cm de longitud en relación con la longitud total del sondeo y expresada en porcentaje (Deere, 1989). Además, se incluye este ítem en los sistemas de clasificación más reconocidos actualmente: sistema Rock Mass Rating (RMR) presentado por Bieniawski en 1973, el sistema Geological Strength Index (GSI) propuesto por Hoek-Brown en 1988 y el sistema Q presentado por Barton et al. en 1974.

Para el cálculo del RQD es necesario mencionar que el parámetro geotécnicamente más apropiado es el espaciado de las discontinuidades, en donde el RQD está ligado conforme se muestra en la Figura 1 (Bieniawski, 2003).

Figura 1.

Correlación entre el RQD y el espaciamiento de discontinuidades



Nota. Bieniawski (1973).

3.2.5.3.Rock Mass Rating (RMR)

El sistema de clasificación RMR desarrollado por Bieniawski y publicado en 1973, consiste en un método de clasificación geomecánica en el que se tiene 6 parámetros del macizo rocoso:

1. Resistencia a la compresión uniaxial de la matriz rocosa.
2. RQD, índice de calidad de la roca.
3. Espaciado de las discontinuidades.
4. Condición de las discontinuidades.
5. Condiciones hidrogeológicas.
6. Corrección por orientación de las discontinuidades.

La valoración de los cinco primeros parámetros se suma para dar la valoración final del RMR y se aplica finalmente la corrección por orientación de las discontinuidades, de manera que finalmente se obtiene que:

$$RMR = (1) + (2) + (3) + (4) + (5) - (6)$$

3.3. Definiciones conceptuales

3.3.1. Rocas ornamentales

El término "roca ornamental" se define comúnmente como una piedra natural, que al ser seleccionada y sometida a un proceso industrial es desbastada o cortada en determinada forma y tamaño con o sin una superficie labrada mecánicamente o pulimentada, para ser utilizada como material noble de construcción, elemento de ornamentación, arte funerario y escultórico variados, conservando íntegramente su composición, textura y características físico-químicas (Morales et al., 2019).

3.3.2. Características estéticas

Según Ramírez y La Riva (2001) las características tecnológicas descritas deben estar aunadas al aspecto artístico de la roca; este último aspecto, sin la rigidez de las primeras, porque es función del uso que se le dará a la roca, además de las disposiciones de la moda o del gusto personal del que las adquiere o del que

finalmente la emplea. Es imposible calificarla como belleza de una roca, porque no existen cánones; en tal sentido, se puede afirmar que una roca es apropiada para un determinado uso, de acuerdo con ciertos parámetros flexibles desde el punto de vista estético. Prescindiendo del gusto del cliente, las características estéticas de las rocas ornamentales pueden resumirse en:

- Unidad de color (homogeneidad)
- Ausencia de discordancias
- Diseño de irregularidades
- Difuminación

3.3.3. Macizo rocoso

Según Monge et al. (2004) "se define como la forma en la que se presentan las rocas en el medio natural" el cual estará definido por la roca y la estructura, que a su vez contendrá planos de estratificación, fallas, juntas, pliegues y otros caracteres estructurales. Los macizos rocosos son, por lo tanto, discontinuos y pueden presentar propiedades heterogéneas y/o anisótropas.

3.3.4. Piedra dimensional

La piedra dimensional se puede definir como material de roca natural extraído con el propósito de obtener bloques o losas que cumplan con las especificaciones en cuanto a tamaño (ancho, largo y espesor) y forma. El color, la textura y el patrón del grano y el acabado de la superficie de la piedra son requisitos normales. La durabilidad (basada esencialmente en la composición y dureza del

mineral y el rendimiento pasado), la resistencia y la capacidad de la piedra para pulir son otros criterios de selección importantes (McMillan. et al., 2001).

3.3.5. Piedra de cantería

La "piedra de cantería ", fácil de trabajar, es un material de construcción con pocas desventajas ambientales y buen sustituto, a menudo más económico que los materiales tradicionales (Daniel Meilan, 1984).

3.3.6. Sillar

Se denomina sillar a las rocas que son o proceden de tobas, y son el producto volcánico de emisiones piroclásticas de diferentes composiciones como andesita, dacita, riolíta, riodacíta, etc, con diversos grados de cohesión. También son depósitos de ignimbritas, que han sido expulsadas en forma de cenizas o nubes ardientes, que luego se han consolidado y cementado. Los sillares consistentes son de gran compactación, carecen de estratificación y su peso específico se incrementa hacia la zona inferior de los afloramientos. Las inclusiones se encuentran de manera desordenada, tanto en tamaño como en disposición (Valdiviezo y Ramírez, 2009, pág. 303).

3.3.7. Piroclastos

Las rocas piroclásticas son las formadas por procesos de compactación o cementación de fragmentos. Existen las constituidas principalmente de bombas, que forman los aglomerados, y las constituidas principalmente de bloques, que son llamadas brechas volcánicas. Las cenizas litificadas, en cambio, dan lugar a las

tobas y aquellas ricas en lapilli a las tobas de lapilli, (Servicio Geológico Mexicano, 2017). Existen varios tipos de rocas piroclásticas, las principales son las tobas y las ignimbritas.

3.3.8. Toba

Roca compuesta principalmente por vidrio volcánico proveniente de la acumulación de ceniza volcánica. Su color varía desde el amarillento hasta el parduzco. Si bien es una roca blanda, se endurece y se vuelve inalterable bajo la acción de los agentes atmosféricos. Es de fácil aserrado, moldeado y tallado, lo que determina su utilización como mampuesto, en la construcción y la ornamentación. Posee propiedades refractarias (Daniel Meilan, 1984).

3.3.9. Ignimbrita

Roca volcánica piroclástica que se forma a partir de flujos piroclásticos densos y calientes que se desplazan a grandes velocidades por la superficie terrestre. Estos flujos se originan a partir de erupciones volcánicas altamente explosivas que emiten grandes cantidades de ceniza y otros fragmentos piroclásticos. A medida que el flujo se desplaza, la ceniza se consolida y se fusiona para formar una roca compacta y densa, con una textura uniforme y baja porosidad.

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

La metodología empleada en esta tesis se lleva a cabo en cuatro etapas bien diferenciadas, las cuales se describen en forma detallada a continuación:

4.1. Trabajo de pre-campo

En esta etapa se define y se establece el área de investigación y se realizan las siguientes actividades:

- Recopilación de la información bibliográfica de estudios anteriores de la zona, investigaciones realizadas por INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) y otras instituciones a través de entidades públicas y de internet respecto a la zona o cercanías de la zona de estudio, Se consultaron tesis de maestrías y pregrado, Journal, libros e informes técnicos científicos. Boletín N° 19 Serie B Geología Económica.
- De la misma forma se planifica un reconocimiento en campo a escala 1:150000 para ubicar zonas ideales para recolectar información adecuada.
- Planificación de estudios posteriores, materiales e instrumentos para trabajos de campo y laboratorio.
- Se analiza y revisa toda la bibliografía e información acopiada.
- Finalmente, se realiza un plan de trabajo para recopilar información geológica, se determina cronograma de trabajo y el presupuesto a detalle.

4.2. Trabajo de campo

En esta parte se realiza la toma de datos a escala local y se determina las zonas más idóneas para tomar muestras y determinar las características tecnológicas (Descripción petrográfica, propiedad físico-mecánicas y químicas). Incluye los siguientes aspectos.

- Reconocimiento y delimitación del área de estudio.
- Verificación e interpretación de la geomorfología del área de estudio mediante mapas.
- Mapeo geológico a escala local (1:2500 a 1:150000); se realiza la identificación y descripción detallada de las características litológicas y estructural de los afloramientos rocosos, según ISRM (1981).

Foto 1.

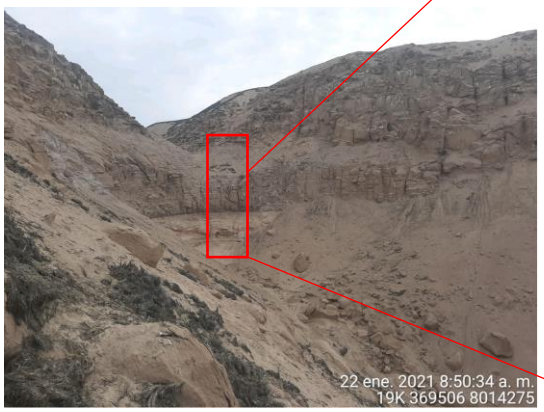
Corte de carretera cercano a Quebrada del Diablo



Nota. Vista SW-NE, margen derecha mirando hacia aguas arriba de quebrada del Diablo. Ladera de asociación Señor de los milagros. Foto propia.

Foto 2.

Vista E-W, Quebrada Caramolle



Nota. Foto propia.

Foto 3.

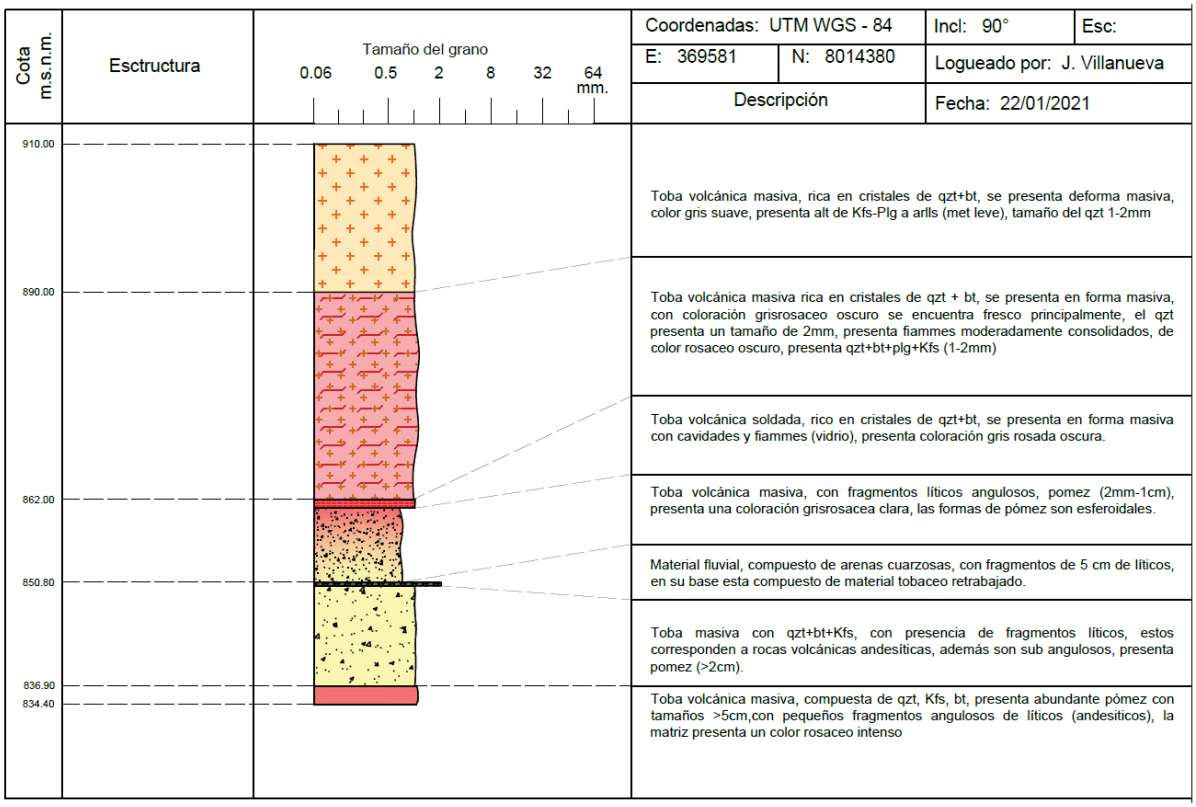
Vista SEE-NWW, Quebrada Caramolle.



Nota. Foto propia.

Imagen 1.

Columna estratigráfica de zona de quebrada Caramolle.



Nota. Elaboración propia

- Mapeo geomecánico por el método de “línea de detalle” en zonas de interés, utilizando la brújula tipo Brunton, cinta metálica y picota de geólogo. Descripción detallada de las características del macizo rocoso, como la matriz rocosa, discontinuidades por metro lineal.

Foto 4.

Estación geomecánica 5



Nota. Vista SW-NE zona alta de quebrada Caramolle, Ignimbritas. Foto propia.

Foto 5.

Estación geomecánica 7.



Nota. Vista NEE-SWW, carretera nueva, ingreso a Ciudad Nueva. Foto propia.

Foto 6.

Estación geomecánica 8



Nota. Vista NW-SE, carretera trocha zona cerca de Magollo. Foto propia.

- Muestreo de rocas representativas que presenten menos meteorización posible para sus posteriores ensayos en los laboratorios correspondientes.

4.3. Trabajo de laboratorio

4.3.1. Descripción petrográfica

Se realiza en laboratorio un análisis macroscópico con muestra de mano y para el análisis microscópico se realiza microscopia electrónica de barrido (SEM).

4.3.2. Determinación de las propiedades físicas

- Densidad
- Porosidad
- Peso específico aparente
- Porcentaje de absorción

4.3.3. Determinación de las propiedades mecánicas

- Resistencia a la compresión uniaxial
- Resistencia a la carga puntual.

4.3.4. Determinación de la durabilidad o resistencia a la alteración

- Ensayo de durabilidad al Sulfato de Magnesio

4.4. Trabajo de gabinete

Una vez concluida los trabajos anteriores se realiza un análisis y la interpretación de los datos obtenidos en campo y laboratorio.

CAPÍTULO V: MARCO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO

5.1. Geomorfología regional

En la zona de estudio se puede encontrar 02 unidades geomorfológicas regionales: Planicies costaneras y Valles, que se describen a continuación.

5.1.1. Planicies costaneras

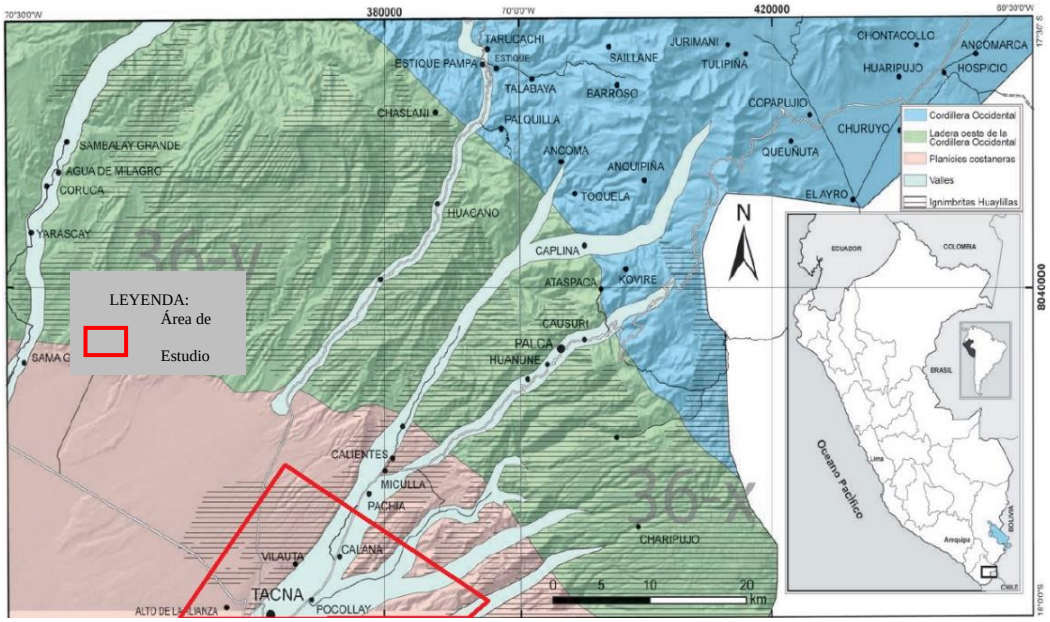
En zonas alejadas de la cuenca del valle del Caplina en la zona Oeste mayormente se presenta un relieve sub-horizontal con una pendiente promedio de 4-10 % donde la cota disminuye en dirección al Suroeste, se considera para esta unidad geomorfológica un rango de altura de 200-1400 m.s.n.m. Ver Imagen 2.

Dentro de la zona de estudio, en la unidad de planicie Costanera presenta alturas de 215 a 1330 m.s.n.m. Esta unidad es descrita como superficie Huaylillas en el boletín N°139 Sería A INGEMMET, se considera como una acumulación sucesiva de importantes espesores de tobas y flujos piroclásticos presentes a lo largo de las cadenas montañosas y valles que debido a su extensión y espesor llegan a considerarse como una unidad geomorfológica importante (Acosta et al., 2011).

Hay que indicar que dentro de las planicies costaneras se ha detallado la presencia de las Ignimbritas Huaylillas bordeando la ciudad de Tacna, según el achurado realizado en la Imagen 02 (Imagen proviene del cuadrángulo Pachia 36-V y Palca 36-x).

Imagen 2.

Imagen de unidades geomorfológicas.



Nota. Boletín N°139 serie A

En esta unidad geomorfológica se encuentra las siguientes subunidades: superficies de flujo piroclástico, superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado, ladera con flujo piroclástico, lomada o colina piroclástica y altiplanicie sedimentaria. Ver Anexo I, Mapa Geomorfológico, con código MG-01.

5.1.2. Valles y terrazas

Esta unidad se manifiesta como valles tipo V, donde se presenta pendientes fuertes en la zona Noreste y al acercarse al Suroeste los valles se van ampliando y la pendiente se hace menor, el valle más amplio es de la cuenca del Caplina donde se encentra emplazada la ciudad de Tacna, se tiene además la quebrada Viñani,

quebrada del Diablo y la quebrada Cauñani, se considera para esta unidad geomorfológica un rango de altura de 200-1400 m.s.n.m. Ver Imagen 2.

Dentro de la zona de estudio, en la unidad valles y terrazas presenta alturas de 252 a 971 m.s.n.m. En esta unidad geomorfológica se encuentra las siguientes subunidades: Vertiente o piedemonte aluvial, abanico o piedemonte, vertiente o piedemonte aluvio-torrencial y terraza indiferenciada.

5.2. Geomorfología local

En la zona de evaluación se tiene las siguientes subunidades geomorfológicas:

5.2.1. Superficie de flujo piroclástico

Son áreas relativamente horizontales y extensas, en la zona de estudio se presenta mayormente en el lado Oeste, puntualmente se observa en el margen Este, presenta una pendiente de 4 % y está cortada por quebradas poco desarrolladas no mayores a 10 m de altura.

Foto 7.

Superficie de flujo piroclástico.



Nota. Vista NEE-SWW, se observa superficie con material fino y vegetación de la zona. Foto propia.

5.2.2. Superficie de flujo piroclástico erosionado

Son zonas con presencia de material piroclástico, pero presentan quebradas o laderas más desarrolladas con una altura entre 50 a 100 m se encuentran limitados por las quebradas y valles de la zona, donde se observa desintegración de la roca debido a los agentes físicos de erosión como el agua, temperatura y el viento.

Foto 8.

Vista NE-SW, parte alta de la quebrada del Diablo.



Nota. Se observa rocas erosionadas por acción del transporte del agua y el viento. Foto propia.

5.2.3. Ladera con flujo piroclástico

Esta geoforma se observa en las laderas del cerro Arunta, cerro la Mesada, cerro Yaramajada, cerro Chastudal y cerro de Molle, donde se observa laderas pronunciadas en la zona NNE del área de estudio y disminuye la altura de la ladera al acercarse a los cerros del Sur, siendo el cerro de Molle el que presenta una pendiente moderada a baja.

Foto 9

Vista NE-SW, Cerro de molles.



Nota. Cercano a la ladera presenta roca piroclástica con presencia de sulfatos. Foto propia.

5.2.4. Lomada o colina piroclástica

Geoforma ubicada al Suroeste de la quebrada Caramolle, presenta una altura media, se caracteriza por presentar una forma redondeada.

5.2.5. Altiplanicie sedimentaria

En esta geoforma se observa una zona con pendientes muy suave (1-2 %) casi sub-horizontales, con presencia de material fino suelto, en superficie. Está ubicada esta zona en el cerro de Molles y cerro la Garita.

Foto 10.

Vista N-S, trocha que atraviesa cerro de Molles



Nota. Se tiene zona con pendientes suaves, material suelto. Foto propia.

5.2.6. Vertiente o piedemonte aluvial

Esta geoforma ha rellenado las quebradas y valles, se ha ido formando por la sedimentación de material arrastrado por la corriente de agua estacionales. Se puede identificar estas geoformas rellenando el valle del Caplina, quebrada del Diablo y quebrada Viñani.

5.2.7. Abanico o piedemonte

Esta geoforma se presenta como un abanico aluvial depositada originalmente en la base o pie de un cerro o montaña, se genera mediante un desplazamiento del material suelto del terreno y la acción del agua.

5.2.8. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial

Esta geoforma se ubica en el Norte en los límites del área de estudio, en la zona de Pachía, y corresponde a depósitos dejados por eventos excepcionales (Huaicos). Presenta una pendiente suave.

5.3. Geología regional

En la zona de estudio se identificó las siguientes formaciones, formación Moquegua Superior, formación Huaylillas inferior y Superior, formación Milo, que es descrita como formación Magollo, Tobas Sencca y depósitos cuaternarios, que se describen a continuación.

5.3.1. Formación Moquegua (Eoceno Oligoceno)

Esta formación litológicamente presenta un conjunto de estratos sedimentarios: conglomerados, lutitas, areniscas y piroclastos, apilados de origen continental, depositadas en la Ladera Pacífica de la Cordillera de los Andes durante el Oligoceno superior y Mioceno basal, es decir aproximadamente entre -3,8 y -2,2 Ma. (Pino, 2003)**.**

5.3.2. Formación Huaylillas (Mioceno Inferior)

La formación Huaylillas fue nombrada por Wilson y García (1962), refiriéndose a una gran superficie piroclástica que cubre tanto en el extremo sur del territorio peruano como el norte chileno. Los afloramientos de la formación Huaylillas se hallan cubriendo casi íntegramente al cuadrángulo de Huaylillas (37-x-IV) y gran parte del cuadrángulo de Tacna (37-v-I y 37-v-IV). El espesor de estos depósitos es variable, desde unas decenas de metros hasta aproximadamente 250 m.

Jacay et al. (2004) manifiesta una potencia promedio de 200 m en sus facies orientales y de 50 m en sus facies occidentales.

Esta formación se divide en 02 miembros (Miembro Inferior y Superior) según Sánchez et al. (2000), donde destaca que entre los miembros existe poca diferencia litológica, por tratarse en todos los casos de tufos ácidos de composición dacítica y riolítica, con leves diferencias en el color, textura y mineralogía.

5.3.3. Formación Millo (Fm. Magollo)

La formación Magollo se encuentra localizado suprayaciendo a la formación Huaylillas Superior en ciertas zonas, sector de Magollo, sector de Alto Alianza, zona de Caramolle NNE de la quebrada Caramolle.

5.3.4. Depósitos cuaternarios

Los depósitos cuaternarios están constituidos por los depósitos aluviales, fluviales, coluviales, deluviales y eólicos, que ocupan grandes extensiones en el área de estudio.

5.3.5. Terraza Indiferenciada

Esta geoforma se presenta mayormente en la quebrada de Viñani y se generó mediante el depósito de material aluvial en varios eventos, pero permanecen a un mismo ciclo erosivo. Se conoce también como terrazas poligenéticas, por proceder

de diferentes eventos. Se observa que es la conjunción de 04 quebradas, que probablemente sea la razón por la que se haya depositado material aluvial en distintos eventos.

5.4. Geología local

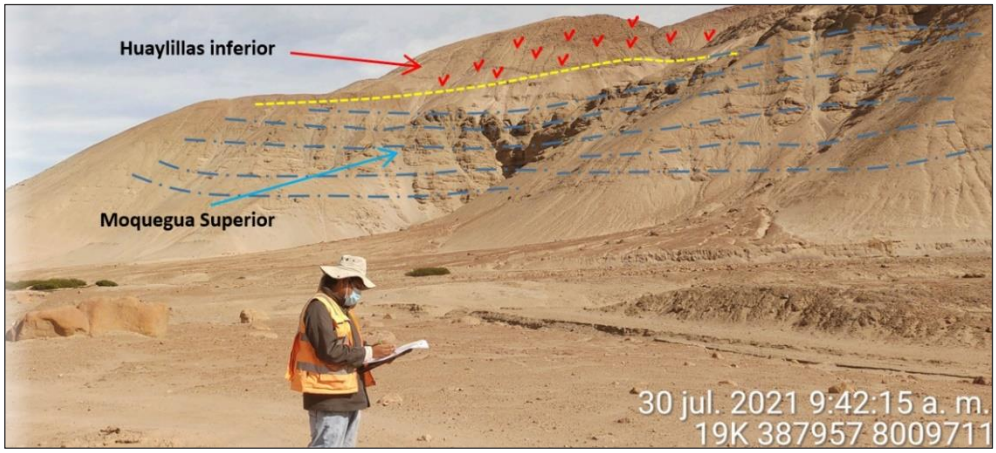
5.4.1. Formación Moquegua

El reconocimiento en campo de la formación Moquegua es de importancia porque es el límite de la base inferior de la formación Huaylillas. De lo observado en campo se tiene que la formación Moquegua, el miembro Superior aflora en el extremo Este, esto se puede visualizar al ingresar por la carretera Viñani y llegar hasta el cerro denominado El Perdido, donde subyace a la formación Huaylillas inferior, mediante una discordancia paralela. Ver Foto 11. Al ingresar por la quebrada Viñani en dirección al NE se observa que la cota de contacto entre la formación Moquegua y la formación Huaylillas va incrementado mientras se continua el acceso aguas arriba de la quebrada.

Tambien es observable en las faldas del cerro Arunta en la ladera NE, en la trocha cercana al cuartel Tarapacá que corta el contacto entre la formación Moquegua Superior y el miembro Inferior del Huaylillas donde en la parte inferior se observa unos conglomerados con matriz arenosa de color café parduzco a rojizo y en la parte superior una toba de ceniza masiva con presencia de fragmentos liticos puntuales con tamaños menores a 4 cm y pómez menores a 2 cm. Ver Foto 12.

Foto 11.

Cerro "El Perdido"



Nota. Vista NNE-SSW, margen izquierdo mirando hacia aguas arriba, se observa contacto entre el Moquegua Superior y Huaylillas inferior, discordancia paralela. Foto propia.

Foto 12.

Trocha cercana al cuartel Tarapacá.



Nota. Vista NE-SW, se observa contacto de un estrato sedimentario que probablemente sea la formación Moquegua Superior y el Miembro Inferior del Huaylillas. Foto propia.

5.4.2. Formación Huaylillas

El reconocimiento en campo de la formación Huaylillas es de importancia porque permite denotar el límite de la base inferior y superior del área de estudio, y así poder determinar el espesor de esta formación.

Esta formación ocupa más del 70 % de la superficie del área de estudio, dentro de la formación Huaylillas se describen 02 miembros, donde se observa episodios cortos de erosión y sedimentación entre los contactos.

5.4.2.1.Miembro Inferior

El miembro inferior de la formación Huaylillas ha sido observado en la zona alta y baja de la quebrada del Diablo, en la base de la quebrada Caramolle, en la parte inferior de la ladera del cerro Magollo, cerro Arunta, cerro Molles y el cerro El Perdido, en los cortes de carretera Panamericana – acceso a la carretera Tarata y en la trocha ubicada cerca al cuartel Tarapacá, donde la base es constituida por fragmentos líticos de forma subangulosa que presenta tamaños menores 7 cm que descienden de tamaño en dirección Oeste (ver Foto 13-15), presencia de abundante pómez menores a 5 cm y la matriz es de color beige, además se observa episodios de deposición de cenizas volcánicas (Tobas) de color beige y rosáceo con abundancia de pómez, donde la incidencia de los fragmentos líticos disminuye. Se considera como una toba no soldada.

En la ladera Sur del Cerro Intiorko se observa conglomerados con presencia de cantos rodados menores a 15 cm y una intercalación de arenas verdosas – arcosas con presencia de pómez subredondeado y fracturas rellenadas con Sulfato de Calcio. Ver Foto 16.

Foto 13.

Quebrada de Diablo

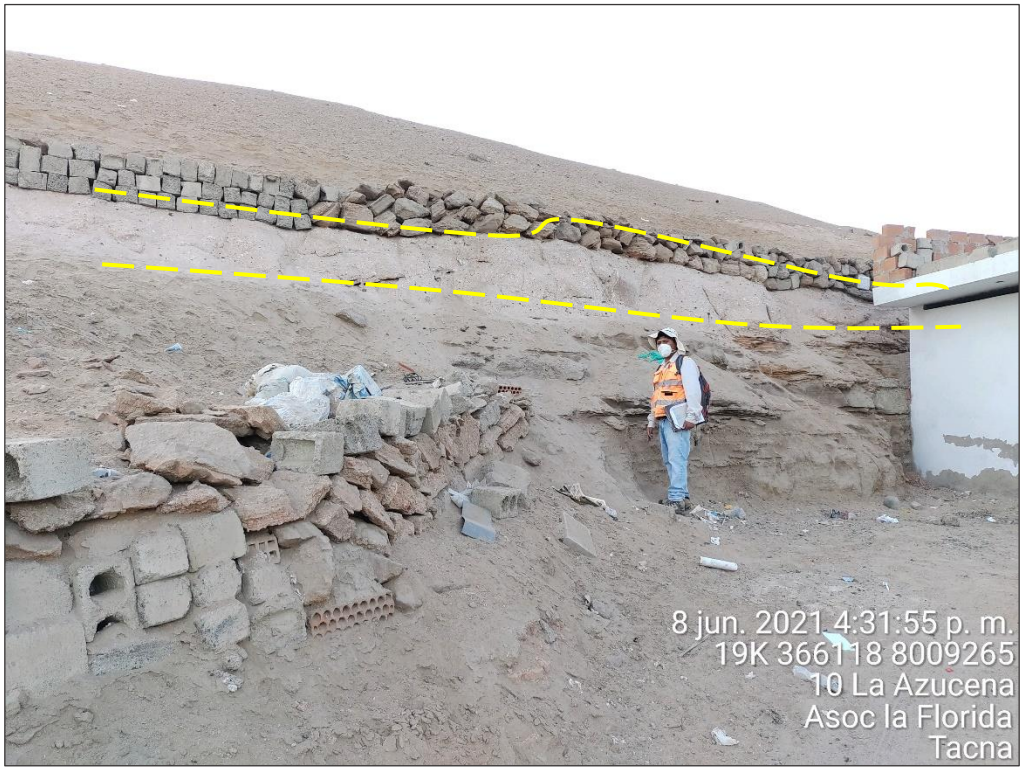


Nota. Lado Izquierdo, Vista N-S, quebrada del Diablo parte alta, se observa fragmentos líticos de tamaño moderado 2,5 – 7,0 cm, además de pómez y una matriz de ceniza. Foto propia.

Lado Derecho, Vista W-E, quebrada del Diablo parte baja zona denominada La Esperanza, se observa fragmentos líticos de tamaño moderado menores a 3,0 cm. además de pómez y una matriz de ceniza

Foto 14.

Fm. Huaylillas Inferior



Nota. Vista SW-NE, cercano a vivienda de la Asociación La Florida se observa fragmentos líticos de tamaño moderado menores a 1,5 cm. además de pómez y una matriz de ceniza. Foto propia.

Foto 15.

Trocha cercana al cuartel Tarapacá



Nota. Vista NE-SW, donde se observa una ceniza masiva compuesto por pómez y fragmentos líticos de tamaños menores a 1,5 cm. Foto propia.

Foto 16.

Ladera Sur del cerro Intiorko,



Nota. Vista SW-NE, trocha con denominación Avenida Los Ángeles, presencia de arenas de color verde y rojizas (presencia de Ortosa), se observa cantos rodados menos a 15cm. Foto propia.

5.4.2.2. Miembro Superior.

El miembro superior de la formación Huaylillas ha sido observado en las quebradas del Diablo y Caramolle, de igual forma en el cerro Magollo, Arunta, Molles y cerro El Perdido. Preferentemente se aprecia en los cortes de la carretera Panamericana, acceso a la carretera Tarata y en la trocha ubicada cerca al cuartel Tarapacá y el cerro Magollo.

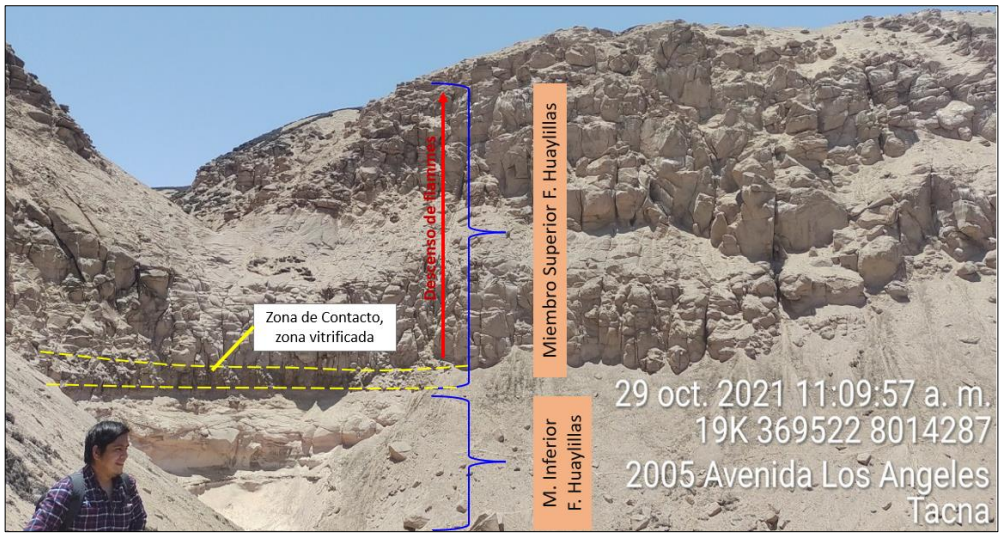
El miembro Superior está constituido por una sucesión de tobas soldadas de composición riolítica y traquíticas, presenta un color rosáceo con fragmentos de pómez menores a 1 cm, líticos puntuales menores a 1 cm, cristales de cuarzo y biotita. A diferencia de la formación inferior, el miembro superior se considera como una toba soldada (Ignibrita), el contacto entre los miembros inferior y superior se observa una zona (2,00 – 4,00 m.) donde la toba soldada presenta una textura vitrificada donde hay mayor presencia de oquedades posiblemente contuvieron gases que fueron expulsados posterior a la deposición, mayor presencia de fiammes (pómez compactada) que va disminuyendo su incidencia en el eje vertical, ver Foto 16. En la mayor parte de las zonas observadas se tiene que al estar cerca del contacto con la formación Millo (Magollo) presenta una meteorización gradual donde el color beige – rosáceo propio del miembro Superior del Huaylillas cambia a un color blanquecino al estar cerca del contacto, se tiene un mayor vetilleo rellenado de sulfatos, calcita, yeso y sal. Este escenario se

repite en los contactos observados en los cortes de la carretera Panamericana, carretera Tarata, carretera Trocha de Magollo, en las quebrada Caramolle y en la quebrada del Diablo, ver Foto 17.

Estas tobas tienen espesores entre 50 y 250 m al Este del cuadrángulo de Tacna y al Noreste del cuadrángulo de Huaylillas, incrementando su espesor hacia territorio chileno. Regionalmente se observa una clara disminución de espesores de las ignimbritas de este miembro hacia el Suroeste, es decir, mientras más cerca al mar, los espesores del miembro medio de la formación Huaylillas son cada vez más delgados, (Wilson y García, 1962).

Foto 17.

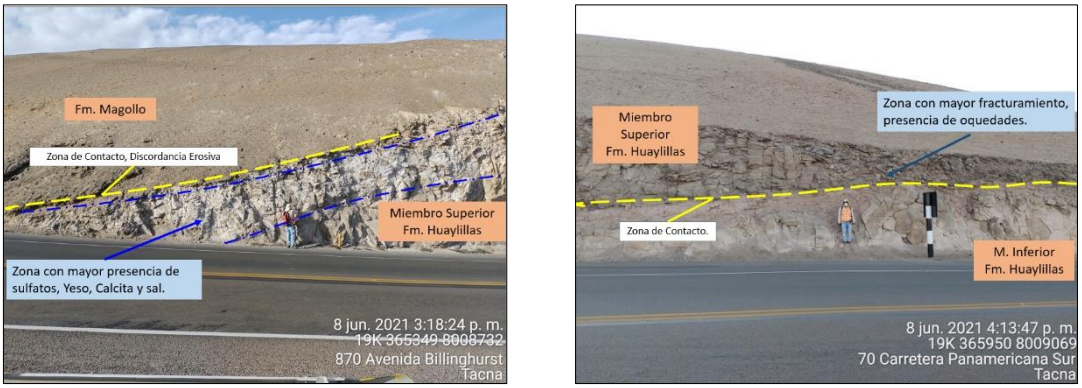
Quebrada Caramolle



Nota. Vista NWW-SEE, se observa el contacto entre el miembro inferior y superior. Foto propia.

Foto 18.

Carretera Panamericana



Nota. Lado Izquierdo, vista NW-SE, contacto de la formación Millo con el miembro Superior de la formación Huaylillas discordancia erosiva, se observa que en el contacto se presenta la roca del Huaylillas de color blanquecino con abundante presencia de sulfatos. Foto propia.

Lado Derecho, vista SW-NE, contacto con el miembro inferior de la formación Huaylillas, contacto con la presencia de zona vitrificada (mayor fracturamiento).

Foto 19.

Parte Alta de la Quebrada Medallero km 17



Nota. Vista NE-SW de la carretera Tarata, se observa que en superficie aflora la formación Huaylillas miembro superior, ignimbrita soldada con colores rojizos que presenta meteorización superficialmente como cascarón. Foto propia.

Foto 20.

Parte Alta de la Quebrada del Diablo



Nota. Vista NW-SE a 5 Km, en dirección NE del hito Km. 13 carretera Tarata, se observa quebrada en forma de "V", donde se tiene el miembro superior de la formación Huaylillas, ignimbrita soldada que presenta meteorización superficialmente con colores rojizos como cascarón. Foto propia.

Foto 21.

Ladera NW del Cerro de Molles, cercano al Autódromo



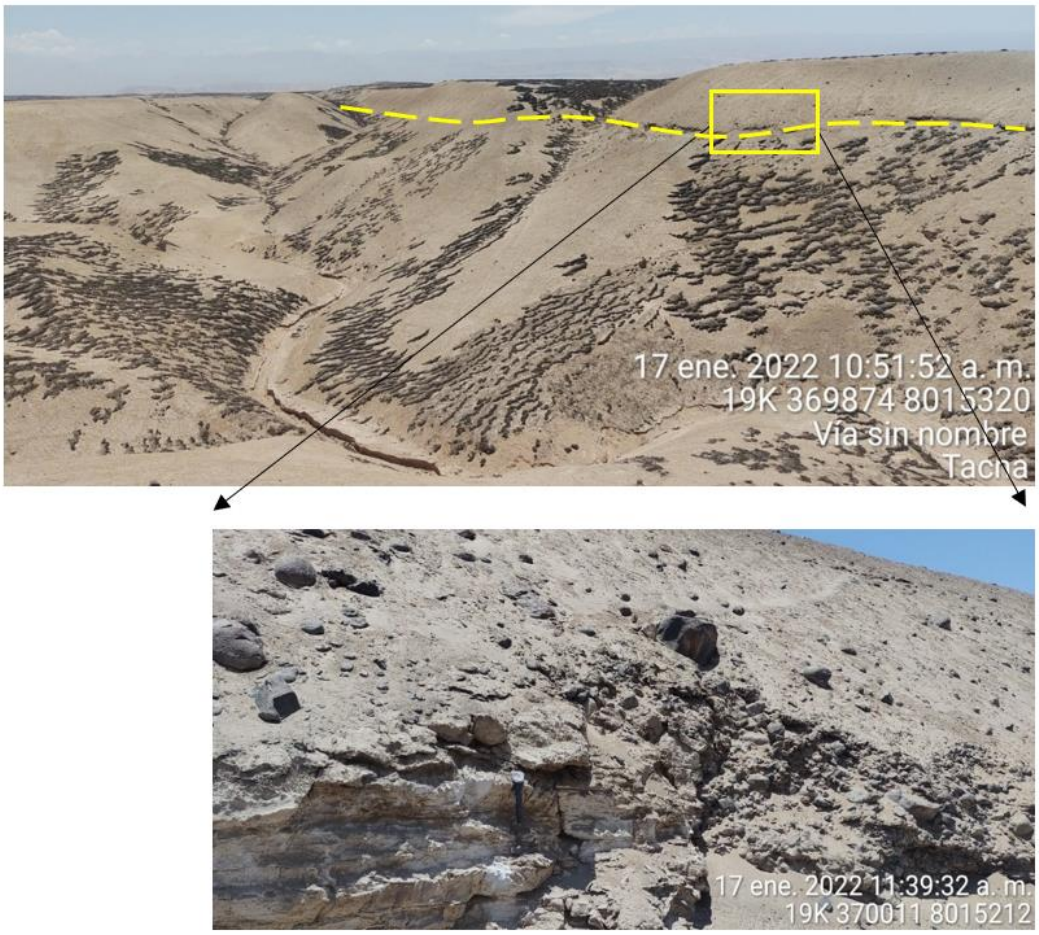
Nota. Vista NE-SW, se observa miembro superior de la formación Huaylillas, la toba presenta un color blanquecino presenta un mayor grado de meteorización, los sulfatos predominan. Foto propia.

5.4.3. Formación Millo (Fm Magollo)

La formación que suprayace al miembro Superior de la formación Huaylillas ha sido observado en las quebradas del Diablo y Caramolle, en el Cerro Magollo, Arunta y Molles, preferentemente en los cortes de la carretera Panamericana, del acceso a la carretera Tarata, en la trocha de la carretera Magollo, donde presenta un contacto erosivo con la formación Huaylillas, ver Foto 18 lado izquierdo y Foto 22-23. Esta formación está constituida por una sucesión de sedimentos que es denominado como Formación Magollo por otros autores (Flores y Sempere, 2002). La litología de este miembro está compuesta por conglomerados, cantos y/o bloques redondeados a sub-redondeados de tamaño variable de 0,50 m hasta 0,07 m y areniscas con una matriz de color oscuro, bastante presencia de óxido de hierro. Se observa que, en el extremo Sur oeste del área de estudio, cercano a la trocha de Magollo, el miembro superior presenta presencia de cantos de pómez sub redondeados y episodios de depositación de ceniza volcánica.

Foto 22.

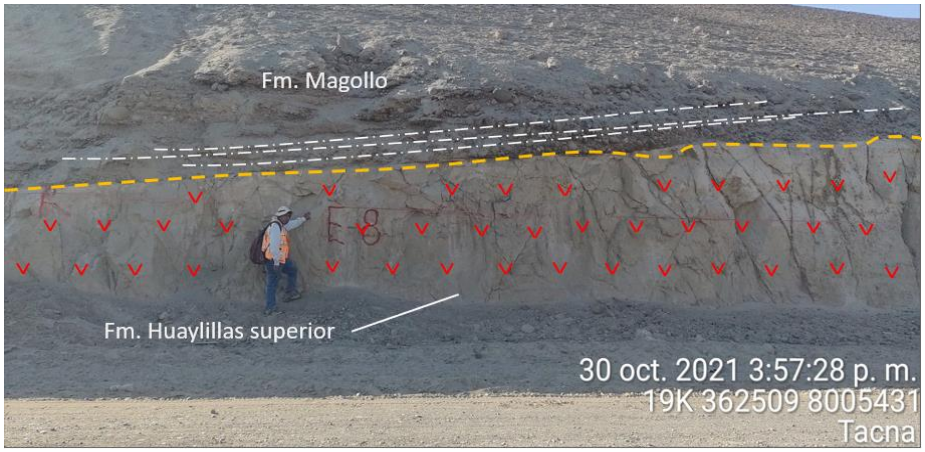
Zona alta de la quebrada Caramolle



Nota. Vista NE-SW, se observa el contacto erosivo del miembro superior Huaylillas y el miembro sedimentario, presencia de cantos rodados a una cota de 997 m.s.n.m. Foto propia.

Foto 23.

Carretera Trocha cerca a sector Magollo



Nota. Vista NE-SW, se observa contacto entre la formación Huaylillas superior y la formación Magollo (Flores y Sempere, 2002). Foto propia.

Foto 24.

Carretera Tarata, en la parte media de la quebrada Achacune



Nota. Vista SSW-NNE, se observa contacto erosivo entre la formación Huaylillas superior y un estrato sedimentario. Foto propia.

5.4.4. Depósitos del cuaternario

5.4.4.1. Depósitos Aluvial

Son depósitos de material gravoso, arena, limos y arcillas que son arrastrados desde la zona alta a través de flujos de agua, quedando depositados gradualmente en los márgenes de su recorrido, hasta que son arrastrados nuevamente por otro evento; dentro de la zona de estudio se observa que estos depósitos aluviales provienen en su mayoría de la cuenca del Caplina, en segunda instancia también se tiene material aluvial aportado por la quebrada Caramolle, Viñani y del Diablo, que han rellenado las quebradas mencionadas con cantos rodados propios del material de la formación Huaylillas incluido los cantos de la formación Magollo.

Foto 25.

Parte alta de la quebrada Medallero, km 17 de la carretera Tarata



Nota. Vista NW-SE, se observa quebrada rellenada por material aluvial arenas y cantos subredondeados. Foto propia.

5.4.4.2. Depósito Holoceno de Cenizas

A la salida de la quebrada Caramolle, entre las faldas del cerro Intiorko y el canal Uchusuma se observa una ceniza de material fino de color rosáceo, pertenecientes a la toba Sencca.

5.4.4.3. Depósitos Eólicos

Estos depósitos se pueden describir como superficies cortas de arenas que cubren las planicies altas, en el área de estudio se presenta estos depósitos mayormente en el margen izquierdo, se tiene una pampa que es cortada por las quebradillas Botijas, Medallero, Achacune, donde se observa presencia de vegetación, dunas y una capa menor de arena y en el margen derecho en la parte superior del cerro La Garita. También se observa este material de relleno en la quebrada Viñani.

Foto 26.

Quebrada Viñani



Nota. Vista NE-SW, cerca al cerro El Perdido se tiene en las laderas depósitos eólicos. Foto propia.

CAPÍTULO VI: CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS

Para iniciar con el proceso de caracterizar tecnológicamente de la formación Huaylillas se realizaron visitas a campo dentro del área de estudio a zonas estratégicas, permitiendo realizar un reconocimiento y mapeo geológico de los macizos rocosos vistos en las quebradas, laderas y planicies, con este dominio geológico se determinó estaciones de toma de datos representativas donde se registraron las propiedades fiscas, descripciones macroscópicas y se obtuvieron muestras de rocas, para análisis posteriores en laboratorio con el fin de determinar la composición química, propiedades física-mecánicas y resistencia a la alteración, descritos a continuación.

6.1. Descripción Petrográfica

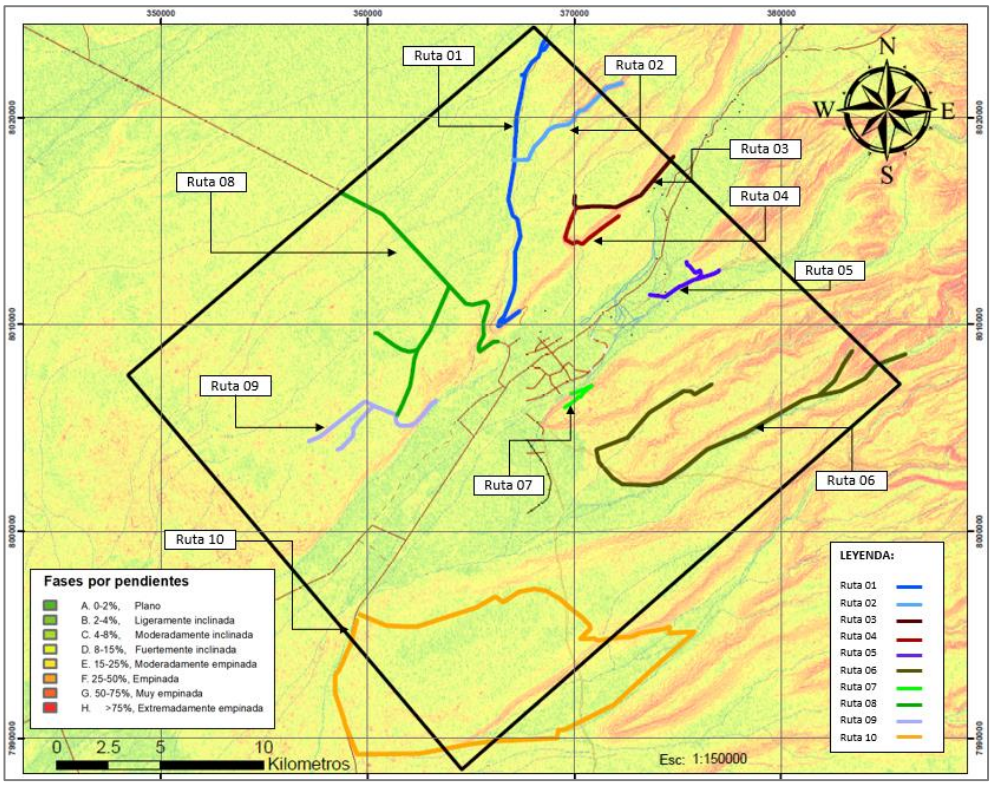
Para este ítem, se aprovechó del mapeo geológico mediante el cual se registraron los datos observados en la Tabla 4 y 5, esta descripción petrográfica permite conocer las características superficiales y sobresalientes que se encuentran en las rocas vistas en campo, donde se determina las propiedades básicas que ayudan a poder realizar una zonificación inicial de las posibles rocas con potencial de uso ornamental. Se procedió a tomar muestras de 11 puntos representativos de los 21 puntos recomendados según la Tabla 4 y 5, tomando como criterio tener

muestras en la zona superior, media e inferior de la formación Huaylillas en el margen SE (Q. Caramolle, Accesos a la carretera Tarata, Panamericana y trocha del sector de Magollo) y el margen NW (Trocha cercano al cuartel Tarapacá), solo se consideraron estas zonas debido a que en dirección Suroeste la formación Huaylillas presenta mayor meteorización, incremento de sulfatos y sales en las fracturas, y en dirección Este del área de estudio se observó que la formación Moquegua superior aflora en la trocha del cuartel Tarapacá, en la quebrada Viñani y en las laderas de la quebrada El Perdido, por lo que, la formación Huaylillas al alejarse en dirección Este a Noreste aflora a una altura mayor a 100 m desde la cota de superficie.

Se muestra a continuación el mapa de pendientes que permite tener una visión panorámica de qué zonas presentan laderas o cortes topográficos donde se observe la litología del área de estudio.

Imagen 3.

Mapa de pendientes



Nota. Ubicación de rutas realizadas durante las visitas de campo. Elaboración propia.

A continuación, se muestran las descripciones macroscópicas en campo y las descripciones microscópicas (realizadas con microscopio petromineragráfico polarizante y microscopio de barrido electrónico).

Tabla 4.

Cuadro de descripción macroscópica Ruta 01 – Ruta 05

Ítem	Número de Ruta	COORDENADAS UTM WGS 84			LITOLOGÍA		PROPIEDADES FÍSICAS							Recomendación Muestreo/Mapeo Geomecánico
		Código / Ubicación	Este	Norte	Cota (msnm)	Geología	Color	Estado de Conservación	Reacción al Ácido Clorhídrico	Consolidado/No consolidado	Minerales Observables	Dureza	Magnetismo	
1	RUTA 01	RO-01	368483	8023254	1145	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
2		RO-02	367595	8022042	1096	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
3		TT-01	366710	8010135	712	H. Superior	Beige	Lig. -Mod. Met.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 2	No	Sí
4		TT-02	366884	8010263	697	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
5	RUTA 02, Quebrada del Diablo	Zona Alta	370584	8020409	1141	H. Inferior	Beige	Lig. Meteor.	No	No consolidado	Biotita-Qzo	< 5	No	No
6		Zona Media	369156	8019644	1073	H. Inferior	Beige	Lig. Meteor.	No	No consolidado	Biotita-Qzo	< 5	No	No
7		Zona Baja	365982	8009659	633	H. Inferior	Beige	Lig. Meteor.	No	No consolidado	Biotita-Qzo	< 5	No	No
8	RUTA 03, Trocha Cerro Escudo	Zona Alta	372027	8015686	1071	Cobertura	-	-	-		-	-	-	No
9		Zona Baja	373189	8016189	937	Cobertura	-	-	-		-	-	-	No
10		Zona Alta - Quebrada Caramolle	370039	8015924	1030	Sedimentario	-	-	-		-	-	-	No
11	RUTA 04, Quebrada Caramolle	Zona Alta, Contacto	369951	8015362	969	Sedimentario	-	-	-		-	-	-	No
12		TC-01	369745	8014925	944	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	SI (Fract)	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
13		TC-02	369528	8014342	892	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
14		TC-03	369623	8014342	880	H. Superior	Rosáceo Fuerte	Fresco	No	Consolidado	Qzo-Biotita	> 7	No	Sí
15		TC-04	369616	8014348	877	H. Inferior	Rosáceo Fuerte	Lig. Meteor.	No	No consolidado	Qzo-Biotita	< 2	No	Sí
16	RUTA 04, Carretera Ciudad Nueva	TC-05	369610	8013683	896	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
17		TC-06	369831	8013689	872	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
18		TC-07	369894	8013638	862	H. Superior	Rosáceo Fuerte	Fresco	No	Consolidado	Qzo-Biotita	> 7	No	Sí
19		TC-08	369914	8013627	859	H. Inferior	Rosáceo	Lig. Meteor.	No	No consolidado	Biotita-Qzo	< 2	No	Sí
20	RUTA 05	Piedra Blanca, Represa	376064	8012601	836	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
21		Antena Cerro Blanco	375450	8012905	820	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No

Nota. Elaboración propia.

Tabla 5.

Cuadro de descripción macroscópica Ruta 06 – Ruta 10.

Ítem	Número de Ruta	COORDENADAS UTM WGS 84				LITOLOGÍA	PROPIEDADES FÍSICAS							Recomendación Muestreo/Mapeo Geomecánico
		Código / Ubicación	Este	Norte	Cota (msnm)	Geología	Color	Estado de Conservación	Reacción al HCl	Consolidado / No consolidado	Minerales Observables	Dureza	Magnetismo	
22	RUTA 06	Zona Alta, Q. Viñani	387961	8009706	1127	F. Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	No
23		Zona Media, Q. Viñani	384398	8007652	931	F. Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	No
24		Quebrada del Diablo	376530	8007045	662	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
25	RUTA 07	RO-03	370368	8006611	741	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
26		RO-04	370429	8006701	724	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
27		RO-05	370552	8006790	709	H. Superior	Rosáceo Fuerte	Fresco	No	Consolidado	Qzo-Biotita	> 7	No	Sí
28		RO-06	370547	8006785	708	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig, Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
29	RUTA 08, Carretera Panamericana	TP-01	365366	8008978	656	H. Superior	Beige-Blanques.	Mod. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 2	No	Sí
30		TP-02	365685	8008856	624	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
31		Zona Alta	358470	801650	771	Cuaternario	-	-	-	-	-	-	-	No
32		Zona Media	360059	8015686	786	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
33		Zona Baja	363876	8011676	828	Cobertura	Beige-Rojizo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	1	No	No
34		Alto Alianza	362913	8009657	764	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
35		Tacna Solar	360640	8009467	714	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
36		Panamericana 3+770	365616	8011117	773	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
37	RUTA 09, Magollo	TM-01	362573	8005506	503	H. Superior	Beige-Blanques.	Mod. Meteor.	Si (Fract.)	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
38		TM-02	362847	8005860	488	H. Superior	Beige-Rosáceo	Lig. Meteor.	No	Consolidado	Qzo-Biotita	< 5	No	Sí
39		Corte de Carretera	362092	8007353	692	Sedimentario	-	-	-	-	-	-	-	No
40		Pampa / Planicie	359293	8004543	560	Cobertura	-	-	-	-	-	-	-	No
41	RUTA 10	Autódromo	359858	7995906	300	H. Superior	Blanquesino-Beige	Muy Meteorizado	Si (Fract.)	Mod, Consolidado	Qzo, Biotit. Calc, Yeso	< 2	No	No
42		Trocha Q. Espíritu	371731	7994883	516	H. Superior	Beige-Rosáceo	Mod. Meteorizado	No	Consolidado	Qzo,Yeso	< 2	No	No

Nota. Elaboración propia.

6.1.1. Descripción macroscópica de las muestras

En la descripción macroscópica se determina las cualidades de la roca que se observa a simple vista como el color, la condición de la meteorización propia de la roca, también se describen la características y porcentaje de los minerales que pueden ser observados. Para el análisis petrográfico se realizó el muestreo en 11 puntos estratégicos, considerando la información recolectada en campo (Ver Tabla 4 y 5.)

Tabla 6.

Ubicación de muestras

ÍTEM	COLUMNA	PUNTO	E	N	COTA	DESCRIPCIÓN
1	**Columna 01**	TC-01	369745	8014925	919	Parte alta de quebrada Caramolle
2		TC-03	369623	8014342	882	Parte media - baja de quebrada Caramolle
3		TC-04	369616	8014348	877	Parte baja de quebrada Caramolle
4	**Columna 02**	TC-06	369831	8013689	864	Carretera Nueva
5	**Columna 03**	TT-01	366710	8010135	705	Carretera Tarata
6	**Columna 04**	TP-01	365366	8008978	647	Carretera Panamericana
7		TP-02	365685	8008856	621	Carretera Panamericana
8	**Columna 05**	TM-02	362847	8005860	483	Carretera Magollo
9	**Columna 06**	RO-01	368483	8023254	1128	Carretera Tarata Km 17
10	**Columna 07**	RO-03	370368	8006611	735	Trocha del Cuartel Tarapacá
11		RO-04	370429	8006701	729	Trocha del Cuartel Tarapacá

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.1. Descripción macroscópica de las muestras TC-01, TC-03, TC-04 y TC-06

Tabla 7.

Descripción macroscópica de la muestra TC-01

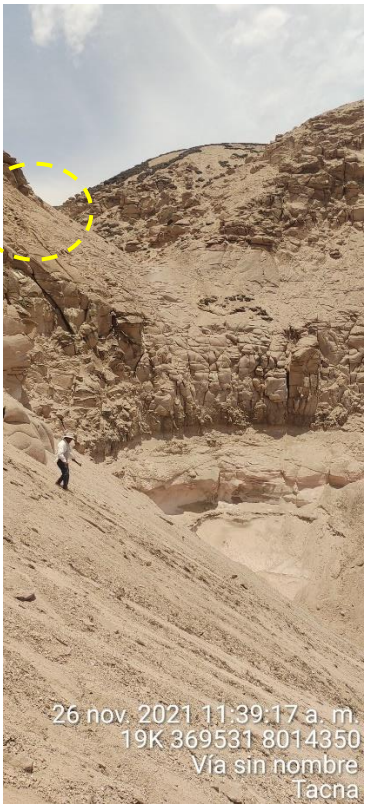
<table>
<tr><td colspan="2">Descripción Macroscópica de la muestra TC-01 (Techo), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color beige a rosáceo,

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 15 %.
- Presencia de plagioclasas conservados a levemente alterado menor a 10 %.
- Se aprecia biotita con forma hexagonal < 3 %
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1-1,5 mm entre un 2 % - 3 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa con presencia de oquedades, el tamaño varía desde 1 a 2 mm entre un 2-3 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 1x3 mm entre un 2-3%.

Matriz afanítica de color rosáceo claro.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba

“Ignimbrita” de composición riolítica.</td><td> 
</td></tr>
<tr><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8.

Descripción macroscópica de la muestra TC-03

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TC-03 (Medio), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa aristas subredondeadas, fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color rosáceo fuerte.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 10 %.
- Presencia de plagioclasas conservados a levemente alterado menor a 10 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 a 4 mm entre un 1-2 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa los bordes de color rojizo, el tamaño varía desde 1 a 8 mm entre un 4-5 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 3x11 mm entre un 13-15 %.

Matriz afanítica de color rosáceo fuerte.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita” de

composición riolítica,</td><td> 


</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9.

Descripción macroscópica de la muestra TC-04

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TC-04 (Base), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">En superficie natural se observa talud sin fracturas, de color rosáceo fuerte.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 3 %.
- Presencia de plagioclasas menor a 7 %.
- Se aprecia biotita menor a 4 %.
- Se observa fragmentos líticos subangulares de tamaño fino de 1 a 2 mm entre un 1-2 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 1 a 8 mm entre un 7-8 %.

Matriz afanítica de color rosáceo fuerte.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba de composición

riolítica.</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>  </td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10.

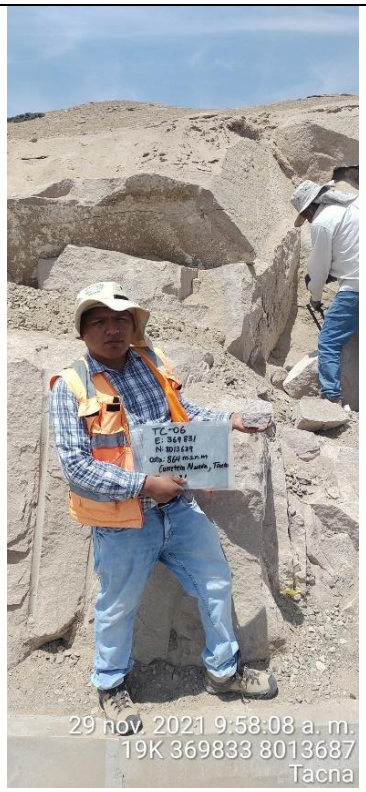
Descripción macroscópica de la muestra TC-06

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TC-06 (Medio), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color beige a rosáceo

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 17 %.
- Presencia de plagioclasas conservados a levemente alterado menor a 9 %.
- Se aprecia biotita menor a 3 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 a 3 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa los bordes de color rojizo, el tamaño varía desde 1 a 2 mm menor a 1 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 1x8 mm entre un 10-11 %.

Matriz afanítica de color rosáceo a rojizo.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita” de composición riolítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.2. Descripción macroscópica de las muestras TT-01

Tabla 11.

Descripción macroscópica de la muestra TT-01

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TT-01 (Techo), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color beige, Cercano al contacto con Fm. Magollo.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 2 %.
- Presencia de plagioclasas moderadamente alterada menor a 3 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos subangulares de tamaño fino de 1 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 10 a 20 mm entre un 12-13 %.

Matriz afanítica de color beige claro.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita” de composición traquítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.3. Descripción macroscópica de las muestras TP-01 y TP-02

Tabla 12.

Descripción macroscópica de la muestra TP-01

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TP-01 (Techo), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color beige a blanquecino, gris oscuro, Cercano al contacto con Fm. Magollo.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 4 %.
- Presencia de plagioclasas moderadamente alterada menor a 7 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos subangulares de tamaño fino de 1 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 1 a 4 mm entre un 9-10 %.

Matriz afanítica de color beige a blanquecino.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita” de composición traquítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13.

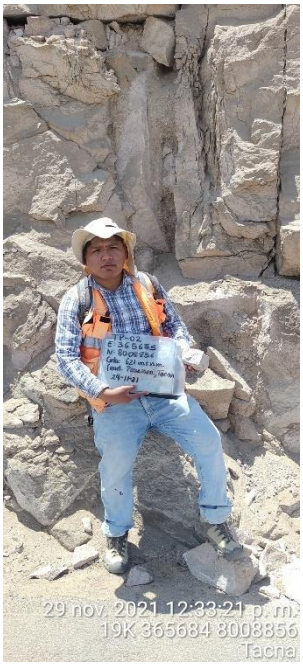
Descripción macroscópica de la muestra TP-02

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TP-02 (Medio), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, color gris oscuro.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 4 %.
- Presencia de plagioclasas levemente alterado menor a 5 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 a 2 mm menor a 2 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 1 a 3 mm menor a 2 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 2x7 mm entre un 7-8 %.

Matriz afanítica de color rosáceo.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita”, no se puede definir composición debido a que el Na_2O es de 21,04 %.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.4. Descripción macroscópica de las muestras TM-02

Tabla 14.

Descripción macroscópica de la muestra TM-02

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra TM-02 (Medio), realizada en campo</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color gris oscuro.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 13 %.
- Presencia de plagioclasas menor a 7 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 a 2 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 3 a 6 mm menor a 7 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 1x3 mm menor a 2 %.

Matriz afanítica de color rosáceo claro.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita”, de composición traquítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.5. Descripción macroscópica de las muestras RO-01, RO-03 y RO-04

Tabla 15.

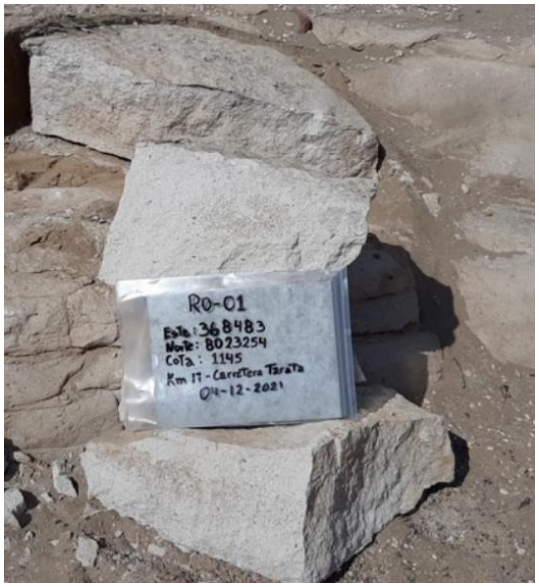
Descripción macroscópica de la muestra RO-01

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra RO-01 (Techo), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color negro a café rojizo, superficie oxidada.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 4 %.
- Presencia de plagioclasas menor a 6 %.
- Se aprecia biotita menor a 2 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa, el tamaño varía desde 2 a 4 mm menor a 3 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 1x6 mm menor a 2 %.

Matriz afanítica de color beige a rosáceo.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita”, de composición Riolítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16.

Descripción macroscópica de la muestra RO-03

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra RO-03 (Techo), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color gris oscuro.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 10%, el tamaño varía desde 2 a 3 mm.
- Presencia de plagioclasas menor a 7 %.
- Se aprecia biotita menor a 3 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
- Se tiene clastos de pómez de un color beige y una textura fibrosa los bordes de color rojizo, el tamaño varía desde 1 a 3 mm menor a 2 %.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 2x6 mm entre un 9-10 %.

Matriz afanítica de color rosáceo a rojizo.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita”, de composición traquítica.</td><td> 
</td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

Tabla 17.

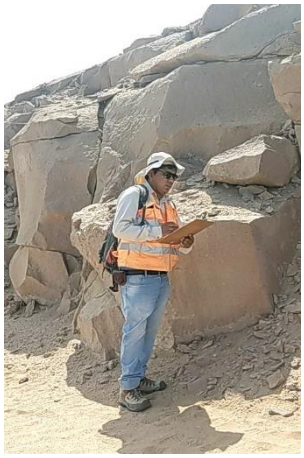
Descripción macroscópica de la muestra RO-04

<table>
<tr><td colspan="2">Descripción macroscópica de la muestra RO-04 (Medio), realizada en campo.</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>En superficie natural se observa cobertura con presencia de material fino (arenas-limo), fracturas con relleno milimétrico de halita y sulfatos, Color gris oscuro.

En fractura fresca presenta las siguientes características:

- Presencia de cuarzo menor a 11 %, el tamaño varía desde 1 a 3 mm.
- Presencia de plagioclasas menor a 7 %.
- Se aprecia biotita menor a 4 %.
- Se observa fragmentos líticos de tamaño fino de 1 mm menor a 1 % con un color oscuro a rojizo marrón.
-Presencia de Fiammes de forma alargada el tamaño promedio es de 2x15 mm entre un 17-18 %.

Matriz afanítica de color rojizo fuerte.

NOMBRE DE LA ROCA: Toba “Ignimbrita”, de composición riolítica.</td><td>  </td></tr>
</table>

Nota. Elaboración propia.

6.1.1.6. Comentarios de la descripción macroscópica

Los resultados de la descripción macroscópica indican que, de las 07 columnas (ver Tabla 6), las 11 muestras más representativas de la zona de estudio corresponden a Ignimbritas de composición Riolítica – Traquítica, las muestras están distribuidas en la quebrada Caramolle, acceso a la carretera Tarata, kilómetro 17 de la carretera Tarata, carretera Panamericana, Trocha Magollo y la trocha del cuartel Tarapacá. Ver Imagen 4.

En resumen, se identificó presencia de feldespatos potásicos (Sanidina) entre 3 a 10 %, presencia de cuarzo Tridimita entre 2 a 17 %, Biotita con trazas de minerales opacos (< 5 %), también se observó presencia de fragmentos líticos (< 2 %) que varían de 1 a 4 mm de color marrón rojizo, los clastos de pómez (1-13 %) de 1 a 20 mm de color beige con presencia de oquedades y textura fibrosa. Las muestras son matriz-soportadas de color beige, rosáceo a rojizo fuerte (incremento de fiammes), se observa un polvillo proveniente de la matriz.

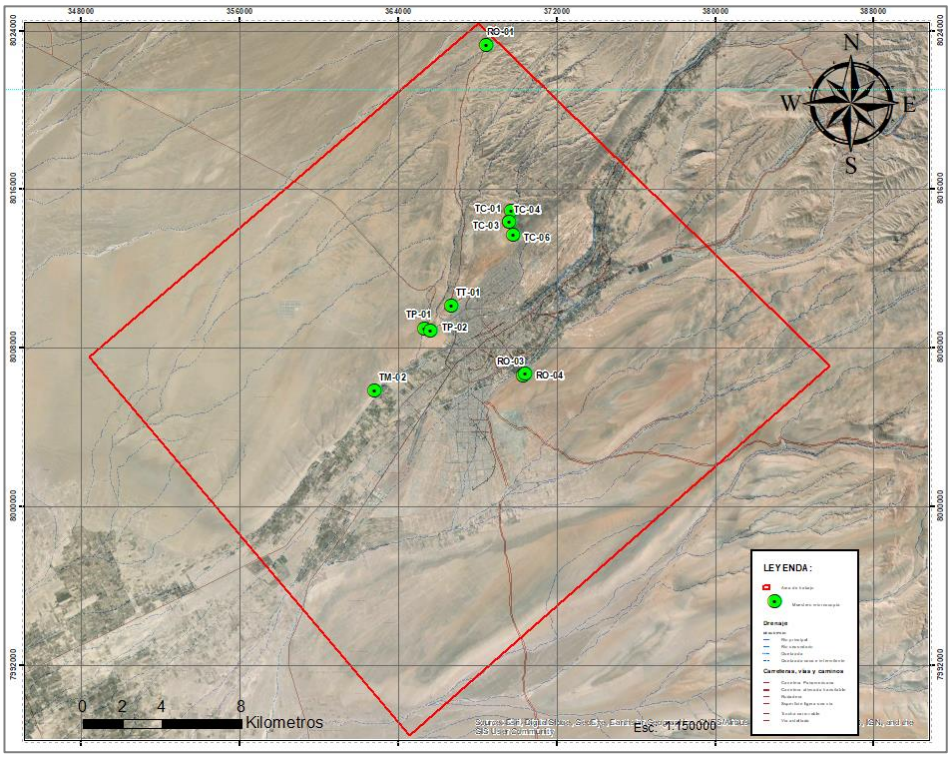
6.1.2. Descripción microscópica

Este apartado se basa en la descripción microscópica para determinar cómo se presentan los minerales que constituyen las 11 muestras de secciones delgadas, estos especímenes fueron seleccionados tomando en cuenta el comportamiento observado en campo de la formación Huaylillas superior, ver Imagen 4, las cuales son cambio de color al estar cercano al contacto con la formación Millo, mayor

cantidad de cristales de cuarzo, presencia de líticos, presencia de pómez y aumento de presencia de fiammes cercano al contacto con la formación Huaylillas inferior, las cuales se describieron primero macroscópicamente con una lupa de geólogo (20x).

Imagen 4.

Ubicación de muestreo Macroscópica-Microscópico



Nota. Elaboración propia.

6.1.2.1.Análisis petrográfico

Para el análisis petrográfico se ha utilizado un microscopio petromineragráfico polarizante, modelo Leica DMLP, donde se siguieron los siguientes pasos:

- Preparación de las secciones delgadas.
- Descripción de la textura, identificación de cristales y tamaños.
- Descripción de la composición mineralógica, determinación porcentual de los componentes esenciales, accesorios y secundarios.

6.1.2.1.1. Descripción microscópica de la muestra TC-01.

Descripción parámetros petrográficos

Roca volcánica de textura vitrofídica, presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 3 mm. en la Imagen 6 (1C-Izquierda) se observa una textura parcialmente perlítica. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (17,5 %), Sanidina: determinado por scanning electron microscopy (SEM) cristales subhedrales de hábito tabular con maclas enrejada (polisintéticas), se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 2 mm.
- Cuarzo (7,86 %), cristales anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (3,18 %), cristales subhedrales alargada de hábito laminar, con exfoliación unidireccional, sus tamaños son menores a < 1 mm presenta inclusiones de cuarzo y minerales opacos.

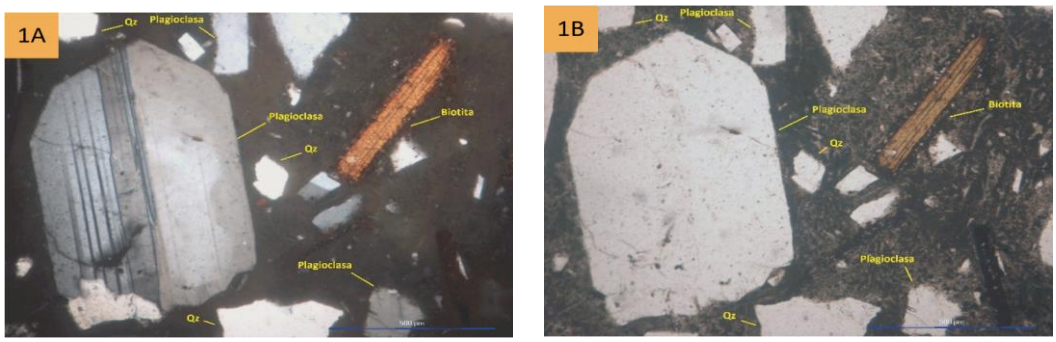
- Minerales opacos (1,31 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,4 mm, se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (8,29 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 8 mm algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (61,9 %), se observa un desarrollo de shards Imagen 6 (1C-Izquierda), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofidica y perlítica parcial.

Imagen 5.

Muestra sección delgada TC-01

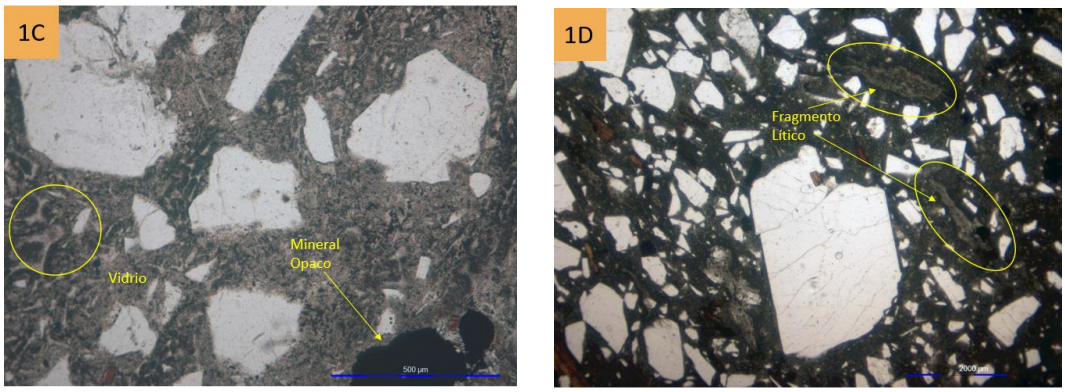


Nota. Roca de textura vitrofídica. Imagen de la izquierda Luz transmitida en nicoles cruzados, cristales de plagioclasa subhedrales, cristales de cuarzo

subhedrales. Imagen de la Derecha en nicoles paralelos, fragmentos de cristales de plagioclasa, biotita con exfoliación unidireccional. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 6.

Muestra de sección delgada TC-01



Nota. **(**Luz transmitida, nicoles paralelos). Imagen de la izquierda encerrado en circulo amarillo textura parcial perlítica, imagen de la derecha se observa fragmentos líticos seritizado. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.2. Descripción microscópica de la muestra TC-03.

***Descripción parámetros petrográficos*:**

Roca volcánica de textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica puede observarse en la Imagen 7 (Derecha-2B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 4 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (13,2%), Sanidina: determinado por cristales subhedrales a anhedrales con maclas enrejada (polisintéticas), se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.

- Cuarzo (19,9 %), cristales anhedrales en desarrollo, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (4,41 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos.

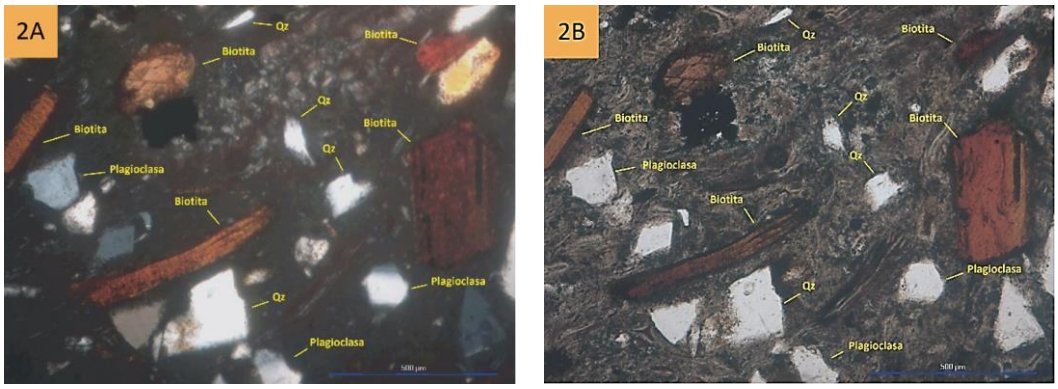
- Minerales opacos 4,411 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (6,62 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 4 mm algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (51,50 %), se observa un desarrollo de shards, ver Imagen 7 (Derecha 2B), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica.

Imagen 7.

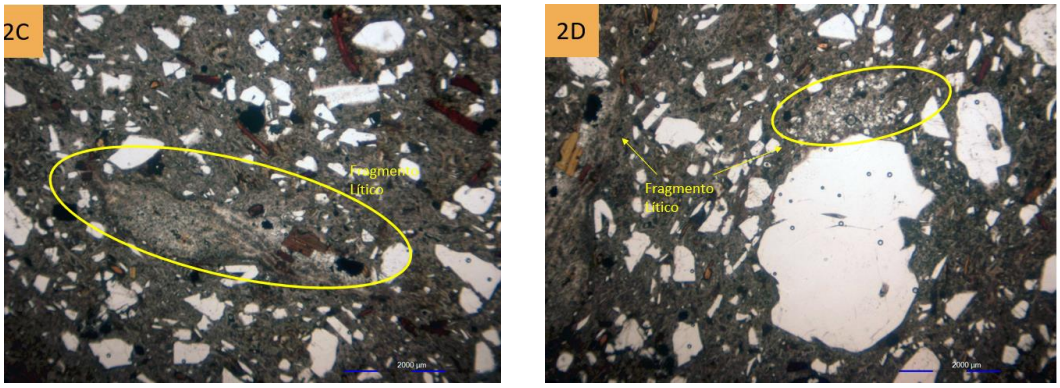
Muestra de sección delgada TC-03



Nota. Roca de textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica. Imagen de la izquierda (2A) Luz transmitida en nicoles cruzados e Imagen de la derecha (2B) nicoles paralelos, fragmentos subhedrales de cristales de cuarzo, plagioclasas subhedrales, biotitas con exfoliación unidireccional. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 8.

Muestra de sección delgada TC-03



Nota. Luz transmitida, nicoles paralelos. Imagen de la izquierda (2C) halo de alteración seritizado e Imagen de la derecha (2D) encerrado en círculo amarillo se observa fragmento lítico. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.3. Descripción microscópica de la muestra TC-04.

Descripción parámetros petrográficos

Roca volcánica de textura vitrofídica y eutaxítica, ver Imagen 9 (Derecha-3B), presenta cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 2 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

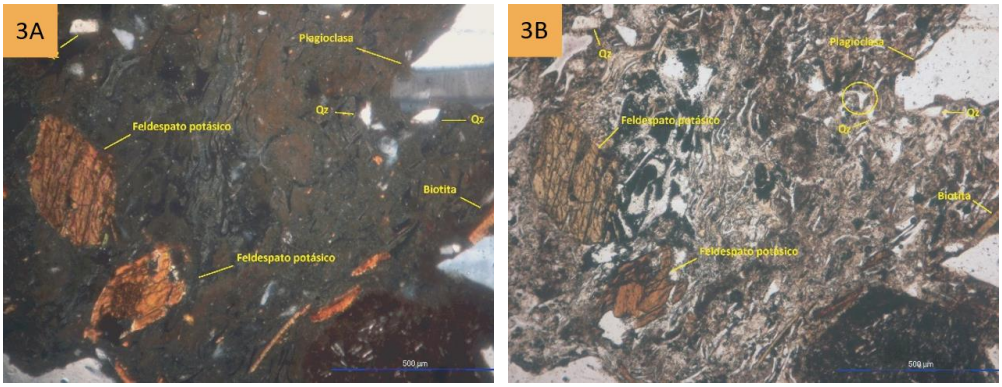
- Feldespato Potásico (13,1 %), Sanidina determinado por SEM cristales subhedrales, maclado (Carlsbad) tamaño menor a 1 mm.
- Plagioclasas (6,11 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 2 mm.
- Cuarzo (7,86 %), cristales anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.
- Biotita (8,29 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos.
- Minerales opacos (3,74 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.
- Fragmento Lítico: (7,75 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 2 mm, algunos se encuentran con halos

seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (53,2 %), se observa un desarrollo de shards, Imagen 9 (Derecha-3B), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura Vitrofídica y Eutaxítica.

Imagen 9.

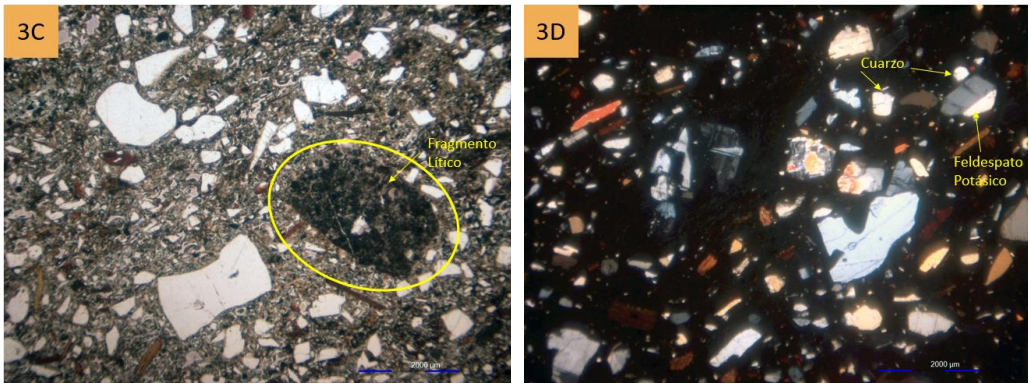
Muestra de sección delgada TC-04



Nota. Roca de textura vitrofídica y eutaxítica. Imagen de la izquierda (3A) Luz transmitida en nicoles cruzados, cristales de feldespato potásico subhedrales con clivaje, fragmentos de cuarzo subhedrales. Imagen de la derecha (3B) Luz transmitida en nicoles paralelos, se observa microfragmentos (shards) de vidrio, biotitas con exfoliación unidireccional. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 10.

Muestra de sección delgada TC-04



Nota. Imagen Izquierda (3C) Luz transmitida en nicoles paralelos, se observa fragmento Lítico. Imagen de la derecha (3D), Luz transmitida en nicoles cruzados se observa cristal de Feldespato Potásico subhedral. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.4. Descripción microscópica de la muestra TC-06.

***Descripción parámetros petrográficos*:**

Roca volcánica de textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica, ver Imagen 11 (Derecha 4B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 2 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (25,4 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.

- Cuarzo (12,7 %), cristales subhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (8,47 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm., presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos.

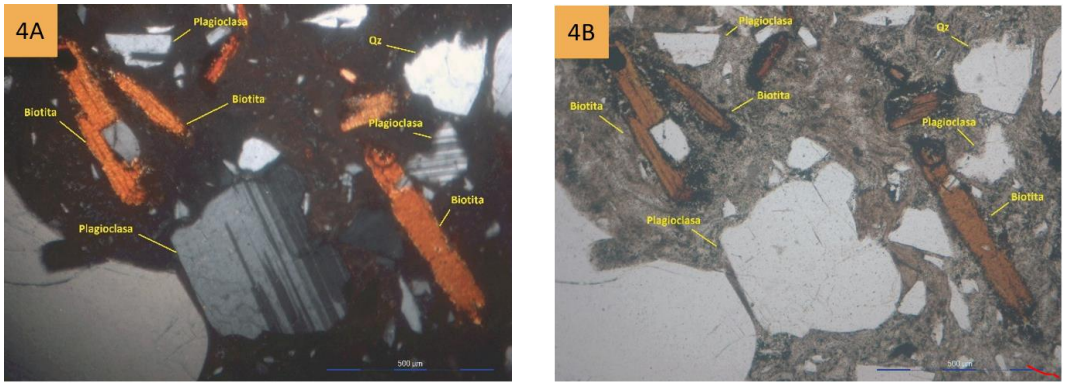
- Minerales opacos (2,96 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm. se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (3 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 2 mm. algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (47,5 %), se observa un desarrollo de shards, ver Imagen 11 (Derecha 4B), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofídica y eutaxítica.

Imagen 11.

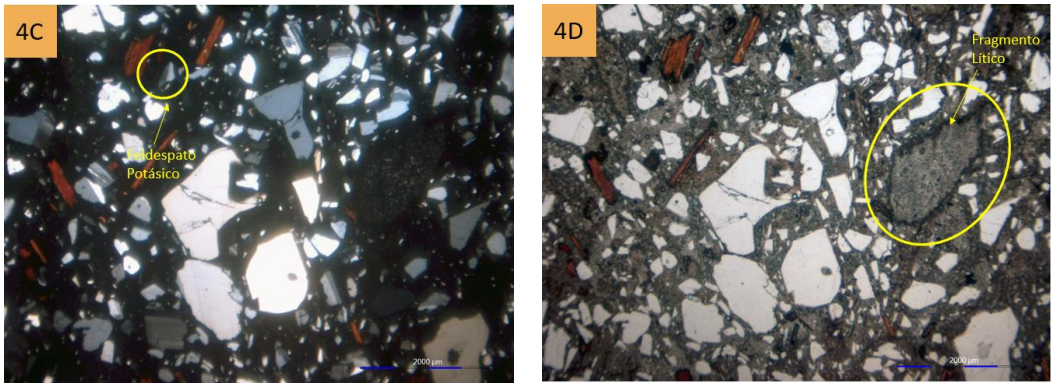
Muestra de sección delgada TC-06



Nota. Luz transmitida en nicoles paralelos (4A) y cruzados (4B), exhibe una textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica, plagioclasas subhedrales (con grietas irregulares) con evidente desgaste en su estructura, biotitas anhedrales con exfoliación unidireccional cuenta con inclusión de plagioclasa, cuarzo subhedral en menor medida sobre la sección. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 12.

Muestra de sección delgada TC-06



Nota: Luz transmitida en nicoles cruzados (4C) y paralelos (4D) respectivamente, lado izquierdo se observa feldespato Potásico con macla Carlsbad, lado derecho se observa fragmento Lítico seritizado en el borde. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.5. Descripción microscópica de la muestra TT-01.

Descripción parámetros petrográficos

Roca volcánica de textura vitrofídica y perlítica, ver Imagen 14 (Derecha-5D), presenta cristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 0,5 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

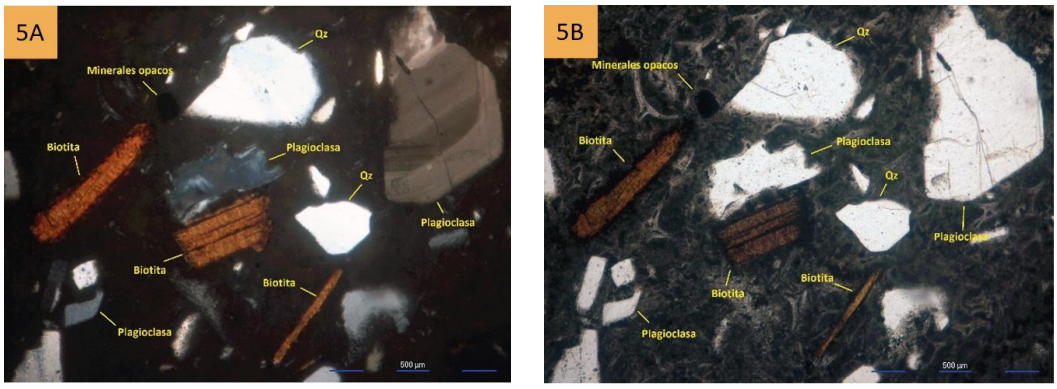
- Plagioclasas (17,1 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1,5 mm.
- Cuarzo (8,55 %), cristales subhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.
- Biotita (5,99 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 2 mm., presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.
- Minerales opacos (7,85 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm., se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (2 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 0,6 mm algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (58,70 %), se observa un desarrollo de shards, ver Imagen 14 (Derecha-5D), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofídica y parcialmente axiolítica.

Imagen 13.

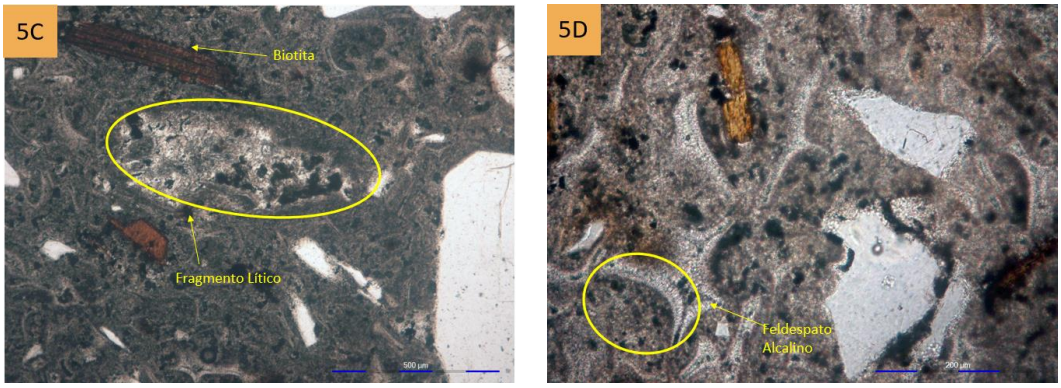
Muestra de sección delgada TT-01



Nota. Roca de textura vitrofídica y parcialmente axiolítica. Imagen de la izquierda. Luz transmitida en nicoles cruzados, cristales de plagioclasas subhedrales, biotitas con hábito laminar, cuarzo subhedrales. Imagen de la derecha. Luz transmitida en nicoles paralelos, fragmentos de cristales de cuarzo y plagioclasa. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 14.

Muestra de sección delgada TT-01



Nota. Luz transmitida en nicoles paralelos, lado izquierdo se observa fragmento Lítico con alteración de sericita, lado derecho se observa textura perlítica. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.6. Descripción microscópica de la muestra TP-01.

Descripción parámetros petrográficos

Roca volcánica de textura vitrofírica y una textura perlítica más desarrollada, ver Imagen 16 (Derecha-6D), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menos a 0,5 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Feldespato Potásico (3,06 %), Sanidina determinado por SEM cristales subhedrales, maclado (Carlsbad) tamaño menor a 1 mm.

- Plagioclasas (28,8 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1,5 mm.

- Cuarzo (1,19 %), cristales subhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (4,38 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 2 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.

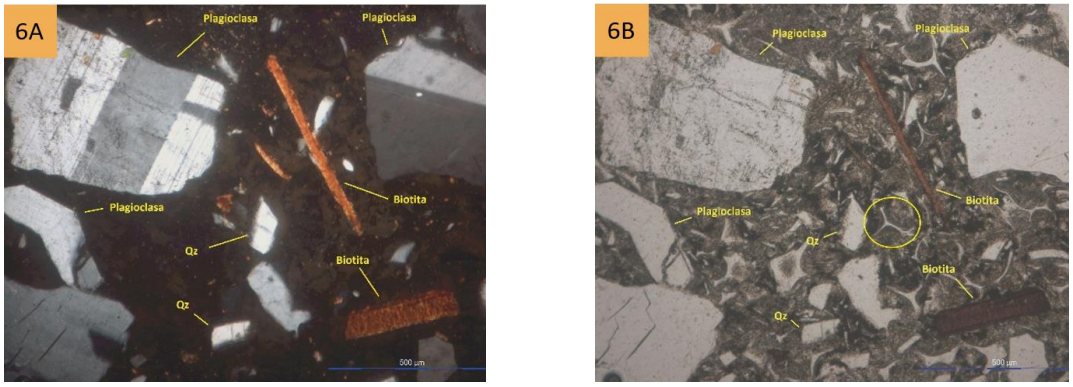
- Minerales opacos (3,06 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (10 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 4 mm. algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (49,50 %), se observa un desarrollo de shards, ver Imagen 16 (Derecha-6D), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofídica y perlítica.

Imagen 15.

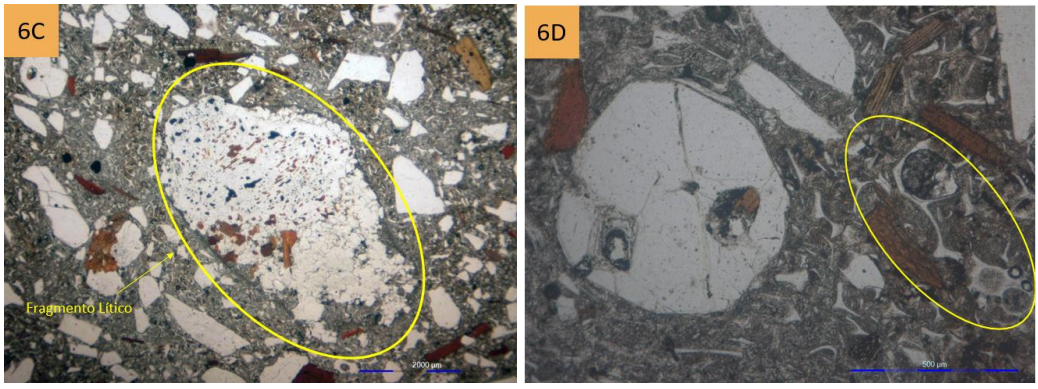
Muestra de sección delgada TP-01



Nota. Imagen de la izquierda Luz transmitida en nicoles cruzados, exhibe plagioclasas subhedrales, biotitas subhedrales con exfoliación unidireccional. Imagen de la derecha en nicoles paralelos se observa microfragmentos (shards) de vidrio con fragmento de cristales de plagioclasa. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 16.

Muestra de sección delgada TP-01



Nota. Luz transmitida en nicoles paralelos (izquierda), se observa fragmento lítico y en la imagen de la derecha se tiene textura Perlítica exhibe fracturas concéntricas. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.7. Descripción microscópica de la muestra TP-02.

Descripción parámetros petrográficos

Según la proporción de cristales y vidrio vendría a ser Hialocrostalina. Esta roca volcánica de textura vitrofírica y parcialmente Eutaxítica, ver Imagen 17 (Derecha-7B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menor a 4 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

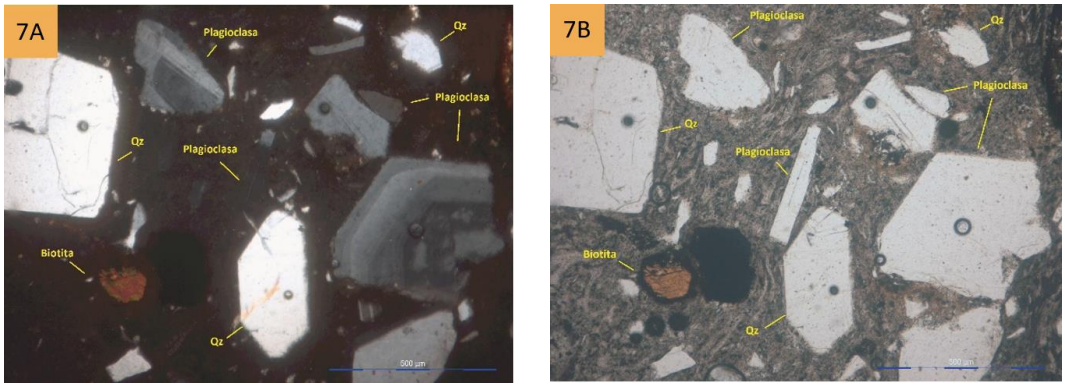
- Plagioclasas (21,8 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.
- Cuarzo (18,90 %), cristales subhedrales a anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1mm.
- Biotita (1,20 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.
- Minerales opacos (3,06 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.
- Fragmento Lítico: (5 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 4 mm. algunos se encuentran con halos

seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (50,01 %), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura Vitrofídica.

Imagen 17.

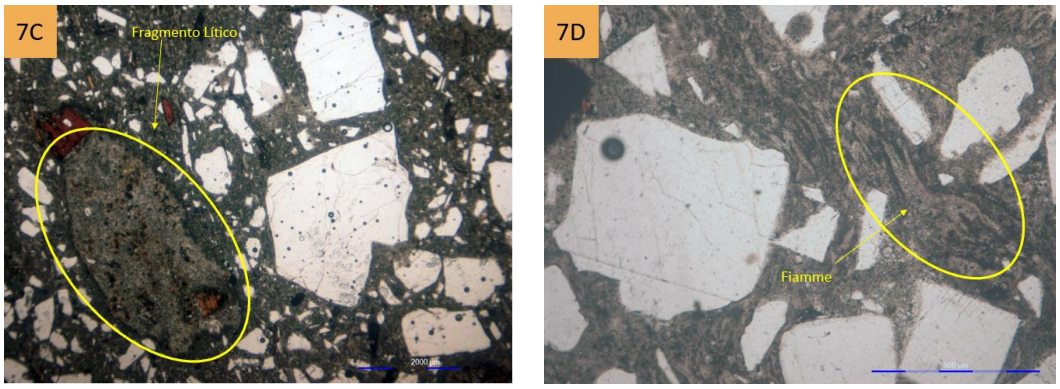
Muestra de sección delgada TP-02



Nota. Roca de textura vitrofídica y parcialmente eutaxítica. Luz transmitida, nicoles cruzados (7A) y paralelos (7B), biotitas subhedrales de habito laminar, cristales de plagioclasa subhedral, fragmentos de cristales de cuarzo subhedrales. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 18.

Muestra de sección delgada TP-02



Nota. Luz transmitida nicoles paralelos, Imagen de lado izquierdo (7C) presencia de fragmento lítico y lado derecho (7D) se observa fiamme. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.8. Descripción microscópica de la muestra TM-02.

Descripción parámetros petrográficos

Según la proporción de cristales y vidrio vendría a ser Hialocrostalina. Esta roca volcánica de textura vitrofídica, ver Imagen 19 (Derecha-8B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menor a 4 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (22,3 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.

- Cuarzo (12,70 %), cristales subhedrales a anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1mm.

- Biotita (2,64 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm., presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.

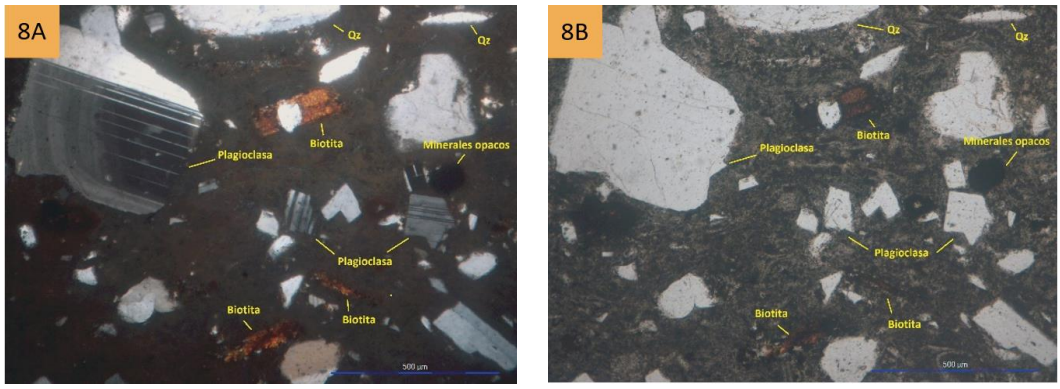
- Minerales opacos (1,75 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (8 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 4 mm, algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (52,6 %), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura Vitrofídica.

Imagen 19.

Muestra de sección delgada TM-02



Nota. Roca con textura vitrofidica, Luz transmitida, nicoles cruzados (8A) y paralelos (8B), fragmentos de cristales de cuarzo subhedral, biotitas subhedrales de hábito laminar, cristales de plagioclasas subhedrales con macla polisintética. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.9. Descripción microscópica de la muestra RO-01.

Descripción parámetros petrográficos

Según la proporción de cristales y vidrio vendría a ser Hialocrostalina. Esta roca volcánica de textura vitrofídica y una textura parcial Perlítica no muy desarrollada, ver Imagen 20 (Derecha-9B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menor a 4 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (30,2 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.

- Cuarzo (3,01 %), cristales subhedrales a anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (5,98 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm. presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.

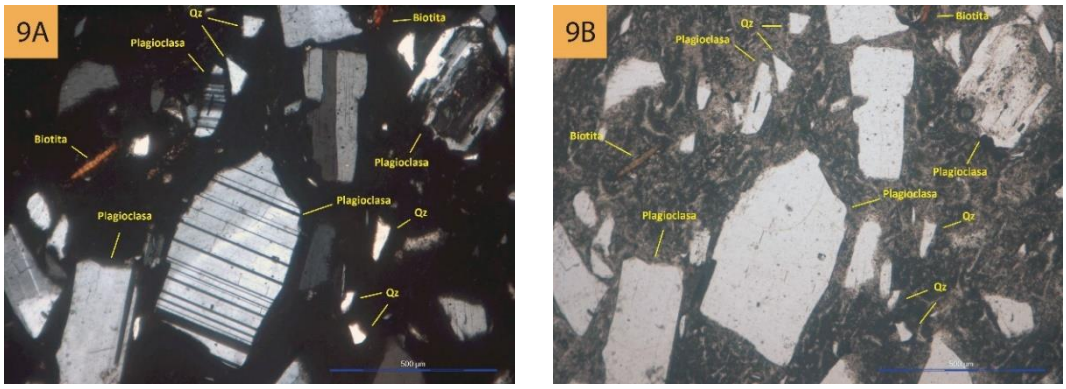
- Minerales opacos (1,31 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm. se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (7 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 4 mm algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (52,55 %), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura vitrofídica.

Imagen 20.

Muestra de sección delgada RO-01



Nota. Roca con textura vitrofirica. Luz transmitida en nicoles cruzados (izquierda), cristales de plagioclasa con macla polisintética, cristales de biotitas con exfoliación unidireccional. Luz transmitida en nicoles paralelos (derecha), fragmentos de cristales de plagioclasa. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.10. Descripción microscópica de la muestra RO-03.

Descripción parámetros petrográficos

Según la proporción de cristales y vidrio vendría a ser Hialocrostalina. Esta roca volcánica de textura vitrofírica y una textura parcial Perlítica, ver Imagen 22 (Derecha-10D), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menor a 3 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

- Plagioclasas (22,8 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.

- Cuarzo (10 %), cristales subhedrales a anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.

- Biotita (1,33 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.

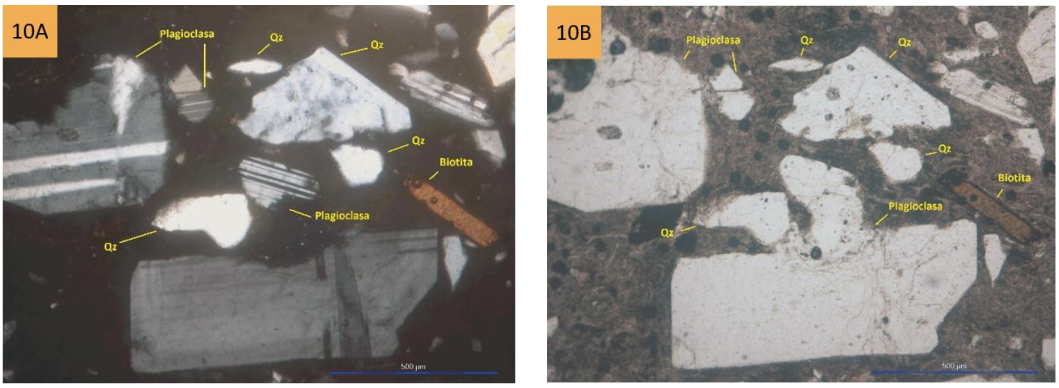
- Minerales opacos (13,09 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm., e encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.

- Fragmento Lítico: (5 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 3 mm, algunos se encuentran con halos seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (37,8 %), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura Vitrofídica.

Imagen 21.

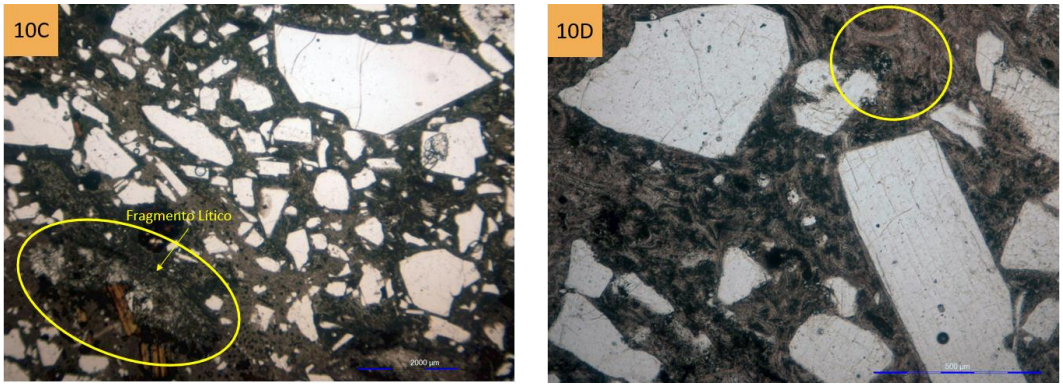
Muestra de sección delgada RO-03



Nota. Luz transmitida en nicoles cruzados (izquierda), cristales de plagioclasa subhedrales con fracturas irregulares, cristales subhedrales de cuarzo, biotita en pocas proporciones. Luz transmitida en nicoles paralelos (derecha), fragmentos de cristales de plagioclasa. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Imagen 22.

Muestra de sección delgada RO-03



Nota. Luz transmitida en nicoles paralelos, fragmento lítico en la izquierda y en la imagen de la derecha se observa una textura parcialmente perlítica. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.1.11. Descripción microscópica de la muestra RO-04.

Descripción parámetros petrográficos

Según la proporción de cristales y vidrio vendría a ser Hialocrostalina. Esta roca volcánica de textura vitrofírica y una textura Eutaxítica, ver Imagen 23 (Derecha-11B), presenta cristales de cuarzo, plagioclasas, biotita, trazas de minerales opacos y fragmentos líticos con tamaño menor a 3 mm. La muestra se encuentra englobado en una matriz desvitrificada.

Descripción de composición mineralógica: Fragmentos de cristales:

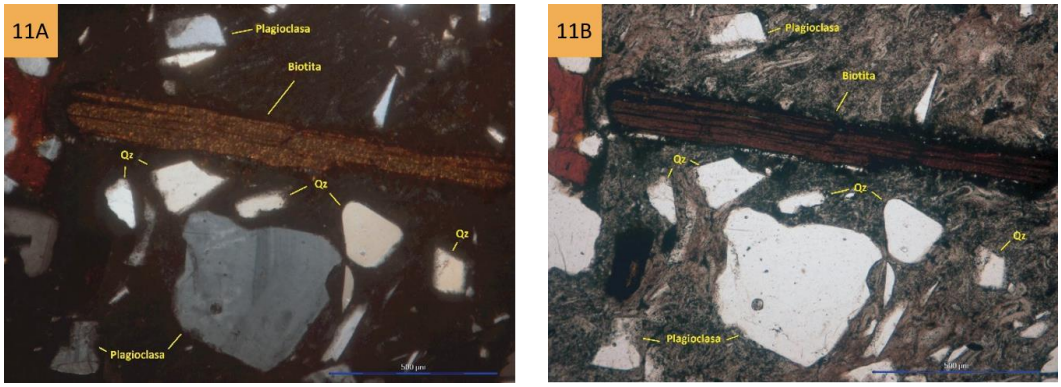
- Plagioclasas (13,9 %), cristales subhedrales, se encuentra subredondeados tamaños son menores a < 1 mm.
- Cuarzo (3,83 %), cristales subhedrales a anhedrales, sus aristas se presentan subredondeados, sus tamaños son menores a < 1 mm.
- Biotita (12,43 %), cristales subhedrales de hábito laminar, sus tamaños son menores a < 1 mm, presenta inclusiones de plagioclasa y minerales opacos, alteración en los bordes.
- Minerales opacos (1,47 %), de formas anhedrales, sus tamaños son menores a < 0,2 mm se encuentran incrustados en la matriz, líticos y en la biotita.
- Fragmento Lítico: (3 %), se observa fragmentos de forma subredondeada a subangulosa con tamaño hasta de 2,5 mm, algunos se encuentran con halos

seritizados, en el fragmento lítico presenta cristales de plagioclasa, cuarzo y minerales opacos menores a 0,2 mm.

- Vidrio volcánico (65,4 %), matriz desvitrificada de composición ácida, presenta una textura Vitrofídica.

Imagen 23.

Muestra de sección delgada RO-04



Nota. Roca de textura vitrofídica. Imagen de la izquierda (11A) En luz transmitida en nicoles cruzados, conformado por cristales de biotita subhedral con exfoliación unidireccional. Imagen de la deracha (11B) luz transmitida en nicoles paralelos, fragmentos de cuarzo con bordes irregulares, cristales de plagioclasa subhedral. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.1.2.2. Características petrográficas

6.1.2.2.1. Características de la formación Huaylillas

Para la formación Huaylillas se realizaron el análisis de 11 secciones delgadas, siendo los puntos más representativos, que se obtuvieron en las columnas de las quebradas Caramolle, inicio de Carretera Tarata, inicio de la carretera Panamericana, la trocha cercana al sector de Magollo, la carretera Tarata en el kilómetro 17 y por último, la trocha que se encuentra saliendo del cuartel Tarapacá. Siendo esas muestras rocas volcánicas piroclásticas que se puede clasificar como una toba consolidada de litología Vitroclastolítica de ceniza>lapillis, según la proporción de vidrio y cristales “Hialocrostalina”, con una textura mayoritaria Vitrofídica. Al acercarse al contacto inferior con la Fm. Huaylillas Inferior se observa mayor presencia de fiammes, los cual se observa en la textura Eutaxítica de las muestras TC-03, TC04, TP-02 y RO-04 y en su contraparte las muestras que se encuentran cercanos al contacto Superior con la Fm. Millo-Magollo muestran una textura Perlítica debido a la posible hidratación que brindo este Fm. Millo hacia la Fm. Huaylillas. Presencia de cristales de plagioclasas, Feldespato Potásico (Sanidina determinado por SEM), cuarzo (Tridimita), biotita, minerales opacos y fragmentos líticos.

Tabla 18.

Resumen de descripción mineralógica

Zona	Ubicación	Código	Textura	Minerales Esenciales			Minerales Accesorios	Minerales Opacos	Fragmentos Líticos	Matriz	Total
				Cuarzo	F. Potásico	Plagioclasa	Biotita				
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	Vitrofídica	7,86		17,5	3,18	1,31	8,29	61,9	100
	Medio	TC-03	Vitrofídica y parcialmente Eutaxítica	19,9		13,2	4,41	4,41	6,62	51,5	100
	Base	TC-04	Vitrofídica y Eutaxítica	7,86	13,1	6,11	8,29	3,74	7,75	53,2	100
CARAMOLLE II	Medio	TC-06	Vitrofídica y parcialmente Eutaxítica	12,7		25,4	8,47	2,96	3	47,5	100
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	Vitrofídica y Perlítica	8,55		16,91	5,99	7,85	2	58,7	100
CARRETERA PANAMERICANA	Techo	TP-01	Vitrofídica y Perlítica	1,20	3,06	28,8	4,38	3,06	10	49,5	100
	Medio	TP-02	Vitrofídica y parcialmente Eutaxítica	18,9		21,8	1,2	3,06	5,01	50,1	100
TROCHA MAGOLLO	Medio	TM-02	Vitrofídica	12,7		22,3	2,64	1,75	8	52,6	100
CARRETERA TARATA KM 17	Medio - I	RO-01	Vitrofídica y parcialmente Perlítica	3,01		30,2	5,98	1,31	7	52,6	100
TROCHA CUARTEL TARAPACA	Medio	RO-03	Vitrofídica y parcialmente Perlítica	10		22,8	1,33	13,09	5	47,8	100
	Base	RO-04	Vitrofídica y Eutaxítica	3,83		13,9	12,43	1,47	3	65,4	100

Nota. Muestras de rocas de la formación Huaylillas observadas bajo el microscopio polarizante. Elaboración Propia.

La descripción mineralógica bajo el microscopio de polarización se puede observar en la Tabla 18, donde el contenido de cuarzo varía entre 1 a 12,8 %, se visualizó cristales subhedrales de plagioclasa con maclas polisintéticas, cristales de Feldespato Potásico con macla Carlsbad, como minerales accesorios se observa la biotita con cristales subhedrales a euhedrales con habito laminar, también se

observó fragmentos líticos de forma subangulosa con fenocristales de biotita y plagioclasa incrustado. La matriz de vidrio volcánico acido varía desde 57,5 a 78,2 % todas las muestras se encuentran englobadas por una matriz desvitrificada.

Como comentario final se tiene una toba vitroclástica de cenizas con una composición riolítica a traquítica.

6.1.2.3.Análisis de datos del microscopio electrónico de barrido o SEM (Scanning Electron Microscopy)

Para complementar con la descripción en esta sección también se realizó el análisis mediante la técnica de microscopia electrónica de barrido (SEM) el cual fue realizado por la Dra. Gladys Ocharan de Microscopia Electrónica y Aplicaciones en el Perú S.A.C. (MyAP Perú), las 11 muestras, las cuales fueron sometidas bajo esta técnica, se encuentran ubicadas en la quebrada Caramolle (TC-01, TC-03, TC-04 y TC-06), ingreso a la carretera Tarata (TT-01), ingreso a la carretera Panamericana (TP-01 y TP-02), en la trocha cercano a la zona de Magollo, en la carretera Tarata Kilometro 17 y en la trocha que se encuentra cercano al cuartel Tarapacá, la ubicación se puede ver en la Imagen 04. La técnica SEM (Scanning Electron Microscope) permite determinar la composición elemental en Wt% de la roca total, composición de la matriz total y la composición en óxidos en Wt de la roca total, lo cual se describe a continuación:

6.1.2.3.1. Composición elemental en Wt% de la roca Total

Se observa en la Tabla 19 mayor proporción en la composición elemental en Wt% de la roca total O>>Si>>Al>>K>>Na>>Fe>>Ca>>Cl>>Mg y en menor cantidad S y Ti.

Tabla 19.

Composición Elemental en Wt% de la roca total

Zona	Ubicación	Código	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	45,85	2,67	2	6,43	31,99		1,02	3,86	2,05	0,5	3,62
	Medio	TC-03	45,1	2,38	0,49	6,59	36,45	0,19	1,38	3,65	1,23	0,41	2,13
	Base	TC-04	46,03	5,74	1,13	8,06	28,61	0,36	4,35	2,65	1,35	0,34	1,39
CARAMOLLE II	Medio	TC-06	44,33	3,78	0,59	6,4	35,98	0,28	1,62	3,35	1,32	0,48	1,87
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	45,87	4,56	0,57	7,78	29,6	2,18	1,92	3,49	2,82	0,16	1,04
CARRETERA PANAMERICA_NA	Techo	TP-01	43,71	5,08	0,25	8,06	32,72	0,37	3,51	3,28	1,7	0,2	1,12
	Medio	TP-02	46,12	7,43	0,25	3,71	27,97	3,51	5,98	1,74	2,74		0,54
TROCHA MAGOLLO	Medio	TM-02	32,48	15,89	0,27	6,28	23,99	0,82	15,73	2,41	1,38		0,77
CARRETERA TARATA KM 17	Medio - I	RO-01	46,45	3,77	0,18	6,06	35,82	0,44	2,17	3,16	1,09	0,1	0,75
TROCHA CUARTEL TARAPACA	Medio	RO-03	44,76	3,36	0,57	8,1	33,16	0,47	0,97	3,82	1,89	0,29	2,61
	Base	RO-04	45,58	3,35	0,43	7,76	36,07	0,21	0,48	2,96	1,64		1,51

Nota. Elaboración propia.

En la tabla de elementos presentes en la roca total los porcentajes son casi iguales, donde el oxígeno promedio presente es de 44,20 %, para el silicio se tiene un porcentaje promedio de 32 %, respecto al elemento del “Na” se observa que incrementa el porcentaje de sodio al acercar a la Base, para el elemento del “S” se tiene presente en todas las muestras a excepción en la muestra TC-01, para la zona de Caramolle I se observa que el Cloro incrementa al acercarse a las muestras que

se encuentra en la base de la Fm. Huaylillas superior, como contraparte para el “K” se observa mayor presencia de potasio en la parte superior de la Fm. Huaylillas y desciende al acercarse a la base de esta formación.

6.1.2.3.2. Composición de la matriz total

Se observa en la Tabla 20 mayor proporción en la composición elemental en Wt% de la roca total O>>Si>>Al>>K>>Na>>Ca>>Mg>>Fe>>Cl>>S y en menor cantidad S y Ti. No se consideró los valores de Ti debido a que solo se presenta en la muestra TC-06 con un valor de 0,17 %.

Tabla 20.

Composición de la matriz total en Wt%

Zona	Ubicación	Código	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	45,14	1,96	1,45	8,04	34,65	0,2	0,48	6,84		1,25
	Medio	TC-03	43,51	2,76		7,03	37,93		1,89	4,11	1,53	1,25
	Base	TC-04	48,38	3,45	1,35	7,95	31,95		2,12	2,97	1,13	0,7
CARAMOLLE II	Medio	TC-06	40,75	6,08		7,37	33,09	0,26	5,14	5,05	1,13	0,96
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	45,63	2,84	0,6	7,95	30,94	2,54		5,3	2,4	1,79
CARRETERA PANAMERICA_NA	Techo	TP-01	43,86	4,13	0,73	7,07	36,83		1,31	3,23	1,78	1,06
	Medio	TP-02	10,98	34,42		1,09	3,25	1,5	47,73	0,4	0,63	
TROCHA MAGOLLO	Medio	TM-02	29,65	18,18		2,9	18,6	1,4	23,91	1,74	2,57	1,03
CARRETERA TARATA KM 17	Medio - I	RO-01	47,2	3,24		7,41	35,61	0,58	0,72	4,61		0,64
TROCHA CUARTEL TARAPACA	Medio	RO-03	46,88	3,11		8,62	33,93	0,5		5,92		

Nota. Elaboración propia.

En la tabla de elementos presentes en la matriz total, se aprecia que el elemento del oxígeno tiene un porcentaje promedio de 40,20 % solo en la muestra

TM-02 presenta de forma excepcional un porcentaje menor de 29,65 %, para el “Sí” el porcentaje promedio es de 29,70 %; de igual forma que en la composición elemental de la roca total se observa que incrementa el porcentaje de “Na” al acercarse a la base de la Fm. Huaylillas resaltando que la muestra TP-02 indica un porcentaje de Sodio de 34,42 %, lo mismo sucede con el porcentaje de “Cl” que al acercarse a la base de la formación Huaylillas muestra un incremento teniendo de forma excepcional que en la muestra TP-02 señala un porcentaje de 47,73 % esto puede indicar algún proceso de lixiviación donde los elementos de cloro fueron impregnándose más en la parte inferior de la formación Huaylillas Superior. Como contraparte para el “K” se observa mayor presencia de potasio en la parte superior de la formación Huaylillas y desciende al acercarse a la base de esta formación.

6.1.2.3.3. Composición de Óxidos en Wt%

Se observa en la Tabla 21, mayor proporción en la composición en óxidos Wt% de la roca total:

Si02>>Al2O3>>Na2O>>K2O>>Fe2O3>>Cl2O>>CaO>>MgO, donde no se consideró el TiO2 y el SO3 debido a que su valor es menor a 1,29, a excepción de las muestras TT-01, TP-01 y TP-02 donde el valor del SO3 es de 4,87, 8,46 y 1,56 respectivamente.

Tabla 21.

Composición de óxidos en Wt% de roca total

Zona	Ubicación	Código	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	SO3	Cl2O	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	2,73	3,01	11,7	68,09	0	1,08	4,41	2,9	1,29	4,79
	Medio	TC-03	3,33	1,06	12,33	71,64	0,63	1,7	4,04	1,86	0,66	2,75
	Base	TC-04	5,16	0,98	13,81	67,18	0,67	3,13	3,77	2,08	0,91	2,31
CARAMOLLE II	Medio	TC-06	4,92	0,57	10,81	73,56	0,36	1,85	3,63	1,67	0,43	2,2
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	5,85	0,26	14,67	61,78	4,87	2,24	4,29	4,03	0,56	1,45
CARRETERA PANAMERICA_NA	Techo	TP-01	9,31	0,87	7,14	61,55	8,46	6,28	2,22	3,4		0,77
	Medio	TP-02	21,04	0,27	10,37	44,86	1,56	16,52	2,45	1,6		1,33
TROCHA MAGOLLO	Medio	TM-02	6,71	0,6	14,28	65,63	0,83	4,14	3,83	2,14	0,43	1,41
CARRETERA TARATA KM 17	Medio - I	RO-01	4,78	1	11,7	71,52	1,33	2,59	4	1,55	0,32	1,21
TROCHA CUARTEL TARAPACA	Medio	RO-03	4,31	0,9	15,18	65,01	1,12	1,63	4,54	3,12	0,98	3,21
		RO-04	4,04	0,82	14,13	70,56	1,06	0,67	3,44	2,31	0,69	2,28

Nota. Elaboración propia.

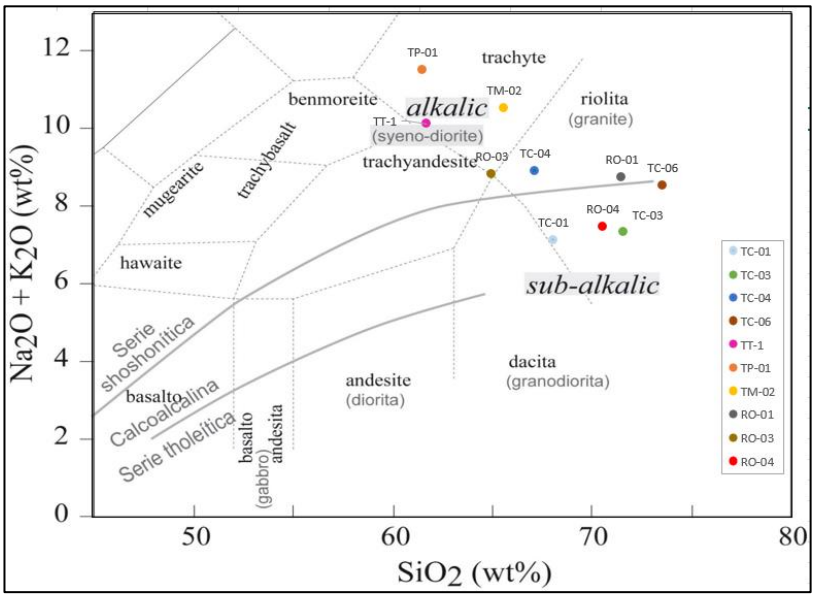
En la Tabla 21 de composición de óxidos, se tiene que el ¨SiO_2¨ oxígeno tiene un porcentaje promedio de 65,60 %, de igual forma que en la composición elemental de la roca total y matriz se observa que incrementa el porcentaje de "Na_2O" al acercarse a la base, de la misma manera que en la "composición elemental de la roca total y matriz" se observa que incrementa el porcentaje de "Cl_2O" al acercarse a la base y como contraparte para el "K_2O" se observa mayor presencia de potasio en la parte alta de la formación Huaylillas y desciende al acercarse a la base de esta formación.

Como parte del análisis mediante estos porcentajes de óxidos se puede determinar mediante el diagrama TAS (Total Alkalis vs, Silica) si la muestra roca es Ultrabásica, básica, intermedia o ácida. Se observa que las muestras son Ácidas con un porcentaje de SiO2 de 44,9 a 73,6 % donde las muestra TP-01, TT-01, TM-

02 y RO-03 vienen a ser rocas de origen traquítico, mientras que las muestra TC-04, TC-01, RO-04, TC-03, RO-01 y TC-06 son de origen riolítico. La muestra TP-02 debido a su alta porcentaje en los elementos de Sodio no permite ubicarla dentro de los parámetros del diagrama TAS.

Imagen 24

Diagrama TAS (Total Alkalis vs. Silica)



Nota. Fuente (Le Maitre et al., 2002) imagen tomada de NASA, se observa muestras ácidas de composición riolítica y traquítica.

Foto 27.

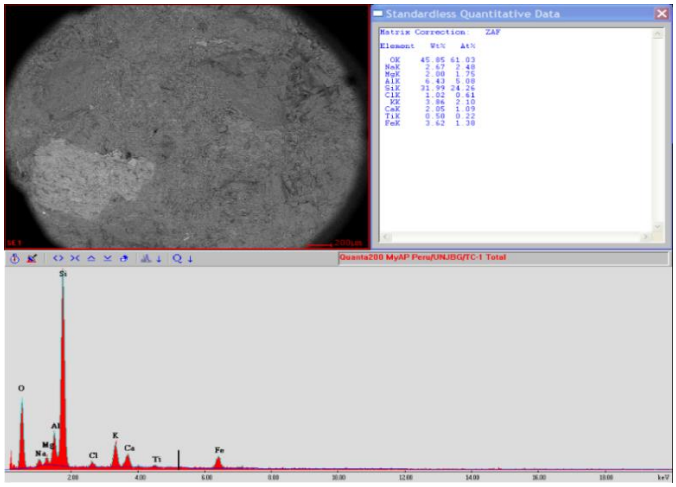
Muestra de sección delgada TC-01



Nota. Sección delgada en platina para el análisis de microscopia electrónica de barrido. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Foto 28.

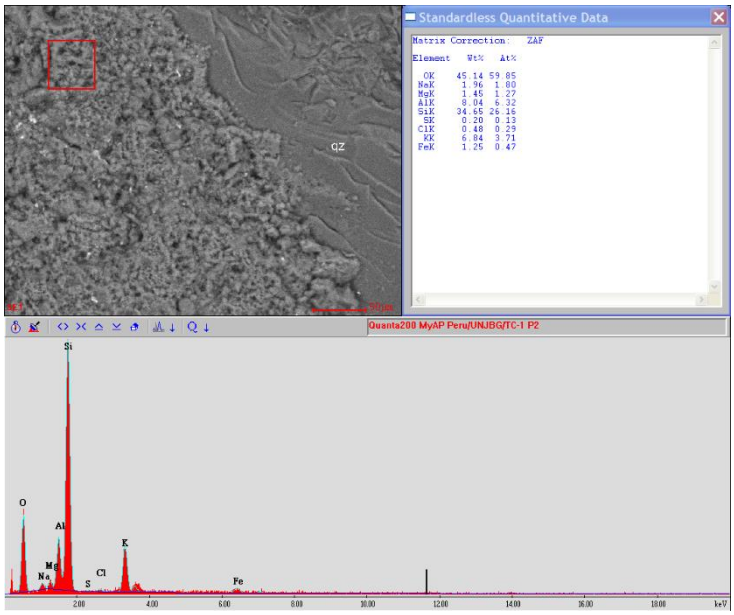
Espectro de análisis de elementos de roca total.



Nota. Información de muestra TC-01. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

Foto 29.

Espectro de análisis de elementos matriz total.



Nota. Información de muestra TC-01. Microscopía Electrónica y Aplicaciones en el Perú (2022).

6.2. Ensayos de laboratorio

Para los ensayos de laboratorio se considera determinar las propiedades físicas, mecánicas y ensayo de durabilidad al sulfato de Magnesio (MTC E 209) a la roca Ignimbrita (Formación Huaylillas Superior), por lo que, se han seleccionado 20 muestras (Ver Tabla 23) representativas dentro área de estudio. Los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas se han desarrollado en el laboratorio perteneciente a la empresa INGESERVICIOS S.A.C., siguiendo las normas establecidas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas – ISRM 1981 (Society International For Rock Mechanics).

6.2.1. Propiedades físicas

Estas propiedades se encuentran estrechamente ligadas y son de consideración importante debido al uso que se les tiene planteado dar como roca ornamental propiamente dicho, por lo que, es recomendable que no presenten agua, que puedan alterar o deteriorar la roca.

Tabla 22.

Resultados de ensayos de propiedades físicas.

Ítem	Ubicación	Código	Relación de vacíos	Porosidad (%)	Densidad (gr/cm3)			Peso Específico Aparente	Absorción (%)
					Seca	Saturada	Sumergida		
		Rango normal	0,001-0,25	0,1-20	1,8-3,0	-			
1	Medio	TC-01	0,09	8,45	1,99	2,08	1,08	2,18	4,25
2	Medio	TC-02	0,12	10,69	2,17	2,27	1,27	2,43	4,94
3	Medio	TC-03	0,11	9,98	2,16	2,26	1,26	2,40	4,63
4	Base	TC-04	0,16	14,15	1,81	1,95	0,95	2,11	7,83
5	Medio	TC-05	0,05	5,07	1,91	1,96	0,96	2,01	2,66
6	Medio	TC-06	0,11	9,90	2,18	2,28	1,28	2,42	4,53
7	Medio	TC-07	0,06	5,27	2,25	2,31	1,31	2,38	2,34
8	Base	TC-08	0,28	21,97	1,65	1,87	0,87	2,11	13,32
9	Techo	TT-01	0,48	32,43	1,59	1,92	0,92	2,36	20,38
10	Medio	TT-02	0,28	21,63	1,91	2,13	1,13	2,44	11,31
11	Techo	TP-01	0,40	28,64	1,53	1,82	0,82	2,15	18,72
12	Medio	TP-02	0,22	17,96	1,96	2,13	1,13	2,38	9,19
13	Techo	TM-01	0,28	22,07	1,69	1,91	0,91	2,17	13,08
14	Medio	TM-02	0,28	22,00	1,95	2,13	1,16	2,37	8,90
15	Medio-I	RO-01	0,34	25,56	1,82	2,08	1,08	2,45	14,01
16	Medio-I	RO-02	0,37	27,08	1,69	1,96	0,96	2,31	16,06
17	Medio	RO-03	0,19	15,24	2,03	2,18	1,18	2,39	7,52
18	Medio	RO-04	0,08	7,30	2,26	2,33	1,33	2,44	3,23
19	Medio	RO-05	0,02	1,63	2,22	2,23	1,23	2,26	0,73
20	Base	RO-06	0,29	22,26	1,61	1,84	0,84	2,07	13,80

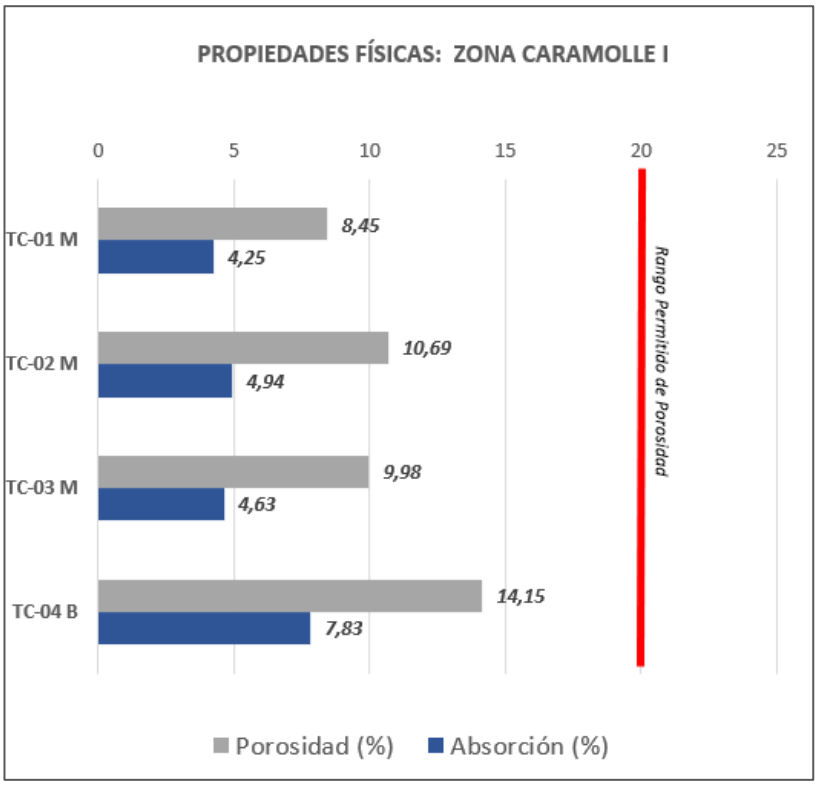
Nota. Muestras de rocas de la formación Huaylillas. INGESERVICIOS (2022)

Se realizó los siguientes ensayos: porosidad, densidad y peso específico, el cual permite determinar el porcentaje de absorción.

La porosidad y el porcentaje de absorción son un índice que puede indicar que las rocas presentan mayor probabilidad de retener agua (%W) u otros agentes corrosivos cuando entre en contacto con ella, lo cual sería perjudicial para el uso que se plantea realizar. Como rango permitido en la porosidad se considera 0,1 – 20 % según el Journal de (Adnan A. et al., 2017) Engineering Properties of Volcanic Tuff from the Western Part of Yemen y Luis Gonzales Vallejo, considera como valores normales entre 15 -30 %.

Gráfico 1.

Propiedades físicas zona Caramolle I



Nota. Ubicada en la cascada natural, M(Medio) y B (Base). Elaboración propia.

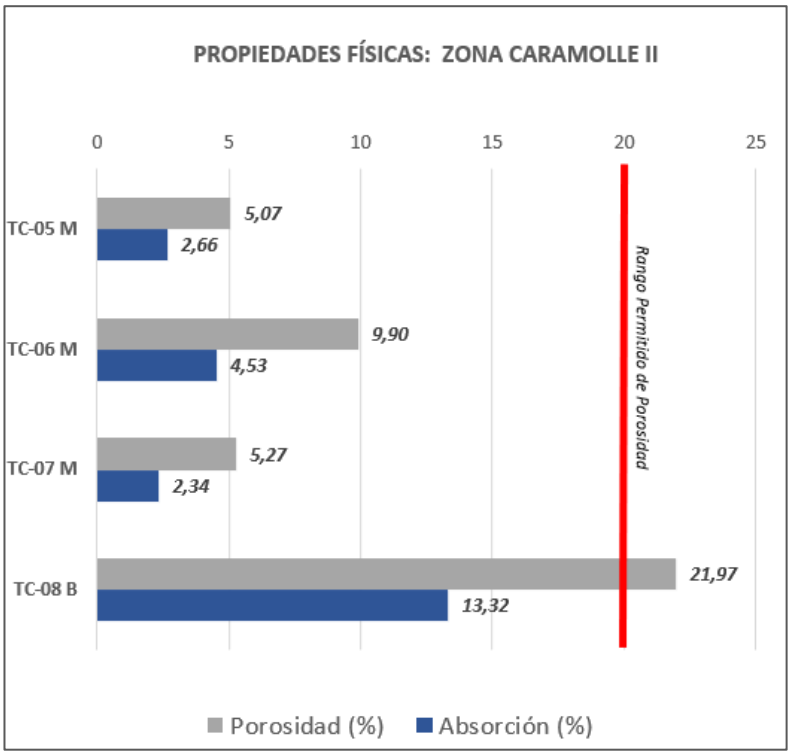
La zona de Caramolle I, se encuentra ubicado en una quebrada con pendientes pronunciadas y una cascada natural (ver Foto 02 y 03) producto de eventos pasados de transporte flujos de agua. Se observa que en el Gráfico 2 las muestras se encuentran dentro del rango permisible del porcentaje de porosidad. Las muestras presentan la siguiente distribución:

1. En la parte superficial de la zona (TC-01) no se evidencia rastros del contacto superior (Formación Magollo) según el mapeo geológico local a 450 m en dirección NW-W presenta el contacto con la formación Magollo.
2. En la parte media de la formación Huaylillas Superior (TC-02, TC-03).
3. Y en la base en contacto con la formación Huaylillas Inferior (TC-04).

La porosidad de la zona I presenta un rango de 8,45 % a 14,15 % y la absorción entre 4,25 % y 7,83 %, se interpreta que la porosidad y el porcentaje de absorción incrementa al estar cerca del contacto del Huaylillas inferior.

Gráfico 2

Propiedades físicas zona Caramolle II



Nota. Ubicada en carretera nueva - ingreso a Ciudad Nueva, M(Medio) y B (Base). Elaboración propia.

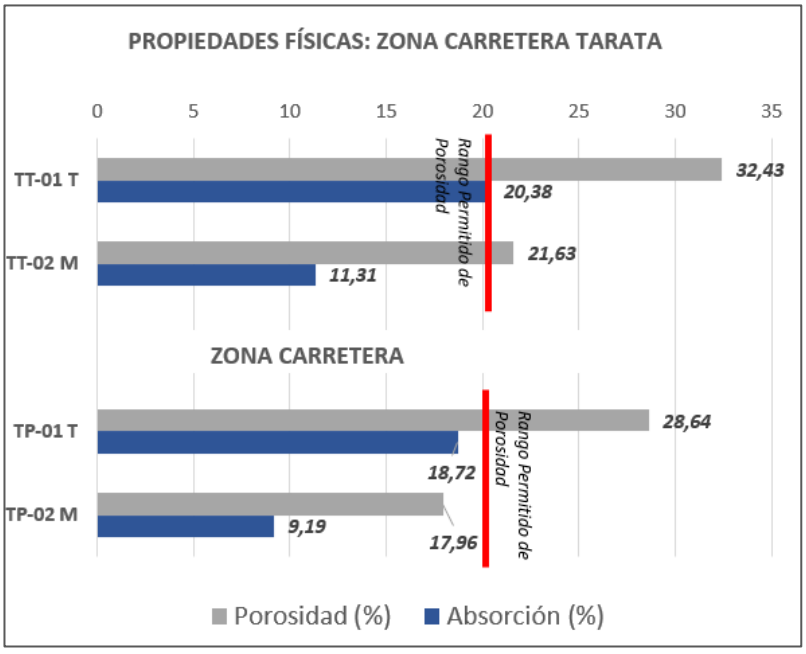
La zona de Caramolle II se encuentra ubicado en el margen derecho, aguas abajo de la quebrada Caramolle en la carretera nueva acceso a Ciudad Nueva. Se observa que en el Gráfico 3 las muestras se encuentran dentro del rango permisible del porcentaje de porosidad a excepción de la muestra TC-08 que es parte de la formación Huaylillas inferior en contacto con el Huaylillas Superior. Las muestras presentan la siguiente distribución:

1. En la parte superficial de la zona (TC-05) no se evidencia rastros del contacto superior (Formación Magollo).
2. En la parte media de la formación Huaylillas Superior (TC-06).
3. En la base de la formación Huaylillas Superior (TC-07).
4. Y en la base en contacto con la formación Huaylillas inferior (TC-08).

La porosidad de la zona II presenta un rango de 5,07 % a 21,97 % y el porcentaje de absorción entre 2,34 % y 13,32 %, de la misma forma que la zona I se repite el comportamiento donde la porosidad y el porcentaje de absorción incrementa al acercarse al contacto con la formación Huaylillas inferior.

Gráfico 3

Propiedades físicas zona carretera Tarata y Panamericana



Nota. T (Techo) y M(Medio). Elaboración propia.

En la zona de la carretera Tarata se observa que en el Gráfico 4 las muestras han sobrepasado el rango permisible del porcentaje de porosidad. Las muestras presentan la siguiente distribución:

1. La muestra TT-01 se encuentra a menos de 50 m del contacto con la formación Millo (Formación Magollo). Porosidad de 32,43 % y porcentaje de absorción de 20,38 %.
2. La muestra TT-02 se encuentra dentro de la formación Huaylillas superior. Porosidad de 21,63 % y porcentaje de absorción de 11,31 %.

En la zona de la carretera Panamericana se observa que en el Gráfico 4 la muestra TP-01 ha sobrepasado el rango permisible del porcentaje de porosidad. Las muestras presentan la siguiente distribución:

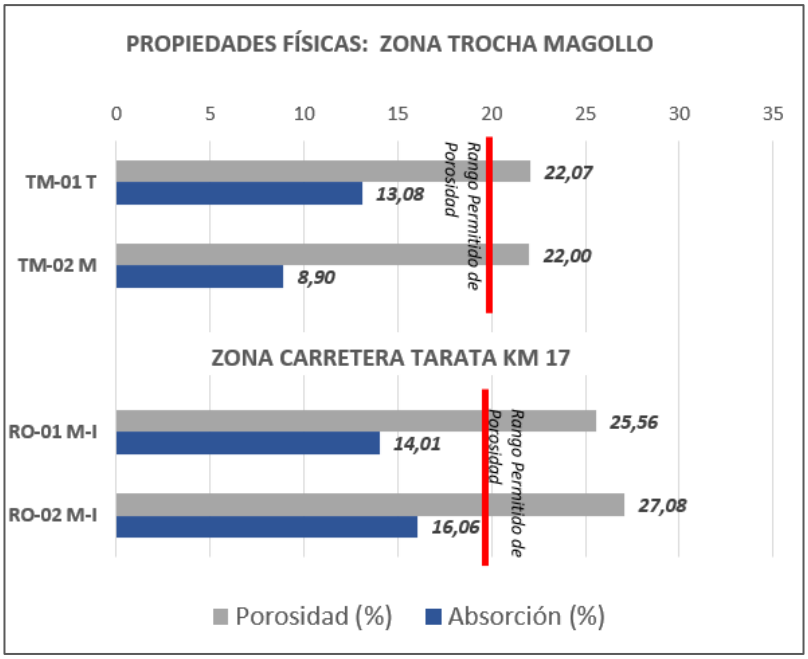
1. La muestra TP-01 se encuentra a menos de 55 m, del contacto con la formación Millo (Formación Magollo), Porosidad de 28,64 % y porcentaje de absorción de 18,72 %.
2. La muestra TP-02 se encuentra dentro de la formación Huaylillas Superior, Porosidad de 17,96 % y porcentaje de absorción de 9,19 %.

El comportamiento de la porosidad y el porcentaje de absorción de la zona de la carretera Tarata y la carretera Panamericana es similar, aunque se encuentren distanciados por 1,5 km al acercarse al contacto superior de la formación Huaylillas,

en donde se encuentra la formación sedimentaria Millo se observa que la porosidad y la absorción incrementan.

Gráfico 4

Propiedades físicas zona trocha Magollo y carretera Tarata km 17



Nota. M – I (Medio Intemperizado). Elaboración propia.

En la zona de la trocha Magollo y la carretera Tarata en el km 17 se observa que en el Gráfico 5 las muestras han sobrepasado el rango permisible del porcentaje de porosidad. Las muestras presentan la siguiente distribución:

1. La muestra TM-01 se encuentra a menos de 150 m, del contacto con la formación Millo (Formación Magollo). Porosidad de 22,07 % y porcentaje de absorción de 13,08 %.

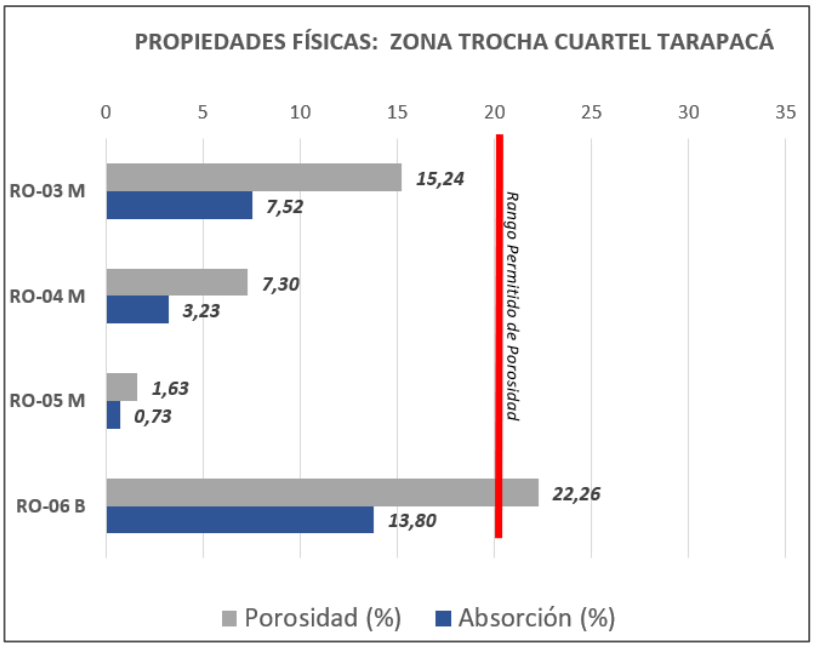
2. La muestra TM-02 se encuentra dentro de la formación Huaylillas superior. Porosidad de 22% y porcentaje de absorción de 8,90%.
3. La muestra RO-01 se encuentra dentro de la formación Huaylillas superior. Porosidad de 25,56 % y porcentaje de absorción de 14,01 %.
4. La muestra RO-02 se encuentra dentro de la formación Huaylillas superior. Porosidad de 27,08 % y porcentaje de absorción de 16,06 %.

El comportamiento del porcentaje de la porosidad y de absorción en la zona de la trocha Caramolle no es similar a las zonas anteriores descritas, se mantiene la porosidad de 22 % en los dos puntos a pesar de estar alejados 445 m horizontalmente entre la muestra TM-01 y TM-02.

Respecto a la zona de la carretera Tarata km 17, el comportamiento del porcentaje de la porosidad y de absorción es similar a la zona de la trocha de Caramolle, aunque es necesario mencionar que estas muestras han sido seleccionados de la superficie de las quebradas someramente desarrolladas y que presentaban un grado de intemperismo de leve a moderado, por lo que, el porcentaje de porosidad y absorción no es representativo y podría mejorar al profundizar la posible cantera.

Gráfico 5.

Propiedades físicas zona trocha cuartel Tarapacá



Nota. Elaboración propia.

La zona de la trocha del cuartel Tarapacá se encuentra ubicado en el cerro Arunta margen Este del área de estudio. Se observa que en el Gráfico 6 las muestras se encuentran dentro del rango permisible del porcentaje de porosidad a excepción de la muestra RO-06 que es parte de la formación Huaylillas inferior en contacto con el Huaylillas superior. Las muestras presentan la siguiente distribución:

1. En la parte superficial de la zona (RO-03, RO-04) no se evidencia rastros del contacto superior (Formación Magollo).
2. En la base de la formación Huaylillas superior (RO-05).
3. Y en la base cerca al contacto con la formación Huaylillas inferior (RO-06).

La porosidad de la zona denominada trocha del cuartel Tarapacá presenta un rango de 1,63 % a 22,26 % y el porcentaje de absorción entre 0,73 % y 13,80 %, de la misma forma que la zona de Caramolle I-II se repite el comportamiento donde la porosidad y el porcentaje de absorción incrementa al acercarse al contacto con la formación Huaylillas inferior.

6.2.2. Propiedades mecánicas

La solidez es el carácter más importante de las rocas ornamentales, depende de la naturaleza de los minerales asociados y de la estructura de la roca (interlocking) (G.J., et al, 2001). Es de importancia mencionar que la distribución irregular y el encaje dentado de los granos es más favorable que la poligonal o la alternancia de granos gruesos y finos.

Para realizar la caracterización geomecánica, es necesario conocer el valor de resistencia perteneciente a las Ignimbritas de la formación Huaylillas, Las pruebas que se realizaron para determinar cuantitativamente la resistencia de la roca al aplicar esfuerzos externos son:

- Ensayo de compresión simple o uniaxial.
- Ensayos de carga puntual.

El ensayo de compresión simple se realizó en el laboratorio de la empresa INGESERVICIOS S.A.C., y para el ensayo de carga puntual se efectuó en el laboratorio de Mecánica de Rocas de la Unidad minera de Acumulación

Yauricocha, los ensayos están basados en la norma del American Society for Testing and Materials (ASTM). Se presenta a continuación los resultados, ver Tabla 23.

Tabla 23.

Resultado de ensayo de carga puntual y prueba de resistencia de compresión Uniaxial.

Ítem	Zona	Ubicación	Código	Resistencia a la compresión Uniaxial UCS (MPa)	Promedio de la Resistencia en carga puntual (MPa)
			Rango normal	>10 MPa	
1	**Caramolle I**	Medio	TC-01	21,21	71,97
2		Medio	TC-02	58,45	109,62
3		Medio	TC-03	51,89	98,15
4		Base	TC-04	27,54	55,61
5	**Caramolle II**	Medio	TC-05	24,19	60,69
6		Medio	TC-06	29,80	89,21
7		Medio	TC-07	89,83	119,35
8		Base	TC-08	24,11	30,02
9	**Carretera Tarata**	Techo	TT-01	7,98	21,31
10		Medio	TT-02	26,78	57,56
11	**Carretera Panamericana**	Techo	TP-01	12,27	16,90
12		Medio	TP-02	41,26	66,64
13	**Trocha Magollo**	Techo	TM-01	19,56	47,86
14		Medio	TM-02	36,74	65,91
15	**Carretera Tarata km 17**	Medio - I	RO-01	59,45	48,96
16		Medio - I	RO-02	61,15	24,24
17	**Trocha Tarapacá**	Medio	RO-03	69,58	80,19
18		Medio	RO-04	91,45	130,26
19		Medio	RO-05	74,82	84,59
20		Base	RO-06	14,25	24,50

Nota. Donde M-I, viene a ser la F. Huaylillas superior parte media con intemperismo. INGESERVICIOS y Yauricocha (2022)

6.2.2.1. Resistencia a la compresión simple

También descrita como ensayo de compresión Uniaxial (σc), es uno de los métodos más utilizados que permite determinar la resistencia que puede soportar un material antes de fallar o deformarse. El procedimiento seguido para este ensayo consiste en obtener probetas mediante la extracción diamantina para cada muestra, de tal manera que, cumplan con la relación altura – diámetro 2:1 y mediante la acción de prensas hidráulicas sobre una base firme se aplica la carga de forma constante hasta la rotura de la muestra. Se considera como rango mínimo requerido 10 MPa según (McNall, 2003).

Foto 30

Ensayo de compresión simple



Nota. Rotura de probeta cilíndrica. INGESERVICIOS (2022).

6.2.2.2. Ensayo de carga puntual

La prueba de carga puntual es utilizada para medir el índice de resistencia ante una carga puntual (Is 50). El procedimiento consiste en romper una muestra entre dos puntas cónicas metálicas accionadas por una prensa, ver Foto 31. Este ensayo fue realizado bajo el procedimiento ¨Compresión uniaxial con equipo de carga puntual¨ con código SIGCO-PETS-GEM-007, donde se procedió a romper 20 muestras que se observa en la Foto 32, previo a una descripción y medición de sus dimensiones.

Foto 31.

Ensayo de carga puntual



Nota. Rotura de pruebas cúbicas. Yauricocha (2022).

Foto 32.

Descripción y medición de muestras cúbicas





Nota. Yauricocha (2022).

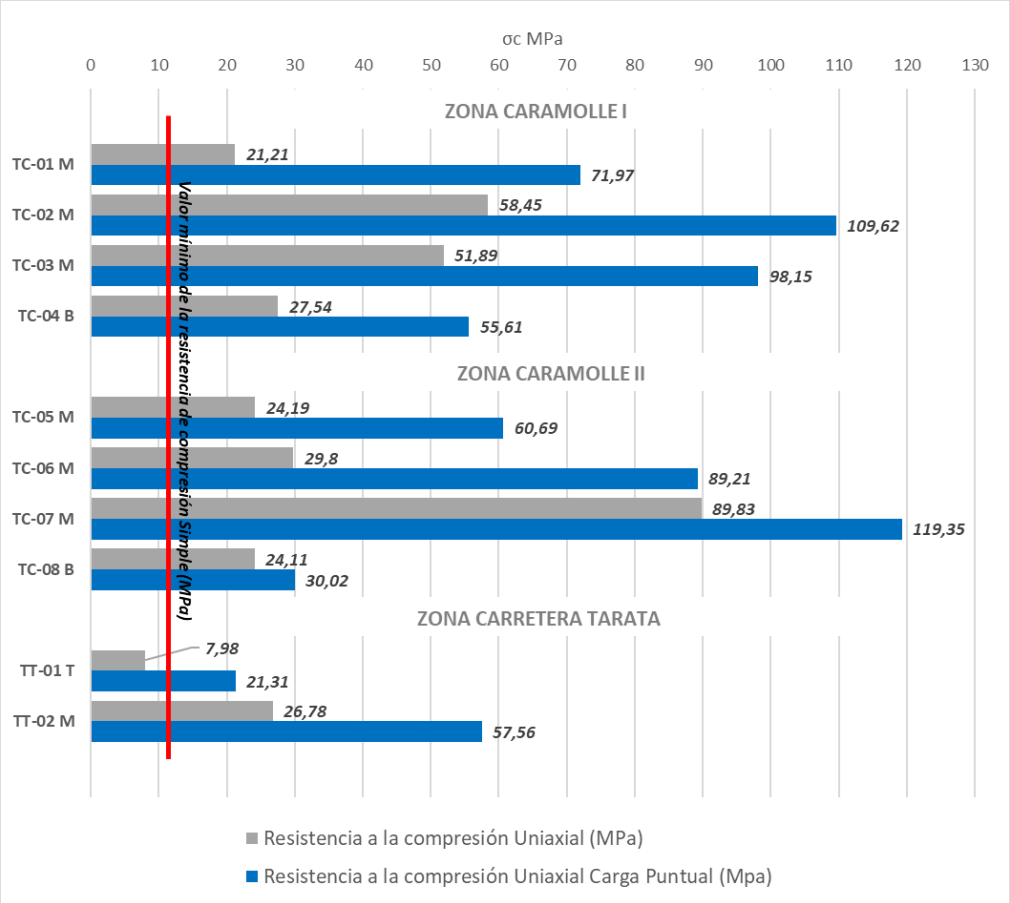
Con los resultados de las propiedades mecánicas se realiza el análisis de los esfuerzos obtenidos comparándolo con la ubicación espacial de la formación Huaylillas, respecto a sus contactos en el nivel superior (Formación Millo-Estratos sedimentarios) e inferior (Formación Huaylillas inferior). Se puede observar una similitud en las diferentes zonas respecto a la cercania de los contactos, donde las propiedades mecánicas tienden a descender, se describe a continuación:

Para la zona de Caramolle I, Caramolle II, carretera Tarata, carretera Panamericana, Trocha Caramolle, carretera Tarata km 17 y la zona del cuartel Tarapaca, se observa que el comportamiento de las propiedades mecánicas es similar en todas la zonas, donde los esfuerzos de la rotura descienden al acercarse a los extremos por parte superior (Fm. Millo-Magollo) y la parte baja (Fm. Huaylillas Inferior), ademas considera como rango mínimo requerido 10 MPa

según (McNall, 2003). Todas las muestras estarían dentro del rango a excepción de la muestra TT-01 (Techo).

Gráfico 6

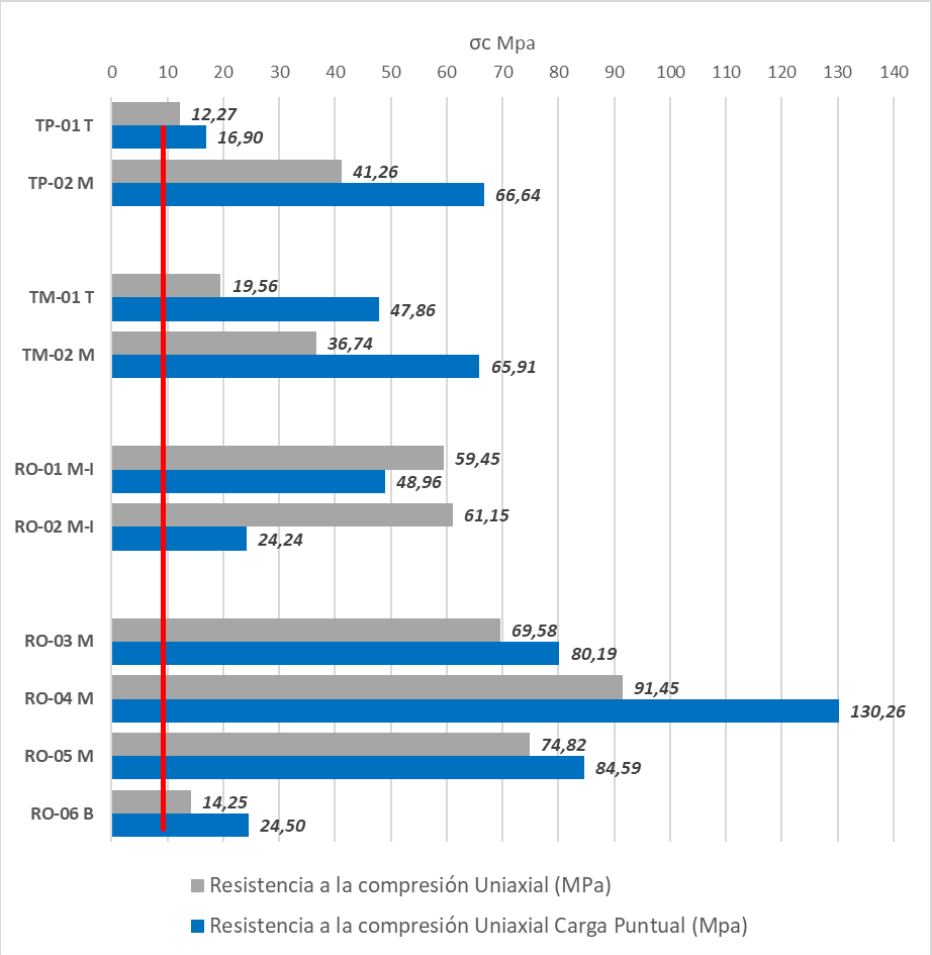
Propiedades mecánicas de la zona trocha Caramolle I, II y carretera Tarata



Nota. Elaboración propia.

Gráfico 7.

Propiedades mecánicas de la zona carretera Panamericana, trocha Magollo, carretera Tarata km 17 y trocha cuartel Tarapacá



Nota. Elaboración propia.

6.2.3. Resistencia a la alteración (Durabilidad al Sulfato de Magnesio):

Como parte de la caracterización tecnológica es requerido conocer la respuesta de la roca Ignimbrita de la formación Huaylillas presente en la ciudad de Tacna frente a agente externos que puedan afectar la apariencia física y química a través del tiempo, por lo que, mediante el ensayo de alteración o durabilidad al

Sulfato de Magnesio se pretende simular el desgaste que generaría los agentes externos a una roca en un tiempo menor, recopilando toda la información en un ambiente controlado. El ensayo se realizó en el laboratorio de la empresa "Hi Geoproject Consultoría", los ensayos están basados en la norma "NTP 400.016. Determinación de la durabilidad por medio de Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio", con el objetivo de determinar el porcentaje de variación de la masa de la muestra al estar sometida en una solución de sulfato de magnesio. Se presenta a continuación el proceso y los resultados, ver Tabla 24.

6.2.3.1. Procedimiento

Este ensayo para la determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de Sulfato de Magnesio (NTP 400.016), se adaptó para la aplicación de (19) diecinueve muestras de geometría cúbica de rocas de la formación Huaylillas, con un tamaño de 50 mm x 50 mm x 50 mm, para evaluar el proceso de deterioro en un ambiente de sulfato de magnesio. Se procedió de la siguiente manera:

1. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.
2. Pesado (inicial) de cada muestra, en una balanza con sensibilidad de 0,01 mm.
3. Inmersión de cada muestra en la solución de Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$), durante un periodo de 16 a 18 horas.
4. Escurrimiento de las muestras durante 15 minutos ± 5 minutos.
5. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.

6. Repetir desde el paso 3 al 5, hasta alcanzar (05) cinco ciclos.
7. Lavado de cada muestra al finalizar el último ciclo.
8. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.
9. Pesado (final) de cada muestra, en una balanza con sensibilidad de 0,01 mm.

Cálculo de la variación del porcentaje de masa (ΔM):

$$\Delta M(\%) = \frac{M_2 - M_1}{M_1} x100$$

Donde:

ΔM = Variación de la masa (%).

M_1 = Masa inicial, antes del ensayo (gr).

M_2 = Masa final, después del último ciclo (gr).

6.2.3.2. Descripción y análisis de los resultados del ensayo de durabilidad por Sulfato de Magnesio:

La corrosión de las muestras sumergidas en la solución de sulfato de Magnesio se observa a partir del segundo ciclo, en especial en las muestras TT-01 (E-1), TT-01 (E-2), TP-01 (E-1) y TP-01 (E-2). En la Tabla 25 se observa el comportamiento de la variación de la masa después de culminar los 05 ciclos de exposición al sulfato de magnesio donde muestra que se tiene un incremento de la masa a excepción de la muestra TC-01, además, se aprecia una pérdida mínima de 0,94 a 1,27 % de su masa total, este incremento de la masa está directamente

relacionado a la porosidad debido a que el sulfato de magnesio fue rellenando los espacios vacíos incrementado su peso a pesar de la variación del volumen que es observable en las muestras TP-01 y TM-02.

Después de los (05) cinco ciclos, la corrosión comienza a formar grietas en algunas muestras como el espécimen TM-02 (E-1), otras muestran desmoronamientos y desgaste en los bordes de las muestras cúbicas. Se describe a continuación el comportamiento por ciclos.

Tabla 24.

Resultados del ensayo de durabilidad al sulfato de magnesio

			CICLO 1 (Día 01: 12/10/22)	**CICLO 2** (Día 2: 13/10/22)	**CICLO 3** (Día 3: 14/10/22)	**CICLO 4** (Día 4: 15/10/22)	**CICLO 5** (Día 5: 16/10/22)	**VARIACIÓN DE LA MASA (%)**
CÓDIGO DE MUESTRA	ESPÉCIMEN	PESO SECO INICIAL	PESO SECADO A 110°C DURANTE 6 HORAS (gr)					
R0-01	E-2	232,95	258,30	264,94	265,33	264,83	260,62	**-11,88**
	E-1	234,61	260,32	267,36	268,28	267,06	258,66	**-10,25**
TC-01	E-2	252,04	252,24	251,80	251,45	251,05	248,84	**1,27**
	E-1	251,25	251,48	251,03	250,77	250,50	248,89	**0,94**
TC-02	E-2	285,25	298,42	301,39	301,90	301,98	299,18	**-4,88**
	E-1	269,05	281,51	284,39	284,46	284,71	281,44	**-4,61**
TT-01	E-2	197,17	230,20	239,17	238,70	237,93	224,78	**-14,00**
	E-1	197,71	230,50	240,33	240,60	240,14	231,13	**-16,90**
TT-02	E-2	228,92	250,48	256,02	255,84	255,75	250,85	**-9,58**
	E-1	232,83	254,50	259,94	260,04	259,37	250,8	**-7,72**
TM-01	E-2	210,44	231,38	239,16	236,88	231,74	221,33	**-5,18**
	E-1	213,70	235,23	242,53	241,71	238,21	226,09	**-5,80**
TM-02	E-2	253,30	271,62	276,54	275,87	274,14	268,17	**-5,87**
	E-1	255,55	273,66	280,45	279,78	279,10	270,86	**-5,99**
TP-01	E-2	184,94	218,44	224,04	218,03	210,32	188,55	**-1,95**
	E-1	195,91	232,29	239,22	236,85	232,62	207,54	**-5,94**
TP-02	E-2	257,41	279,00	282,62	283,64	284,14	278,39	**-8,15**
	E-1	256,66	278,26	283,20	283,64	283,66	278,81	**-8,63**
TC-03	E-2	280,01	286,11	287,10	286,58	286,52	283,43	**-1,22**
	E-1	203,22	202,68	208,21	208,97	209,21	205,56	**-1,15**

Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

6.2.3.2.1. Ciclo 01

Para cada ciclo previamente se realiza el secado y pesado de cada muestra para determinar la masa original antes del proceso de intemperismo acelerado, para el ciclo 01 se procede a obtener el peso inicial registrado en la Tabla 24. La inmersión en solución del Sulfato de Magnesio estuvo en un rango de 16 a 18 horas.

Foto 33

Inmersión del Primer Ciclo



Nota. Durabilidad al Sulfato de Magnesio. Hi Geoproject Consultoría (2022)

Para el escurrimiento se coloca las muestras en una rejilla que permita retirar el agua excedente en la superficie de las muestras de roca y posterior se realiza el secado en un horno a 110°C entre 4 a 6 horas.

Foto 34.

Escurrimiento del Primer Ciclo



Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 35

Secado del Primer Ciclo



Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

6.2.3.2.2. Ciclo 02

Para el ciclo 02 se continua con el proceso de inmersión y durante el escurrimiento (ver Foto 37) se puede apreciar que la muestra TT-01 y TP-01 presenta un acelerado desgaste en sus aristas a comparación de las demás muestras, en la muestra TP-01 se observa alteración en sus minerales de color blanquecino.

Foto 36

Inmersión del Segundo Ciclo



Nota. Durabilidad al Sulfato de Magnesio. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 37.

Escurrimiento del Segundo Ciclo



Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

6.2.3.2.3. Ciclo 03

Durante el escurrimiento del ciclo 03 (ver Foto 38) se puede apreciar que la muestra TP-01>TM-01>TT-01, presenta desgaste en sus aristas, presentando una forma subredondeada, el color que presentan no ha variado considerablemente a pesar de que los minerales en la muestra TP-01 presente alteración.

Foto 38.

Escurrimiento del Tercer Ciclo



Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

6.2.3.2.4. Ciclo 04

Posterior al escurrimiento del ciclo 04 se puede observar lo siguiente:

- Las muestras TC-01, TC-02, TC-03 y TP-02 presentan un desgaste en las aristas en un rango de ninguno a leve.
- Las muestras RO-01, TM-02 y TT-02 presentan un desgaste leve a moderado en las aristas.
- Y las muestras TP-01>TM-01>TT-01 presenta mayor desgaste en las aristas y observable pérdida de volumen.

Foto 39.

Escurrimiento del Cuarto Ciclo



Nota. Hi Geoproject Consultoría (2022).

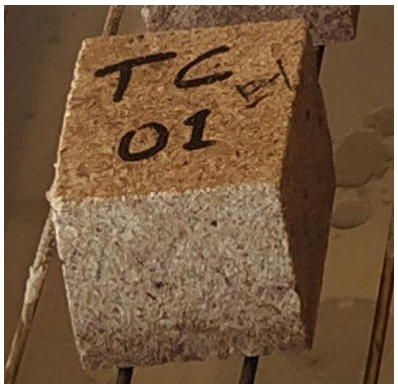
6.2.3.2.5. Comparación de Ciclo 02 y Ciclo 05

Para la muestra TC-01, TC-02 y TC-03 (ver Foto 41, 42 y 43) que se encuentran ubicada en ***la quebrada Caramolle***, se puede observar que durante el ensayo de durabilidad por Sulfato de Magnesio posterior al ciclo 02 y ciclo 05 no se observa variación visible del volumen, no se tiene un cambio notorio en el color de la matriz, no es observable la alteración de algún mineral accesorio o la matriz de la muestra, según la Tabla 24 se observa una pérdida de masa de 0,94 a 1,27 %

en la muestra TC-01 siendo mínimo, en la muestra TC-02 se tiene un incremento de la masa 4,61 a 4,88 % y en la muestra TC-03 también se tiene un incremento de la masa de 1,15 a 1,22 %, estos incrementos están relacionados directamente a la porosidad que tiene cada muestra de 8,45, 10,69 y 9,98 % correspondientemente.

Foto 40

TC-01 (Ciclo 2 – Ciclo 5)

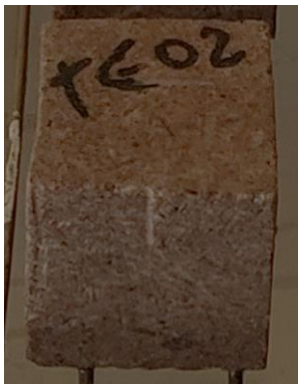




Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TC-01 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TC-01 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 41.

TC-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)





Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TC-02 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TC-02 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 42.

TC-03 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)





Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TC-03 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TC-03 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Para la muestra TT-01 y TT-02 (ver Foto 44 y 45) las cuales se encuentran ubicada en ***la carretera Tarata***, se puede observar que posterior al ciclo 02 y el ciclo 05 del ensayo de durabilidad por Sulfato de Magnesio se observa una variación moderada del volumen las aristas de la muestra TT-01 se encuentran más intemperizadas y/o desgastadas que la muestra TT-02, se observa que lo espacios cubiertos por el pómez se encuentran vacíos alterados y/o removidos por la solución del sulfato de magnesio, la matriz no muestra una variación de color, según la Tabla 24 se tiene un incremento en la masa de 14,00 a 16,90 % en la muestra TT-01 y en la muestra TT-02 se tiene un incremento de la masa 5,18 a 7,72 %, estos incrementos están relacionados directamente a la porosidad que tiene cada muestra de 32,43 y 21,63 % correspondientemente.

Foto 43

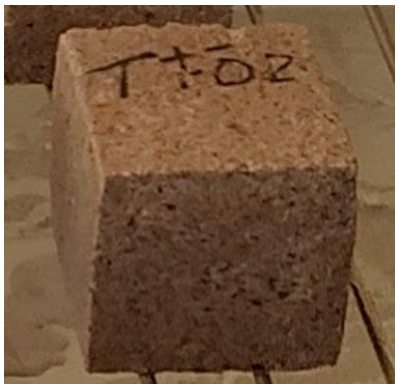
TT-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)



Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TT-01 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TT-02 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 44.

TT-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)





Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TT-02 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TT-02 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Para la muestra TP-01 y TP-02 (ver Foto 46 y 47) las cuales se encuentran ubicada en ***la carretera Panamericana***, se puede observar que posterior al ciclo 02 y el ciclo 05 del ensayo de Durabilidad por Sulfato de Magnesio, se observa una variación fuerte del volumen, las aristas de la muestra TP-01 se encuentran mucho más intemperizadas y/o desgastadas que la muestra TP-02 (desgaste moderado), se observa cambio de color en los minerales de la muestra TP-01 donde los feldespatos (Sanidina) y la halita presenta una reacción química (color blanquecino), la matriz no muestra una variación de color en la muestra TP-02, en la muestra TP-01 se observa una pigmentación amarillenta al finalizar el último ciclo. Según la Tabla 24 se tiene un incremento en la masa de 1,95 a 5,94 % en la muestra TP-01 y en la muestra TP-02 se tiene un incremento de la masa 8,15 a

8,63 %, estos incrementos están relacionados directamente a la porosidad que tiene cada muestra siendo de 28,64 y 17,96 % correspondientemente.

Foto 45.

TP-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)

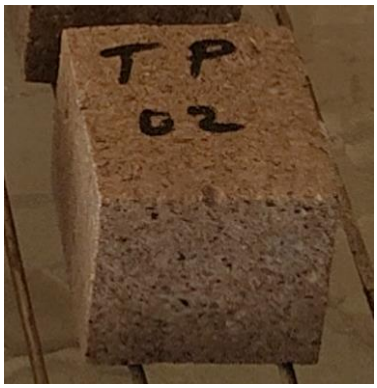




Nota. En la foto de la izquierda muestra de roca TP-01 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha muestra de la roca TP-01 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 46.

TP-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)





Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TP-02 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TP-02 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Para la muestra TM-01 y TM-02 (ver Foto 48 y 49) las cuales se encuentran ubicada en ***la trocha Magollo***, se puede observar que posterior al ciclo 02 y el ciclo 05 del ensayo de durabilidad por Sulfato de Magnesio, se observa una variación moderada a alta del volumen, las aristas de la muestra TM-01 y TM-02 se encuentran de moderada a muy intemperizadas y/o desgastadas, se observa que lo espacios cubiertos por el pómez se encuentran vacíos alterados y/o removidos por la solución del sulfato de magnesio, se aprecia cambio de color en los minerales de la muestra TM-01 donde los feldespatos (Sanidina) y la halita presenta una reacción química (color blanquecino), la matriz no muestra una variación de color en las muestras. Según la Tabla 24 se tiene un incremento en la masa de 5,18 a 5,80 % en la muestra TM-01 y en la muestra TM-02 se tiene un incremento de la masa 5,87 a 5,99 %, estos incrementos están relacionados directamente a la porosidad que tiene cada muestra siendo de 22,07 y 22,00 % correspondientemente.

Para la muestra RO-01 (ver Foto 50) las cual se encuentran ubicada en ***la carretera Tarata Km 17***, se puede observar que posterior al ciclo 02 y el ciclo 05 del ensayo de durabilidad por Sulfato de Magnesio, se observa una variación leve del volumen, las aristas de la muestra se encuentran de moderada a levemente

desgastadas, la matriz muestra una variación de color en la muestra a beige. Según la Tabla 24 se tiene un incremento en la masa de 10,25 a 11,88 % este incremento está relacionado directamente a la porosidad que tiene la muestra de 25,56 %.

Foto 47

TM-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)



Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TM-01 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 48.

TM-02 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)



Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca TM-02 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca TM-02 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

Foto 49.

RO-01 ((Ciclo 2 – Ciclo 5)



Nota. En la foto de la izquierda se tiene la muestra de roca RO-01 después del ciclo 02 y en la foto de la derecha se tiene la muestra de la roca RO-01 después del ciclo 05. Hi Geoproject Consultoría (2022).

6.2.4. Relación de las Ignimbritas (Fm. Huaylillas) con la porosidad y la durabilidad por Sulfato de Magnesio:

Con la información de las propiedades físicas (Porosidad) y de la durabilidad (Sulfato de Magnesio), con la finalidad de evaluar la cantera que cumpla con las necesidades como roca ornamental.

En la Tabla 25 se realizó el resumen de las condiciones de las muestras posteriores al 5to ciclo de durabilidad por Magnesio haciendo una comparación con los resultados de la porosidad obtenida en los ensayos de propiedades físicas, donde se puede apreciar la relación que guarda las propiedades físicas en comparación con el comportamiento que presentan durante el ensayo de durabilidad, donde a mayor porosidad se tiene mayor desgaste en las aristas y cambio de volumen de las muestras.

Tabla 25.

Cuadro comparativo de porosidad y durabilidad por Sulfato de Magnesio

Zona de Cantera	Ubicación	Código	Porosidad (%)	Variación de Masa (%)	Variación de Volumen (*)	Cambio de color en la Matriz (*)	Afectación de minerales (*)	Desgaste en aristas (*)	Rotura o Disgregación (*)
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	8,5	1,1	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
	Medio	TC-02	10,7	-4,75	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Leve	Ninguno
	Medio	TC-03	9,9	-1,18	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	32,4	-15,45	Moderada	Ninguno	Oquedad/ Pómez disuelta	Moderado	Leve
	Medio	TT-02	21,6	-17,29	Leve a Moderada	Ninguno	Oquedad/ Pómez disuelta	Leve-Moderado	Leve
CARRETERA PANAMERICANA	Techo	TP-01	28,6	-3,94	Alta	Amarillo	Sanidina alterada	Alta	Alta
	Medio	TP-02	17,9	-8,39	Leve	Ninguno	Ninguno	Leve	Ninguno
TROCHA MAGOLLO	Techo	TM-01	22,0	-5,48	Moderado -Alto	Ninguno	Sanidina alterada	Moderado-Alto	Moderado
	Medio	TM-02	22,0	-5,93	Moderado -Alto	Ninguno	Sanidina alterada	Moderado-Alto	Moderado a Alto
CARRETERA TARATA KM 17	Medio – I,	RO-01	15,2	-11,06	Leve a Moderada	Beige	Ninguno	Leve	Leve

Nota. Zonas posibles como canteras. *Elaboración Propia.*

*: Inspección directa/visual

I: Intemperizado

Ninguno

Moderado

Leve

Moderado-Alto/Alta

CAPÍTULO VII: CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

Posterior a la evaluación realizada en campo (ver Tabla 5 y 6) en contraste con el reconocimiento de las condiciones geológicas in situ con respecto a la disposición de la ignimbrita Huaylillas y tomando en cuenta los resultados obtenidos durante los ensayos de las propiedades física-mecánicas y ensayo de durabilidad, se ha determinado zonas de interés como potenciales canteras, por lo que se procede a realizar un cartografiado geomecánico en donde se han realizado 22 estaciones geomecánicas (ver Tabla 27), las cuales han permitido realizar la evaluación del macizo rocoso con el fin de optimizar la conceptualización del modelo geológico en campo y entender mejor la génesis y disposición geométrica de la formación Huaylillas a través del tiempo.

Tabla 26

Ubicación de estaciones geomecánicas del área de estudio

Ítem	Carretera / Ubicación	Progresiva	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM WGS 84		
				Este	Norte	Cota (msnm)
1	**ZONA I:** Caramolle - Carretera Nueva		EG-01	369620	8014358	885
2			EG-02	369615	8014362	882
3			EG-03	369583	8014379	873
4			EG-04	369427	8014125	910
5			EG-05	369460	8014016	890
6		2+015 - 2+035	EG-06	369886	8013649	860
7		1+990 - 2+010	EG-07	369909	8013636	859
8			EG-19	369951	8015362	970
9	**ZONA II:** Trocha Magollo	1+180 - 1+200	EG-08	362509	8005431	510
10		1+100 - 1+120	EG-09	362567	8005487	504
11		0+925 - 0+945	EG-13	362674	8005628	499
12		0+770 - 0+790	EG-14	362763	8005748	494
13	**ZONA III:** Carretera Tarata	2+320 - 2+340	EG-10A	366640	8010076	716
14		2+116 - 2+136	EG-10B	366807	8010190	703
15		2+027 - 2+047	EG-10C	366878	8010247	697
16		16+733 - 16+753	EG-11	368365	8023218	1138
17		16+638 - 16+658	EG-12	368337	8023126	1138
18	**ZONA IV:** Carretera Panamericana	0+785 - 0+805	EG-15	365616	8008796	630
19		0+610 - 0+630	EG-16	365745	8008909	622
20		3+745 - 3+765	EG-17	365607	8011126	775
21		0+374 - 0+394	EG-18A	365926	8009062	610
22		0+330 - 0+350	EG-18B	365955	8009091	607

Nota. Elaboración propia.

7.1. Mapeo geomecánico y representación gráfica

Para el avance de esta investigación se ha aplicado el "Método de Línea de Detalle", debido a la facilidad de su aplicación en campo y por la precisión de información geotécnica que se obtiene a través de esta metodología.

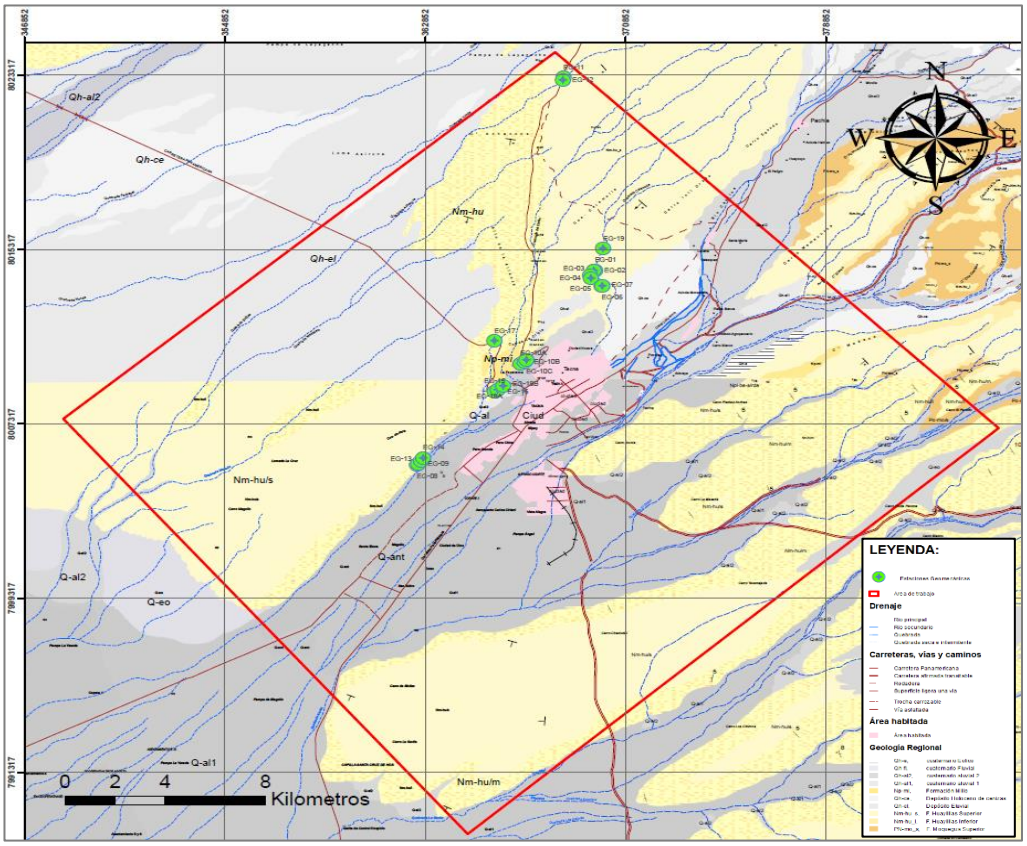
El cartografiado geomecánico se realizó a través de una línea horizontal graficada sobre el talud de cada estación geomecánica a una altura aproximada de 1,5 m. Mediante este método es posible caracterizar la naturaleza y orientación de las discontinuidades que gobiernan sobre el macizo rocoso de forma sistemática, asociando parámetros como: rugosidad, naturaleza del relleno, orientación, meteorización, persistencia, espaciado y flujo de agua (humedad), a una clasificación por categorías de acuerdo con las condiciones en la que aflora cada discontinuidad. El mapeo geomecánico se ha desarrollado en su totalidad sobre las rocas piroclásticas asociadas a la formación Huaylillas, en todos sus niveles estratigráficos.

Las estaciones geomecánicas han sido distribuidas en 4 zonas estratégicas, debido a la accesibilidad y disposición de las rocas piroclásticas sobre el terreno, las áreas en mención son las siguientes: carretera Panamericana, quebrada Caramolle, cerro Magollo y carretera Tarata. Todos los datos obtenidos sobre cada estación geomecánica, durante las campañas de salida a campo, fueron distribuidas y analizadas a través del software DIPS, permitiendo obtener las familias de discontinuidades más representativas sobre cada estación, por otro lado, facilita la identificación de la dirección de los esfuerzos sobre cada área de terreno, permitiendo entender mejor la dinámica de movimiento de la formación Huaylillas y asociarlas a una clasificación geomecánica, obtenida mediante el grado de fracturamiento y disposición de las fracturas sobre el macizo rocoso. Los

datos obtenidos y los formatos utilizados para el mapeo geomecánico se encuentran en el Anexo 3.

Imagen 25

Ubicación de estaciones geomecánicas



Nota. Elaboración propia.

7.2. Clasificación geomecánica según Bieniawski RMR 1989

Con el objetivo de obtener la clasificación geomecánica de la ignimbrita asociada formación Huaylillas, se ha descrito todas las características físicas y litológicas del macizo rocoso en todas las estaciones geomecánicas planificadas en

gabinete, haciendo énfasis en los siguientes parámetros: rugosidad, naturaleza del relleno, orientación, meteorización, persistencia, espaciado y flujo de agua (humedad). A través de los parámetros mencionados y las observaciones realizadas sobre el macizo rocoso en campo, se puede determinar el comportamiento mecánico de la ignimbrita y la resistencia a la comprensión uniaxial de la matriz rocosa, el último parámetro obtenido a partir del uso de la picota al impacto con el plano de discontinuidad.

7.2.1. Zona I: Sección Caramolle

Tabla 27.

Ubicación de estaciones Geomecánicas de la Zona I.

Ítem	Carretera /Ubicación	Progresiva	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM WGS 84		
				Este	Norte	Cota (msnm)
1	ZONA I: Caramolle - Carretera Nueva		EG-01	369620	8014358	885
2			EG-02	369615	8014362	882
3			EG-03	369583	8014379	873
4			EG-04	369427	8014125	910
5			EG-05	369460	8014016	890
6		2+015-2+035	EG-06	369886	8013649	860
7		1+990-2+010	EG-07	369909	8013636	859
8			EG-19	369951	8015362	970

Nota. Elaboración propia.

a) ESTACIÓN 01

Esta estación se ubica en zonas cercanas a la quebrada Caramolle, con coordenadas 8014358 N 369620 E, el cual dispone de una cota de 880 m.s.n.m.,

disponiendo una altura promedio de talud natural de 40 m. El espaciado entre las discontinuidades varía desde 0,6 a 2,00 m con persistencia que oscila entre 1-3 m, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, apertura que varía entre 1 – 5 mm, en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2,27 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 10,69 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 109,90 MPa aplicando el ensayo carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 87 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 28.

Familia de discontinuidad en la Estación Geomecánica 01

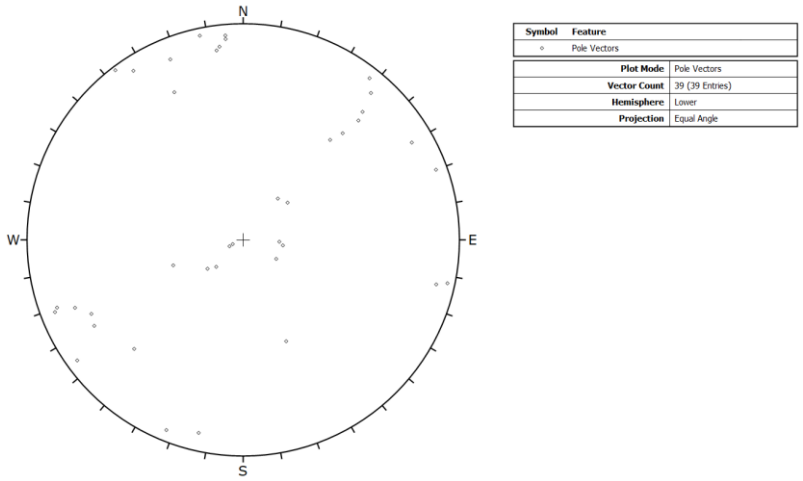
FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	173	86	2,2
2	67	83	0,60
3	222	78	0,70

Nota. Elaboración propia.

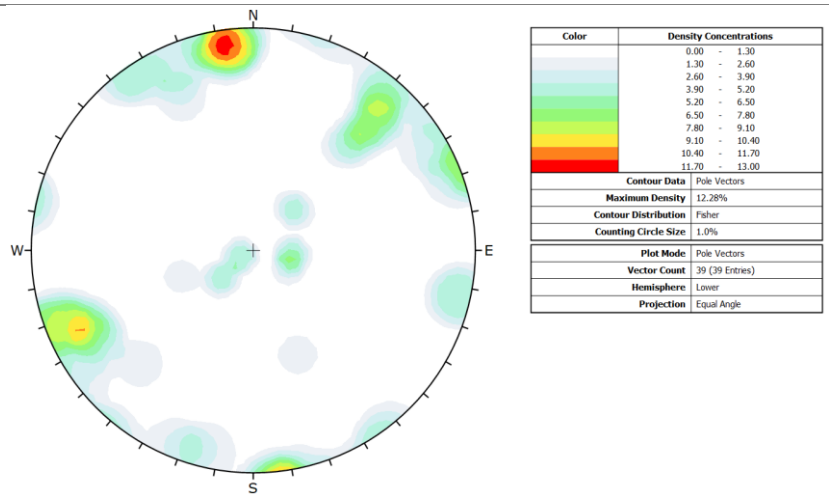
Figura 2.

Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-01

PLOTEO DE POLOS



CURVA DE ISOVALORES

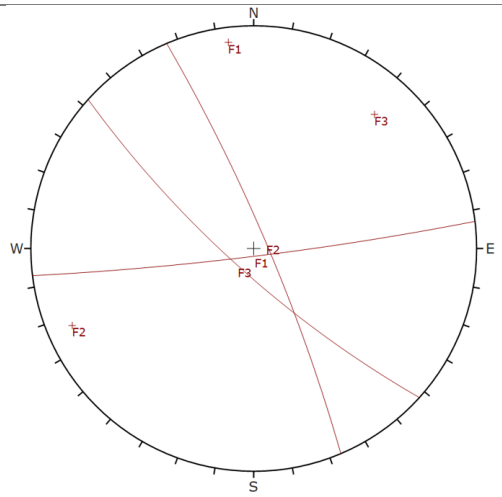


Nota. Elaboración propia.

Figura 3.

Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-01

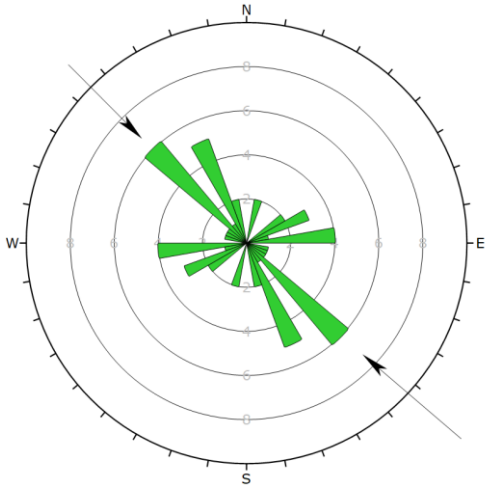
PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Mean Set Planes				
1m		86	173	F1
2m		83	67	F2
3m		78	222	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	39 (39 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

ROSETA DE ORIENTACIÓN



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	29
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Nota. Elaboración propia

b) ESTACIÓN 02

Posicionado en zonas cercanas a la quebrada Caramolle, con coordenadas 8014362 N 369615 E, el cual se ubica a una cota de 880 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud natural de 40 m. El espaciado entre las discontinuidades varía desde 0,2 a 0,6 m con persistencia menor a 1,00 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, aperturas en su mayoría cerrada, en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2,26 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 9,98 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 101,61 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 27 % siendo de muy baja calidad.

Tabla 29.

Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 02

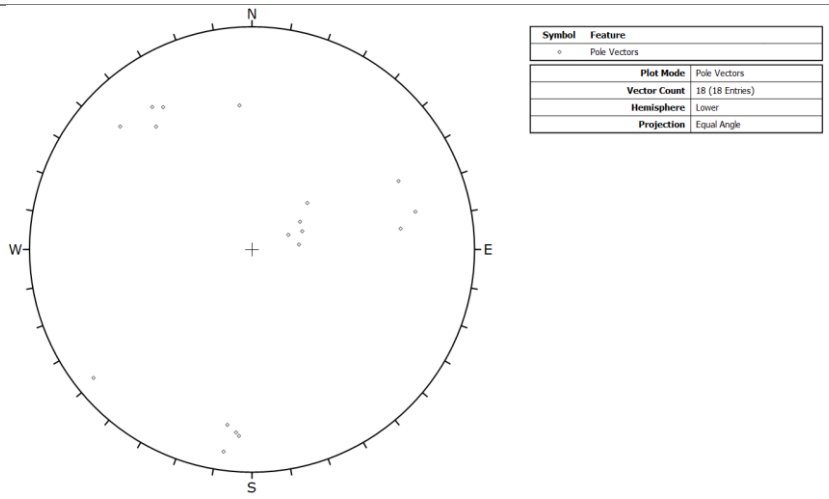
FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	006	80	0,2
2	142	74	0,14
3	250	24	0,60
4	259	71	0,14

Nota. Elaboración propia.

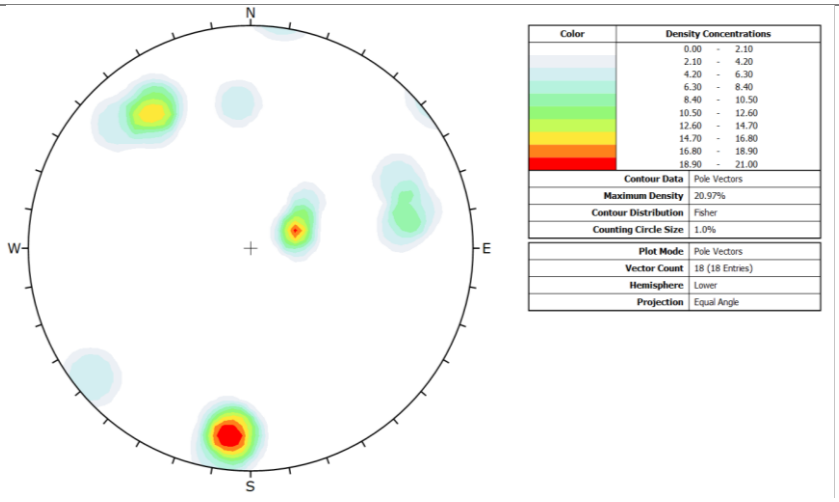
Figura 4.

Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-02

PLOTEO DE POLOS



CURVA DE ISOVALORES

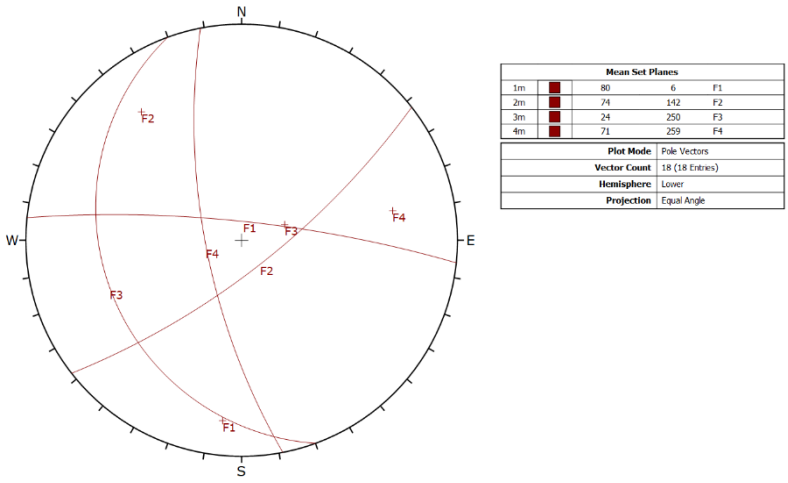


Nota. Elaboración propia.

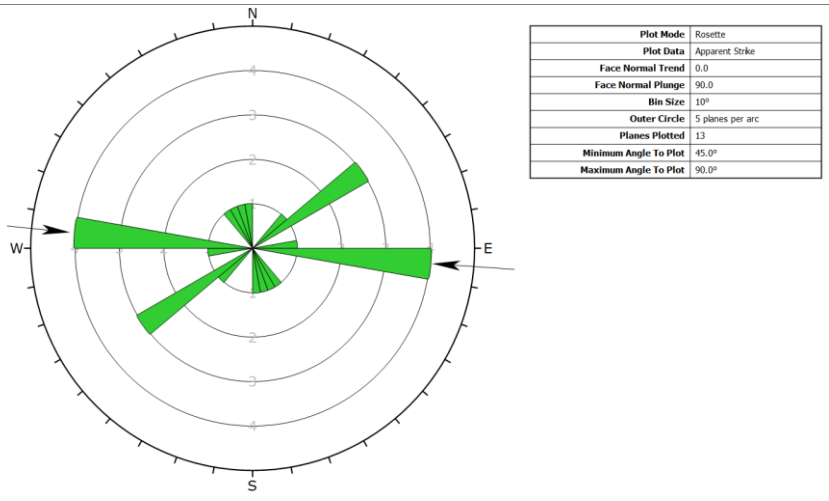
Figura 5.

Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-02

PLOTEO DE PLANOS MAYORES



ROSETA DE ORIENTACIÓN



Nota. Elaboración propia.

c) ESTACIÓN 03

Situado en las zonas inferiores a la quebrada Caramolle perteneciente a la formación Huaylillas inferior, dispone de coordenadas 8014379 N 369583 E a una altitud de 940 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud natural de 30 m.

El espaciado entre las discontinuidades no se observa juntas solo fracturas puntuales. La densidad de la toba es de 1,95 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 14,15 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 64,53 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, el RQD es de 75 a 90, pero es necesario mencionar que la picota se indenta con un golpe firme en la roca y se observa que es una roca con litificación moderada (Toba no soldada).

d) ESTACIÓN 04

Ubicado en el flanco derecho superior a la quebrada Caramolle, con coordenadas 8014125 N 369427 E situado a una altitud de 910 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 15 m.

El espaciado entre las discontinuidades excede los 2 m de longitud, con persistencia que oscila entre los 3 – 10 m de longitud, con terminaciones en su mayoría, fuera del afloramiento, la gran parte de aperturas exceden los 5 mm en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco, La densidad de la ignimbrita es de 1,96 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5,07 %, el índice de resistencia de

compresión simple es de 60,69 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 94 % siendo de muy alta calidad.

Tabla 30.

Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 04

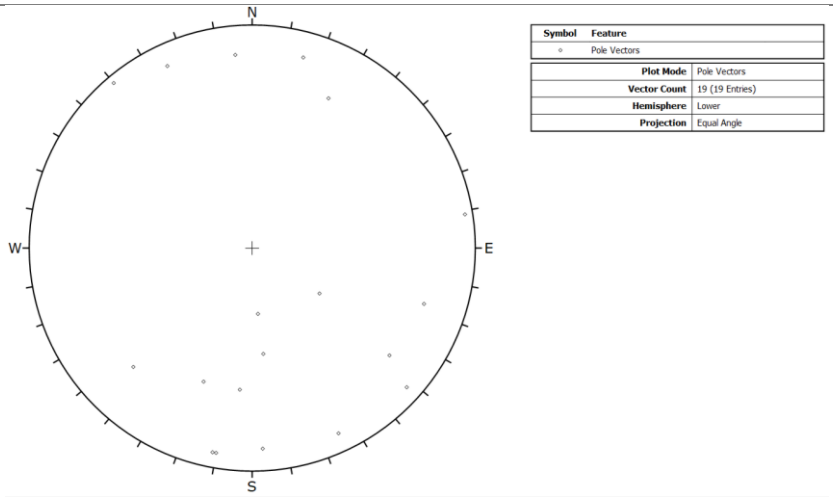
FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	012	90	3,50
2	316	89	5,00
3	155	90	1,80

Nota. Elaboración propia.

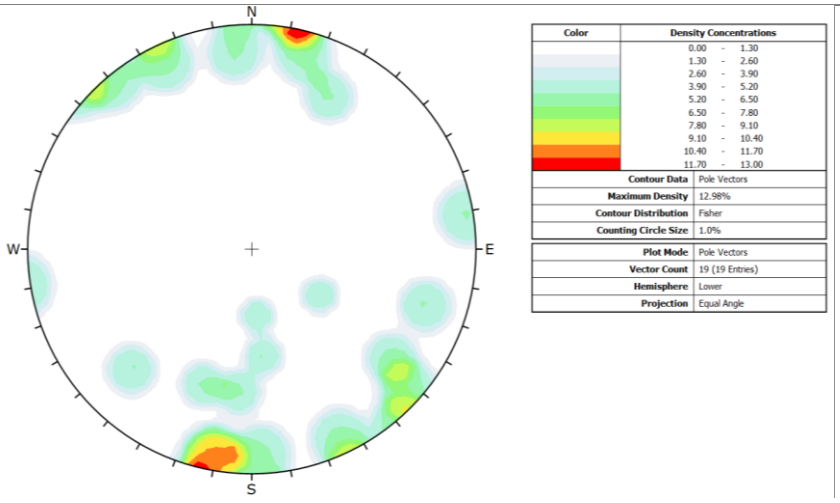
Figura 6

Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-04

PLOTEO DE POLOS



CURVA DE ISOVALORES

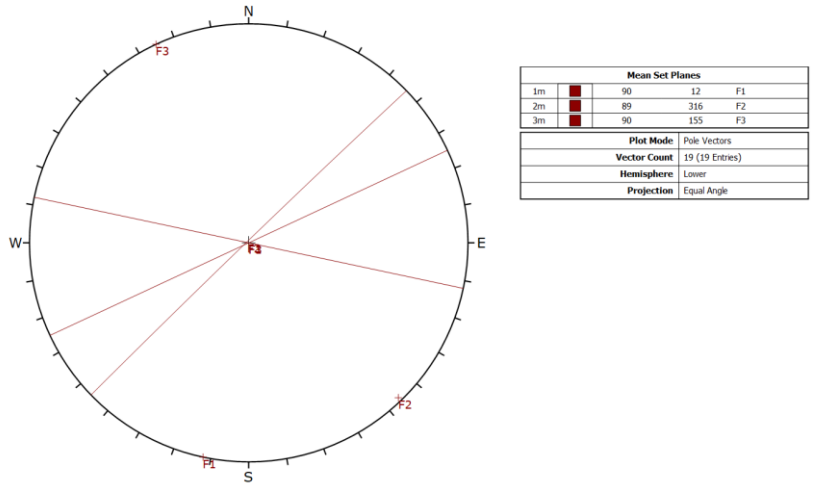


Nota. Elaboración propia.

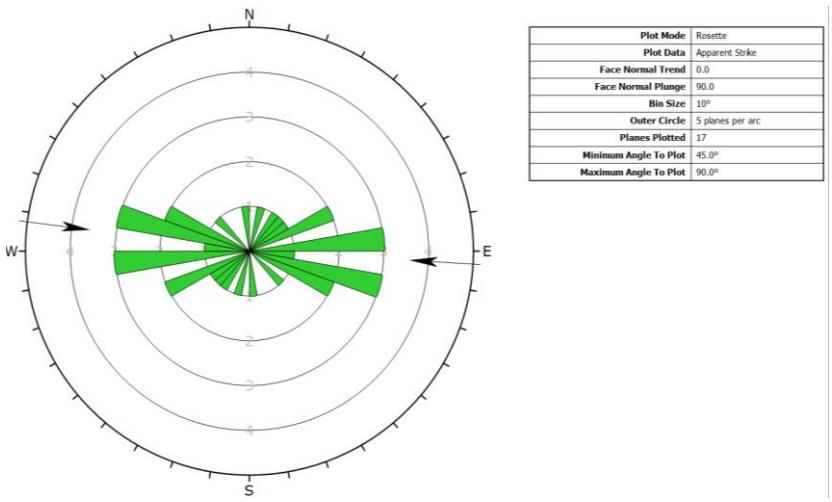
Figura 7.

Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-04

PLOTEO DE PLANOS MAYORES



ROSETA DE ORIENTACIÓN



Nota. Elaboración propia

e) ESTACIÓN 05

Ubicado en el flanco derecho superior a la quebrada Caramolle, con coordenadas 8014016 N 369460 E situado a una altitud de 890 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 20 m.

El espaciado entre las discontinuidades excede los 2 m de longitud, con persistencia que oscila entre los 3 – 10 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, aperturas en su mayoría exceden los 5 mm en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1,96 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5,07 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 59,78 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 92 %, siendo de muy alta calidad.

Tabla 31

Familia de discontinuidades en la estación geomecánica 05

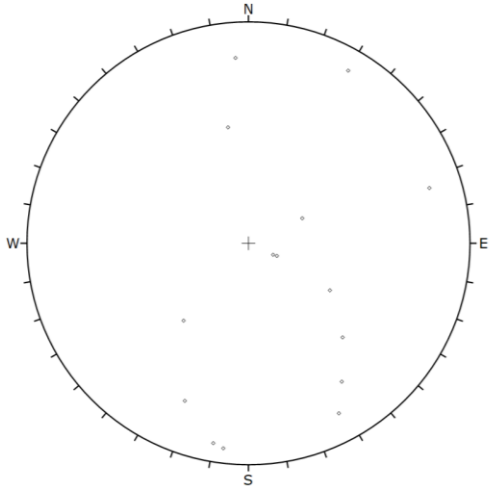
FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	294	15	2,5
2	008	85	10
3	329	78	4,0

Nota. Elaboración propia.

Figura 8.

Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-05

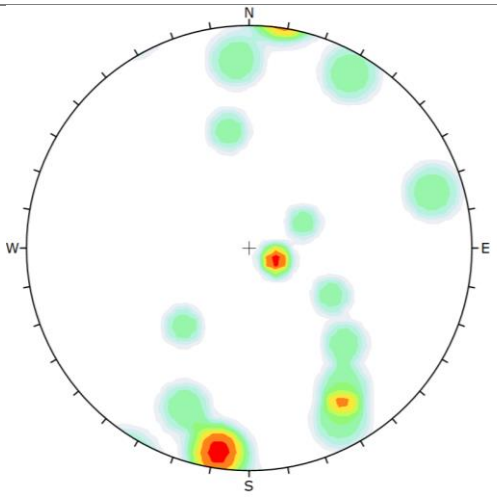
PLOTEO DE POLOS



Symbol	Feature
◦	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

CURVA DE ISOVALORES



Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.40
	1.40 - 2.80
	2.80 - 4.20
	4.20 - 5.60
	5.60 - 7.00
	7.00 - 8.40
	8.40 - 9.80
	9.80 - 11.20
	11.20 - 12.60
	12.60 - 14.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	13.14%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

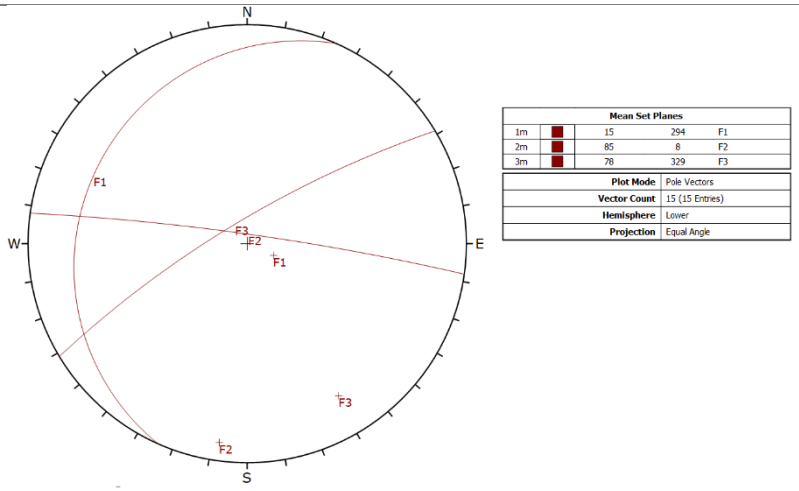
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Nota. Elaboración propia.

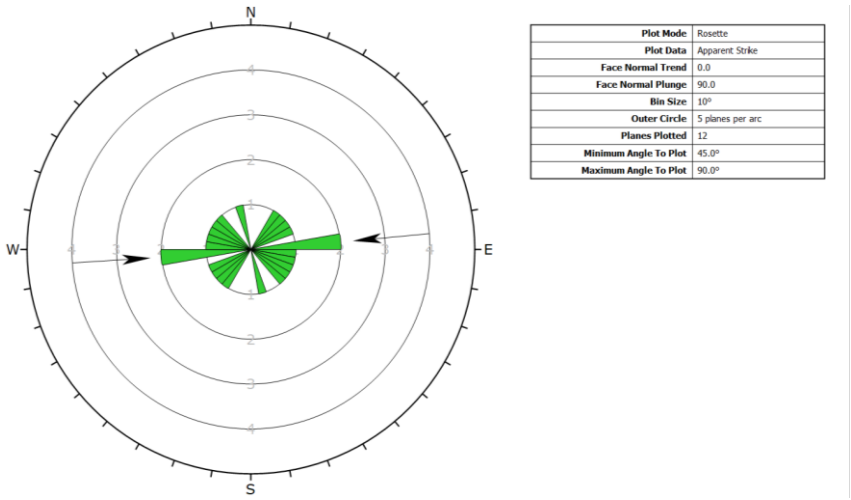
Figura 9.

Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-05

PLOTEO DE PLANOS MAYORES



ROSETA DE ORIENTACIÓN



Nota. Elaboración propia.

f) ESTACIÓN 06

Posicionado en la carretera ubicada en el flanco derecho de la quebrada Caramolle, con coordenadas 8013649 N 369886 E situado a una altitud de 860 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado entre las discontinuidades oscila los 0,2 – 0,6 m, con persistencia menor a 1 m de longitud, en su mayoría con terminaciones en otra discontinuidad, las aperturas oscilan entre 1 – 5 mm en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2,31 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5,27 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 119,24 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 63 % siendo de buena calidad.

Tabla 32

Familia de discontinuidades en la estación 06

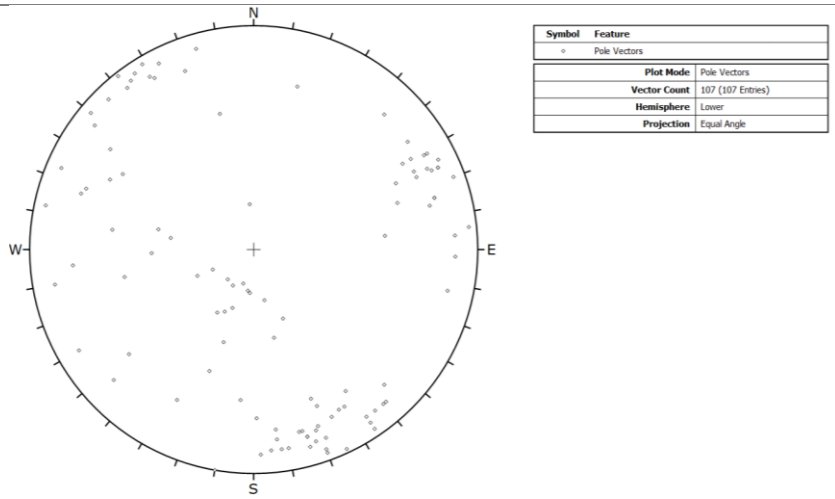
FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	246	81	0,40
2	344	83	0,65
3	146	89	0,35

Nota. Elaboración propia.

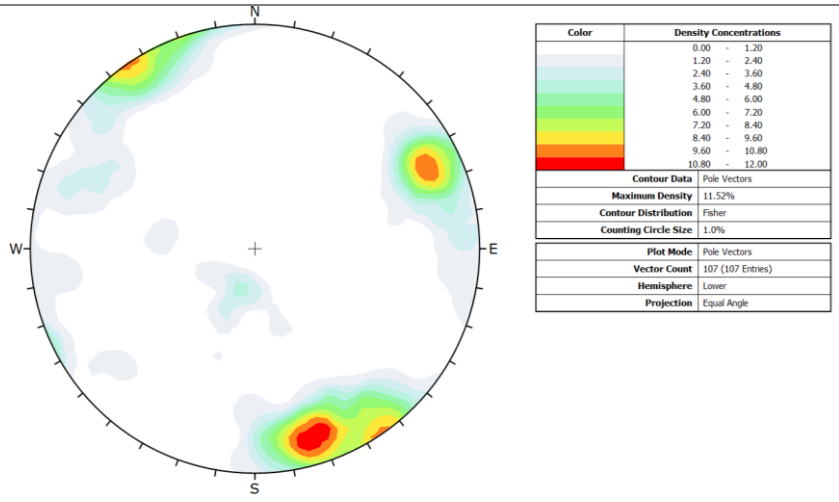
Figura 10.

Ploteo de polos y curvas de isovalores EG-06

PLOTEO DE POLOS



CURVA DE ISOVALORES

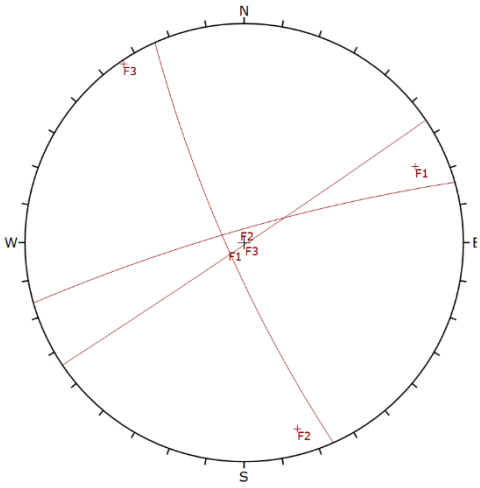


Nota. Elaboración propia

Figura 11.

Ploteo de planos mayores y rosetas de orientación EG-06

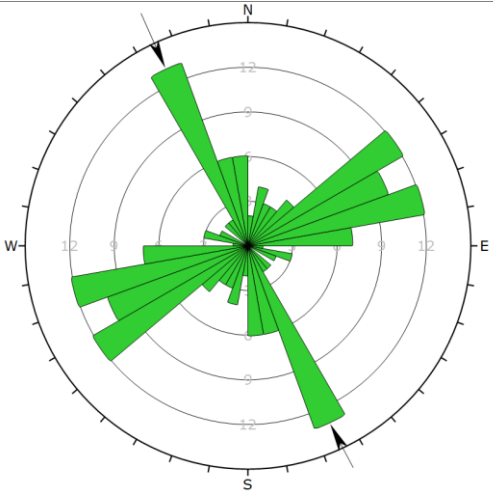
PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Mean Set Planes				
1m		81	246	F1
2m		83	344	F2
3m		89	146	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	107 (107 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

ROSETA DE ORIENTACIÓN



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	15 planes per arc
Planes Plotted	92
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Nota. Elaboración propia

g) ESTACIÓN 07

Posicionado en la carretera ubicada en el flanco derecho de la quebrada Caramolle, con coordenadas 8013636 N 369909 E situado a una altitud de 859 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila los 0,2 - 0,6 m con persistencia que varía entre 3 – 10 m de longitud, con terminaciones en su mayoría, fuera del afloramiento, las aperturas oscilan entre 0,1 – 1 mm en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco.

Tabla 33

Familia de discontinuidades en la Estación 07

FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	259	08	0,45
2	341	00	0,20
3	237	14	0,6

Nota. Elaboración propia.

h) ESTACIÓN 19:

Posicionado en la zona alta de la quebrada Caramolle, con coordenadas 8015362 N 369951 E, el cual se ubica a una cota de 970 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud natural de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades excede los 2 m de longitud, con persistencia que varía entre los 10 - 20 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2,08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 8,45 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 61,91 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 85 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 34

Familia de discontinuidades en la Estación 19

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	144	84	2,2
2	056	88	3,0
3	020	87	2,5

Nota. Elaboración propia.

7.2.2. Zona II: Sección Magollo

Tabla 35.

Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona II

Ítem	Carretera/ Ubicación	Progresiva	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM WGS 84		
				Este	Norte	Cota (msnm)
9	ZONA II: Trocha Magollo	1+180 - 1+200	EG-08	362509	8005431	510
10		1+100 - 1+120	EG-09	362567	8005487	504
11		0+925 - 0+945	EG-13	362674	8005628	499
12		0+770 - 0+790	EG-14	362763	8005748	494

Nota. Elaboración propia.

a) ESTACIÓN 08

Ubicada en zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005431 N 362509 E situado a una altitud de 510 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2 m de longitud, con persistencia menor a 1 m de longitud, con terminaciones en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm, en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas debido a la cercanía al contacto de la formación Magollo y se encuentra en un estado seco. Exhibe un RQD de 60 %, pero es necesario mencionar que la picota se indenta con un golpe firme en la roca, debido a la meteorización observable en la matriz de la roca.

Tabla 36.

Familia de discontinuidades en la Estación 08.

FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	062	84	0,80
2	073	347	0,30
3	088	29	0,15

Nota. Elaboración propia.

b) ESTACIÓN 09

Posicionado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005487 N 362567 E situado a una altitud de 504 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que oscilan entre 1 - 5 mm en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1,91 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 22,07 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 47,89 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 62 % siendo de buena calidad.

Tabla 37

Familia de discontinuidades en la Estación 09

FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	226	76	0,07
2	194	68	0,43
3	040	87	0,60

Nota. Elaboración propia.

c) ESTACIÓN 13

Posicionado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005628 N 362674 E situado a una altitud de 499 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 7 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que oscilan entre 1 - 5 mm en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco, por otro lado, exhibe un RQD de 76 % siendo de buena calidad.

Tabla 38

Familia de discontinuidades en la Estación 13

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	239	1	0,60
2	205	9	1,00
3	073	7	0,45

Nota. Elaboración propia.

d) ESTACIÓN 14

Localizado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005748 N 362763 E situado a una altitud de 494 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2 m de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 140 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2,13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 22,00 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 78,22

MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 87 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 39

Familia de discontinuidades en la Estación 14

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	301	4	0,6
2	091	83	0,4

Nota. Elaboración propia.

7.2.3. Zona III: Sección carretera Tarata

Tabla 40

Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona II

Ítem	Carretera/Ubicación	Progresiva	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM WGS 84		
				Este	Norte	Cota (msnm)
13	ZONA III: Carretera Tarata	2+320 - 2+340	EG-10A	366640	8010076	716
14		2+116 - 2+136	EG-10B	366807	8010190	703
15		2+027 - 2+047	EG-10C	366878	8010247	697
16		16+733 - 16+753	EG-11	368365	8023218	1138
17		16+638 - 16+658	EG-12	368337	8023126	1138

Nota. Elaboración propia.

a) ESTACIÓN 10-A

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010076 N 366640 E situado a una altitud de 716 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2 m de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm en gran medida con buena rugosidad. El macizo rocoso exhibe una alta meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 90 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1,92 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 32,43 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 21,41 MPa aplicando el ensayo de carga puntual y 26,78 MPa haciendo uso del ensayo de compresión simple, por otro lado, exhibe un RQD de 87 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 41

Familia de discontinuidades en la Estación 10-A

FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	303	45	2,8
2	138	83	0,8

Nota. Elaboración propia.

b) ESTACIÓN 10-B

Situado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010190 N 366807 E situado a una altitud de 703 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 5 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 - 0,6 m de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm en gran medida con buena rugosidad. El macizo rocoso exhibe bastante meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 110 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1,92 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 32,43 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 21,21 MPa aplicando el ensayo de carga puntual y 26,78 MPa haciendo uso del ensayo de

compresión simple, por otro lado, exhibe un RQD de 91 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 42

Familia de discontinuidades en la Estación 10-B

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	138	84	0,75
2	217	80	1,5
3	049	82	1,6

Nota. Elaboración propia.

c) ESTACIÓN 10-C

Localizado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010247 N 366878 E situado a una altitud de 697 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que exceden los 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco.

La densidad de la ignimbrita es de 2,13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 21,63 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 56,31 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 78 % siendo de buena calidad.

Tabla 43

Familia de discontinuidades en la Estación 10-C

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	77	90	0,45
2	149	51	2,80
3	226	88	0,80

Nota. Elaboración propia.

d) ESTACIÓN 11

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8023218 N 368365 E situado a una altitud de 1138 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2 m de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta

estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 120 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2,08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 25,56 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 48,24 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 90 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 44

Familia de discontinuidades en la Estación 11

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	141	70	3,2
2	037	39	1,1

Nota. Elaboración propia.

e) ESTACIÓN 12

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8023126 N 368337 E situado a una altitud de 1138 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2 m de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó

en cuenta una muestra ubicada a 190 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2,08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 25,56 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 49,67 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 90 % siendo de muy buena calidad.

Tabla 45

Familia de discontinuidades en la Estación 12

FAMILIA	DIRECCION DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	271	87	0,90
2	015	38	0,27
3	085	70	3,00

Nota. Elaboración propia.

7.2.4. Zona IV: Sección carretera Panamericana

Tabla 46

Ubicación de estaciones geomecánicas de la zona IV

Ítem	Carretera / Ubicación	Progresiva	Estación Geomecánica	Coordenadas UTM WGS 84		
				Este	Norte	Cota (msnm)
18	ZONA IV: Carretera Panamericana	0+785 - 0+805	EG-15	365616	8008796	630
19		0+610 - 0+630	EG-16	365745	8008909	622
20		3+745 - 3+765	EG-17	365607	8011126	775
21		0+374 - 0+394	EG-18A	365926	8009062	610
22		0+330 - 0+350	EG-18B	365955	8009091	607

Nota. Elaboración propia.

a) ESTACIÓN 15

Localizado sobre la carretera Panamericana, con coordenadas 8008796 N 365616 E situado a una altitud de 630 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 90 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2,13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 17,96 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 67,68 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 92 %.

Tabla 47

Familia de discontinuidades en la Estación 15

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	126	88	0,46
2	068	87	1,70
3	199	86	1,40

Nota. Elaboración propia.

b) ESTACIÓN 16

Ubicado sobre la carretera Panamericana, con coordenadas 8008909 N 365745 E situado a una altitud de 622 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,6 – 2,0 m de longitud, con persistencia que varía entre 3 -10 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 80 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2,13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 17,96 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 65,60 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 91 %.

Tabla 48

Familia de discontinuidades en la Estación 16

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	321	86	2,0
2	075	85	1,8
3	152	09	2,0

Nota. Elaboración propia.

c) ESTACIÓN 17

Ubicado sobre la carretera Panamericana, con coordenadas 8011126 N 365607 E situado a una altitud de 775 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades (0,2 – 0,6 m) de longitud, con persistencia (3 -10 m) de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas (1 - 5 mm) en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 190 m de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1,82 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 28,64 %, el índice de resistencia de compresión simple es de 18,55 MPa aplicando el ensayo de carga puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 22 % siendo de muy baja calidad.

Tabla 49

Familia de discontinuidades en la Estación 17.

FAMILIA	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO	BUZAMIENTO	ESPACIADO DE DISCONTINUIDADES
1	072	57	2,2
2	321	05	0,7
3	166	7	1,5

Nota. Elaboración propia.

d) ESTACIÓN 18-A

Ubicado sobre la carretera Panamericana, con coordenadas 8 009 062 N 365 926 E situado a una altitud de 610 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 7,00 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia menor a 1 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una ligera meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Por otro lado, exhibe un RQD de 23 % siendo de mala calidad.

e) ESTACIÓN 18-B

Ubicado sobre la carretera Panamericana, con coordenadas 8 009 091 N 365 955 E situado a una altitud de 607 m.s.n.m., disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 5 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0,2 – 0,6 m de longitud, con persistencia que oscila entre 1 - 3 m de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que exceden los 5 mm en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe bastante meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Por otro lado, exhibe un RQD de 15 % siendo de mala calidad.

7.3. Ensayos de resistencia in situ:

7.3.1. Estimación en campo de la compresión uniaxial en suelos y rocas (ISRM, 1981)

Considerando como base el modelo geológico de la zona de estudio y el cartografiado geomecánico se procede a determinar la resistencia de la roca Ignimbrita desde el contacto superior entre la formación Millo (Formación Magollo) - formación Huaylillas superior (en algunas estaciones se observa el contacto con la formación Magollo) hasta el contacto inferior donde la formación Huaylillas superior – formación Huaylillas inferior (Toba no consolidada). Esta estimación consiste en golpear una arista del macizo rocoso con la punta del martillo del geólogo, según la valoración propuesta por (Brown, 1981) permite clasificar de forma cuantitativa el rango de la resistencia a la compresión.

Según lo observado en campo se tiene la siguiente clasificación cuantitativa del ISRM del área de estudio. (Ver Tabla 51)

Tabla 50

Resistencia a partir del índice de campo (ISRM)

CLASE	DESCRIPCIÓN IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	
S1	Suelo muy blando	El puño penetra fácilmente varios cm,	< 0,0025
S2	Suelo blando	El dedo penetra fácilmente varios cm,	0,0025 – 0,05
S3	Suelo firme	Se necesita una pequeña presión para hincar el dedo	0,05 – 0,10
S4	Suelo rígido	Se necesita una fuerte presión para hincar el dedo	0,10 – 0,25
S5	Suelo muy rígido	Con cierta presión puede marcarse con la uña	0,25 – 0,50
S6	Suelo duro	Se marca con dificultad al presionar con la uña	> 0,50
R0	Roca extremadamente blanda	Se puede marcar con la uña	0,25 – 1,0
R1	Roca muy blanda	Al golpear con punta del martillo la roca se desmenuza, con navaja se talla fácilmente	1,0 – 5,0
R2	Roca blanda	Al golpear con la punta del martillo se producen ligeras marcas, Con la navaja se talla con dificultad	5,0 – 25
R3	Roca moderadamente blanda	Con un golpe fuerte del martillo puede fracturarse, Con la navaja no puede tallarse	25 – 50
R4	Roca dura	Se requiere más de un golpe del martillo para fracturarla	50 – 100
R5	Roca muy dura	Se requiere muchos golpes del martillo para fracturarla	100 – 250
R6	Roca extremadamente dura	Al golpear con el martillo solo saltan esquirlas	> 250

Nota. Gonzáles de Vallejo (2002).

Considerando la clasificación del ISRM se logró determinar que la formación Huaylillas inferior observado en la estación geomecánica EG-03 un grado “S6” lo que vendría a ser un suelo duro debido a que se indenta con dificultad la punta de la picota, además que se puede indicar que el miembro inferior de la formación Huaylillas vendría a ser una toba no consolidada por lo que, no cumpliría

las características geomecánicas requeridas como roca ornamental, las demás zonas presentaron un rango de resistencia entre 1 a 250 Mpa, las cuales se encuentran en su mayoría dentro del rango obtenido en los ensayos de compresión simple.

Tabla 51

Clasificación de índice de resistencia con el martillo de geólogo

Estación Geomecánica	**RQD (%)**	**Índice de Resistencia**	
		Grado	Rango de resistencia de campo (MPa)
1	87	R4	50 - 100
2	27	R5	100 - 250
3	82	S6	> 0,50
4	94	R4	50 - 100
5	92	R4	50 - 100
6	63	R4	50 - 100
7	30	R5	100 - 250
8	60	R1	1 - 5
9	62	R2	5 - 25
10-A	87	R1	1 - 5
10-B	91	R1	1 - 5
10-C	78	R2	5 - 25
11	90	R3	25 - 50
12	90	R4	50 - 100
13	76	R2	5 - 25
14	87	R3	25 - 50
15	92	R2	5 - 25
16	91	R3	25 - 50
17	22	R1	1 - 5
18-A	23	R4	50 - 100
18-B	15	R5	100 - 250
19	85	R3	25 - 50

Nota. Elaboración propia.

7.4. Clasificación geomecánica de la roca ignimbrita de la zona de estudio en base a criterios de Bieniawski (RMR 1989):

Se muestra en la Tabla 52, la clasificación del tipo de roca de las diferentes estaciones.

Tabla 52

Clasificación geomecánica de las ignimbritas de la formación Huaylillas.

ESTACIÓN GEOMECÁNICA	RQD (%)	VALORACIÓN										RMR	CLASE	CLASIFICACIÓN
		CONDICIONES DE JUNTAS												
		Según σc	Según RQD (valoración)	Según espacio entre fracturas	Persistencia	Apertura	Rugosidad	Relleno	Intemperización	Según aguas subterráneas	Ajuste			
1	87	7	17	10	4	1	3	4	5	15	0	66	II	BUENA
2	27	2	3	10	6	6	5	4	6	15	0	57	III	REGULAR
3	82	0	17	0	0	0	0	0	0	15	0	32	IV	MALA
4	94	7	20	20	2	0	3	2	5	15	0	74	II	BUENA
5	92	7	20	20	2	0	3	2	5	15	0	74	II	BUENA
6	63	7	13	10	6	1	1	4	5	15	0	62	II	BUENA
7	30	12	8	10	2	1	1	1	5	15	0	55	III	REGULAR
8	60	1	13	10	6	1	3	1	3	15	0	53	III	REGULAR
9	62	2	13	10	4	1	3	1	5	15	0	54	III	REGULAR
10-A	87	1	0	15	2	1	5	1	2	15	0	42	III	REGULAR
10-B	91	1	20	10	2	1	5	1	2	15	-10	47	III	REGULAR
10-C	78	2	20	10	4	0	5	2	5	15	0	63	II	BUENA
11	90	4	20	15	4	1	5	4	5	15	0	73	II	BUENA
12	90	7	20	15	4	0	5	2	5	15	0	73	II	BUENA
13	76	2	17	10	4	1	3	4	5	15	0	61	II	BUENA
14	87	4	17	15	2	0	3	2	3	15	0	61	II	BUENA
15	92	2	20	10	4	0	5	2	3	15	-10	51	III	REGULAR
16	91	4	20	15	2	0	5	2	3	15	0	66	II	BUENA
17	22	1	0	10	2	1	3	4	3	15	0	39	IV	MALA
18-A	23	7	3	10	6	1	1	4	5	15	0	52	III	REGULAR
18-B	15	12	3	10	4	0	3	1	2	15	-10	40	IV	MALA
19	85	4	17	20	1	0	6	0	5	15	0	68	II	BUENA

Nota. Elaboración propia.

Como análisis se puede indicar que la clasificación geomecánica se encuentra controlada por la proximidad de su techo y base hacia las formaciones Millo (Magollo) y Huaylillas inferior, donde se puede observar que al estar próximo a estos contactos la clasificación de la roca desciende desde regular hasta mala. Los mapas geomecánicos se encuentran en Anexos I, Mapas geomecánicos locales con código MG-03, MG-04, MG-05, MG-06 y MG-07.

Tabla 53

Comparativo entre clasificación geomecánica y ubicación espacial en la columna de la Fm. Huaylillas superior.

Zona	Ubicación	Cota (msnm)	Estación	Clasificación Geomecánica
CARAMOLLE I	Techo	970	EG-19	BUENA
	Medio	910	EG-04	BUENA
	Medio	890	EG-05	BUENA
	Medio	885	EG-01	BUENA
	Medio	882	EG-02	REGULAR
	Base	873	EG-03	MALA
CARAMOLLE II	Medio	860	EG-06	BUENA
	Base	859	EG-07	REGULAR
ACCESO A CARRETERA TARATA	Techo	716	EG-10A	REGULAR
	Medio	703	EG-10B	REGULAR
	Base	697	EG-10C	BUENA
CARRETERA TARATA KM 17	Techo	1138	EG-11	BUENA
	Techo	1138	EG-12	BUENA
CARRETERA PANAMERICANA	Techo	775	EG-17	MALA
	Medio	630	EG-15	REGULAR
	Medio	622	EG-16	BUENA
	Medio	610	EG-18A	REGULAR
	Base	607	EG-18B	MALA
TROCHA MAGOLLO	Techo	510	EG-08	REGULAR
	Techo	504	EG-09	REGULAR
	Medio	499	EG-13	BUENA
	Medio	494	EG-14	BUENA

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y RESULTADOS

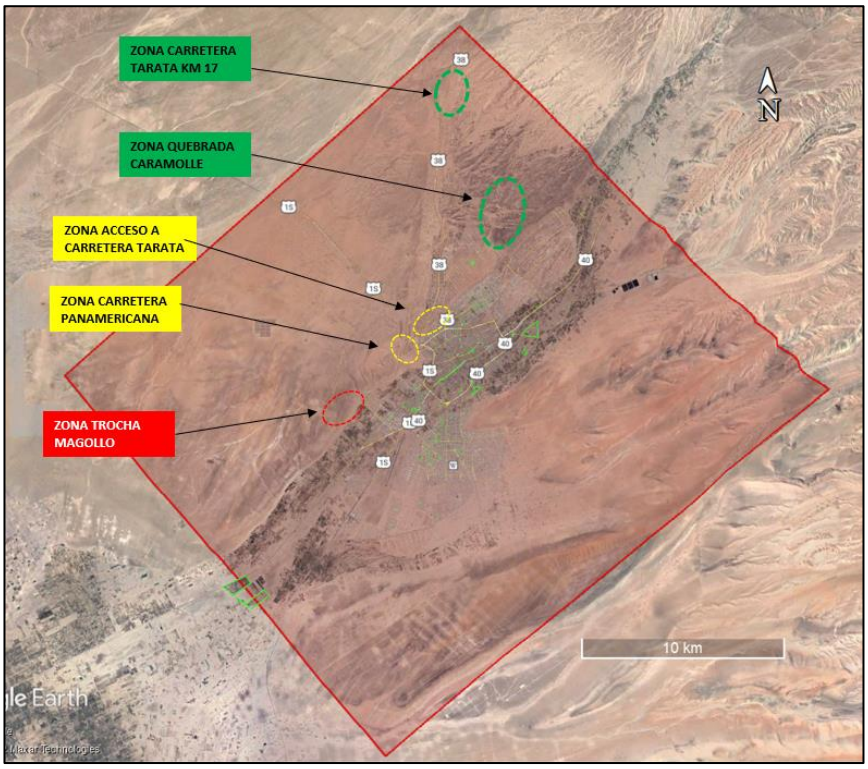
Dentro del área de estudio se ha mapeado y registrado las características visuales y macroscópicas, observado en las quebradas y superficies del macizo rocoso, por lo que según la descripción vistos en la Tabla 4 y 5 se ha ido discriminando las zonas de mayor interés, por lo que se observa en una primera instancia que al este del área de estudio en la zona de Viñani y quebrada El Perdido se observa que la formación Moquegua se encuentra a la altura del pie de la quebrada, entonces esto dificulta el acceso hacia la cantera de la formación Huaylillas, por lo que, se descarta y se centra el análisis en la zona Oeste, de la misma forma en la zona Sur se observa que la formación Huaylillas se encuentra más meteorizada y hay mayor cantidad de sulfatos y sales en las fracturas como lo que se observó en la zona del Autódromo y la quebrada Espíritu.

8.1. Canterabilidad

Se incide en la recolección de información de la zona llamada Quebrada Caramolle, el acceso a la carretera Tarata, el acceso a la carretera Panamericana, la trocha cercana a la zona de Magollo y en la carretera Tarata cerca al kilometro17, la cual se describe a continuación:

Imagen 26.

Ubicación de canteras evaluadas en el área de estudio



Nota. Zonas cercanas a la ciudad de Tacna. Elaboración propia.

8.1.1. Zona carretera Tarata km 17

8.1.1.1. Accesibilidad

Esta zona se encuentra a solo unos metros de la carretera hacia Tarata, alejada de la ciudad a solo 17 kilómetros, se tiene una quebrada no muy desarrollada con una pendiente ligeramente inclinada, donde se obtuvieron muestras de la superficie debido a que no se tenía un talud erosionado o previamente

escarbado. No se tiene zonas de chacras o viviendas cercanos a la posible zona de cantera. Ver Imagen 26.

8.1.1.2. Homogeneidad

En esta zona se tiene una quebrada no muy desarrollada con pendientes leves a moderadas y solo se puede observar la parte superior de la zona erosionada de la formación Huaylillas por lo que, se tendría un solo horizontes de la misma roca, y no se tendría cambios de tamaño de cristales o color al realizar la apertura la cantera.

8.1.1.3. Calidad de la roca

Según la Tabla 54 se observa que esta zona muestra una afectación a la durabilidad leve y según clasificación geomecánica se tiene una roca de tipo buena. Según la Tabla 44 y 45 se tiene espaciado entre las discontinuidades entre 1,1 m, 3,2 m, 0,90 m y 0,30 m.

8.1.2. Zona quebrada Caramolle

8.1.2.1.Accesibilidad

Esta zona se encuentra en la zona norte del área de estudio para poder llegar a esta quebrada se tiene 02 accesos, para la parte alta se puede acceder mediante la vía asfaltada que conecta Ciudad Nueva con la carretera Tarata, por vía trocha de

3,22 km y por la parte baja se tendría una vía trocha de 1,46 km hacia la vía asfaltada. Para ambos accesos se requiere mejorar la trocha, y afirmar el piso. Esta zona presenta caseríos que son usados para criar chanchos y aves, que se encuentran aproximadamente a partir de un radio de 200 m.

8.1.2.2.Homogeneidad

En esta zona se tiene una quebrada desarrollada con pendiente empinada, en la quebrada se observa el contacto con la formación Huaylillas inferior, por lo que se tiene una columna estratigráfica con los 02 miembros, esto ocasiona que se observa un cambio de color de rosáceo-beige a un rojizo intenso al estar entre 2,00 a 4,00 m del contacto con la formación Huaylillas inferior, donde el comportamiento de la matriz se vuelve vítreo. Para esta zona se tendría una gradación de colores desde beige-rosáceo a rojizo.

8.1.2.3.Calidad de la roca

Según la Tabla 54 se observa que esta zona muestra una afectación a la durabilidad leve y según clasificación geomecánica se tiene una roca de tipo buena a regular. Según la Tabla 28, 29 y 30 se tiene espaciado entre las discontinuidades entre 2,20 m, 0,60 m, 1,40 m, y 3,50 m.

8.1.3. Zona acceso a carretera Tarata

8.1.3.1.Accesibilidad

Esta zona se encuentra en la parte central del área de estudio en el cerro Intiorko el cual fue evaluado para poder caracterizar el mismo macizo de la quebrada del Diablo, se observa viviendas y caseríos muy cercanas a esta zona a menos de 50 m.

8.1.3.2.Homogeneidad

En esta zona se caracterizó el talud del cerro Intiorko por lo que se tiene una zona con pendiente empinada a moderadamente empinada, en el talud se observa el contacto con la formación Millo y la formación Huaylillas inferior, esto ocasiona que se observa un cambio de color de beige-blanquecino por un radio de influencia de 15 m a rosáceo y después a un rojizo intenso al estar a 2,00 a 4,00 m del contacto con la formación Huaylillas inferior, donde el comportamiento de la matriz se vuelve vítreo. Para esta zona se tendría una gradación de colores desde blanquecino beige-rosáceo a rojizo.

8.1.3.3.Calidad de la roca

Según la Tabla 54 se observa que esta zona muestra una afectación a la durabilidad leve a moderada y según clasificación geomecánica se tiene una roca

de tipo buena a regular. Según la Tabla 41, 42 y 43 se tiene espaciado entre las discontinuidades entre 0,80 m, 1,50 m y 2,8 m.

8.1.4. Zona carretera Panamericana

8.1.4.1.Accesibilidad

Esta zona se encuentra en el parte central al sureste del acceso de la carretera Tarata, el cual fue evaluado para poder caracterizar macizo de la formación Huaylillas, se observa viviendas y caseríos muy cercanos a esta zona a menos de 100 m.

8.1.4.2.Homogeneidad

En esta zona se caracterizó el talud del acceso a la carretera Panamericana, por lo que, se tiene una zona con pendiente empinada a moderadamente empinada, en el talud se observa el contacto con la formación Millo y la formación Huaylillas inferior, esto ocasiona que se observa un cambio de color de beige-blanquecino por un radio de influencia de 15 m a rosáceo y después a un rojizo intenso al estar entre 2,00 a 4,00 m del contacto con la formación Huaylillas inferior, donde el comportamiento de la matriz se vuelve vítreo. Para esta zona se tendría una gradación de colores desde blanquecino beige-rosáceo a rojizo.

8.1.4.3.Calidad de la roca

Según la Tabla 54 se observa que esta zona muestra una afectación a la durabilidad leve a alta y según clasificación geomecánica se tiene una roca de tipo mala a regular. En la Tabla 47, 48 y 49 se tiene espaciado entre las discontinuidades entre 0,46 m, 1,70 m, 1,8 m y 2,0 m.

8.1.5. Zona trocha Magollo

8.1.5.1.Accesibilidad

Esta zona se encuentra en la zona sur del área de estudio, en la zona mencionado como sector Magollo el cual fue evaluado para para poder caracterizar macizo de la formación Huaylillas, se observa viviendas y caseríos muy cercanas a esta zona, a menos de 100 m.

8.1.5.2.Homogeneidad

En esta zona se caracterizó el talud del acceso a la carretera Panamericana, por lo que, se tiene una zona con pendiente empinada a moderadamente empinada, en el talud se observa el contacto con la formación Millo y la formación Huaylillas inferior, esto ocasiona que se observa un cambio de color de beige-blanquecino por un radio de influencia de 15 m a rosáceo y después a un rojizo intenso al estar entre 2,00 a 4,00 m del contacto con la formación Huaylillas inferior, donde el

comportamiento de la matriz se vuelve vítreo, para esta zona se tendría una gradación de colores desde blanquecino beige-rosáceo a rojizo.

8.1.5.3.Calidad de la roca

Según la Tabla 54 se observa que esta zona muestra una afectación a la durabilidad moderada a alto y según clasificación geomecánica se tiene una roca de tipo buena a regular. En la Tabla 36, 37 y 38 se tiene espaciado entre las discontinuidades entre 0,07 m, 0,30 m, 0,43 m y 0,80 m.

8.2. Calidad del afloramiento

Para definir la calidad del afloramiento se ha realizado una caracterización tecnológica, el cual inicio con el análisis petrográfico de las 11 muestras llevadas a laboratorio, donde se determinó la textura que poseen estas rocas, las cuales se observan en la Tabla 54, se evidencia que la textura perlítica predomina al estar cerca al contacto superior la formación Millo-Magollo relacionado con los grados variables de hidratación que aporto esta formación sedimentaria a la formación Huaylillas superior y en su contraparte en el contacto inferior con la formación Huaylillas inferior presenta una textura Eutaxítica dominado por el incremento de fiammes aplastados por la columna del Huaylillas superior con una potencia promedio de 60 m. Por lo tanto, según la homogeneidad, en la parte superior se tendría una roca Piroclástica de color rosáceo a beige con cristales de cuarzo

menores a 2 mm y al descender se observa un cambio de color a rojizo intenso, aumento de fiammes en la matriz.

Las propiedades físicas y mecánicas mantienen una correlación con las texturas mencionadas en el párrafo anterior, se tiene mayor porcentaje de porosidad cuando las muestras que se encuentran cerca de la formación Millo y como contrario se tiene una reducción del peso específico y de la resistencia a la compresión al encontrarse en una zona de influencia por el contacto superior sedimentario de 15 m aproximadamente. Al acercarse a la formación Huaylillas inferior se reduce el porcentaje de porosidad correlacionado con la textura Eutaxítica que presentan las muestras TC-03, TP-02 debido a que el peso de la columna de cenizas fue aplastando las pómez formando fiammes alargados y reduciendo el espacio de vacíos, por lo que, se justifica el incremento del peso específico y aumento de la resistencia a la compresión.

Finalmente, también se realizó un ensayo de durabilidad por sulfato de magnesio basado en la NTP 400.016 siendo este ensayo similar al ensayo de resistencia a la cristalización de sales con la norma UNE-EN 12370 donde este ensayo es aplicable para rocas con porosidad mayor al 5 %, con el ensayo basado en la norma peruana se determinó después de 05 ciclos de 16 horas y 06 horas de secado, dando como resultados que las muestras TC-01, TC-02 y TC-03 ubicados en la zona Caramolle I son las más durables y no sufrieron disgregación ni afectación de minerales observables. Siguiendo a esta zona, la carretera Tarata en

el kilómetro 17, con la muestra RO-01, presenta una afectación de durabilidad leve (ver Tabla 25), mencionar que para esta muestra se escogió una roca en proceso de intemperismo donde se visualizó rastro de flujo de agua que erosiono la roca, se consideró realizar la muestra en este punto conociendo lo mencionado, debido a que era la única superficie de roca donde se podía extraer una muestra. Para las muestras TT-01 y TT-02 (Carretera Tarata) y las muestras TP-01 y TP-02 (Carretera Panamericana) se observa que las muestras ubicadas en el techo de la formación Huaylillas son menos durables que las muestras que se encuentren en la zona del medio. En la zona de la trocha Magollo, con las muestras TM-01 y TM-02, son las muestras menos durables. Se observa espacialmente que en dirección sureste del área de estudio la durabilidad de la formación Huaylillas se reduce y en vista de sección se tiene que la zona superior de la formación Huaylillas es menos durable que la zona medio.

Complementando a esta caracterización tecnológica, se determinó según clasificación geomecánica considerando las propiedades mecánicas y características de las fracturas, donde se puede mencionar que guarda correlación con los datos obtenido en el análisis petrográfico, propiedades físicas (Porosidad, absorción y peso específico) y ensayo de durabilidad, la roca al acercarse al contacto superior (formación Millo-Magollo) e inferior (formación Huaylillas inferior) la roca pasa de ser de clasificación buena - regular a una roca de tipo mala.

Tabla 54

Cuadro comparativo de la caracterización Tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas.

Zona	Ubicación	Código	Textura	Descripción Petrográfica	Porosidad	Peso Especifico	Compresión	Durabilidad	Clasificación Geomecánica
CARAMOLLE I	Medio	TC-01	Vitrofídica	Toba Consolidado	8,45	2,18	21,21	Leve	Buena
	Medio	TC-02			10,69	2,43	58,45	Leve	Buena
	Base	TC-03	Vitrofídica y parcialmente Eutaxítica		9,98	2,40	51,89	Leve	Regular
CARRETERA TARATA KM 17	Medio - I	RO-01	Vitrofídica y parcialmente Perlítica	Toba Consolidado	25,56	2,45	59,45	Leve	Buena
CARRETERA TARATA	Techo	TT-01	Vitrofídica y Perlítica		32,43	2,36	7,98	Moderada	Regular
	Medio	TT-02			21,63	2,44	26,78	Leve a moderada	Buena
CARRETERA PANAMERICANA	Techo	TP-01		Toba Consolidado	28,64	2,15	12,27	Alta	Mala
	Medio	TP-02	Vitrofídica y parcialmente Eutaxítica		17,96	2,38	41,26	Leve	Regular
TROCHA MAGOLLO	Techo	TM-01			22,07	2,17	19,56	Moderado a Alto	Regular
	Medio	TM-02	Vitrofídica		22,00	2,37	36,74	Moderado a Alto	Buena

Nota. Elaboración propia.

8.3. Usos como roca ornamental de la formación Huaylillas

Como finalidad de recuperar la arquitectura antigua de la ciudad de Tacna, se ha estudiado la formación Huaylillas, del cual se ha determinado que el miembro superior permite realizar algún uso ornamental como tal y en la ciudad de Tacna se propone 02 zonas como cantera:

- La zona cantera 01, sería la quebrada Caramolle, según la Tabla 54, se evidencia que la porosidad de esta zona se encuentra dentro del rango permisible de 0,1 a 20 % según (Adnan A. et al., 2017) y según (Vallejo, 2002) considera valores aceptables entre 15 a 30 %. Como densidad (gr/cm^3) se tiene un rango aceptable de 1,8 a 3,0 gr/cm^3, donde la cantera presenta un rango desde 1,91 a 2,25 gr/cm^3, por lo que, se encuentra dentro del rango aceptable y para el tema de resistencia a la compresión se tiene un rango de 21,21 a 58,45 Mpa dentro del valor aceptable >10 Mpa.
- La zona cantera 02, sería la quebrada cerca al Kilómetro 17 de la carretera Tarata, según la Tabla 54, se evidencia que la porosidad de esta zona no se encuentra dentro del rango permisible de 0,1 a 20 % según (Adnan A. et al., 2017) y pero sí se encuentra según (Vallejo, 2002) donde considera valores aceptables entre 15 a 30 %, además que también se puede alegar que las muestras obtenidas en esta zona fueron de la superficie de la quebrada de la costra oxidada, debido a que es una zona virgen, donde la quebrada no se encuentra muy desarrollada y se observó en proceso de intemperismo, lo cual las propiedades geomecánicas podrían mejorar al desarrollar más la cantera. Como densidad se tiene un rango aceptable de 1,8 a 3,0 gr/cm^3, donde la cantera presenta un valor de 1,82 gr/cm^3, por lo que, se encuentra dentro del rango aceptable y para el tema de resistencia a la compresión se tiene un valor de 59,45 Mpa, el cual se encuentra en el rango aceptable >10 Mpa.

Por lo tanto, los usos que podría darse a la roca Huaylillas tomando en cuenta la caracterización realizada puede tomarse como referencia en la Tabla 3, donde:

- Para temas de revestimiento se recomienda usar rocas con menor porcentaje de porosidad y absorción de las cuales se encuentra la cantera 01 y 02.
- Para pavimentos no se recomienda usar esta roca debido al desgastes que produce este uso a excepción al horizonte de color rojizo que se forma en un halo de 2 a 4 m entre el contacto de la formación Huaylillas superior e inferior, donde la matriz se vuelve más dura y vítrea, se reduce la porosidad - absorción y aumenta la resistencia a la compresión.
- Como adorno y mampostería es recomendable usarlo en interiores o exteriores.
- Como trabajabilidad la roca que se encuentra cercano a la formación Millo es más trabajable, pero también tiene menos durabilidad a agentes exteriores, por lo que, debería tomarse en cuenta el uso que tendrá la roca ornamental.

CONCLUSIONES

1. Se logró determinar las características de la formación Huaylillas en la zona de estudio correspondiente a sus propiedades físico-mecánicas, químicas y mineralógicas para su uso ornamental donde se concluye, que en la formación Huaylillas, solo el miembro superior se puede considerar para trabajos como roca ornamental y en la columna estratigráfica donde la formación Millo está en la parte superior suprayaciendo a la formación Huaylillas superior y el Huaylillas inferior, en esta sección la zona medio alejado del contacto superior (formación Millo) y el contacto inferior (formación Huaylillas inferior) es el sector con mejores propiedades físico-mecánicas y mineralógicas. Respecto al área de estudio se observa por tema de accesibilidad y según evaluación geomecánica, la zona de la quebrada Caramolle es el lugar idóneo para abrir una cantera, siguiéndole la zona de la carretera Tarata cercano al km 17.

2. Se realizó un mapeo geológico-geomorfológico de la formación Huaylillas, el cual se divide en 02: formación Huaylillas superior siendo ignimbritas consolidadas y la formación Huaylillas inferior siendo una toba no consolidada. En la zona Norte y Oeste del área de estudio en los sectores de la parte superior de la quebrada Caramolle, en el ingreso de la carretera

Tarata, carretera Panamericana y en trocha Magollo se observó que suprayaciendo a la formación Huaylillas superior se tiene la formación Millo (formación Magollo) la cual viene a ser un depósito sedimentario con cantos rodados de diferentes tamaños, una matriz de arenas-limos y además estratos sedimentarios que posiblemente sean del cuaternario. En dirección Este del área de estudio en la quebrada "El Perdido" se observó subyaciendo a la formación Huaylillas inferior a la formación Moquegua superior, teniendo una altura desde el piso de la quebrada de 120 m y en la trocha del cuartel Tarapacá se observa contacto de la formación Huaylillas inferior a una cota de 678 m.s.n.m. un estrato sedimentario que posiblemente sea la formación Moquegua superior, dejando la formación Huaylillas en una cota muy alta impidiendo su fácil acceso como cantera y dificultando una futura explotación del geomaterial. Por lo tanto, se observa que en lado Este del área de estudio, según los accesos (carreteras-trochas) y la disposición de la formación Huaylillas, una zona idónea como cantera, como contraparte en el lado Oeste la cota de la formación Huaylillas se encuentra más elevada que en el lado Este, dificultando su posible extracción. Durante el mapeo geológico se fueron describiendo las características propias de cada zona y posteriormente ubicando zonas idóneas para realizar el muestreo y levantamiento de estaciones geomecánicas.

3. Se logró realizar un cartografiado geomecánico tomando en cuenta las características y propiedades mecánicas recogidas en las 22 estaciones geomecánicas, donde se observa que el sector de la quebrada Caramolle presenta un halo de alteración que se generó por la interacción de la formación Millo-Magollo con la formación Huaylillas superior, el cual genera una zona de roca de clasificación regular tipo III y al alejarse de este contacto en la zona medio de la formación Huaylillas superior se tiene una roca de tipo II clasificación buena y al acercarse al contacto con la formación Huaylillas inferior la roca baja su calidad a roca regular tipo III y posterior a roca mala tipo IV, por lo tanto, según el índice de resistencia de la roca (ISRM) y la caracterización del macizo realizado, se observa que la formación Huaylillas inferior presenta una clasificación de tipo mala y en la formación Huaylillas superior presenta una clasificación de tipo buena a regular, siendo una excepción la zona de carretera Panamericana donde se tiene en la parte superior de la formación Huaylillas una clasificación mala controlado por la cercanía a la formación Millo.

4. Se logró determinar las propiedades física-mecánicas y resistencia a la alteración (Durabilidad por Sulfato de Magnesio), donde se determinó que la formación Huaylillas superior (ignimbritas, consolidadas) es la zona

idónea para implementar una cantera, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el contacto superior, la roca de la formación Huaylillas superior que se encuentre en contacto con la formación Millo-Magollo presenta un halo de alteración de 15 m aproximadamente, producto de la interacción que dejó estos sedimentos junto al agua, disminuyendo sus propiedades geomecánicas.
- En el contacto inferior, la roca de la formación Huaylillas superior que se encuentre en contacto con la formación Huaylillas inferior presenta un sector de 2,00 a 4,00 m donde la roca se ha comprimido por el peso propio de la columna de ceniza, por lo que, tiene un comportamiento vítreo (mayor resistencia a la compresión) y la roca se encuentra muy fracturada.
- En las propiedades físicas, se observa que en la porosidad y la absorción incrementan al acercarse al contacto superior (formación Millo-Magollo) y descienden al aproximarse al contacto inferior, pero al estar en la formación Huaylillas inferior se tiene valores altos de porosidad (14,15-21,97 %) y absorción (7,83-13,32 %).
- Para las propiedades mecánicas se realizaron ensayos de carga puntual y compresión Uniaxial, donde se observa que la resistencia (Mpa) se reduce al acercarse al contacto superior (formación Millo-Magollo) y se incrementa al aproximarse al contacto inferior de la formación Huaylillas y en la

formación Huaylillas inferior se tiene valores de compresión uniaxial de resistencia bajos (14,25-27,54 Mpa). Siendo la zona del medio de la formación Huaylillas superior la zona idónea donde presenta resistencia de 50 a 100 Mpa.

- En el ensayo de durabilidad por Sulfatos de Magnesio se aprecia que guarda una relación con las propiedades físicas (porosidad y absorción) y mecánicas (resistencia), siendo la zona Caramolle I el lugar donde se tiene menos desgaste por la acción del Sulfato, de la misma forma, la zona de la carretera Tarata cercano al Kilómetro 17. Las demás áreas guardan relación al acercarse al contacto superior (formación Millo-Magollo) se tiene mayor desgaste y la zona de la trocha Magollo es la zona que fue afectada en ambas muestras techo y medio.

5. En el análisis petrográfico de la formación Huaylillas se realizó la descripción macroscópica de las muestras de mano y la descripción microscópica de 11 secciones delgadas, siendo estas muestras rocas volcánicas piroclásticas que se puede clasificar como ignimbritas consolidadas, a excepción de la muestra TC-04 la cual vendría a ser una toba no consolidada, de litología Vitroclastolítica de ceniza>lapillis, según la proporción de vidrio y cristales “Hialocrostalina”, con una textura mayoritaria Vitrofídica. Al acercarse al contacto inferior con la formación

Huaylillas inferior se observa mayor presencia de fiammes producto del peso de la columna de ceniza, los cuales se observan en la textura Eutaxítica en las muestras TC-03, TC04, TP-02 y RO-04, y en su contraparte las muestras que se encuentran cercanos al contacto superior con la formación Millo-Magollo muestran una textura Perlítica debido a la posible hidratación que brindó esta formación Millo hacia la formación Huaylillas. Presencia de cristales de plagioclasas, Feldespato Potásico (Sanidina determinado por SEM), cuarzo (Tridimita), biotita, minerales opacos y fragmentos líticos.

6. Los usos posibles que se les pueda dar a la roca Huaylillas tomando en cuenta la caracterización realizada, puede ser para revestimiento interior y exterior de fachadas en obras arquitectónicas, para pavimentos solo el horizonte de roca de color rojizo que se forma en un halo de 2,0 a 4,0 m entre el contacto de la formación Huaylillas superior e inferior y como adorno - mampostería es recomendable usarlo en interiores o exteriores. Se debe considerar el factor de trabajabilidad, donde la roca que se encuentra cercano a la formación Millo es más trabajable, pero también tiene menos durabilidad a agentes exteriores, por lo que, al escoger debería tomarse en cuenta el uso que se le pueda dar a la roca ornamental.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con sus características tecnológicas y geomecánicas, las canteras que son recomendables para la extracción serían la zona cantera 01 ubicado en la quebrada Caramolle y la zona cantera 02 ubicado en el kilómetro 17 de la carretera Tarata, siendo las de mejor calidad.

2. Para el ensayo de durabilidad es necesario contar con una norma peruana que especifique los ensayos que requiera las rocas ornamentales según el uso que se le quiera dar.

3. Es necesario normalizar las rocas ornamentales, de esta forma tener un control de las características y propiedades físicas-mecánicas de las rocas utilizados en los edificios u obras arquitectónicas de tal forma que se garantice estos productos cumplan con los requisitos de la industria para la aplicación que requiera.

4. Es necesario sensibilizar a la población para que las urbanizaciones y poblados no se sitúen cerca de las canteras que se encuentra cercanos a la ciudad de Tacna debido a que se observa que los caseríos se encuentran demasiado cerca de las posibles zonas de cantera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, H., Alván, A., Mamani, M., Oviedo, M., & Rodriguez, J. (2011). Geología de los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x), escala 1:50 000. *Boletín N°139 Serie A, Carta geológica Nacional*, 10.

Adnan A. et al., 2. (2017). Engineering Properties of Volcanic Tuff from the Western Part of Yemen. *Engineering Properties of Volcanic Tuff from the Western Part of Yemen*, 5.

Alberto Pool Ramírez & Juan La Riva Sánchez. (2001). Rocas ornamentales en el Perú. *BOLETÍN N" 9 Serie B: Geología Económica*, 26-32.

Alejandra Díaz Valdiviezo & José Ramírez Carrión. (2009). *Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú.*

Alonso, F. J. (2013). Durabilidad de materiales rocosos.

American Society for Testing Material C-170. (s.f.). *Ensayo para determinar la resistencia a la compresion.*

American Society for Testing Material C97. (2008). *Ensayo para determinar las propiedades mecanicas y físicas.*

American Society for Testing Material C-99. (s.f.). *Ensayo para determinar la resistencia a la tracción.*

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

Brown, E. (1981). *ISRM (1981) Suggested methods for rock characterization, testing and monitoring.*

Deere, D. U. (1989). *Rock Quality Designation (RQD) after twenty years.* Mississipi: US Army Engineer Waterways Experiment Station.

E. Hoek, P. K. (1998). *Support of Underground Excavations in Hard Rock.* Rotterdam: A.A. Balkema.

Flores A. & Sempere T. . (2002). Avances sobre la historia geológica del valle de Tacna. *XI Congreso Peruano de Geología*, (pág. 10). Lima.

G.J., McMillan, W.J., and Robinson, N.D. (2001). Industrial Minerals with emphasis on Western North America. *37th Forum on the Geology of Industrial Minerals* (págs. 149-155). Victoria, B.C.

Gonzáles de Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geológica, Pearson Eduación.* Madrid, España.

Jacay, J., Flores, A., Sempere, T., & Fornari, M. (2004). Características depositacionales del Volcánico Huaylillas. *Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geologica del Perú*, 463-465.

Maroto, G. F. (2018). Rocas industriales y ornamentales. Cantabria, Cantabria.

McNall, G. (2003). *Soil and Rock Construction Materials.* Taylor and Francis e-library.

Meilan, D. (1984). *Conveniencia de la utilización de las tobas volcánicas en la construccion de viviendas ecónomicas (Tesis de Maestria).* Universidad de Guanajuato, México, Buenos Aires.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Ministerio de Transporte y Comunicaciones.*

Monge, P. R. (2004). *Mecánica de Rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes.* Vigo.

Morales Cabrera, D., Rodríguez Copare, J., & Machaca Mamani, E. (2019). Potencial de las rocas ornamentales en las regiones. *CIENCIA & DESARROLLO*.

N. Barton, R. L. (1974). *Engineering Classification of Rock Masses for the Desing of tunnel Support.*

Navarro Dominguez, R., Arriaga, L., & Baltuille Martín, J. M. (2017). *Caracterización de los principales tipos de mármol extraídos en la comarca de Macael (Almería, Sureste de España) y su importancia a lo largo de la historía.* España: Boletín Geologico y Minero.

Paul Marinos y Evert Hoek. (2000). GSI: A Geologicallly driendly tool for rock mass strength estimation.

Pino, A. (2003). Estratigrafía y paleografía del intervalo Paleozoico superior-Cretáceo inferior en el extremo Sur del Perú (Área Mal Paso-Tacna). *Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann*, 144.

Sánchez Fernández, Agapito Wilfredo; Rosell Solís, Walter; Raymundo Salgado, Tito. (2000). *Memoria explicativa de la revisión geológica en los cuadrángulos de Punta Bombón (35-s), Clemesí (35-t), Ilo (36-t), Locumba(36-u), La Yarada (37-u),Tacna(37-v), Huaylillas (37-x), Juli (33-y), Pizacoma (34-y) e Isla Anápia (33-z) [Escala 1:100 000]*. Instituto Geológico Minero Metalúrgico., Direcciòn de Geología Regional. Lima: Instituto Geológico Minero Metalúrgico.

Servicio Geológico Mexicano. (22 de Marzo de 2017). Obtenido de Museo Virtual: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Riesgos-geologicos/Depositos-piroclasticos-y-rocas.html

Terzaghi. (1946). Rock Defects

UNE-EN-14147:2004. (s.f.). *Determinacion de la resistencia al envejecimiento por la accion de S02 en presencia de humedad.*

Valdez, P. A. (2019). *Caracterización Geomecánica de las Ignimbritas de la formación Huaylillas del cerro Intiorko, con fines de cimentación (Tesis de Maestria).* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Tacna.

Vallejo, L. I. (2002). *Ingeniería Geológica.*

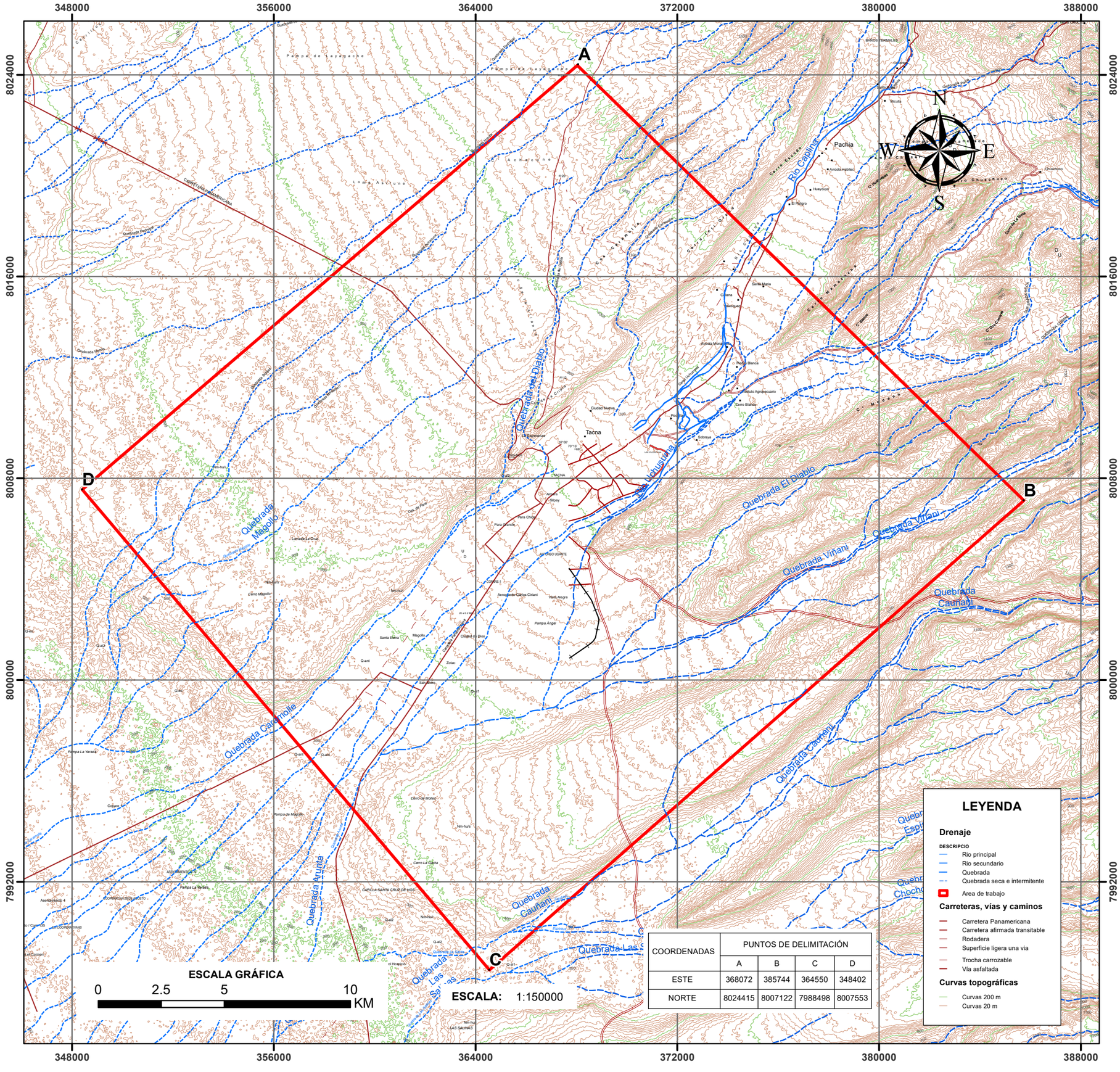
VALLEJO, L. M. (1978). Aplicación de las clasificaciones geomecánicas al estudio. *HENARES, REY. GEOL., 1: 71-76*, Pag. 71.

Wilson y García. (1962). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca. Bol. N°4. *Comición Carta Geológica Nacional*, 82.

ANEXOS

ANEXO 1

1. MAPA DE UBICACIÓN



COORDENADAS	PUNTOS DE DELIMITACIÓN			
	A	B	C	D
ESTE	368072	385744	364550	348402
NORTE	8024415	8007122	7988498	8007553

LEYENDA

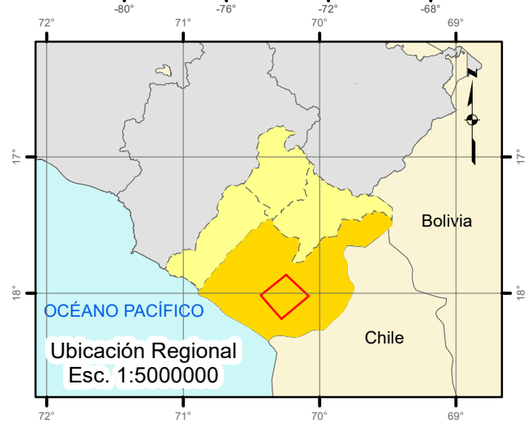
Drenaje

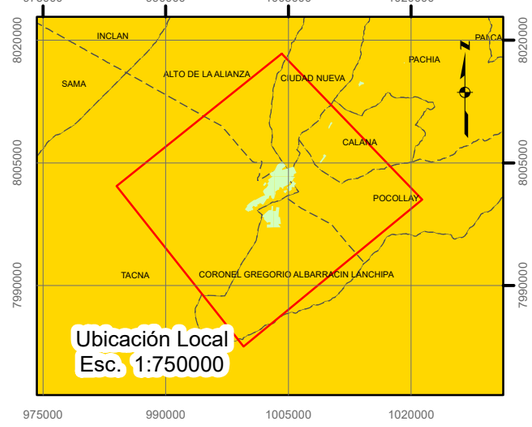
DESCRIPCIO
- Rio principal
- Rio secundario
- Quebrada
- Quebrada seca e intermitente
- Area de trabajo

Carreteras, vías y caminos
- Carretera Panamericana
- Carretera afirmada transitable
- Rodadera
- Superficie ligera una via
- Trocha carrozable
- Vía asfaltada

Curvas topográficas
- Curvas 200 m
- Curvas 20 m







UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 150000

REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA FUENTE: SATÉLITE SENTINEL

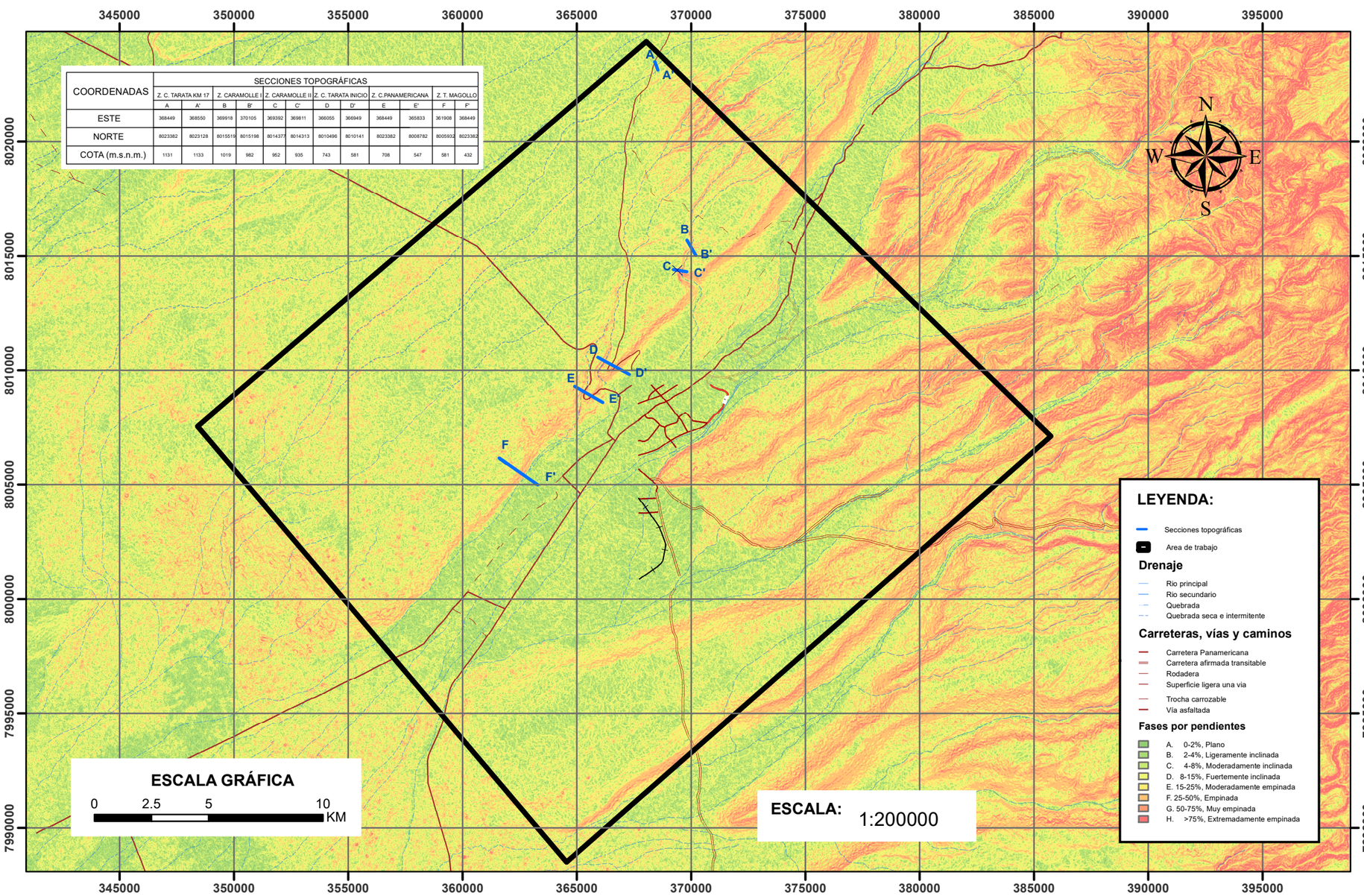
MAPA DE UBICACIÓN

LAMINA N°:

MU-01

2. MAPA DE PENDIENTES

COORDENADAS	SECCIONES TOPOGRÁFICAS											
	Z. C. TARATA KM 17		Z. CARAMOLLE I		Z. CARAMOLLE II		Z. C. TARATA INICIO		Z. C.PANAMERICANA		Z. T. MAGOLLO	
	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E	E'	F	F'
ESTE	368449	368550	369918	370105	369392	369811	366055	366949	368449	365833	361908	368449
NORTE	8023382	8023128	8015519	8015198	8014377	8014313	8010496	8010141	8023382	8008782	8005932	8023382
COTA (m.s.n.m.)	1131	1133	1019	982	952	935	743	581	708	547	581	432



LEYENDA:

- Secciones topográficas
- Area de trabajo

Drenaje

- Rio principal
- Rio secundario
- Quebrada
- Quebrada seca e intermitente

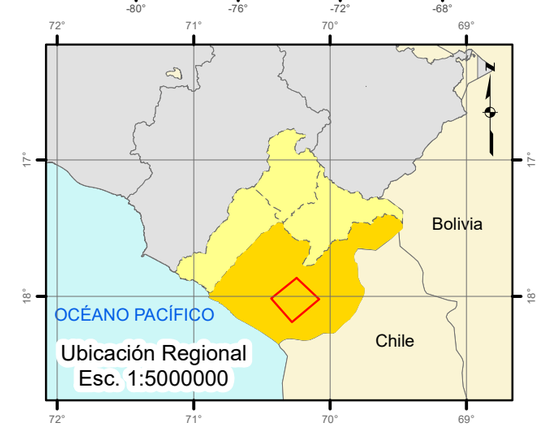
Carreteras, vías y caminos

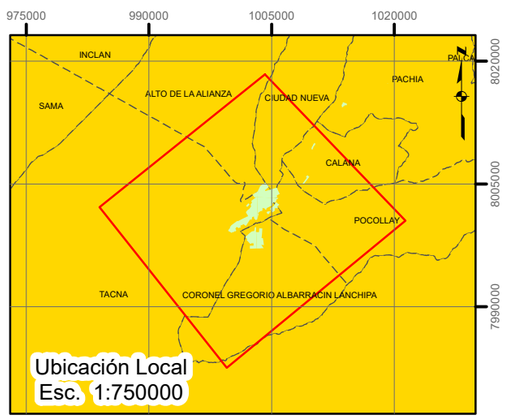
- Carretera Panamericana
- Carretera afirmada transitable
- Rodadera
- Superficie ligera una via
- Trocha carrozable
- Vía asfaltada

Fases por pendientes

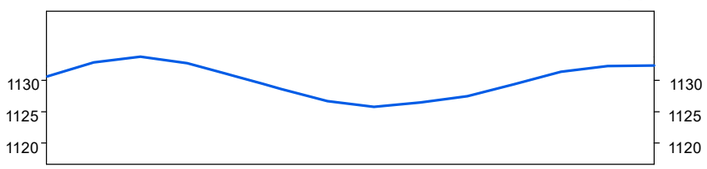
- A. 0-2%, Plano
- B. 2-4%, Ligeramente inclinada
- C. 4-8%, Moderadamente inclinada
- D. 8-15%, Fuertemente inclinada
- E. 15-25%, Moderadamente empinada
- F. 25-50%, Empinada
- G. 50-75%, Muy empinada
- H. >75%, Extremadamente empinada



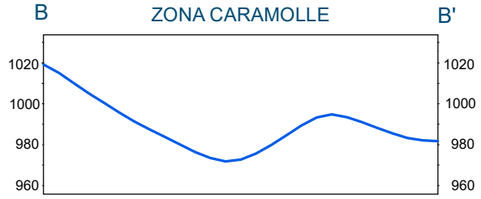




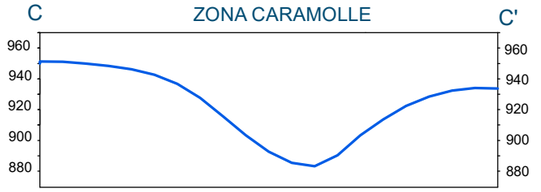
A — ZONA CARRETERA TARATA KM 17 — A'



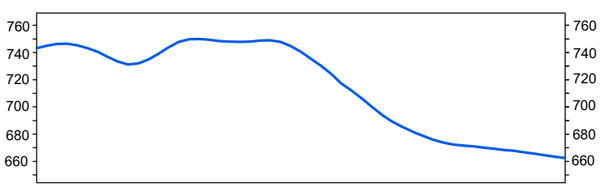
B — ZONA CARAMOLLE — B'



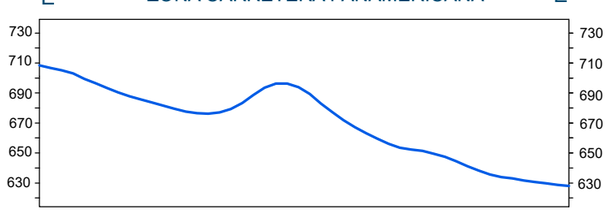
C — ZONA CARAMOLLE — C'



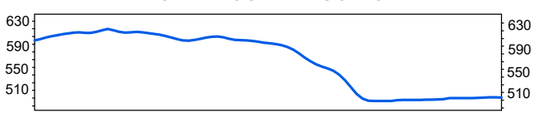
D — ZONA CARRETERA TARATA INICIO — D'



E — ZONA CARRETERA PANAMERICANA — E'



F — ZONA TROCHA MAGOLLO — F'



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

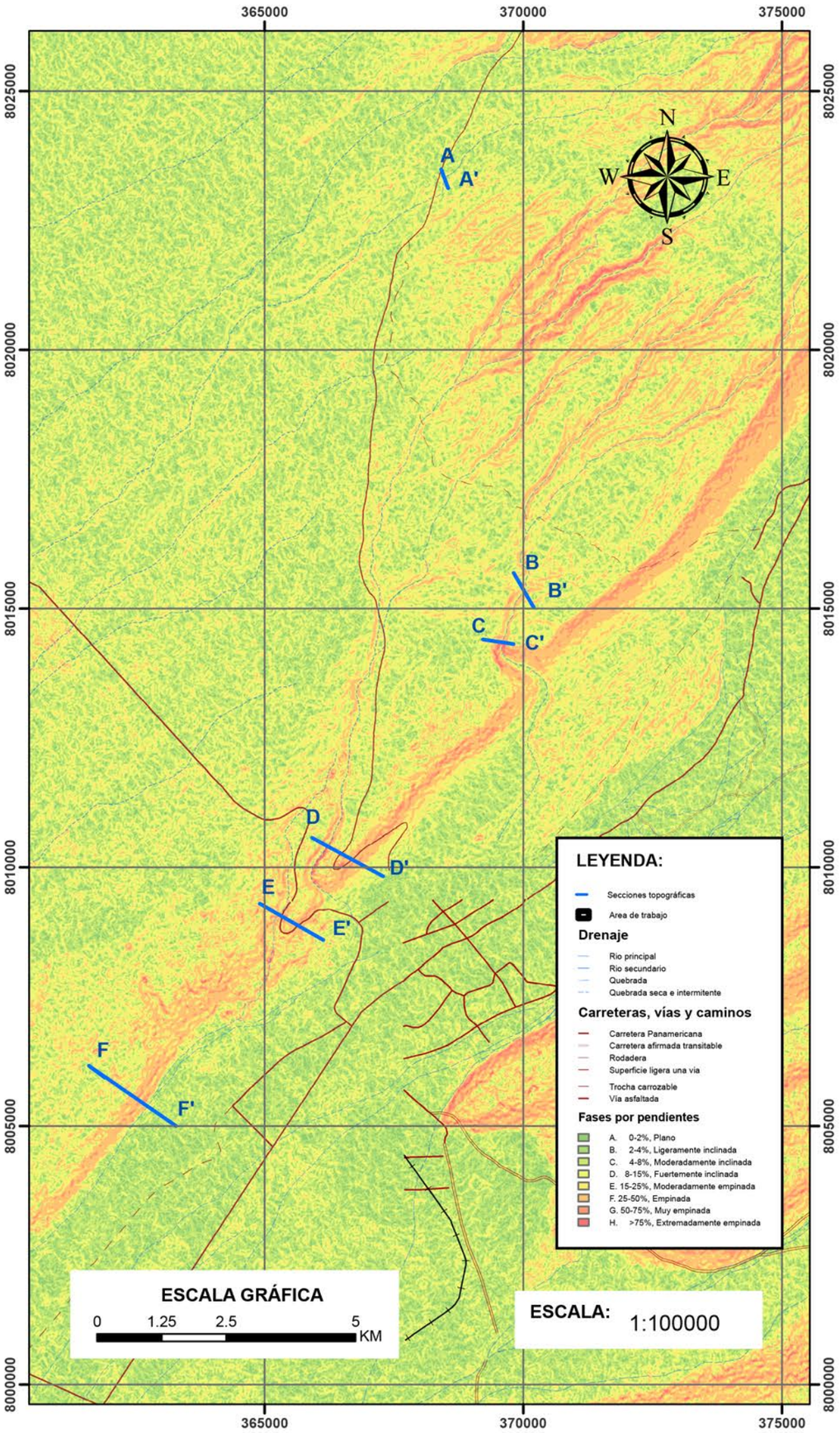
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 150000

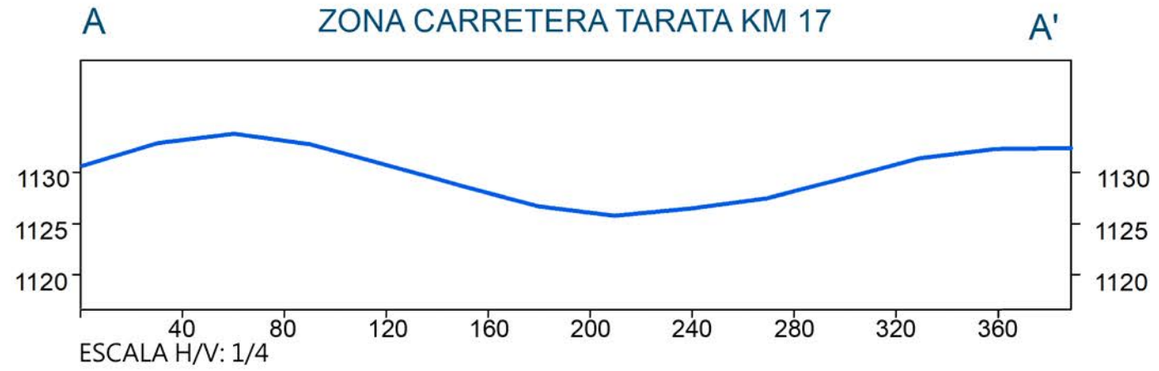
MAPA DE PENDIENTES

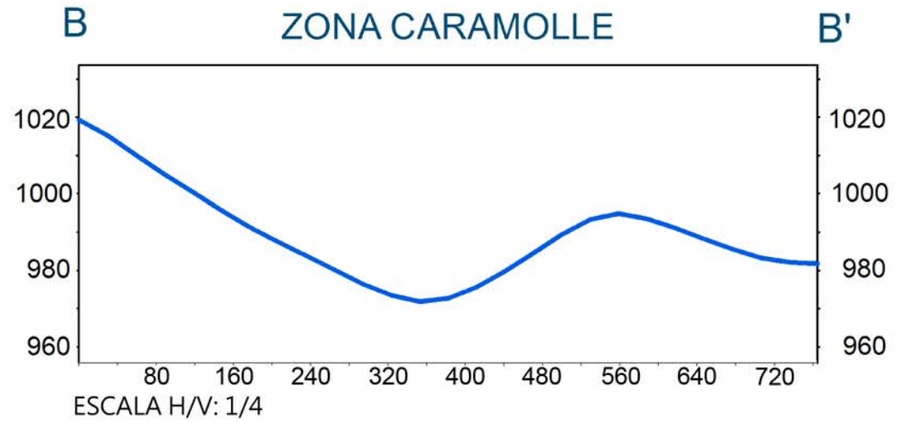
REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

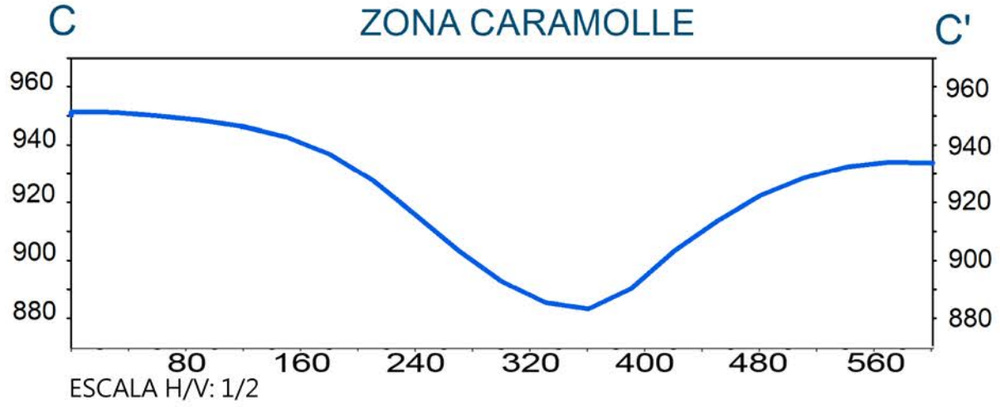
LAMINA N°:

MP-01









UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

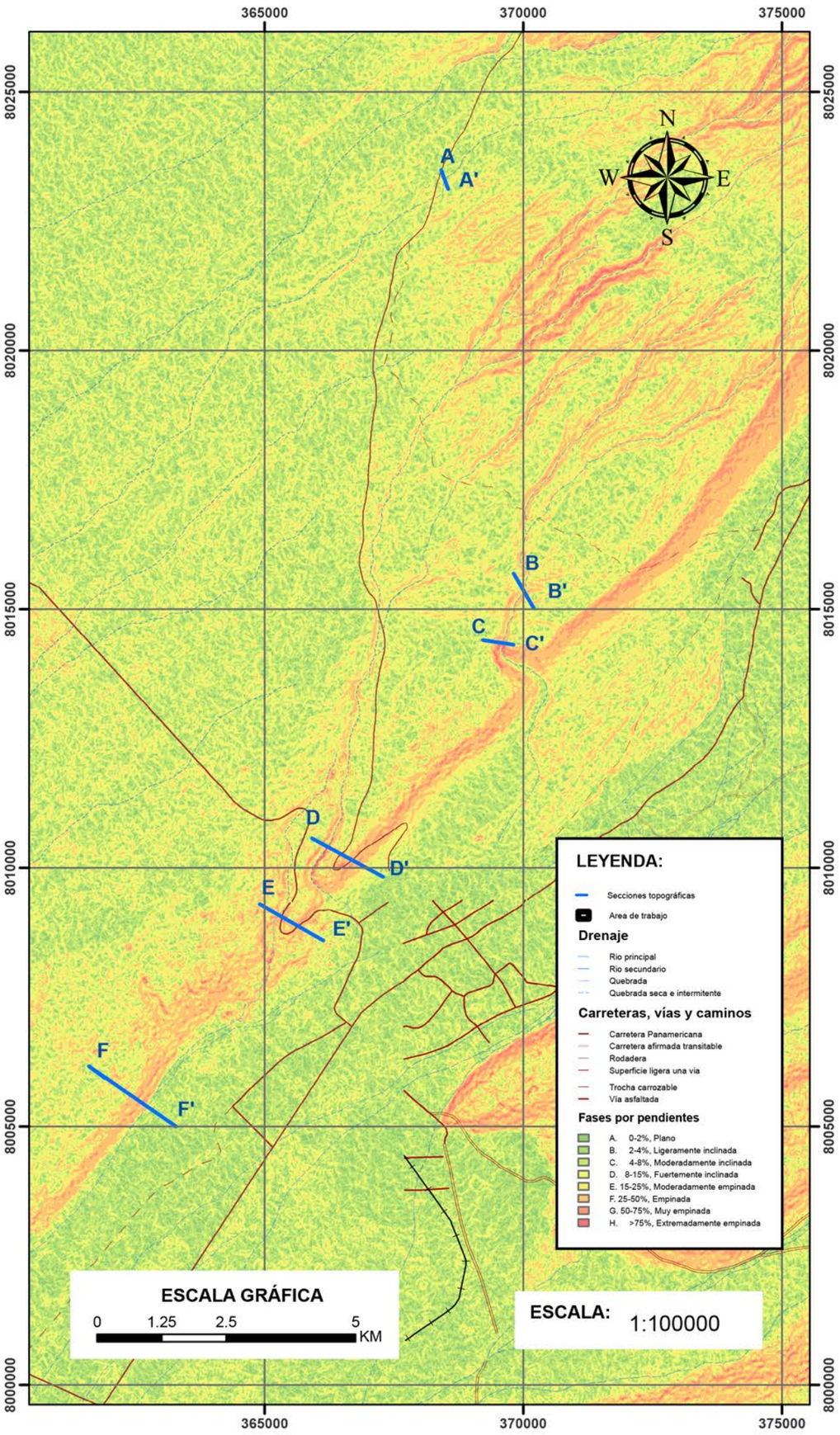
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 100000

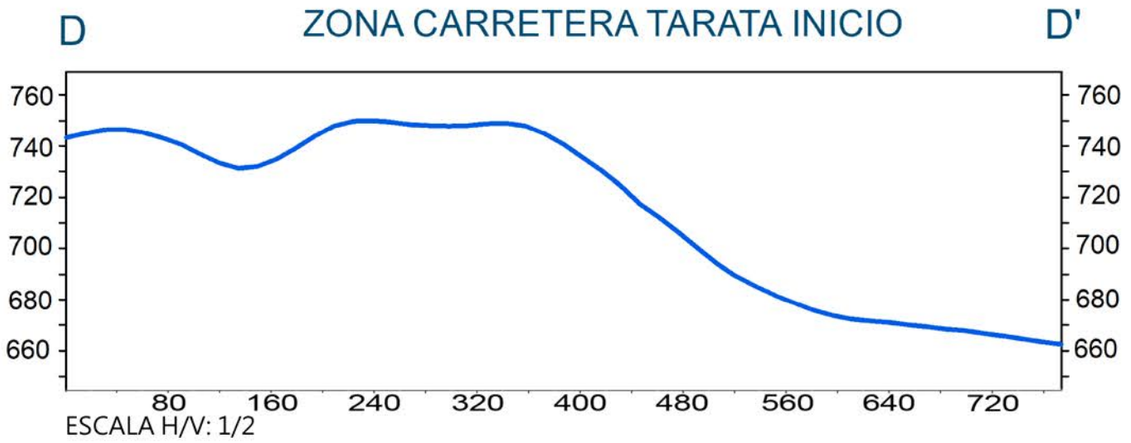
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

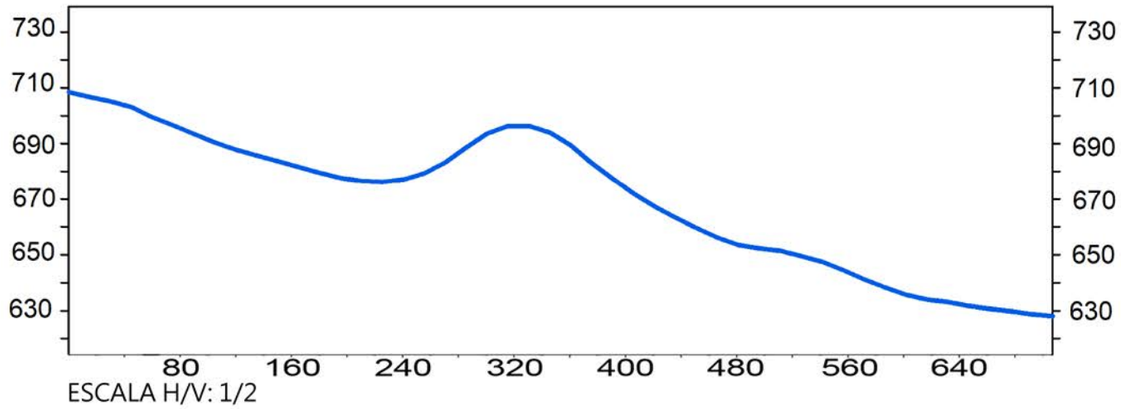
MAPA DE PENDIENTES LOCAL

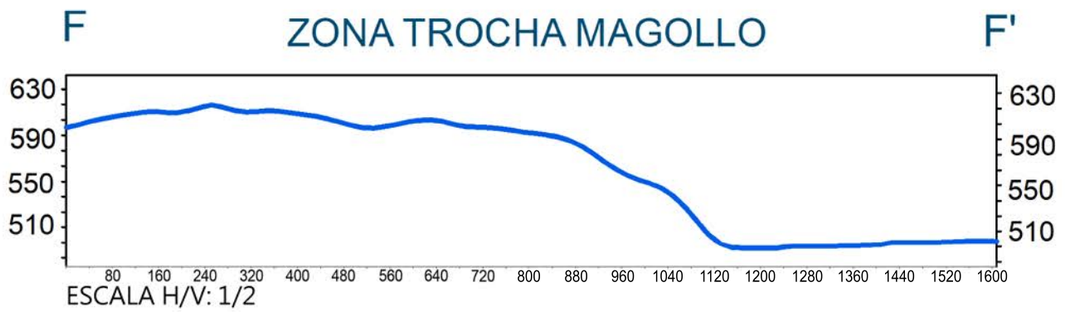
LAMINA N°:

MP-02









UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 100000
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA DE PENDIENTES LOCAL

LAMINA N°:

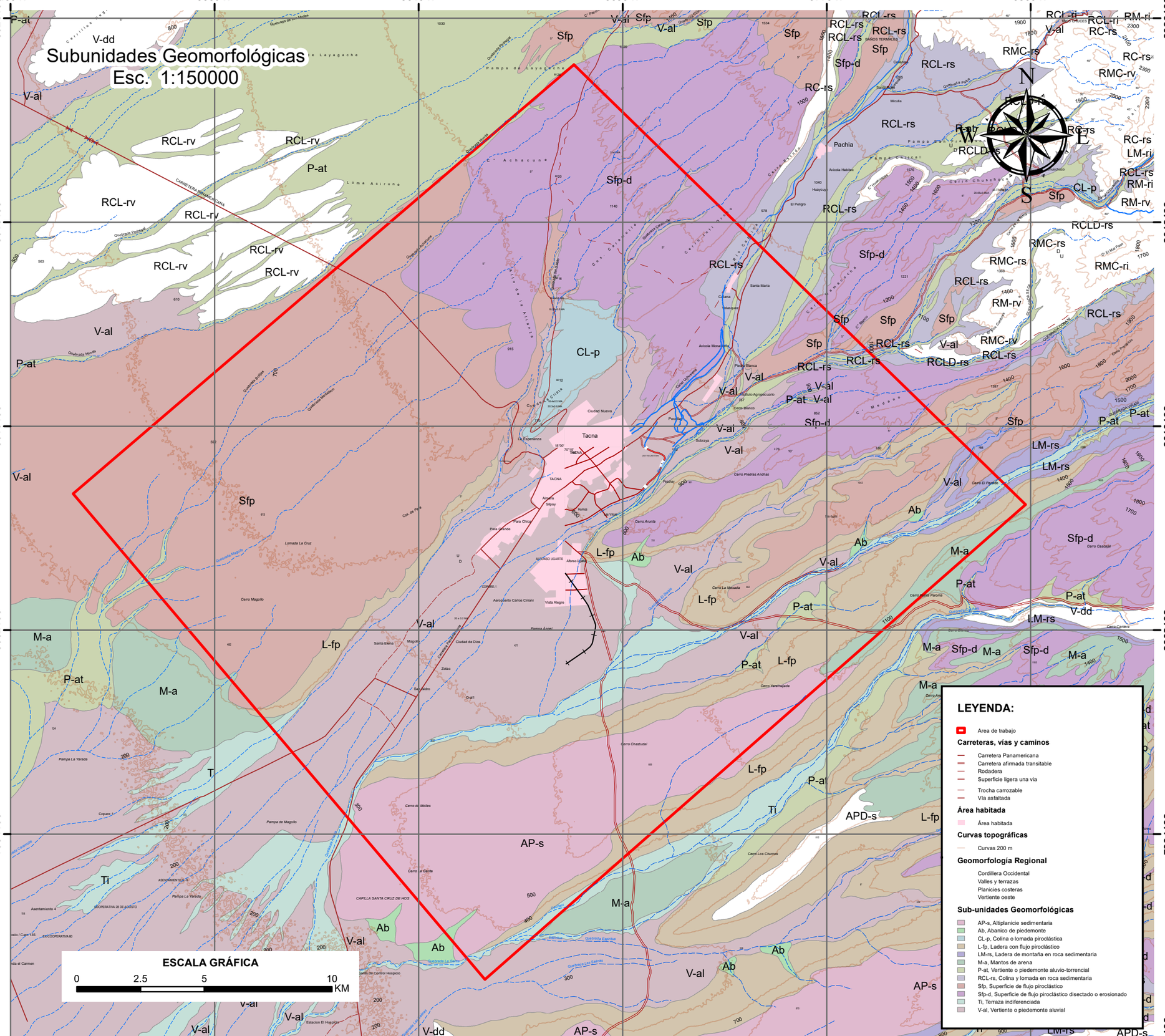
MP-02

3. MAPA GEOMORFOLÓGICO REGIONAL

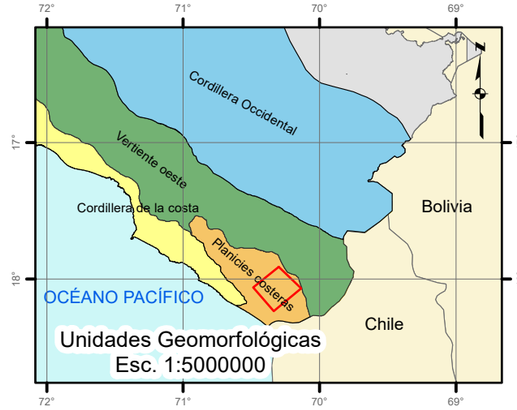
MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL

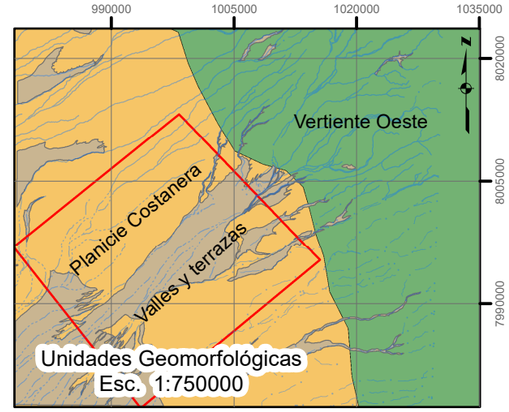
Subunidades Geomorfológicas

Esc. 1:150000









LEYENDA:

- Area de trabajo

Carreteras, vías y caminos

- Carretera Panamericana
- Carretera afirmada transitable
- Rodadera
- Superficie ligera una via
- Trocha carrozable
- Vía asfaltada

Área habitada

- Área habitada

Curvas topográficas

- Curvas 200 m

Geomorfología Regional

- Cordillera Occidental
- Valles y terrazas
- Planicies costeras
- Vertiente oeste

Sub-unidades Geomorfológicas

- AP-s, Altiplanicie sedimentaria
- Ab, Abanico de piedemonte
- CL-p, Colina o lomada piroclástica
- L-fp, Ladera con flujo piroclástico
- LM-rs, Ladera de montaña en roca sedimentaria
- M-a, Mantos de arena
- P-at, Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
- RCL-rs, Colina y lomada en roca sedimentaria
- Sfp, Superficie de flujo piroclástico
- Sfp-d, Superficie de flujo piroclástico disectado o erosionado
- Ti, Terraza indiferenciada
- V-al, Vertiente o piedemonte aluvial

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR:	Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO	MAPA GEOMORFÓLOGICO	LAMINA N°: MG - 01
ASESOR:	Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA		
DATUM:	UTM WGS 84 - 19K	ESCALA: 1:10000	
REGIÓN: TACNA	PROVINCIA: TACNA	FUENTE: GEOCATMIN INGEMMET	

362200 362400 362600 362800 363000 363200

8006200 8006000 8005800 8005600 8005400

C. Magollo

Q. CARAMOLLE

EG-14 EG-13 EG-09 EG-08

N W E S

LEYENDA

Carretera trocha

Zona de chacras

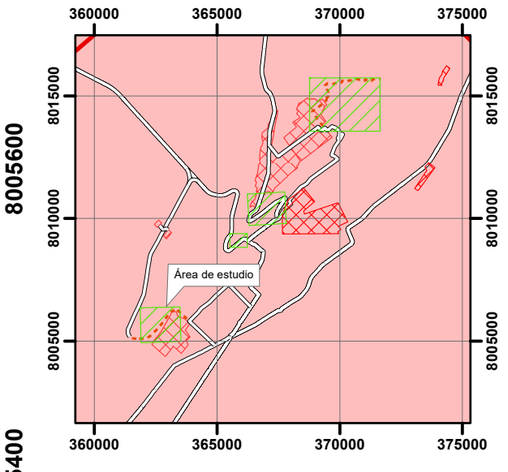
Simbología Morfológica:

Cambio de pendiente suavemente convexo

Cambio de pendiente suavemente cóncavo

Pendientes de más de 5° y menos de 40°

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

LAMINA N°: MGL - 01

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 1:4000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

365000 365600 366200 366800 367400

8011000 8010400 8009800 8009200 8008600

Q. DEL DIABLO

C. Intiorko

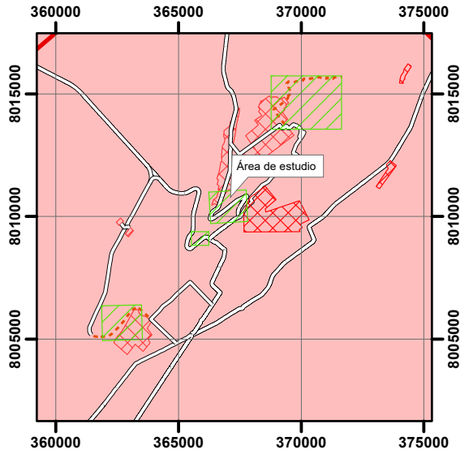
LEYENDA

- Red asfaltada
- Zona de chacras

Simbología Morfológica:

- Cliffs (40° o más)
- Cambio de pendiente suavemente convexo
- Ruptura cóncava angular de talud
- Pendientes de más de 5° y menos de 40°
- Áreas de flujo o filtración de agua permanente o intermitente

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 1:10000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOMORFÓLOGICO LOCAL

LAMINA N°:

MGL - 02

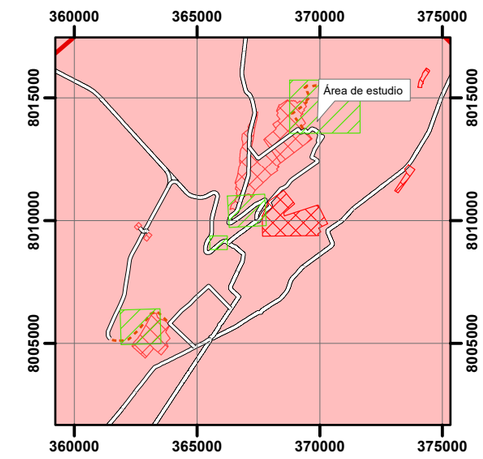
LEYENDA

- Carretera trocha
- Red asfaltada
- Zona de chacras

Simbología Morfológica:

- Cliffs (40° o más)
- Cambio de pendiente suavemente convexo
- Cambio de pendiente suavemente cóncavo
- Ruptura cóncava angular de talud
- Pendientes de más de 5° y menos de 40°
- Áreas de flujo o filtración de agua permanente o intermitente

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA	LAMINA N°:
"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"	
AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO	MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 1:10000	
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA	MGL - 03

368000 368400 368800

8023600 8023200 8022800 8022400

N W E S

1170 1190 1180 1210 1200 1150 1160 1100 1140

Q. BOTIJAS

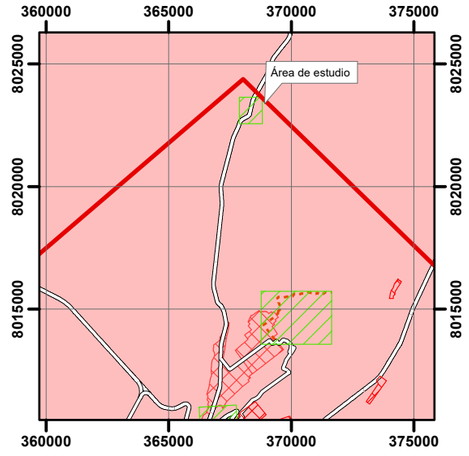
LEYENDA

- Carretera trocha
- Red asfaltada
- Zona de chacras

Simbología Morfológica:

- Cliffs (40° o más)
- Cambio de pendiente suavemente convexo
- Cambio de pendiente suavemente cóncavo
- Ruptura cóncava angular de talud
- Pendientes de más de 5° y menos de 40°
- Áreas de flujo o filtración de agua permanente o intermitente

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

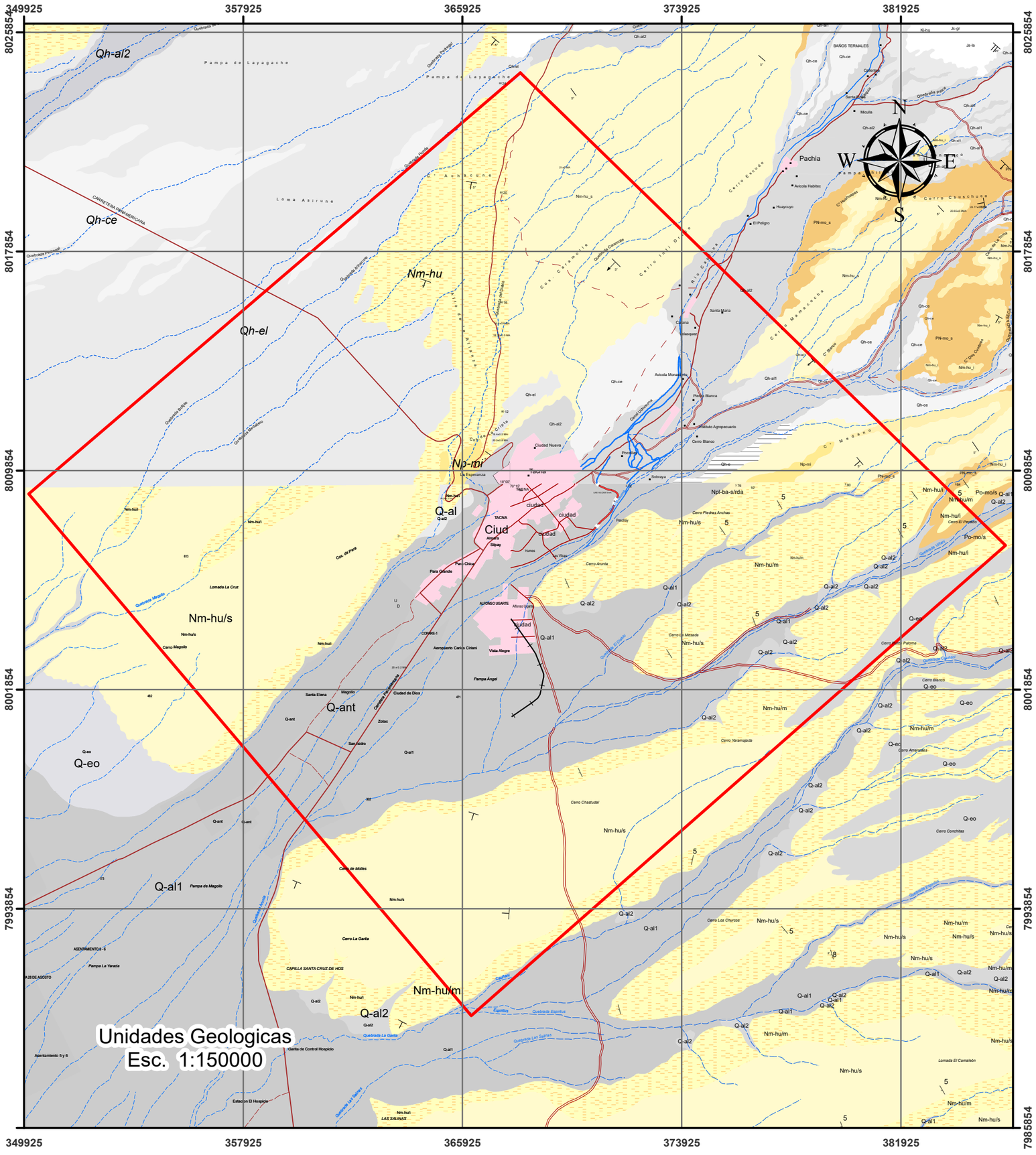
AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO		
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA	MAPA GEOMORFÓLOGICO LOCAL	
DATUM: UTM WGS 84 - 19K	ESCALA: 1:5000	
FUENTE: PROPIA	REGIÓN: TACNA	PROVINCIA: TACNA

LAMINA N°:

MGL - 04

4. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

MAPA GEOLÓGICO LOCAL


349925
357925
365925
373925
381925
8025854
8017854
8009854
8001854
7993854
7985854
Qh-al2
Qh-ce
Nm-hu
Qh-el
Np-mi
Q-al
Nm-hu/s
Q-ant
Q-eo
Q-al1
Nm-hu/m
Q-al2
Pampa de Layagache
Loma Asirune
Cerro Escudo
Cerro Chuschuco
Pachia
Huayoyo
El Peligro
Santa María
Cerro Blanco
Pampa Blanca
Ciudad Nueva
Sobraya
Cerro Piedras Anchas
Cerro La Meseta
Cerro Yaramajada
Cerro Chastudal
Cerro Los Chorros
Cerro Conchitas
Cerro Amarrados
Cerro de Molles
Cerro La Ganta
Pampa de Magollo
Pampa Angel
Pampa La Yarada
Lomada La Cruz
Lomada El Camaleon
Aeropuerto Carlos Ciriani
Estacion El Hospicio
CARRETERA PANAMERICANA
Quebrada Magollo
Quebrada Las Salinas
Quebrada La Ganta
Quebrada Esparza
Quebrada Cachen
Quebrada Yaramajada
Quebrada Chastudal
Quebrada Blanca
Quebrada Seca
Quebrada Honda
Quebrada Mamacocha
Quebrada Chuschuco
Quebrada Cerro Escudo
Quebrada Pachia
Quebrada Huayoyo
Quebrada Cerro Blanco
Quebrada Cerro Paloma
Quebrada Cerro Amarrados
Quebrada Cerro Conchitas
Quebrada Cerro Los Chorros
Quebrada Cerro Chastudal
Quebrada Cerro Yaramajada
Quebrada Cerro La Meseta
Quebrada Cerro Piedras Anchas
Quebrada Cerro La Ganta

368000
368300
368600
8023600
8023300
8023000
8022700
Q. PATUJAS
W
E
S
1170
1180
1190
1200
1150
1160
Qh-el
Qh-al
EG-11
Nm-hu_s
EG-12
Nm-hu_s
Qh-al
Qh-al
Qh-el
Qh-el
Qh-al
Qh-el

LEYENDA

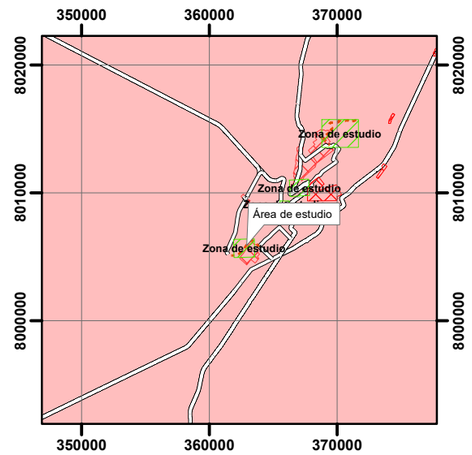
Estaciones Geomecánicas

Red asfaltada

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Qh-al	Depósito aluvial
Qh-el	Depósito eluvial
Nm-hu_s	Fm. Huaylillas Superior

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

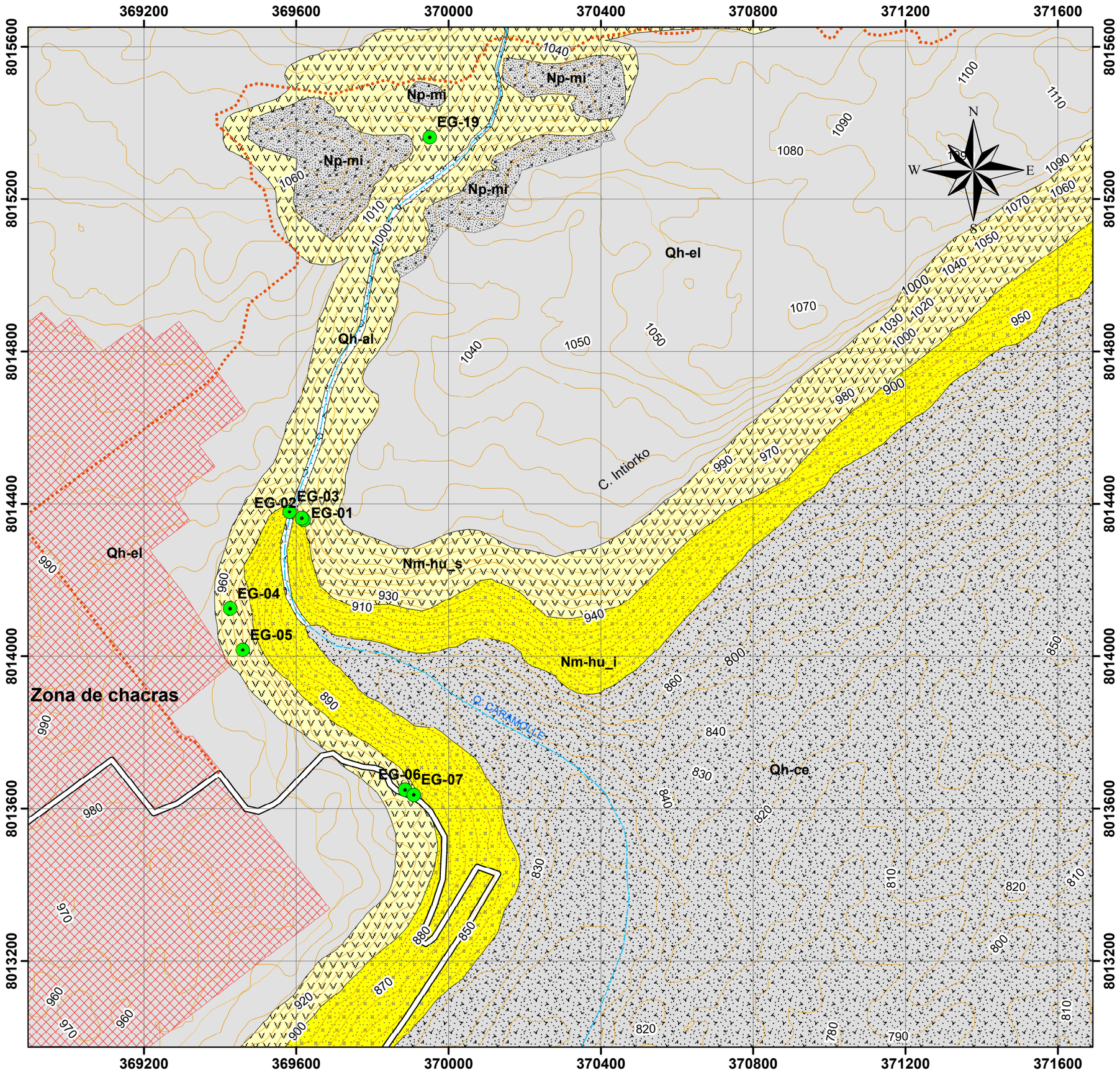
"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 4000
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 03



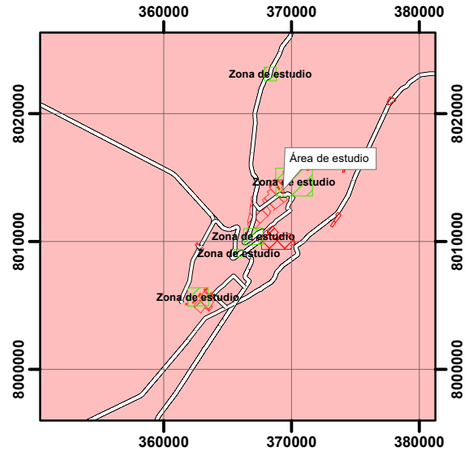
LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Red asfaltada
- Carretera trocha
- Zona de chacras

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Qh-al	Depósito aluvial
Qh-el	Depósito eluvial
Qh-ce	Depósito de cenizas
Np-mi	Fm. Magollo
Nm-hu_s	Fm. Huaylillas Superior
Nm-hu_i	Fm. Huaylillas Inferior

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 10000
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 04

364800 365200 365600 366000 366400 366800 367200 367600

8011200 8010800 8010400 8010000 8009600 8009200 8008800

EG-17
EG-10C
EG-10B
EG-10A
EG-18B
EG-18A
EG-16
EG-15

Qh-el
Nm-hu_s
Np-mi
Qh-al
Nm-hu_i

CARRETERA PANAMERICANA
CARRETERA TARATA
Q. DEL DIABLO
Q. INFIERNO

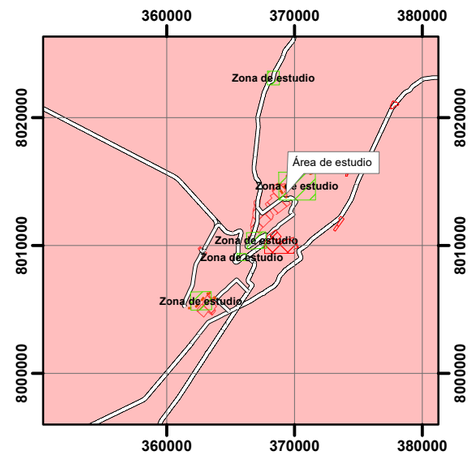
LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Red asfaltada
- Carretera trocha
- Zona de chacras

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Qh-al	Depósito aluvial
Qh-el	Depósito eluvial
Np-mi	Fm. Magollo
Nm-hu_s	Fm. Huaylillas Superior
Nm-hu_i	Fm. Huaylillas Inferior

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 10000
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 05

362300 362600 362900 363200

8005900 8005600 8005300

Np-mi

Nm-hu_i

Nm-hu_s

Qh-el

EG-14

EG-13

EG-09

EG-08

C. Magollo

Q. CARAMOLLE

Zona de chacras de Magollo

650 600 640 630 630 630 600 570 590 560 540 500 510 520 550 530 490 490 490 490 610 610 580 490 480 480 500 480 470 470 490 480

N W E S

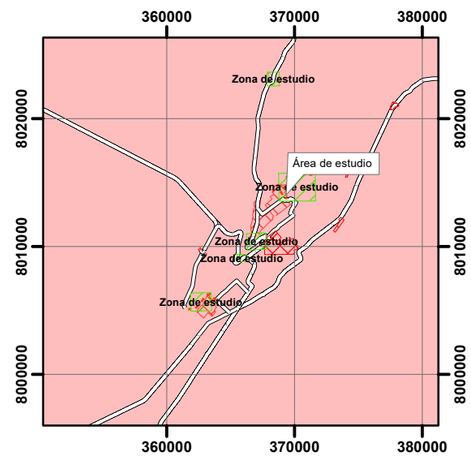
LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Carretera trocha
- Zona de chacras

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Qh-al	Depósito aluvial
Qh-el	Depósito eluvial
Np-mi	Fm. Magollo
Nm-hu_s	Fm. Huaylillas Superior
Nm-hu_i	Fm. Huaylillas Inferior

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 4000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 06

5. MAPAS GEOMECANICOS LOCALES

362300 362600 362900 363200

8005900 8005600 8005300

Nm-mg

Clase IV

Clase III

Clase II

Zona de chacras de Magollo

EG-14 EG-13 EG-09 EG-08

C. Magollo

Q. CARAMOLLE

650 600 640 630 620 610 590 560 540 550 530 580 570 520 510 500 490 480 470

N W E S

LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Carretera trocha
- Zona de chacras

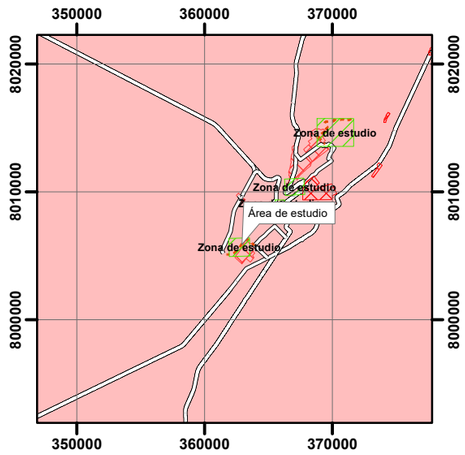
CLASIFICACIÓN RMR

- Clase II
- Clase III
- Clase IV

FORMACIONES GEOLÓGICAS

- Nm-mg Fm. Magollo

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 4000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOMECÁNICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 07

365500 366000 366500 367000 367500 368000

8011000 8010500 8010000 8009500 8009000 8008500

EG-17 EG-10C EG-10B EG-10A EG-18B EG-18A EG-16 EG-15

Clase IV Clase III Clase II Nm-mg

CARRETERA PANAMERICANA CARRETERA TARATA

Q. DEL DIABLO C. Intiorko

N W E

LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Carretera trocha
- Zona de chacras
- Red asfaltada

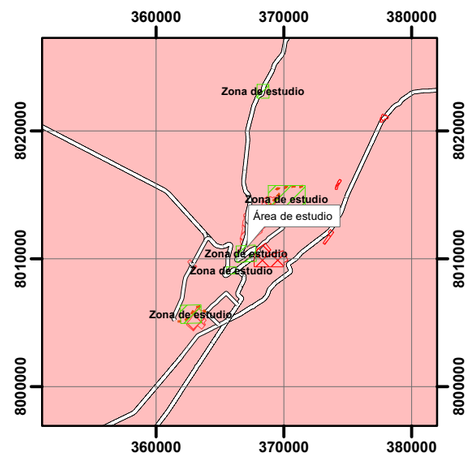
CLASIFICACIÓN RMR

- Clase II
- Clase III
- Clase IV

FORMACIONES GEOLÓGICAS

- Nm-mg Fm. Magollo

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 10000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOMECÁNICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 08

368600 368900 369200 369500 369800 370100 370400 370700 371000 371300

8015500 8015200 8014900 8014600 8014300 8014000 8013700 8013400 8013100

Clase III
Nm-mg
EG-19
Clase III
Nm-mg
Nm-mg
Clase III
Cobertura
EG-03
Clase IV
Clase II
EG-04
EG-05
Clase IV
Zona de chacras
Clase III
EG-06
EG-07
Clase III
C. Intiorko
Q. CARAMOLLE

1030 1040 1060 1010 1000 1070 1050 1040 1050 1080 1090 1100 1070 1090 1080 1060 1000 1030 1020 1050 950 980 900 990 970 910 960 930 940 900 870 860 800 840 830 840 820 810 990 970 980 970 970 960 970 960 890 880 830 920 850 820 790 800

N S E

LEYENDA

- Estaciones Geomecánicas
- Carretera trocha
- Zona de chacras
- Red asfaltada

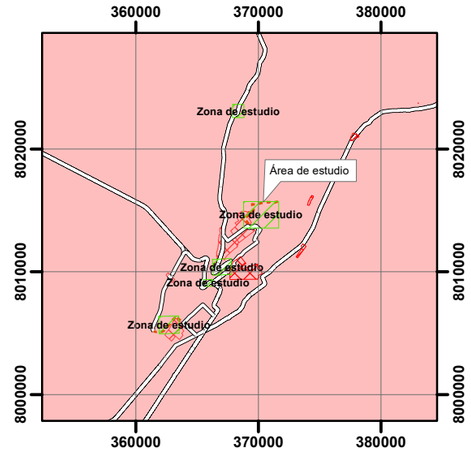
CLASIFICACIÓN RMR

- Clase II
- Clase III
- Clase IV

FORMACIONES GEOLÓGICAS

- Nm-mg Fm. Magollo

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO
ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA
DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 10000
FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOMECÁNICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 09

368000 368300 368600 368900

8023600 8023300 8023000 8022700

Cobertura

Qh-al

Clase II

EG-11

EG-12

1170 1190 1160 1180 1200 1100 1150

Q. BOTIJAS

N W E S

LEYENDA

Estaciones Geomecánicas

Red asfaltada

CLASIFICACIÓN RMR

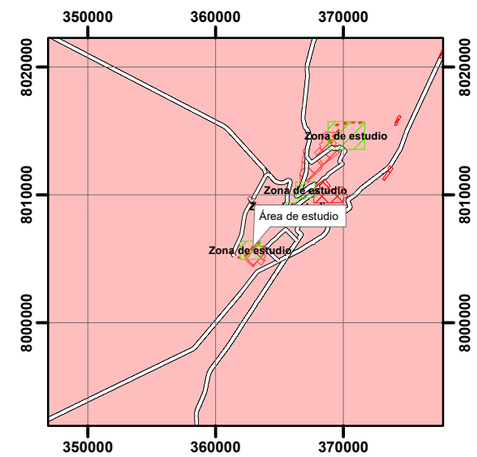
Clase II

Cobertura

FORMACIONES GEOLÓGICAS

Qh-al Depósito aluvial

UBICACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA - GEOTECNIA

"CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA"

AUTOR: Bach. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

ASESOR: Mgr. Ing. FREDY CABRERA OLIVERA

DATUM: UTM WGS 84 - 19K ESCALA: 4000

FUENTE: PROPIA REGIÓN: TACNA PROVINCIA: TACNA

MAPA GEOMECÁNICO LOCAL

LAMINA N°:

MG - 10

ANEXO 02

2.1 PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3630 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	E-01	E-02	E-03	E-04
Sondaje N°	TC-02	TP-01	TC-08	RO-05
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	-	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	1070.80	951.71	1172.49	1180.44
W. de la canastilla sumergida (g)	1006.52	1006.87	1007.35	1006.98
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1606.22	1434.72	1552.62	1659.18
W. Del especimen seco (g)	1020.43	801.67	1034.67	1171.85
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00
W. Del especimen sumergido (g)	599.70	427.85	545.27	652.20
Volumen de poros abiertos (cm³)	50.37	150.04	137.82	8.59
Volumen aparente (cm³)	471.10	523.86	627.22	528.24
Porosidad (%)	**10.69**	**28.64**	**21.97**	**1.63**

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Abel Quica Quispe
LABORATORISTA
Concreto y Pavimento

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3631 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021
MATERIAL : Especimen de Roca
Km / Prog : -
PROF. : -
MARGEN : -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	E-05	E-06	E-07	E-08
Sondaje N°	TC-06	RO-06	TC-07	RO-02
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	-	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	1247.26	1012.41	1377.49	1069.53
W. de la canastilla sumergida (g)	1007.00	1007.38	1007.25	1007.00
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1707.96	1468.13	1787.65	1530.17
W. Del especimen seco (g)	1193.20	889.62	1346.00	921.57
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00
W. Del especimen sumergido (g)	700.96	460.75	780.40	523.17
Volumen de poros abiertos (cm³)	54.06	122.79	31.49	147.96
Volumen aparente (cm³)	546.30	551.66	597.09	546.36
Porosidad (%)	**9.90**	**22.26**	**5.27**	**27.08**

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3632 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	E-09	E-10	E-11	E-12
Sondaje N°	TC-05	TM-02	TP-02	TC-04
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	-	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	1193.40	1147.63	1147.63	1040.65
W. de la canastilla sumergida (g)	1006.49	1006.48	1006.12	1006.81
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1589.69	1616.18	1616.18	1513.42
W. Del especimen seco (g)	1162.44	1029.26	1051.08	965.07
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00
W. Del especimen sumergido (g)	583.20	609.70	610.06	506.61
Volumen de poros abiertos (cm³)	30.96	118.37	96.55	75.58
Volumen aparente (cm³)	610.20	537.93	537.57	534.04
Porosidad (%)	**5.07**	**22.00**	**17.96**	**14.15**

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3633 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	E-13	E-14	E-15	-
Sondaje N°	TM-01	RO-03	RO-04	-
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	-	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	1053.86	1207.22	1313.00	-
W. de la canastilla sumergida (g)	1007.25	1007.15	1006.96	-
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1508.68	1660.33	1756.93	-
W. Del especimen seco (g)	931.95	1122.78	1271.89	-
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	-
W. Del especimen sumergido (g)	501.43	653.18	749.97	-
Volumen de poros abiertos (cm³)	121.91	84.44	41.11	-
Volumen aparente (cm³)	552.43	554.04	563.03	-
Porosidad (%)	**22.07**	**15.24**	**7.30**	-

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Miguel Quica Quispe
LABORATORISTA

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3621 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / Prog : -
PROF. : -
MARGEN : -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	E-1	E-2	E-3	E-4
Sondaje N°	TC-03	TT-02	RO-01	TT-01
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	-	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	391.02	187.31	224.17	193.88
W. de la canastilla sumergida (g)	1000.28	1000.27	1000.25	1000.35
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1217.99	1099.60	1116.69	1093.04
W. Del especimen seco (g)	373.73	168.28	196.63	161.06
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00
W. Del especimen sumergido (g)	217.71	99.33	116.44	92.69
Volumen de poros abiertos (cm³)	17.29	19.03	27.54	32.82
Volumen aparente (cm³)	173.31	87.98	107.73	101.19
Porosidad (%)	**9.98**	**21.63**	**25.56**	**32.43**

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING GIVIL - CIP N° 235912
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2015
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3622 **Fecha Emision:** 30/12/2021

POROSIDAD
(ASTM D 6473 - 15)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / Prog : -
PROF. : -
MARGEN : -

POROSIDAD DE LA ROCA

ITEM	MUESTRAS			
	M-5	-	-	-
Sondaje N°	TC-01	-	-	-
Litologia/profundidad (m)	-	-	-	-
Diámetro de especimen (cm)	47.78	-	-	-
Altura de especimen (cm)	-	-	-	-
W. del especimen SSS (g)	220.27	-	-	-
W. de la canastilla sumergida (g)	1000.45	-	-	-
W. canastilla + Esp. sumergido (g)	1114.62	-	-	-
W. Del especimen seco (g)	211.30	-	-	-
Densidad del liquido (g/cm³)	1.00	-	-	-
W. Del especimen sumergido (g)	114.17	-	-	-
Volumen de poros abiertos (cm³)	8.97	-	-	-
Volumen aparente (cm³)	106.10	-	-	-
Porosidad (%)	**8.45**	-	-	-

**Observaciones: La muestra de roca fue proporcinada y puesta en laboratorio por el solicitante.

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3625 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	E-01	E-02	E-03
Sondaje N°	TC-02	TP-01	TC-08
W. Recipiente(g)	79.150	79.470	61.790
W. Canastilla Sumergida (g)	1006.520	1006.870	1007.350
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	1149.950	1031.180	1234.280
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1606.220	1434.720	1552.620
W. Especimen SSS (g)	1070.800	951.710	1172.490
W. Especimen SSS sumergido (g)	599.700	427.850	545.270
Volumen del especimen SSS (cm^3)	471.100	523.860	627.220
Volumen de la especimen (cm^3)	420.730	373.820	489.400
Peso especifico de la masa (P_m) (g/cm^3)	2.166	1.530	1.650
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{sss}) (g/cm^3)	2.273	1.817	1.869
Peso especifico aparente (P_a) (g/cm^3)	2.425	2.145	2.114

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

ABSORCIÓN

ITEM	E-1	E-2	E-3
Sondaje N°	TC-02	TP-01	TC-08
W. Recipiente + Especimen seco(g)	1099.580	881.140	1096.460
W. Especimen Seco (g)	1020.430	801.670	1034.670
Absorción (%)	**4.936**	**18.716**	**13.320**

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3626 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	E-04	E-05	E-06
Sondaje N°	RO-05	TC-06	RO-06
W. Recipiente(g)	76.760	80.750	95.660
W. Canastilla Sumergida (g)	1006.980	1007.000	1007.380
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	1257.200	1328.010	1108.070
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1659.180	1707.960	1468.130
W. Especimen SSS (g)	1180.440	1247.260	1012.410
W. Especimen SSS sumergido (g)	652.200	700.960	460.750
Volumen del especimen SSS (cm^3)	528.240	546.300	551.660
Volumen de la especimen (cm^3)	519.650	492.240	428.870
Peso especifico de la masa (P_{em}) (g/cm^3)	2.218	2.184	1.613
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{esss}) (g/cm^3)	2.235	2.283	1.835
Peso especifico aparente (P_{ea}) (g/cm^3)	2.255	2.424	2.074

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA

ABSORCIÓN

ITEM	E-4	E-5	E-6
Sondaje N°	RO-05	TC-06	RO-06
W. Recipiente + Especimen seco(g)	1248.610	1273.950	985.280
W. Especimen Seco (g)	1171.850	1193.200	889.620
Absorción (%)	**0.733**	**4.531**	**13.803**

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3627 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	E-07	E-08	E-09
Sondaje N°	TC-07	RO-02	TC-05
W. Recipiente(g)	129.990	140.720	96.690
W. Canastilla Sumergida (g)	1007.250	1007.000	1006.490
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	1507.480	1210.250	1290.090
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1787.650	1530.170	1589.690
W. Especimen SSS (g)	1377.490	1069.530	1193.400
W. Especimen SSS sumergido (g)	780.400	523.170	583.200
Volumen del especimen SSS (cm³)	597.090	546.360	610.200
Volumen de la especimen (cm³)	565.600	398.400	579.240
Peso especifico de la masa (P_{em}) (g/cm³)	2.254	1.687	1.905
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{esss}) (g/cm³)	2.307	1.958	1.956
Peso especifico aparente (P_{ea}) (g/cm³)	2.380	2.313	2.007

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA

ABSORCIÓN

ITEM	E-07	E-08	E-09
Sondaje N°	TC-07	RO-02	TC-05
W. Recipiente + Especimen seco(g)	1475.990	1062.290	1259.130
W. Especimen Seco (g)	1346.000	921.570	1162.440
Absorción (%)	**2.340**	**16.055**	**2.663**

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Camión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3628 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	M-10	M-11	M-12
Sondaje N°	TM-02	TP-02	TC-04
W. Recipiente(g)	98.780	80.960	78.400
W. Canastilla Sumergida (g)	1006.480	1006.120	1006.810
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	1219.690	1228.590	1119.050
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1600.860	1616.180	1513.420
W. Especimen SSS (g)	1120.910	1147.630	1040.650
W. Especimen SSS sumergido (g)	594.380	610.060	506.610
Volumen del especimen SSS (cm^3)	526.530	537.570	534.040
Volumen de la especimen (cm^3)	434.880	441.020	458.460
Peso especifico de la masa (P_{em}) (g/cm^3)	1.955	1.955	1.807
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{esss}) (g/cm^3)	2.129	2.135	1.949
Peso especifico aparente (P_{ea}) (g/cm^3)	2.367	2.383	2.105

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, concreto y Pavimento

ABSORCIÓN

ITEM	M-10	M-11	M-12
Sondaje N°	TM-02	TP-02	TC-04
W. Recipiente + Especimen seco(g)	1128.040	1132.040	1043.470
W. Especimen Seco (g)	1029.260	1051.080	965.070
Absorción (%)	**8.904**	**9.186**	**7.832**

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3629 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.
SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna **Km / Prog :** -
MUESTRA : - **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 **MARGEN :** -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	M-13	M-14	M-15
Sondaje N°	TM-01	RO-03	RO-04
W. Recipiente(g)	78.550	103.730	81.790
W. Canastilla Sumergida (g)	1007.250	1007.150	1006.960
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	1132.410	1310.950	1394.790
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1508.680	1660.330	1756.930
W. Especimen SSS (g)	1053.860	1207.220	1313.000
W. Especimen SSS sumergido (g)	501.430	653.180	749.970
Volumen del especimen SSS (cm^3)	552.430	554.040	563.030
Volumen de la especimen (cm^3)	430.520	469.600	521.920
Peso especifico de la masa (P_{om}) (g/cm^3)	1.687	2.027	2.259
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{ossa}) (g/cm^3)	1.908	2.179	2.332
Peso especifico aparente (P_{oa}) (g/cm^3)	2.165	2.391	2.437

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Suelos, Concreto y Pavimento

ABSORCIÓN

ITEM	M-13	M-14	M-15
Sondaje N°	TM-01	RO-03	RO-04
W. Recipiente + Especimen seco(g)	1010.500	1226.510	1353.680
W. Especimen Seco (g)	931.950	1122.780	1271.890
Absorción (%)	**13.081**	**7.521**	**3.232**

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3619 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huayllilas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / Prog : -
PROF. : -
MARGEN : -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	M-01	M-02	M-03
Sondaje N°	TC-03	TT-02	RO-01
W. Recipiente(g)	36.640	38.170	39.680
W. Canastilla Sumergida (g)	1000.280	1000.270	1000.350
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	427.660	225.480	263.850
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1217.990	1099.600	1116.690
W. Especimen SSS (g)	391.020	187.310	224.170
W. Especimen SSS sumergido (g)	217.710	99.330	116.340
Volumen del especimen SSS (cm^3)	173.310	87.980	107.830
Volumen de la especimen (cm^3)	156.020	68.950	80.290
Peso especifico de la masa (P_{om}) (g/cm^3)	2.156	1.913	1.824
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{osss}) (g/cm^3)	2.256	2.129	2.079
Peso especifico aparente (P_{oa}) (g/cm^3)	2.395	2.441	2.449

Ingeservicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

ABSORCIÓN

ITEM	M-1	M-2	M-3
Sondaje N°	TC-03	TT-02	RO-01
W. Recipiente + Especimen seco(g)	410.370	206.450	236.310
W. Especimen Seco (g)	373.730	168.280	196.630
Absorción (%)	**4.626**	**11.309**	**14.006**

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Quica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 01	Fecha: 15/02/2018
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21- 3620 **Fecha Emision:** 30/12/2021

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION (ASTM D 6473)

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / Prog : -
PROF. : -
MARGEN : -

PESO ESPECÍFICO

ITEM	M-04	M-05	-
Sondaje N°	TT-01	TC-01	-
W. Recipiente(g)	39.570	37.490	-
W. Canastilla Sumergida (g)	1000.350	1000.450	-
W.Recipiente + Especimen SSS (g)	233.450	257.760	-
W. canastilla + Especimen sumergido (g)	1093.040	1114.620	-
W. Especimen SSS (g)	193.880	220.270	-
W. Especimen SSS sumergido (g)	92.690	114.170	-
Volumen del especimen SSS (cm^3)	101.190	106.100	-
Volumen de la especimen (cm^3)	68.370	97.130	-
Peso especifico de la masa (P_m) (g/cm^3)	1.592	1.992	-
Peso especifico masa saturada con superficie seca (P_{sss}) (g/cm^3)	1.916	2.076	-
Peso especifico aparente (P_a) (g/cm^3)	2.356	2.175	-

IngeServicios S.A.C.
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL - CIP N° 235012
JEFE DE CALIDAD
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

ABSORCIÓN

ITEM	M-4	M-5	-
Sondaje N°	TT-01	TC-01	-
W. Recipiente + Especimen seco(g)	200.630	248.790	-
W. Especimen Seco (g)	161.060	211.300	-
Absorción (%)	**20.377**	**4.245**	-

IngeServicios S.A.C.
Juan Miguel Cadica Quispe
TECNICO LABORATORISTA
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

-Observaciones:
La muestra fue proporcionada y puesta en laboratorio por el solicitante

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3608 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	
N° Sondaje	TT-02
Diametro del especimen M1 (mm)	44.22
Diametro del especimen M2 (mm)	44.39
Altura del especimen M1 (mm)	85.72
Altura del especimen M2 (mm)	85.70
Diametro del especimen promedio (mm)	44.31
Altura del especimen promedio (mm)	85.71
Area del especimen (mm²)	1541.68
Esfuerzo del especimen (KN)	41.29
Esfuerzo del especimen (Kg)	4210.41
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.93
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TT-02	273.10	26.78	R 3	Cónica y dividida

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3609 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas — **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna — **Km / PROG. :** -
MUESTRA : Sondaje Diamantino — **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 — **MARGEN :** -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-03
Diametro del especimen M1 (mm)	41.50
Diametro del especimen M2 (mm)	42.00
Altura del especimen M1 (mm)	82.20
Altura del especimen M2 (mm)	82.00
Diametro del especimen promedio (mm)	41.75
Altura del especimen promedio (mm)	82.10
Area del especimen (mm²)	1369.00
Esfuerzo del especimen (KN)	71.04
Esfuerzo del especimen (Kg)	7244.06
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.97
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
-	529.15	51.89	R 4	Cónica y dividida

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3610 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	.
N° Sondaje	RO-01
Diametro del especimen M1 (mm)	43.85
Diametro del especimen M2 (mm)	43.50
Altura del especimen M1 (mm)	81.60
Altura del especimen M2 (mm)	81.65
Diametro del especimen promedio (mm)	43.68
Altura del especimen promedio (mm)	81.63
Area del especimen (mm²)	1498.15
Esfuerzo del especimen (KN)	89.07
Esfuerzo del especimen (Kg)	9082.61
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.87
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
RO-01	606.25	59.45	R 4	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3607 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	.
N° Sondaje	TC-01
Diametro del especimen M1 (mm)	48.30
Diametro del especimen M2 (mm)	48.35
Altura del especimen M1 (mm)	87.39
Altura del especimen M2 (mm)	87.38
Diametro del especimen promedio (mm)	48.33
Altura del especimen promedio (mm)	87.39
Area del especimen (mm²)	1834.14
Esfuerzo del especimen (KN)	38.90
Esfuerzo del especimen (Kg)	3966.70
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.81
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TC-01	216.27	21.21	R 2	Corte o transversal

IngeServicios
Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3635 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	
N° Sondaje	RO-03
Diametro del especimen M1 (mm)	43.05
Diametro del especimen M2 (mm)	43.12
Altura del especimen M1 (mm)	86.52
Altura del especimen M2 (mm)	86.20
Diametro del especimen promedio (mm)	43.09
Altura del especimen promedio (mm)	86.36
Area del especimen (mm²)	1457.95
Esfuerzo del especimen (KN)	101.45
Esfuerzo del especimen (Kg)	10345.02
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.00
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
RO-03	709.56	69.58	R 4	Transversal o corte

IngeServicios
Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3634 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	
N° Sondaje	RO-02
Diametro del especimen M1 (mm)	43.20
Diametro del especimen M2 (mm)	43.65
Altura del especimen M1 (mm)	85.26
Altura del especimen M2 (mm)	84.60
Diametro del especimen promedio (mm)	43.43
Altura del especimen promedio (mm)	84.93
Area del especimen (mm²)	1481.05
Esfuerzo del especimen (KN)	90.56
Esfuerzo del especimen (Kg)	9234.55
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.96
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
RO-02	623.51	61.15	R 4	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3636 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	RO-04
Diametro del especimen M1 (mm)	43.95
Diametro del especimen M2 (mm)	43.66
Altura del especimen M1 (mm)	85.65
Altura del especimen M2 (mm)	85.03
Diametro del especimen promedio (mm)	43.81
Altura del especimen promedio (mm)	85.34
Area del especimen (mm²)	1507.08
Esfuerzo del especimen (KN)	137.82
Esfuerzo del especimen (Kg)	14053.73
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.95
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
RO-04	932.51	91.45	R 4	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3637 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	RO-05
Diametro del especimen M1 (mm)	43.25
Diametro del especimen M2 (mm)	43.66
Altura del especimen M1 (mm)	82.36
Altura del especimen M2 (mm)	82.49
Diametro del especimen promedio (mm)	43.46
Altura del especimen promedio (mm)	82.43
Area del especimen (mm²)	1483.10
Esfuerzo del especimen (KN)	110.97
Esfuerzo del especimen (Kg)	11315.79
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.90
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
RO-05	762.98	74.82	R 4	Transversal o corte

IngeServicios
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3638 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	RO-06
Diametro del especimen M1 (mm)	44.00
Diametro del especimen M2 (mm)	43.98
Altura del especimen M1 (mm)	86.36
Altura del especimen M2 (mm)	86.12
Diametro del especimen promedio (mm)	43.99
Altura del especimen promedio (mm)	86.24
Area del especimen (mm²)	1519.84
Esfuerzo del especimen (KN)	21.66
Esfuerzo del especimen (Kg)	2208.71
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.96
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
RO-06	145.32	14.25	R 2	Transversal o corte

IngeServicios
Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3633 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	D-01
N° Sondaje	TM -02
Diametro del especimen M1 (mm)	42.85
Diametro del especimen M2 (mm)	43.00
Altura del especimen M1 (mm)	85.65
Altura del especimen M2 (mm)	86.00
Diametro del especimen promedio (mm)	42.93
Altura del especimen promedio (mm)	85.83
Area del especimen (mm²)	1447.14
Esfuerzo del especimen (KN)	53.17
Esfuerzo del especimen (Kg)	5421.83
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.00
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TM -02	374.66	36.74	R 3	Transversal o corte

IngeServicios
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3632 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	
N° Sondaje	TM -01
Diametro del especimen M1 (mm)	43.20
Diametro del especimen M2 (mm)	43.52
Altura del especimen M1 (mm)	85.65
Altura del especimen M2 (mm)	86.00
Diametro del especimen promedio (mm)	43.36
Altura del especimen promedio (mm)	85.83
Area del especimen (mm²)	1476.62
Esfuerzo del especimen (KN)	28.89
Esfuerzo del especimen (Kg)	2945.96
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TM -01	199.51	19.56	R 2	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
Julio César Carrión Gutierre
ING.CIVIL CIP:235012

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3631 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TP-02
Diametro del especimen M1 (mm)	41.85
Diametro del especimen M2 (mm)	42.10
Altura del especimen M1 (mm)	82.65
Altura del especimen M2 (mm)	81.56
Diametro del especimen promedio (mm)	41.98
Altura del especimen promedio (mm)	82.11
Area del especimen (mm²)	1383.79
Esfuerzo del especimen (KN)	57.09
Esfuerzo del especimen (Kg)	5821.56
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.96
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TP-02	420.70	41.26	R 3	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3630 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TP-01
Diametro del especimen M1 (mm)	42.00
Diametro del especimen M2 (mm)	42.50
Altura del especimen M1 (mm)	85.82
Altura del especimen M2 (mm)	85.65
Diametro del especimen promedio (mm)	42.25
Altura del especimen promedio (mm)	85.74
Area del especimen (mm²)	1401.98
Esfuerzo del especimen (KN)	17.20
Esfuerzo del especimen (Kg)	1753.91
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.03
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TP-01	125.10	12.27	R 2	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3629 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TT-01
Diametro del especimen M1 (mm)	44.09
Diametro del especimen M2 (mm)	43.99
Altura del especimen M1 (mm)	87.17
Altura del especimen M2 (mm)	87.21
Diametro del especimen promedio (mm)	44.04
Altura del especimen promedio (mm)	87.19
Area del especimen (mm²)	1523.30
Esfuerzo del especimen (KN)	12.15
Esfuerzo del especimen (Kg)	1238.96
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.98
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TT-01	81.33	7.98	R 1	Transversal o corte

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3628 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-08
Diametro del especimen M1 (mm)	42.15
Diametro del especimen M2 (mm)	42.36
Altura del especimen M1 (mm)	87.28
Altura del especimen M2 (mm)	87.00
Diametro del especimen promedio (mm)	42.26
Altura del especimen promedio (mm)	87.14
Area del especimen (mm²)	1402.32
Esfuerzo del especimen (KN)	33.81
Esfuerzo del especimen (Kg)	3447.66
Relación Longitud/Diametro (L/D):	2.06
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
TC-08	245.85	24.11	R 2	Cónica y dividida

Ingeservicios LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3627 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-07
Diametro del especimen M1 (mm)	42.85
Diametro del especimen M2 (mm)	42.80
Altura del especimen M1 (mm)	85.20
Altura del especimen M2 (mm)	85.10
Diametro del especimen promedio (mm)	42.83
Altura del especimen promedio (mm)	85.15
Area del especimen (mm²)	1440.41
Esfuerzo del especimen (KN)	129.39
Esfuerzo del especimen (Kg)	13194.11
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TC-07	916.00	89.83	R 4	Cónica y dividida

IngeServicios
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3626 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas — **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna — **Km / PROG. :** -
MUESTRA : Sondaje Diamantino — **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 — **MARGEN :** -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-06
Diametro del especimen M1 (mm)	42.85
Diametro del especimen M2 (mm)	42.80
Altura del especimen M1 (mm)	85.20
Altura del especimen M2 (mm)	85.10
Diametro del especimen promedio (mm)	42.83
Altura del especimen promedio (mm)	85.15
Area del especimen (mm²)	1440.41
Esfuerzo del especimen (KN)	42.92
Esfuerzo del especimen (Kg)	4376.62
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.99
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión		Clase de roca	Tipo de fallas
	kg/cm²	MPA		
TC-06	303.85	29.80	R 3	Cónica y dividida

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3625 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA : Sondaje Diamantino
FECHA : 30 de Diciembre de 2021

MATERIAL : Especimen de Roca
Km / PROG. : -
PROF. : -
MARGEN : -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-05
Diametro del especimen M1 (mm)	42.50
Diametro del especimen M2 (mm)	42.00
Altura del especimen M1 (mm)	83.00
Altura del especimen M2 (mm)	83.50
Diametro del especimen promedio (mm)	42.25
Altura del especimen promedio (mm)	83.25
Area del especimen (mm²)	1401.98
Esfuerzo del especimen (KN)	33.92
Esfuerzo del especimen (Kg)	3458.88
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.97
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
TC-05	246.71	24.19	R 2	Cónica y dividida

IngeServicios
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3624 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas — **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna — **Km / PROG. :** -
MUESTRA : Sondaje Diamantino — **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 — **MARGEN :** -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-04
Diametro del especimen M1 (mm)	48.10
Diametro del especimen M2 (mm)	48.10
Altura del especimen M1 (mm)	82.50
Altura del especimen M2 (mm)	82.30
Diametro del especimen promedio (mm)	48.10
Altura del especimen promedio (mm)	82.40
Area del especimen (mm²)	1817.11
Esfuerzo del especimen (KN)	50.04
Esfuerzo del especimen (Kg)	5102.66
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.71
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
TC-04	280.81	27.54	R 3	Corte o transversal

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

IngeServicios	REGISTRO	CÓDIGO: LSCP-01-ING	
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Version: 02	Fecha: 07/01/2021
		Pagina	1 de 1
		Aprobado:	JRH

Informe N°: LSCP - 21 - 3623 **Fecha Emision:** 30/12/2021

COMPRESIÓN EN ROCA (UCS)
ASTM D 2938

PROYECTO : Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para uso ornamental en la ciudad de Tacna.

SOLICITANTE : Bach. Villanueva Arotinco, Juan Diego
ESTUDIO : Mecánica de rocas — **MATERIAL :** Especimen de Roca
UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna — **Km / PROG. :** -
MUESTRA : Sondaje Diamantino — **PROF. :** -
FECHA : 30 de Diciembre de 2021 — **MARGEN :** -

DATOS ADICIONALES

Resistencia requerida (F'c): - **Kg/cm2**
Edad de la Muestra: - Días

PROBETAS DE CONCRETO Item	-
N° Sondaje	TC-02
Diametro del especimen M1 (mm)	48.00
Diametro del especimen M2 (mm)	48.20
Altura del especimen M1 (mm)	80.25
Altura del especimen M2 (mm)	81.20
Diametro del especimen promedio (mm)	48.10
Altura del especimen promedio (mm)	80.73
Area del especimen (mm²)	1817.11
Esfuerzo del especimen (KN)	106.21
Esfuerzo del especimen (Kg)	10830.41
Relación Longitud/Diametro (L/D):	1.68
Factor de corrección de resistencia:	1.00

RESULTADOS

ITEM	Resistencia a la compresión kg/cm²	Resistencia a la compresión MPA	Clase de roca	Tipo de fallas
TC-02	596.03	58.45	R 4	Corte o transversal

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING.CIVIL CIP:235012
JEFE DE CALIDAD

Observación:
- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en el laboratorio por el solicitante.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 05195 - 2021

Proforma : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-16 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGESERVICIOS S.A.C.
Dirección : Av. Collpa Mza. -- Lote. 08 Sec. Pago Olanique Tacna -Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	**: TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL**
Marca	: TRACEABLE
Modelo	: 4353
N° de Serie	: 181528741
Intervalo de indicación	: -50 °C a 300 °C
Resolución	: 0,1 °C
Sensor	: Termistor
Procedencia	: No indica
Identificación del equipo	: No indica
Fecha de Calibración	: 2021-04-16

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa, tomando como referencia el PC-017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros DÍgitales". Segunda Edición - Diciembre 2012. SNM-INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	22,1 °C	22,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	53,9 %	50,9 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP: 0316

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Indicador Digital de platino incertidumbre 8,3 mK a 25 mK DM-INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 962 °C	LT-136-2020 LT-137-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
20,1	20,0	-0,1	0,1
79,8	80,0	0,2	0,1
152,0	150,0	-2,0	0,1

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

OBSERVACIONES
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE
La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 01824 - 2021

Proforma : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-09

SOLICITANTE : INGESERVICIOS S.A.C.
Dirección : Av. Collpa Mza. -- Lote. 08 Sec. Pago Olanique Tacna -Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

EQUIPO	:	**HORNO**
Marca	:	A & A INSTRUMENTS
Modelo	:	STHX-2A
N° de Serie	:	14434
Procedencia	:	No Indica
Identificación	:	No Indica
TIPO DE INDICADOR	:	DIGITAL
Alcance	:	0 °C a 300 °C
Resolución	:	0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR	:	DIGITAL
Alcance	:	0 °C a 300 °C
Resolución	:	0,1 °C
Fecha de Calibración	:	2021-04-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,2 °C	19,4 °C
Humedad Relativa	42,7 %	42,7 %
Voltaje	220 V	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

Av. Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa Nº 1172 (051) 952 95376 ventas@testcontrol.com.pe
(51) 988 901 065 www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 01824 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,12 °C hasta 0,15 °C	LT-0263-2020
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0264-2020
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0265-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	40 min	60 min	40 %	ENVASES DE ACERO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom	Tmax - Tmin
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
0:00	110	111,1	113,2	113,0	111,6	109,1	107,7	114,4	108,4	112,4	111,9	111,3	6,6
0:02	110	110,7	113,0	112,8	111,5	109,3	107,8	114,6	108,3	112,1	112,5	111,3	6,8
0:04	110	110,9	113,0	112,8	111,4	109,2	107,9	114,4	108,4	112,2	111,9	111,2	6,6
0:06	110	111,0	113,2	112,8	111,3	109,0	107,9	114,3	108,4	112,6	112,2	111,3	6,4
0:08	110	110,8	113,2	112,6	111,2	108,9	107,7	114,8	108,3	112,4	111,7	111,2	7,2
0:10	110	110,5	112,8	112,6	111,1	108,9	107,3	114,0	108,1	112,1	111,3	110,9	6,7
0:12	110	110,2	112,3	112,3	111,0	108,7	107,1	113,8	107,7	111,8	110,5	110,5	6,8
0:14	110	110,1	112,3	112,2	110,8	108,7	106,9	113,3	107,7	111,3	111,0	110,4	6,4
0:16	110	110,4	112,5	112,8	111,0	108,4	107,4	113,7	108,0	111,5	111,6	110,7	6,4
0:18	110	110,3	112,2	112,6	111,4	108,9	107,3	113,4	107,9	111,5	111,6	110,7	6,0
0:20	110	110,8	113,2	112,8	111,6	109,0	107,6	113,5	108,2	111,7	112,3	111,1	5,8
0:22	110	111,2	113,0	113,0	111,9	109,1	107,7	113,7	108,5	112,1	112,1	111,2	6,0
0:24	110	111,0	113,4	113,2	111,9	109,3	107,6	113,5	108,4	112,2	111,7	111,2	5,9
0:26	110	110,6	112,8	112,9	111,1	109,0	107,6	113,6	108,3	111,6	112,2	111,0	5,9
0:28	110	110,2	112,5	112,1	110,8	108,8	106,9	112,9	107,8	111,3	111,0	110,4	6,0
0:30	110	110,2	112,0	112,6	111,0	108,8	107,1	113,2	107,8	111,1	111,4	110,5	6,1
0:32	110	110,7	112,5	112,6	111,5	109,1	107,5	113,7	108,1	111,6	111,8	110,9	6,2
0:34	110	111,0	113,2	113,1	111,4	109,0	107,3	113,2	108,4	111,4	111,8	111,0	5,9
0:36	110	110,5	112,6	112,6	111,1	109,4	107,4	113,9	108,2	111,7	111,7	110,9	6,5
0:38	110	110,6	112,8	112,6	111,3	109,3	107,1	113,5	108,2	111,1	111,4	110,8	6,4
0:40	110	110,9	112,8	112,8	111,4	109,4	107,3	113,7	108,2	110,9	111,2	110,8	6,4
0:42	110	110,7	112,7	112,7	111,6	109,5	107,4	113,9	108,3	111,0	111,4	110,9	6,4
0:44	110	110,3	112,2	112,4	111,0	109,3	107,2	113,3	108,1	111,2	110,8	110,6	6,2
0:46	110	110,4	112,5	112,8	111,3	109,2	107,2	113,0	108,1	110,6	111,2	110,6	5,8
0:48	110	111,0	113,0	113,1	111,7	109,3	107,4	113,0	108,3	111,0	111,8	111,0	5,7
0:50	110	111,0	113,3	113,0	112,1	109,7	107,7	113,5	108,6	111,9	112,2	111,3	5,8
0:52	110	111,2	113,1	113,5	111,9	109,6	107,8	113,3	108,6	112,0	112,0	111,3	5,7
0:54	110	111,3	113,4	113,3	111,7	109,9	107,6	113,3	108,6	111,5	111,6	111,2	5,9
0:56	110	111,4	113,6	113,4	112,1	110,0	107,9	114,1	108,8	111,5	112,3	111,5	6,2
0:58	110	111,5	113,3	113,6	112,2	110,2	108,1	113,8	109,0	111,5	112,4	111,6	5,8
1:00	110	111,4	113,6	113,6	112,3	110,2	108,0	113,5	108,9	110,6	111,9	111,4	5,6
T. PROM	110,0	110,8	112,9	112,8	111,5	109,2	107,5	113,7	108,3	111,6	111,7	111,0	6,2
T. MAX	110,0	111,5	113,6	113,6	112,3	110,2	108,1	114,8	109,0	112,6	112,5	111,6	7,2
T. MIN	110,0	110,1	112,0	112,1	110,8	108,4	106,9	112,9	107,7	110,6	110,5	110,4	5,6
DTT	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	1,2	2,0	1,3	2,0	2,0	1,1	1,6

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

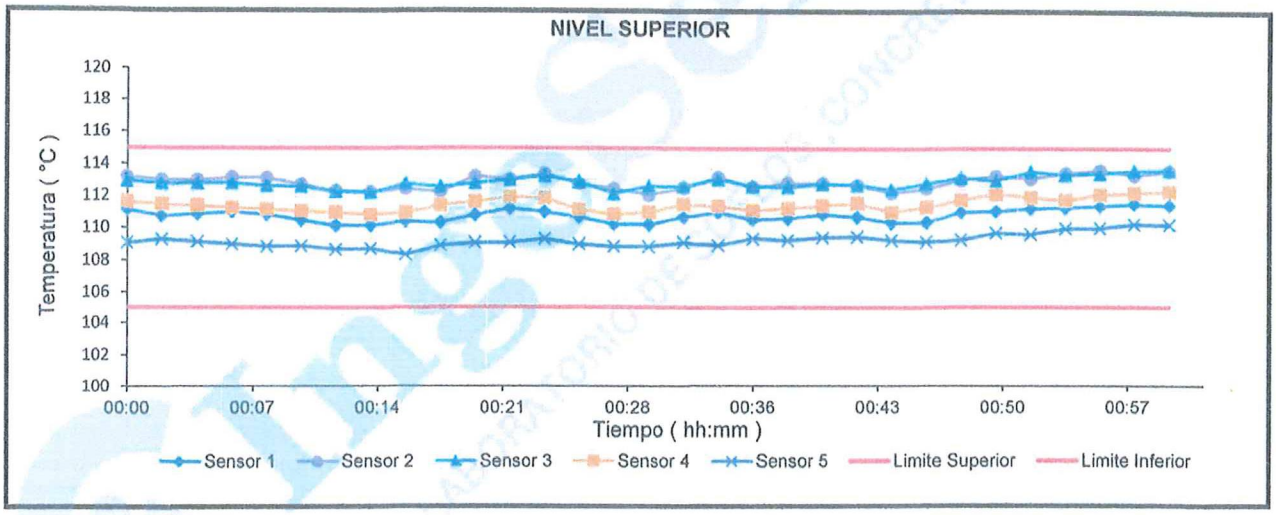
Jr. Condesa de Lemos N°117 (01) 262 9636 informes@testcontrol.com.pe
(51) 988 901 065 www.testcontrol.com.pe

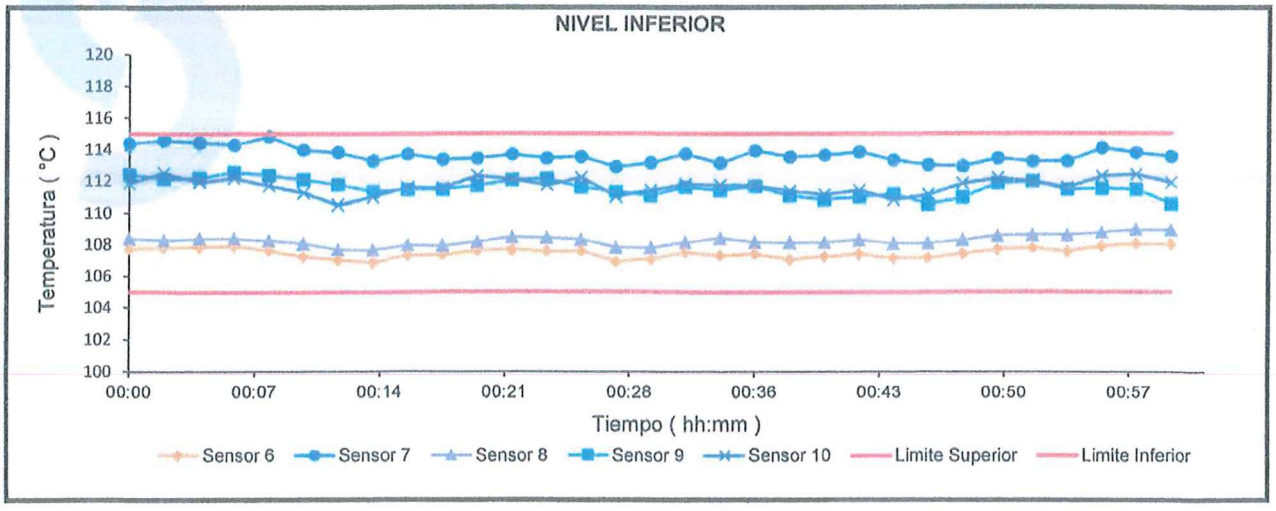
Certificado de Calibración
TC - 01824 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,8	0,5
Mínima Temperatura Medida	106,9	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	6,2	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,02	0,04
Uniformidad Medida	7,2	0,3

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





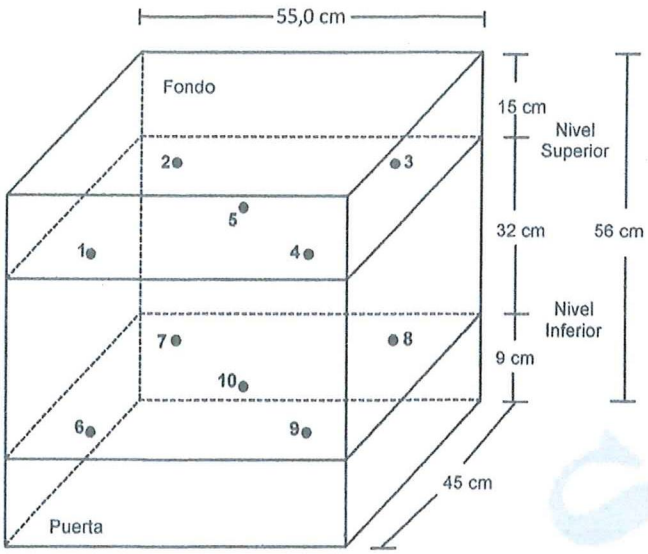
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los limites especificados de temperatura.

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

Jr. Condesa de Lemos N 117 (01) 202 0536 informes@testcontrol.com.pe
(51) 988 901 065 www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 01824 - 2021

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 41 cm por encima de la base.
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 9 cm por encima de la base.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su **"desviación de temperatura en el tiempo"** DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a ± ½ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

(51) 988 901 065 www.testcontrol.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 01828 - 2021

PROFORMA : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-09

SOLICITANTE : **INGESERVICIOS S.A.C.**
Dirección : AV. COLLPA MZA. -- LOTE. 08 SEC. PAGO OLANIQUE TACNA - TACNA - CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	:	**BALANZA**
Tipo	:	ELECTRÓNICA
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	PAJ3102
N° de Serie	:	B810512379
Capacidad Máxima	:	3100 g
Resolución	:	0,01 g
División de Verificación	:	0,01 g
Clase de Exactitud	:	I
Capacidad Mínima	:	1 g
Procedencia	:	CHINA
N° de Parte	:	No Indica
Identificación	:	No Indica
Ubicación	:	LABORATORIO
Variación de ΔT Local	:	3 °C
Fecha de Calibración	:	2021-04-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima
(01) 262 9536
(51) 988 901 065
informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

Certificado de Calibración
TC - 01828 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,0 °C	28,2 °C
Humedad Relativa	51 %	51 %

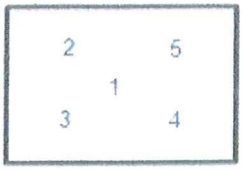
Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 550,000	1 550,00	7	-2
2		1 550,00	7	-2
3		1 550,00	7	-2
4		1 549,99	3	-8
5		1 550,00	7	-2
6		1 550,00	8	-3
7		1 550,00	7	-2
8		1 549,99	3	-8
9		1 550,00	7	-2
10		1 550,00	7	-2
| Emáx - Emín | (mg)		6		
error máximo permitido (±mg)		20		

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	3 100,000	3 100,00	7	-2
2		3 100,00	6	-1
3		3 100,00	7	-2
4		3 100,00	7	-2
5		3 099,99	3	-8
6		3 099,99	3	-8
7		3 100,00	7	-2
8		3 100,00	7	-2
9		3 099,99	3	-8
10		3 100,00	7	-2
| Emáx - Emín | (mg)		7		
error máximo permitido (±mg)		30		

Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima
(01) 262 9536
(51) 988 901 065
informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

Certificado de Calibración
TC - 01828 - 2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,2 °C
Humedad Relativa	51 %	51 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,100	0,10	7	-2	1 030,000	1 030,00	7	-2	0	20
2		0,10	7	-2		1 030,00	6	-1	1	
3		0,10	6	-1		1 029,99	3	-8	-7	
4		0,10	7	-2		1 030,00	7	-2	0	
5		0,10	7	-2		1 030,00	7	-2	0	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,5 °C
Humedad Relativa	51 %	50 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	6	-1						
1,000	1,00	6	-1	0	1,00	6	-1	0	10
310,000	310,00	6	-1	0	310,00	6	-1	0	10
620,000	620,00	6	-1	0	620,00	6	-1	0	20
1 000,002	1 000,00	7	-4	-3	1 000,00	7	-4	-3	20
1 200,002	1 200,00	7	-4	-3	1 200,00	6	-3	-2	20
1 500,002	1 500,00	6	-3	-2	1 500,00	6	-3	-2	20
2 000,005	2 000,00	7	-7	-5	2 000,00	7	-7	-5	20
2 200,005	2 200,00	7	-7	-6	2 200,00	6	-6	-5	30
2 500,005	2 500,00	7	-7	-6	2 500,00	6	-6	-5	30
3 100,006	3 100,00	6	-7	-6	3 100,00	6	-7	-6	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida : $R_{corregida} = R + 2{,}19 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre Expandida : $U_R = 2 \times \sqrt{2{,}57 \times 10^{-5}\ g^2 + 7{,}94 \times 10^{-11} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 3 099,87 g para una carga de valor nominal 3100 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima
(01) 262 9536
(51) 988 901 065
informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 133 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

1. Expediente	**210403**
2. Solicitante	**INGESERVICIOS S.A.C.**
3. Dirección	Av. Collpa Mza. Lote. 08 Sec. Pago Olanique, Crl. Greg. Albarracin Lanchipa - Tacna - TACNA
4. Instrumento de Medición	**VERNIER** (PIE DE REY)
Alcance de indicación	0 mm a 300 mm
División de Escala / Resolución	0,01 mm
Marca	INSIZE
Modelo	1108-300W
Número de Serie	2806171746
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Tipo de indicación	DIGITAL
Ubicación	**ALMACEN DE TÉCNICAS CP**
5. Fecha de Calibración	2021-07-01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-07-03	Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.07.03 10:25:20 -05'00'	METROLOGIA & TECNICAS S.A.C. LABORATORIO PERU

"INGESERVICIOS SAC. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento o recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 133 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Quinta Edición.

7. Lugar de calibración

ALMACEN DE TÉCNICAS CP
Av. Santa Ana Mz. H Lt. 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	mínima	máxima
Temperatura	19,0 °C	19,0 °C
Humedad Relativa	77 %	77 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento o recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 133 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

11. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN PROMEDIO DEL PIE DE REY		MAXIMO ERROR ENCONTRADO (± µm)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS (± µm)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)		
50,00	50,00	50,00	3	20
100,00	100,00	100,00	3	20
150,00	150,01	150,00	10	20
200,00	200,01	200,01	7	20
250,00	250,01	250,01	13	30
300,00	300,02	300,02	20	30

INCERTIDUMBRE DE MEDICION : *10,4 µm ; para k=2*

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandidad de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin de documento

"INGESERVICIOS SAC. Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 229 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

1. Expediente	**210572**
2. Solicitante	**INGESERVICIOS S.A.C.**
3. Dirección	Av. Collpa Mza. -- lote 08 Sec. Pago Olanique - Crl. Greg. Albarracin Lanchipa - Tacna - TACNA
4. Equipo	**PRENSA DE CONCRETO**
Capacidad	2000 kN
Marca	UTEST
Modelo	UTC-4722
Número de Serie	19/002540
Procedencia	TURQUÍA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	UTEST
Modelo	BC100
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,1 kN
5. Fecha de Calibración	2021-09-23

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-09-27	Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.09.30 18:03:07 -05'00'	METROLOGIA & TECNICAS S.A.C. LABORATORIO PERU

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 229 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "*Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.*" - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de ± 2,0 °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 229 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	101,5	101,7	101,7	101,7
20	200,0	201,7	202,0	201,0	201,6
30	300,0	301,8	302,1	302,2	302,1
40	400,0	402,1	403,9	403,5	403,1
50	500,0	504,4	504,7	504,5	504,5
60	600,0	606,6	606,9	607,1	606,9
70	700,0	706,5	707,1	706,8	706,8
80	800,0	803,0	803,9	803,5	803,5
90	900,0	896,3	897,3	896,9	896,8
100	1000,0	989,4	989,8	990,1	989,7
Retorno a Cero		0,1	0,0	0,2	

Indicación del Equipo	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resol. Relativa	U (k=2)
F (kN)	q (%)	b (%)	v (%)	a (%)	(%)
100,0	-1,63	0,19	---	0,10	0,53
200,0	-0,80	0,49	---	0,05	0,53
300,0	-0,69	0,13	---	0,03	0,53
400,0	-0,78	0,44	---	0,03	0,53
500,0	-0,90	0,06	---	0,02	0,53
600,0	-1,13	0,10	---	0,02	0,53
700,0	-0,96	0,08	---	0,01	0,53
800,0	-0,44	0,11	---	0,01	0,53
900,0	0,35	0,11	---	0,01	0,53
1000,0	1,04	0,07	---	0,01	0,53

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,01 %

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

"INGESERVICIOS SAC" Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial del material protegido por estos derechos de propiedad intelectual, o su uso en cualquier forma, o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, transmisión o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información, sin el permiso por escrito de INGESERVICIOS SAC.

SIERRA METALS
CORONA

Memorándum Técnico

Para:	Bach. Juan Diego Villanueva	**Fecha:**	03 de mayo, 2022
Compañía:	Sociedad Minera Corona	**De:**	Dpto. Geomecánica y Geotecnia
Asunto:	Ensayo de Carga Puntual		

1 Introducción

Como apoyo para la solicitud del ensayo de carga puntual para el Bach. Juan Diego Villanueva Arotinco, el equipo de Geomecánica y Geotecnia de Mina Yauricocha está desarrollando un conjunto de Ensayo de Carga Puntual en el laboratorio con el objetivo de obtener la resistencia uniaxial mediante el ensayo de Carga Puntual de las muestras de la roca ignimbrita proporcionado por el Bach. Juan Diego Villanueva, con fines de investigación. A la fecha de este memorándum,el departamento de Geomecánica y Geotecnia de la mina Yauricocha ha recibido muestras de 05 diferentes lugares aportados por el tesista, Tacna – Perú, con el objetivo principal obtener las propiedades mecánicas de roca intacta.

2 Objetivos

La campaña de laboratorio que está realizando Minera Corona tiene por objetivos:

- Obtener las la resistencia a la carga puntual en MPa del espécimen ensayado;
- Comparar la resistencia a la Carga Puntual de las muestras del Grupo A y B para tener mayor enfoque del estudio e investigación de la formación Huaylillas.
- Describir las muestras diferenciándolos del lugar de muestreo, grupo al que pertenece, su litología y características físicas de las rocas intactas.

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

3 Muestras Enviadas al laboratorio de Geomecánica – SMCSA

GRUPO A: El primer despacho de muestras se realizó durante los meses de Abril y Mayo de 2022. El Bach. Juan Diego Villanueva Arotinco envió bloques de roca ignimbrita de diferentes lugares de la región de Tacna al equipo de geomecánica de Sociedad Minera Corona, de los cuales se desarrolló el siguiente ensayo:

- 20 Ensayos de Carga Puntual (GRUPO A)

Tabla 1, muestra un resumen de las unidades ensayadas y el valor de Resistencia en MPa.

Nro.	Fecha	Grupo	Código	Ubicación	sc (MPa)	Litología
01	13/04/2022	A	RO-01	TROCHA TARAPACÁ	48.24	Ignimbrita
02	14/04/2022	A	RO-02	TROCHA TARAPACÁ	23.99	Ignimbrita
03	15/04/2022	A	RO-03	TROCHA TARAPACÁ	78.51	Ignimbrita
04	16/04/2022	A	RO-04	TROCHA TARAPACÁ	132.40	Ignimbrita
05	17/04/2022	A	RO-05	TROCHA TARAPACÁ	85.52	Ignimbrita
06	18/04/2022	A	RO-06	TROCHA TARAPACÁ	24.69	Ignimbrita
07	19/04/2022	A	TM-01	TROCHA MAGOLLO	47.89	Ignimbrita
08	20/04/2022	A	TM-02	TROCHA MAGOLLO	78.22	Ignimbrita
09	21/04/2022	A	TP-01	CARRETERA PANAMERICANA	18.55	Ignimbrita
10	22/04/2022	A	TP-02	CARRETERA PANAMERICANA	67.68	Ignimbrita
11	23/04/2022	A	TT-01	CARRETERA TARATA	21.41	Ignimbrita
12	24/04/2022	A	TT-02	CARRETERA TARATA	56.31	Ignimbrita
13	25/04/2022	A	TC-01	CARAMOLLE I	61.91	Ignimbrita
14	26/04/2022	A	TC-02	CARAMOLLE I	109.90	Ignimbrita
15	27/04/2022	A	TC-03	CARAMOLLE I	101.61	Ignimbrita
16	28/04/2022	A	TC-04	CARAMOLLE I	64.53	Ignimbrita
17	29/04/2022	A	TC-05	CARAMOLLE II	60.69	Ignimbrita
18	30/04/2022	A	TC-06	CARAMOLLE II	87.88	Ignimbrita
19	01/05/2022	A	TC-07	CARAMOLLE II	119.24	Ignimbrita
20	02/05/2022	A	TC-08	CARAMOLLE II	32.32	Ignimbrita

Fuente: Dpto de Geomecánica y Geotecnia – SMCSA.

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

GRUPO B: El primer despacho de muestras se realizó durante el mes de Mayo de 2022. El Bach. Juan Diego Villanueva Arotinco envió bloques de roca ignimbrita de diferentes lugares de la región de Tacna al equipo de geomecánica de Sociedad Minera Corona, de los cuales se desarrolló el siguiente ensayo:

- 20 Ensayos de Carga Puntual (GRUPO B)

Tabla 2, muestra un resumen de las unidades ensayadas y el valor de Resistencia en MPa.

Nro.	Fecha	Grupo	Código	Ubicación	sc (MPa)	Litologia
21	03/05/2022	B	RO-01	TROCHA TARAPACÁ	49.67	Ignimbrita
22	04/05/2022	B	RO-02	TROCHA TARAPACÁ	24.49	Ignimbrita
23	05/05/2022	B	RO-03	TROCHA TARAPACÁ	81.88	Ignimbrita
24	06/05/2022	B	RO-04	TROCHA TARAPACÁ	128.12	Ignimbrita
25	07/05/2022	B	RO-05	TROCHA TARAPACÁ	83.67	Ignimbrita
26	08/05/2022	B	RO-06	TROCHA TARAPACÁ	24.32	Ignimbrita
27	09/05/2022	B	TM-01	TROCHA MAGOLLO	47.84	Ignimbrita
28	10/05/2022	B	TM-02	TROCHA MAGOLLO	53.59	Ignimbrita
29	11/05/2022	B	TP-01	CARRETERA PANAMERICANA	15.26	Ignimbrita
30	12/05/2022	B	TP-02	CARRETERA PANAMERICANA	65.60	Ignimbrita
31	13/05/2022	B	TT-01	CARRETERA TARATA	21.21	Ignimbrita
32	14/05/2022	B	TT-02	CARRETERA TARATA	58.81	Ignimbrita
33	15/05/2022	B	TC-01	CARAMOLLE I	82.04	Ignimbrita
34	16/05/2022	B	TC-02	CARAMOLLE I	109.33	Ignimbrita
35	17/05/2022	B	TC-03	CARAMOLLE I	94.70	Ignimbrita
36	18/05/2022	B	TC-04	CARAMOLLE I	55.61	Ignimbrita
37	19/05/2022	B	TC-05	CARAMOLLE II	59.78	Ignimbrita
38	20/05/2022	B	TC-06	CARAMOLLE II	90.55	Ignimbrita
39	21/05/2022	B	TC-07	CARAMOLLE II	119.45	Ignimbrita
40	22/05/2022	B	TC-08	CARAMOLLE II	27.72	Ignimbrita

Fuente: Dpto de Geomecánica y Geotecnia – SMCSA.

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Tabla 3, Resumen de muestras ensayadas por carga puntual.

Ítem	Código	Resistencia en Carga Puntual (Mpa)		Promedio de la Resistencia en Carga Puntual (Mpa)
		Grupo A	Grupo B	
1	TC-01	61.91	82.04	71.97
2	TC-02	109.90	109.33	109.62
3	TC-03	101.61	94.70	98.15
4	TC-04	64.53	55.61	60.07
5	TC-05	60.69	59.78	60.23
6	TC-06	87.88	90.55	89.21
7	TC-07	119.24	119.45	119.35
8	TC-08	32.32	27.72	30.02
9	TT-01	21.41	21.21	21.31
10	TT-02	56.31	58.81	57.56
11	TP-01	18.55	15.26	16.90
12	TP-02	67.68	65.60	66.64
13	TM-01	47.89	47.84	47.86
14	TM-02	78.22	53.59	65.91
15	RO-01	48.24	49.67	48.96
16	RO-02	23.99	24.49	24.24
17	RO-03	78.51	81.88	80.19
18	RO-04	132.40	128.12	130.26
19	RO-05	85.52	83.67	84.59
20	RO-06	24.69	24.32	24.50

Fuente: Dpto de Geomecánica y Geotecnia – SMCSA.

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Tabla 4, Muestras sometidas al ensayo de carga puntual.

Nro.	Fecha	Grupo	Código	Ubicación	Carga (KN)	Carga (Kgf)	H (mm) alto	W (mm) ancho	De	De2	Is	F.C.	Is(50)	sc (MPa)	Litología	Observaciones
01	13/04/2022	A	RO-01	TROCHA TARAPACÁ	11.6	1178.80	52.0	114.7	87.1	7592.1	1.52	1.32	2.01	48.24	Ignimbrita	Fractura diagonal
02	14/04/2022	A	RO-02	TROCHA TARAPACÁ	6.3	639.36	62.0	108.0	92.3	8525.8	0.74	1.36	1.00	23.99	Ignimbrita	Fractura diagonal
03	15/04/2022	A	RO-03	TROCHA TARAPACÁ	20.3	2072.07	59.0	112.0	91.7	8413.8	2.42	1.35	3.27	78.51	Ignimbrita	Fractura mínimo esquinado
04	16/04/2022	A	RO-04	TROCHA TARAPACÁ	34.8	3548.63	61.5	109.7	92.7	8587.6	4.05	1.36	5.52	132.40	Ignimbrita	Fractura en 3 partes
05	17/04/2022	A	RO-05	TROCHA TARAPACÁ	21.7	2208.71	60.0	107.0	90.4	8174.4	2.65	1.34	3.56	85.52	Ignimbrita	Fractura en 2 partes
06	18/04/2022	A	RO-06	TROCHA TARAPACÁ	6.4	654.66	58.5	113.7	92.0	8466.6	0.76	1.36	1.03	24.69	Ignimbrita	Fractura diagonal
07	19/04/2022	A	TM-01	TROCHA MAGOLLO	12.0	1227.74	64.0	99.3	90.0	8094.6	1.49	1.34	2.00	47.89	Ignimbrita	Fractura diagonal
08	20/04/2022	A	TM-02	TROCHA MAGOLLO	15.6	1593.82	60.0	78.0	77.2	5958.9	2.62	1.24	3.26	78.22	Ignimbrita	Fractura diagonal
09	21/04/2022	A	TP-01	CARRETERA PANAMERICANA	4.4	443.58	53.0	109.3	85.9	7378.2	0.59	1.31	0.77	18.55	Ignimbrita	Fractura en una esquina
10	22/04/2022	A	TP-02	CARRETERA PANAMERICANA	17.6	1818.16	61.5	110.0	92.8	8613.7	2.07	1.36	2.82	67.68	Ignimbrita	Fractura en 3 partes
11	23/04/2022	A	TT-01	CARRETERA TARATA	5.0	510.88	52.5	110.0	85.8	7353.1	0.66	1.31	0.89	21.41	Ignimbrita	Fractura mínimo esquinado
12	24/04/2022	A	TT-02	CARRETERA TARATA	12.9	1314.42	55.0	102.0	84.5	7143.0	1.80	1.30	2.35	56.31	Ignimbrita	Fractura en una esquina
13	25/04/2022	A	TC-01	CARAMOLLE I	15.1	1539.78	55.0	111.0	88.2	7773.3	1.94	1.33	2.58	61.91	Ignimbrita	Fractura en 3 partes
14	26/04/2022	A	TC-02	CARAMOLLE I	25.5	2597.23	52.0	109.7	85.2	7261.0	3.51	1.31	4.58	109.90	Ignimbrita	Fractura mínimo esquinado
15	27/04/2022	A	TC-03	CARAMOLLE I	23.0	2346.38	53.0	104.3	83.9	7040.8	3.27	1.30	4.23	101.61	Ignimbrita	Interrupción por motivos de fluido eléctrico
16	28/04/2022	A	TC-04	CARAMOLLE I	16.6	1693.75	60.0	109.3	91.4	8352.7	1.99	1.35	2.69	64.53	Ignimbrita	Fractura en 2 partes
17	29/04/2022	A	TC-05	CARAMOLLE II	17.2	1750.86	62.0	120.0	97.3	9473.1	1.81	1.40	2.53	60.69	Ignimbrita	Fractura en una esquina
18	30/04/2022	A	TC-06	CARAMOLLE II	22.9	2333.12	60.0	111.0	92.1	8480.0	2.70	1.36	3.66	87.88	Ignimbrita	Fractura en 2 partes
19	01/05/2022	A	TC-07	CARAMOLLE II	29.3	2985.74	56.0	110.0	88.6	7843.3	3.73	1.33	4.97	119.24	Ignimbrita	Fractura en una esquina
20	02/05/2022	A	TC-08	CARAMOLLE II	8.3	848.41	60.0	109.3	91.4	8352.7	1.00	1.35	1.35	32.32	Ignimbrita	Fractura en 3 partes
21	03/05/2022	B	RO-01	TROCHA TARAPACÁ	11.3	1152.28	50.5	110.2	84.2	7083.7	1.60	1.30	2.07	49.67	Ignimbrita	Fracturamiento por la arista intermedia
22	04/05/2022	B	RO-02	TROCHA TARAPACÁ	6.3	644.46	61.5	107.0	91.5	8378.8	0.75	1.35	1.02	24.49	Ignimbrita	Se fractura por la arista menor
23	05/05/2022	B	RO-03	TROCHA TARAPACÁ	21.0	2143.45	58.8	111.2	91.2	8322.9	2.53	1.35	3.41	81.88	Ignimbrita	Se fractura por la arista mayor
24	06/05/2022	B	RO-04	TROCHA TARAPACÁ	33.5	3418.10	61.5	109.0	92.4	8535.4	3.93	1.36	5.34	128.12	Ignimbrita	Fractura irregular, roca porosa
25	07/05/2022	B	RO-05	TROCHA TARAPACÁ	21.9	2230.13	60.5	110.7	92.3	8525.0	2.57	1.36	3.49	83.67	Ignimbrita	Se fractura por la arista mayor
26	08/05/2022	B	RO-06	TROCHA TARAPACÁ	6.3	643.44	58.5	113.3	91.9	8441.8	0.75	1.36	1.01	24.32	Ignimbrita	Se fractura por la arista mayor
27	09/05/2022	B	TM-01	TROCHA MAGOLLO	12.7	1290.97	61.5	110.7	93.1	8665.9	1.46	1.36	1.99	47.84	Ignimbrita	Roca blanquesina con textura rugosa
28	10/05/2022	B	TM-02	TROCHA MAGOLLO	13.7	1392.94	58.5	110.7	90.8	8243.2	1.66	1.35	2.23	53.59	Ignimbrita	Beige
29	11/05/2022	B	TP-01	CARRETERA PANAMERICANA	3.9	395.65	58.5	110.3	90.7	8218.3	0.47	1.35	0.64	15.26	Ignimbrita	Rosado
30	12/05/2022	B	TP-02	CARRETERA PANAMERICANA	17.0	1735.56	61.0	108.7	91.9	8440.1	2.02	1.36	2.73	65.60	Ignimbrita	Se fractura por la arista menor
31	13/05/2022	B	TT-01	CARRETERA TARATA	5.3	538.41	56.0	112.0	89.4	7986.0	0.66	1.34	0.88	21.21	Ignimbrita	-
4	14/05/2022	B	TT-02	CARRETERA TARATA	12.8	1307.28	49.9	105.3	81.8	6692.5	1.92	1.28	2.45	58.81	Ignimbrita	Se fractura por la arista menor
33	15/05/2022	B	TC-01	CARAMOLLE I	18.4	1876.28	51.5	106.0	83.4	6950.8	2.65	1.29	3.42	82.04	Ignimbrita	Rosado
34	16/05/2022	B	TC-02	CARAMOLLE I	26.1	2657.39	53.5	110.7	86.8	7538.6	3.46	1.32	4.56	109.33	Ignimbrita	Roca blanquesina
35	17/05/2022	B	TC-03	CARAMOLLE I	22.4	2281.11	54.0	108.3	86.3	7448.6	3.00	1.31	3.95	94.70	Ignimbrita	Fractura irregular, roca porosa
36	18/05/2022	B	TC-04	CARAMOLLE I	14.2	1452.08	60.5	107.7	91.1	8293.9	1.72	1.35	2.32	55.61	Ignimbrita	Matriz beige
37	19/05/2022	B	TC-05	CARAMOLLE II	16.5	1682.54	60.0	120.0	95.7	9167.5	1.80	1.38	2.49	59.78	Ignimbrita	Fractura irregular, roca porosa
38	20/05/2022	B	TC-06	CARAMOLLE II	24.1	2454.47	61.5	111.3	93.4	8718.1	2.76	1.37	3.77	90.55	Ignimbrita	-
39	21/05/2022	B	TC-07	CARAMOLLE II	30.0	3057.12	60.4	105.0	89.9	8075.1	3.71	1.34	4.98	119.45	Ignimbrita	Alta resistencia a la carga puntual
40	22/05/2022	B	TC-08	CARAMOLLE II	8.0	817.82	61.0	125.7	98.8	9760.5	0.82	1.41	1.16	27.72	Ignimbrita	-

Fuente: Dpto. Geomecánica y Geotecnia – SMCSA.

4 Conclusiones

- Esta campaña de laboratorio cumple con los estándares internacionales ASTM de ensayos de roca y suelos. El laboratorio del Departamento de Geomecánica cumple con todas las medidas de seguridad y normas para llevar a cabo los ensayos.
- Se concluye que las muestras son de diferentes lugares de la región de Tacna, estos tienen valores variables de resistencia a la Carga Puntual pero además también difieren sus valores a pesar de ser del mismo lugar de muestreo.
- Según las rocas intactas muestreadas que pertenecen tanto al grupo A y B, se ha podido constatar que el equipo de Carga Puntual está correctamente calibrado, por lo tanto, los datos del ensayo son exactos.
- Los ensayos de laboratorio han permitido establecer un análisis estadístico de las rocas intactas ensayadas, además es de gran información para la caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas.

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

ANEXOS
PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Medición de las dimensiones de las muestras según codificación.

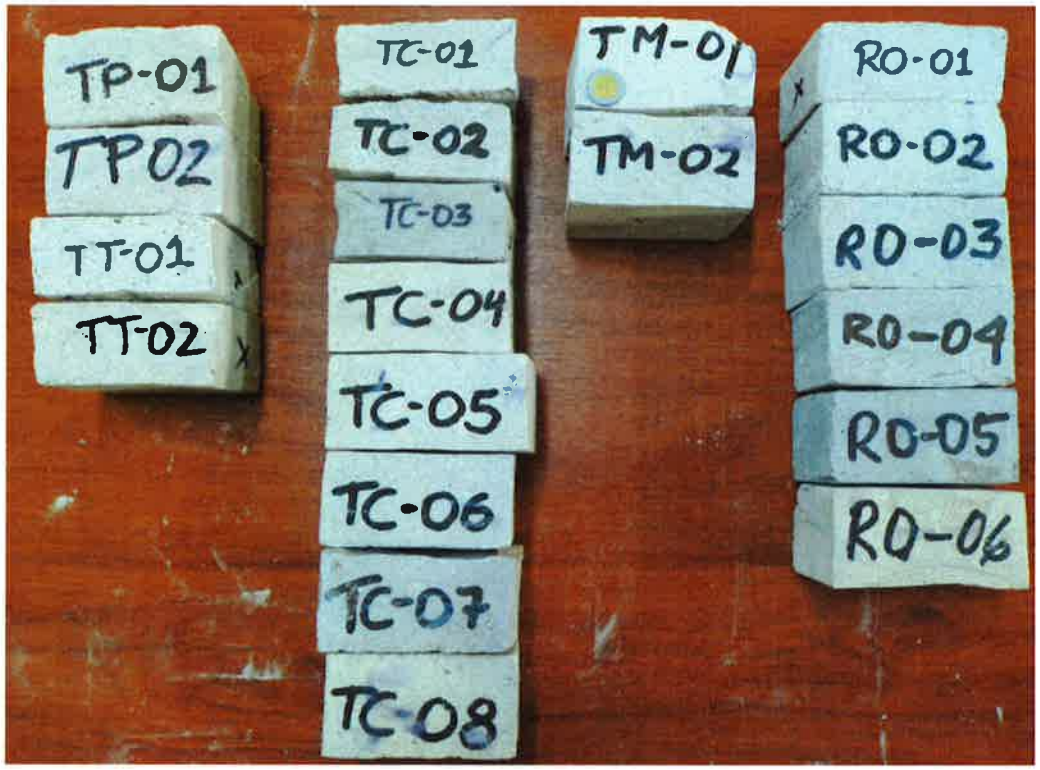


Fotografía 2. Medición de las dimensiones de las muestras según codificación.



Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Fotografía 3. Muestras codificadas según la ubicación del lugar muestreado (GRUPO A).



Fotografía 4. Muestras codificadas según la ubicación del lugar muestreado (GRUPO B).



Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Fotografía 5. Ensayo de Carga Puntual.



Fotografía 6. Muestra de ignimbrita instalada en el equipo de Carga Puntual.

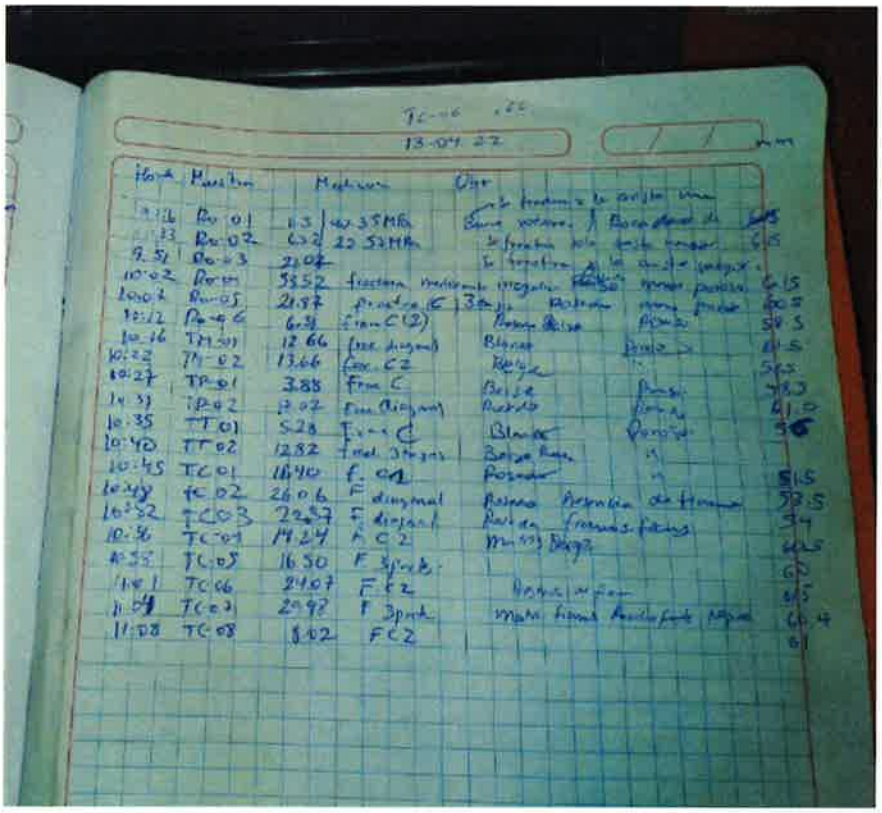


Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Fotografía 7. Muestras ensayadas sometidas a Carga Puntual.

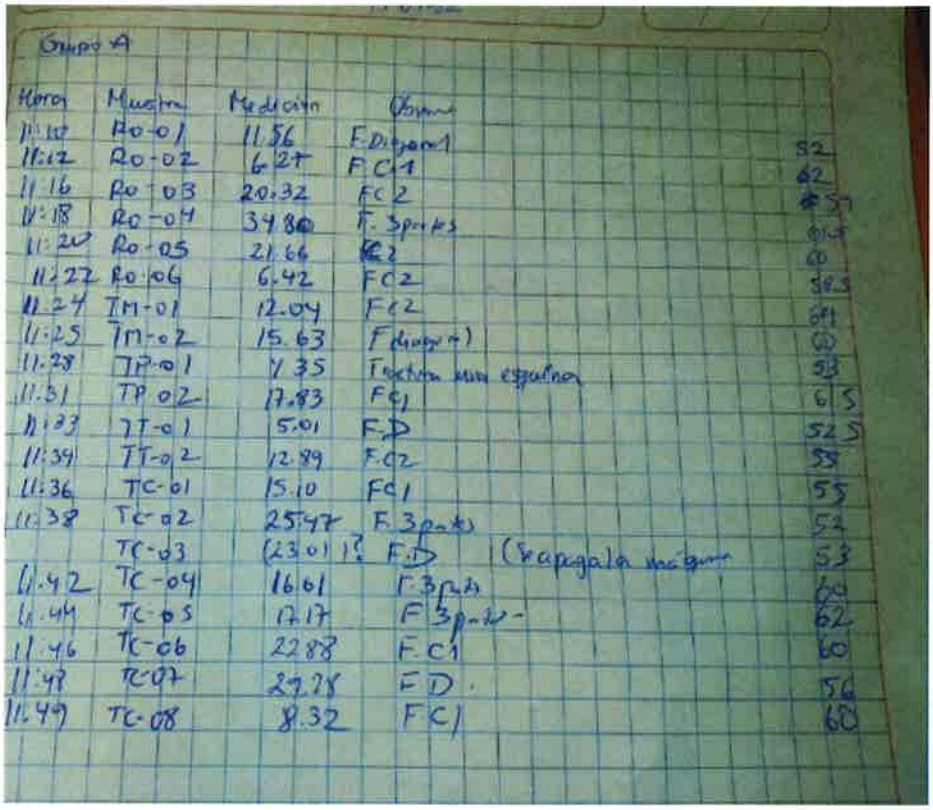


Fotografía 8. Registro de las muestras ensayadas.



Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

Fotografía 9. Registro de las muestras ensayadas.



Grupo A

Hora	Muestra	Medición	Observ.	
11:10	RO-01	11.56	F.Diagonal	52
11:12	RO-02	6.27	F.C1	62
11:16	RO-03	20.32	FC2	57
11:18	RO-04	34.80	F. 3puntos	64
11:20	RO-05	21.66	FC2	60
11:22	RO-06	6.42	FC2	58.3
11:24	TM-01	12.04	FC2	61
11:25	TM-02	15.63	F.Diagonal	60
11:28	TP-01	11.35	Fractura una esquina	58
11:31	TP-02	17.83	FC1	65
11:33	TT-01	5.01	F.D	52.5
11:34	TT-02	12.89	F.C2	55
11:36	TC-01	15.10	FC1	55
11:38	TC-02	25.47	F. 3puntos	54
	TC-03	(23.01)?	F.D (Rapagala imágen	53
11.42	TC-04	16.61	F.3puntos	60
11.44	TC-05	17.17	F.3puntos	62
11.46	TC-06	22.88	F.C1	60
11:48	TC-07	29.28	F.D.	56
11.49	TC-08	8.32	FC1	60

Ing. Roberto Carlos Torres Julca
Jefe de Geomecánica
Sociedad Minera Corona - Sierra Metals
CIP 119621

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

INFORME

Del : **Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**
A : **FABRICCEM S.R.L.**
Obra : **SOCIEDAD MINERA CORONA S.A.**
Ubicación : **UNIDAD YAURICOCHA**
Asunto : **Calibración de GATA HIDRÁULICA**
Expediente N° : **21-1726**
Recibo N° : **75310**
Fecha de emisión : **16/08/2021**

1.0. DEL ENSAYO : Calibración de una Gata Hidraulica de 20 t.

2.0. PROCEDIMIENTO : Alcance de las Normas ASTM E4; ISO 7500-1.
Equipo; Máquina de ensayo uniaxial, ELE INTERNATIONAL
Certificado de calibración CMC-0026-2021

Fecha de ensayo: 16/08/2021

3.0. EQUIPO A CALIBRAR :

EQUIPO	Bomba Hidraulica	Manómetro	Cilindro Hidraulico
MARCA	ENERPAC	ENERPAC	ENERPAC
MODELO	P-392	GF-813P	C4619K
SERIE	---	SCV09082021	---
ESCALA	---	---	RCH-202
CAPACIDAD	10000 PSI 700 BAR	10000 PSI 700 BAR	20 t

4.0. RESULTADOS :

Lectura del Dial Patrón (kg)	Lectura Manómetro (t)
0	0
2137	2
3947	4
5807	6
7633	8
9463	10
11250	12
13210	14
14940	16
16865	18

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA REVISADO Y APROBADO Ing. M. Tejada Silva

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA LABORATORIO

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : A.S.V. -L.O.R

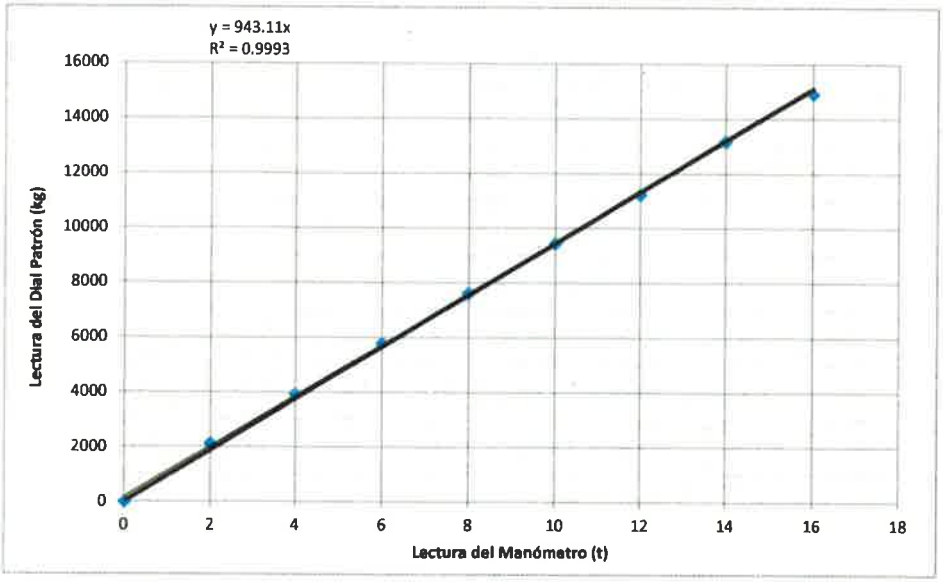
Ing. Rafael Cachay Huaman
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Se prohibe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
2) La información e identificación del equipo ha sido proporcionada por el cliente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

EXPEDIENTE Nº: 21-1726

GRÁFICO DE CALIBRACIÓN DE GATA HIDRÁULICA



Ecuación de la curva de ajuste: y = 943.11x

Donde: y= Lectura del Dial Patrón (kg)
x = Lectura del Manómetro (t)

5.0. OBSERVACIONES :

1) El ajuste lineal es válido en el rango verificado y su empleo es opcional.
2) El equipo fue proporcionado e identificado por el solicitante.
3) Los resultados son válidos en el momento de la calibración.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : A.S.V. -L.O.R

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES JEFATURA

Ing. Rafael Cachay Huamán
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
1) Se prohibe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
2) La información e identificación del equipo ha sido proporcionada por el cliente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA REVISADO Y APROBADO Ing. M. Tejada Silva

ANEXO 03

3.1 ESTACIONES GEOMECANICAS

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA -1 CARAMOLLE	E-1	20	20	85°	160	INSPECTOR:		FECHA (Día Mes Año)	29 10 21

HOJA No. 1 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO								RUGOSIDAD																METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación																																																		
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta	Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	68	223	R-4		43						0.46					x						x		sc	15					x				x													x					x					1
2	J	71	45	R-4		44						0.5					x						x		sc	14					x				x													x					x					1
3	J	87	218	R-4		24							1.19				x	x					x		sc	15					x				x													x					x					1
4	J	78	223	R-4		19							2.4						x				x		sc	4					x				x													x					x					2
5	J	75	224	R-4	12								2.4						x				x		sc	4					x				x													x					x					2
6	J	86	147	R-4		25							2.1					x					x		sc	4					x				x													x					x					1
7	J	74	155	R-4		58							1.5						x				x		sc	3					x				x													x					x					1
8	J	89	143	R-4									1.71				x							x	sc	20					x				x													x					x					1
9	J	85	13	R-4		60									10		x							x	sc	35					x				x													x					x					1
12	J	84	158	R-4											10		x							x	sc	60					x				x													x					x					1
12	J	20	300	R-4	15								1				x						x		sc	5					x				x													x					x					1
13	J	19	273	R-4		33							1				x						x		sc	5					x				x													x					x					1
14	J	21	278	R-4		25							1				x							x	sc	8					x				x													x					x					1
15	J	8	65	R-4		30							1				x						x		sc	5					x				x													x					x					1
16	J	6	68	R-4			80						1				x						x		sc	5					x				x													x					x					1
17	J	20	45	R-4									1				x						x		sc	5					x				x													x					x					1
18	J	87	175	R-4						3,000					12		x	x					x		sc	5				x				x													x					x					1
20	J	88	282	R-4	6								1.6				x	x					x		sc	2				x				x													x					x					1
21	J	54	337	R-4		25						0.8					x	x					x		sc	1				x				x													x					x					1
22	J	84	240	R-4	10							1					x	x					x		sc	1				x				x													x					x					1
23	J	87	250	R-4			80						1.5				x	x							-	-				x				x													x					x					1
24	J	76	64	R-4			70						2				x		x						-	-				x				x													x					x					1
25	J	24	51	R-4		50						0.5					x		x						-	-				x				x													x					x					1
26	J	86	175	R-4						2,500					19		x	x					x		sc	4				x				x													x					x					1
27	J	85	70	R-4					1,200				2				x								-	-				x				x													x					x					1
28	J	88	168	R-4					1,500				1.2				x						x		sc	2				x				x													x					x					1
30	J	87	22	R-4					1,500				1.4				x								-	-				x				x													x					x					1
31	J	63	221	R-4		35						0.9					x								-	-				x				x													x					x					1
32	J	38	70	R-4		50							1.8				x								-	-				x				x													x					x					1
33	J	86	69	R-4		60						0.6					x						x		sc	3				x				x													x					x					1
34	J	80	68	R-4		50						0.5					x						x		sc	1				x				x													x					x					1
35	J	85	283	R-4					2,000					8			x		x				x		sc	2																																
36	J	83	172	R-4					2,000					7			x		x				x		sc	3																																
37	J	87	54	R-4		30						0.8					x								-	-																																
38	J	77	60	R-4			100					1					x								-	-																																
40	J	84	221	R-4		40							3				x								-	-																																
41	J	28	220	R-4		30						1					x								-	-																																
42	J	30	230	R-4		80			1,000				2				x		x				x		sc	5																																
43	J	84	173	R-4										5			x						x		sc	2																																

TIPO DE DISCONTINUIDAD E=Estratificación J=Juntas Fn=Falla normal Fi= Falla inversa Es=Esquistocidad C=Contacto

RELLENO C= Limpio A=Arcilla S= Arena L=Limo M=Milonita B=Brecha C=Calcita O=Óxidos F=Feldespatos Q=Cuarzo

Fuente:Elaborado con base en Wyllie y Mah 2004 y De Vallejo 2004.

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA -1 CARAMOLLE	E-2	20	20	85°	120	INSPECTOR:		FECHA	Día 29 / Mes 10 / Año 21

HOJA No. 2 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD																METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación									Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Resistencia						TIPO					JRC																															
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta			Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	79	5	R-2									4				x			x					-	-			x					x				x																			1		
2	J	80	4	R-2									1				x			x					-	-			x					x				x																			1		
3	J	85	51	R-2			150					0.5					x			x					-	-			x					x				x																			1		
4	J	78	133	R-2				300				0.8					x			x					-	-			x					x				x																			1		
5	J	76	145	R-2			150					0.5					x			x					-	-			x					x				x																			1		
6	J	74	148	R-2			100					0.4					x			x					-	-			x						x			x																			1		
7	J	70	142	R-2			150						1.2				x			x					-	-			x					x				x																			1		
8	J	24	264	R-2		50						0.3					x			x					-	-			x					x				x																			1		
9	J	28	240	R-2		60						0.4					x			x					-	-			x					x				x																			1		
10	J	27	250	R-2			80					0.3					x			x					-	-			x					x				x																			1		
11	J	20	248	R-2		50						0.3					x			x					-	-			x						x			x																			1		
12	J	74	257	R-2			100					0.3					x			x					-	-			x					x				x																			ondulada		
13	J	68	262	R-2			150					0.5					x			x					-	-			x					x				x																			1		
14	J	72	245	R-2			200					0.4					x			x					-	-			x					x				x																			1		
15	J	36	230	R-2			100					0.5					x			x					-	-			x					x				x																			1		
16	J	77	8	R-2			150						1				x			x					-	-			x					x				x																			1		
17	J	66	175	R-2			100					0.3					x			x					sc	20			x					x				x																			1		
18	J	85	8	R-2			200					0.2					x			x					sc	10			x					x				x																			1		

TIPO DE DISCONTINUIDAD E=Estratificación J=Juntas Fn=Falla normal Fi= Falla inversa Es=Esquistocidad C=Contacto

RELLENO C= Limpio A=Arcilla S= Arena L=Limo M=Milonita B=Brecha C=Calcita O=Óxidos F=Feldespatos Q=Cuarzo

Fuente:Elaborado con base en Wyllie y Mah 2004 y De Vallejo 2004.

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA -1 CARAMOLLE	E-4	20	20	85°	180	INSPECTOR:		FECHA: Día 29 / Mes 10 / Año 21	HOJA No. 3 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD																METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación																																																		
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta	Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	51	354	R-4						2500			3				x						x		SC	3			x					x																		

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACION (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA -1 CARAMOLLE	E-5	20	20	85°	170	INSPECTOR:		FECHA: Día 29 Mes 10 Año 21	HOJA No. 4 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | | | | | | | | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA				EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.				
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACION (°)	DIRECCIÓN (°)	INSPECTOR:		FECHA	Día	Mes	Año
ZONA -1 CARAMOLLE	E-6	20	3	70	110				29	10	21

HOJA No. 5 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD															METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación																	TIPO					JRC																																		
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta	Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	81	245	R-4		20							2.0					x				x		SC	4					x			x																		x					1		
2	J	84	266	R-4		30							2.0					x				x		SC	4					x			x																		x					1		
3	J	77	110	R-4									2.0					x				x		SC	4					x			x																		x					1		
4	J	84	149	R-4			72							4.0				x				x		SC	4					x			x																		x					1		
5	J	80	340	R-4			64						2.0					x				x		SC	5					x			x																		x					1		
6	J	80	346	R-4			66						2.0					x				x		SC	5					x			x																		x					1		
7	J	84	350	R-4	11								1.5					x				x		SC	5					x			x																		x					1		
8	J	81	353	R-4			80						1.5					x				x		SC	5					x			x																		x					1		
9	J	81	341	R-4			70						1.0					x				x		SC	5					x			x																		x					1		
10	J	86	144	R-4		34							1.0					x				x		SC	3					x			x																		x					1		
11	J	85	142	R-4			125						1.0				x					x		SC	4					x			x																		x					1		
12	J	83	150	R-4			80						2.0					x				x		SC	2					x			x																		x					1		
13	J	87	130	R-4			61						4.0					x				x		SC	3					x			x																		x					1		
14	J	84	320	R-4	8								2.0					x				x		SC	2					x			x																		x					1		
15	J	84	323	R-4		30							1.0					x				x		SC	2					x			x																		x					1		
16	J	89	142	R-4		22							1.0					x			x			SC	1					x			x																		x					1		
17	J	87	146	R-4		50								4.0			x						x	SC	15					x			x																		x					1		
18	J	71	339	R-4			60						2.0					x				x		SC	2					x			x																		x					1		
19	J	84	128	R-4			70						1.5					x				x		SC	2					x			x																		x					1		

| | | |

| | | |

| | | |

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA -1 CARAMOLLE	E-7	20	3	70	100	INSPECTOR:		FECHA	Día 29 / Mes 10 / Año 21

HOJA No. 6 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO		RESISTENCIA						RUGOSIDAD																		METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación														TIPO					JRC																	

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO	E-8	20	3	72	234	INSPECTOR:		FECHA (Día / Mes / Año)	30 / 10 / 21

HOJA No. 7 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO		RUGOSIDAD																			METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación												Resistencia						TIPO					JRC																									
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta	Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6																	I	II	III	IV	V								
1	J	86	30	R-1				400					2.0				x		x					x		10		x						x																		x				x			1	
2	J	76	18	R-1				200					2.0				x		x				x			5		x						x																		x				x			1	
3	J	87	161	R-1			150					0.5							x				x			5		x						x																		x				x			1	
4	J	71	174	R-1			100					0.4							x				x			2		x						x																		x				x			1	
5	J	68	248	R-1				200				0.6							x					x		5		x						x																		x				x			1	
6	J	53	246	R-1				400				0.5							x					x		10		x						x																		x				x			1	
7	J	77	33	R-1				300					1.5				x		x				x			2		x						x																		x				x			1	
8	J	57	356	R-1				200				0.8							x					x		6		x						x																		x				x			1	
9	J	68	346	R-1				300				0.7							x				x			2		x						x																		x				x			1	
10	J	86	236	R-1			150					1.0					x		x				x			4		x						x																		x				x			1	
11	J	76	248	R-1				400				0.8							x					x		6		x						x																		x				x			1	
12	J	84	56	R-1				500					2.2				x		x				x			2		x						x																		x				x			1	
13	J	75	227	R-1			160					0.8					x		x					x		10		x						x																		x				x			1	
14	J	83	25	R-1			100						1.5				x		x				x			4		x						x																		x				x			1	
15	J	78	118	R-1			150						1.8				x		x				x			5		x						x																		x				x			1	
16	J	66	125	R-1				200					2.2				x		x				x			5		x						x																		x				x			1	
17	J	84	128	R-1			100					0.5							x			x				1		x						x																		x				x			1	
18	J	85	10	R-1			180						2.0				x		x				x			5		x						x																		x				x			1	
19	J	87	6	R-1				400					1.2				x		x				x			5		x						x																		x				x			1	
20	J	88	221	R-1			100					0.8							x			x				1		x						x																		x				x			1	
21	J	85	212	R-1				500				0.9					x		x				x			2		x						x																		x				x			1	
22	J	38	81	R-1				200				0.4							x			x				1		x						x																		x				x			1	
23	J	85	66	R-1			100					1.0					J					x				1		x						x																						x			1	
24	J	74	346	R-1			100					0.5					F/J					x				1		x						x																						x			1	
25	J	78	338	R-1		50						0.6					F					x				1		x						x																						x			1	
26	J	52	98	R-1			200					0.4					J						x			5		x						x																						x			1	
27	J	68	228	R-1			200						2.5				J						x			2		x						x																						x			1	
28	J	84	65	R-1			150						1.2				F/J						x			5		x						x																						x			1	
29	J	76	74	R-1					800			0.8					J						x			2		x						x																						x			1	
30	J	76	350	R-1			150					0.2					J					x				1		x						x																						x			1	

TIPO DE DISCONTINUIDAD Estratificación J=Juntas Fn=Falla normal Fi= Falla inversa Es=Esquistocidad C=Contacto

RELLENO C= Limpio A=Arcilla S= Arena L=Limo M=Milonita B=Brecha C=Calcita O=Óxidos F=Feldespatos Q=Cuarzo

Fuente:Elaborado con base en Wyllie y Mah 2004 y De Vallejo 2004.

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO	E-9	20	5	75	230	INSPECTOR:		FECHA (Día / Mes / Año)	30 / 10 / 21

HOJA No. 8 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA								ABERTURA (mm.)					RELLENO								RUGOSIDAD																		METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación																	

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA			
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)
ZONA 3 - CARRETERA TARATA	E-10 A	20	4	75	50

EJECUTOR: JUAN VILLANUEVA A.
INSPECTOR:

FECHA Día 7 Mes 8 Año 2022

HOJA No. 9 **DE** 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD														METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación										Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Resistencia						TIPO					JRC																																			
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta			Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	54	70	R1					1350					X					X				X		S	3		X							X												X			X		X				1
2	J	74	32	R1					950					X					X				X		H	3		X								X												X			X		X				1
3	J	85	49	R1						3600				X					X			X			S	1		X								X												X			X		X				1
4	J	74	40	R1						5350				X					X					X	H	6		X							X													X			X		X				1
5	J	57	61	R1						4790			X						X				X		H	4		X							X												X					X				1
6	J	85	49	R1							9460		X						X			X			H	1		X							X													X			X		X				1
7	J	72	68	R1			200							X			X							X	H	6		X							X													X			X		X				1
8	J	60	231	R1			200					X							X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
9	J	52	283	R1						2500				X					X			X			H	1		X								X												X			X		X				1
10	J	37	246	R1					1000					X					X				X		H	2		X								X													X			X		X				1
11	J	77	272	R1					600				X						X				X		S	2		X							X													X			X		X				1
12	J	52	234	R1					1750						X				X			X			H	1		X							X												X					X				1
13	J	48	308	R1					800					X					X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
14	J	42	302	R1					980					X					X				X		S	2		X							X													X			X		X				1
15	J	51	308	R1					1000			X							X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
16	J	39	298	R1					1000					X					X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
17	J	47	307	R1					1000					X					X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
18	J	60	303	R1						2900				X					X			X			H	1		X							X													X			X		X				1
19	J	32	198	R1						1900			X						X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
20	J	58	263	R1						2000				X					X				X		S	4			X							X													X			X		X				1
21	J	58	301	R1				270					X						X			X			H	1		X							X													X			X		X				1
22	J	58	314	R1							6350		X						X				X		S	2		X							X													X			X		X				1
23	J	88	309	R1					650					X					X				X		H	2		X							X													X			X		X				1
24	J	81	139	R1					1100				X						X			X			S	1		X							X													X			X		X				1
25	J	32	279	R1					1200				X						X				X		NaCl	2		X								X													X			X		X				1
26	J	87	137	R1					700					X					X			X			NaCl	1		X							X													X			X		X				1
27	J	42	310	R1					1100					X					X			X			NaCl	1		X							X													X			X		X				1
28	J	45	290	R1					950					X			X					X			NaCl	1		X							X													X			X		X				1
29	J	74	316	R1					800					X					X				X		NaCl	2		X							X													X			X		X				1
30	J	83	136	R1				450					X						X				X		NaCl	2		X							X													X			X		X				1
31	J	81	140	R1				600						X					X				X		NaCl	4		X							X													X			X		X				1
32	J	61	143	R1				200						X			X						X		NaCl	4		X								X												X			X		X				1
33	J	74	309	R1			150						X						X			X			NaCl	1		X								X												X			X		X				1

TIPO DE DISCONTINUIDAD E=Estratificación Fn=Falla normal Es=Esquistocidad
J=Juntas Fi= Falla inversa C=Contacto

RELLENO C= Limpio S= Arena M=Milonita C=Calcita F=Feldespatos
A=Arcilla L=Limo B=Brecha O=Óxidos Q=Cuarzo H=halita

Fuente:Elaborado con base en Wyllie y Mah 2004 y De Vallejo 2004.

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA			
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)
ZONA 3 - CARRETERA TARATA	E-10 B	20	4	74	53

EJECUTOR: JUAN VILLANUEVA A.

INSPECTOR:

FECHA	Día	Mes	Año
	7	8	2022

HOJA No. 10 **DE** 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | | | | | | | | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA				EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		Día	Mes	Año			
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)									
ZONA 3 - CARRETERA TARATA	E - 10 C	20	5	73	51	INSPECTOR:		FECHA	7	8	2022	HOJA No.	11	DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | | | | | | | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACION (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 3 - CARRETERA TARATA	E - 11	20 m	3	70	200	INSPECTOR:	K. Ramos	FECHA	Día 7 / Mes 8 / Año 22

HOJA No. 12 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA								ABERTURA (mm.)					RELLENO						RUGOSIDAD																METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación										Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Resistencia						TIPO					JRC															

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 3 - CARRETERA TARATA	E - 12	20 m	3	75	190	INSPECTOR:		FECHA	Día 7 / Mes 8 / Año 22

HOJA No. 13 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX. | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACION (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO	E - 13	20	4	69	239	INSPECTOR:		FECHA (Día Mes Año)	8 / 8 / 2022

HOJA No. 14 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA								ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD															METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación										Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Resistencia						TIPO					JRC																																			
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta			Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	69	29	R2									X						X					X	Sulf	10					X			X																	X					X					1		
2	J	70	66	R2				450					X					X						X	Sulf	2					X			X																		X				X					1		
3	J	64	190	R2				370				X						X						X	Sulf	2					X			X																		X				X					1		
4	J	36	358	R2				400						X					X					X	Sulf	2			X					X																		X				X					1		
5	J	85	255	R2			90						X						X					X	Sulf	6			X					X																		X				X					1		
6	J	81	8	R2		60							X						X				X		Propio	4			X					X																		X				X					1		
7	J	69	204	R2				310					X						X					X	Propio	9			X					X																			X				X					1		
8	J	65	275	R2				460						X			X							X	Propio	20			X						X																		X				X					1		
9	J	71	355	R2					700					X			X							X	Propio	6			X					X																			X				X					1		
10	J	82	255	R2				270						X			X							X	Sulf	11					X			X																			X				X					1		
11	J	72	159	R2				300					X						X				X		Propio	2			X						X																		X				X					1		
12	J	75	34	R2				330						X					X					X	Sulf	14					X				X																		X				X					1		
13	J	10	130	R2			200					X							X				X		Propio	2			X					X																			X				X					1		
14	J	63	165	R2				400						X			X							X	Propio	22			X					X																			X				X					1		
15	J	81	30	R2			120							X					X			X			-	-			-					-																			X				-					1		
16	J	81	30	R2				340						X			X							X	Sulf	7			X					X																			X				X					1		
17	J	83	259	R2				300						X			X							X	Sulf	11			X						X																			X				X					1		
18	J	83	250	R2			120							X			X							X	Propio	7			X					X																			X				X					1		
19	J	10	330	R2										X			X							X	Propio	6			X					X																			X				X					1		
20	J	84	236	R2			120							X					X					X	Propio	12			X					X																			X				X					1		
21	J	85	242	R2					900					X					X					X	Propio	14			X					X																			X				X					1		
22	J	80	65	R2					850					X			X							X	Sulf	6					X			X																			X				X					1		

| | | |

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA							
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		
ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO	E - 14	20	5	60	230	INSPECTOR:		FECHA (Día / Mes / Año)	8 / 8 / 2022

HOJA No. 15 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX. | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | | | | | | | | | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---

| | | |

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA								
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACION (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.			
ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA	E - 15	20	4	80	50	INSPECTOR:		FECHA	Día 8 / Mes 8 / Año 2022	HOJA No. 16 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX.	ESPACIADO (mm.)						PERSISTENCIA							ABERTURA (mm.)					RELLENO								RUGOSIDAD														METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
											Extensión (m.)					Terminación															TIPO					JRC																						
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta	Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	87	230	R2					1400					X			X						X	Propio	5						X																	X					X					1		
2	J	87	205	R2						3100				X			X						X	Propio	15					X																				X					X					1		
3	J	80	282	R2				450						X					X					X	Propio	10		X																						X					X					1		
4	J	55	45	R2						3600				X				X					X		Propio	4			X																						X					X					1		
5	J	75	88	R2					900					X					X					X	Propio	35		X																							X					X					1		
6	J	85	192	R2					1400					X			X						X	Sal	35					X				X																X					X					1		
7	J	88	126	R2			150							X			X						X	Sal	10					X				X																X					X					1		
8	J	88	126	R2				310						X			X						X	Propio	5					X																				X					X					1		
9	J	88	126	R2				340						X			X						X	Propio	20					X																				X					X					1		
10	J	58	82	R2					1200					X					X				X	Propio	5					X				X																X					X					1		
11	J	82	65	R2				500						X			X						X	Sal	25					X																				X					X					1		
12	J	88	251	R2				600						X			X						X	Sal	15					X																				X					X					1		
13	J	78	120	R2					1450					X					X				X		Propio	5					X					X																X					X					1		
14	J	68	65	R2						2050				X			X						X	Propio	45					X				X																X					X					1		

TIPO DE DISCONTINUIDAD E=Estratificación Fn=Falla normal Es=Esquistocidad
J=Juntas Fi= Falla inversa C=Contacto

RELLENO C= Limpio S= Arena M=Milonita C=Calcita F=Feldespatos
A=Arcilla L=Limo B=Brecha O=Óxidos Q=Cuarzo

Fuente:Elaborado con base en Wyllie y Mah 2004 y De Vallejo 2004.

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA				EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.		Día	Mes	Año			
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)									
ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA	E - 16	20	4	75	52	INSPECTOR:		FECHA	8	8	2022	HOJA No.	17	DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

| N° | TIPO DISCONT. | ORIENT. DE LA DISCONT. | | RESIST. COMP. UNIAX. | ESPACIADO (mm.) | | | | | | | PERSISTENCIA | | | | | | | | ABERTURA (mm.) | | | | | RELLENO | | RUGOSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | METEORIZACIÓN | | | | | FLUJO DE AGUA | | | | | CALIDAD DE INF. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---

HOJA DE DATOS DE LAS DISCONTINUIDADES

INFORMACION GENERAL

LOCALIZACIÓN	ESTACIÓN / PERFORACIÓN No.	TALUD / LADERA								
		LONGITUD (m.)	ALTURA (m.)	INCLINACIÓN (°)	DIRECCIÓN (°)	EJECUTOR:	JUAN VILLANUEVA A.			
ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA	E-17	20	4	80	255	INSPECTOR:		FECHA	Día 8 / Mes 8 / Año 2022	HOJA No. 18 DE 18

NATURALEZA Y ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

N°	TIPO DISCONT.	ORIENT. DE LA DISCONT.		RESIST. COMP. UNIAX.	ESPACIADO (mm.)							PERSISTENCIA								ABERTURA (mm.)					RELLENO										RUGOSIDAD														METEORIZACIÓN					FLUJO DE AGUA					CALIDAD DE INF.		
												Extensión (m.)					Terminación										Naturaleza del relleno	Ancho (mm.)	Resistencia						TIPO					JRC																																						
		BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DEL BUZAMIENTO (°)	σci (Mpa)	Extrem. Cerrado	Muy cerrado	Cerrado	Moderado	Espaciado	Muy espaciado	Extem. espaciado	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta	Fuera del afloramiento	En roca dentro del afloramiento	En otra discontinuidad	Cerrada	Muy Angosta	Algo abierta	Abierta	Muy abierta			Muy Blanda	Blanda	Consistente	Muy consistente	Duro	Muy Duro	Suave	Lisa	Algo Rugosa	Rugosa	Muy rugosa	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 12	12 - 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	Inalterada	Lig. Meteorizada	Mod. Meteorizada	Alt. Meteorizada	Descompuesta	Seco	Humedo	Mojado	Goteo	Flujo	1= Lec. Real	2= Lec. Aparente	3= Lec. Proyectada
					< 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	600 - 2000	2000 - 6000	> 6000	< 1 m.	1 - 3 m.	3 - 10 m.	10 - 20 m.	> 20 m	x	r	d	0	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5			S1	S2	S3	S4	S5	S6															I	II	III	IV	V								
1	J	5	320	R1								HORIZONTALES																																																			
2	J	5	320	R1		50						HORIZONTALES																																																			
3	J	6	320	R1				370				HORIZONTALES																																																			
4	J	4	321	R1				300				HORIZONTALES																																																			
5	J	5	326	R1								HORIZONTALES																																																			
6	J	6	319	R1								HORIZONTALES																																																			
7	J	71	231	R1										X			X						X	Propio	6			X																															1
8	J	82	106	R1				200						X			X					X		Yeso	1			X																															1
9	J	80	20	R1						2000				X			X					X			4			X																															1
10	J	85	291	R1				300							X					X			X		NaCl	3			X																															1
11	J	7	166	R1								HORIZONTALES																																																			
12	J	7	165	R1				400				HORIZONTALES																																																		
13	J	7	160	R1					1100			HORIZONTALES																																																		
14	J	6	168	R1					670			HORIZONTALES																																																		
15	J	8	170	R1				400				HORIZONTALES																																																		
16	J	74	314	R1				300					X							X			X	Yeso	2			X																															1
17	J	73	314	R1				450				X								X			X	Yeso	3				X																														1
18	J	51	218	R1					1000					X			X						X	Propio	5			X																															1
19	J	79	204	R1					670					X						X			X	Propio	2			X																															1

| | | |

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 1 — COTA : 885 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 01				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250 (15)		100-250 (12)	X	50-100 (7)		25-50 (4)		<25(2) <5(1) <(1)0		7
RQD (%)			90-100 (20)	X	75-90 (17)		50-75 (13)		25-50 (8)		<25 (3)		17
ESPACIAMIENTO (m)			>2 (20)		0.6-2 (15)	X	0.2-0.6 (10)		0.08-0.02 (8)		<0.06 (5)		10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long (6)	X	1 - 3 m Long (4)		3 - 10 m (2)		10 - 20 m (1)		> 20 m (0)		4
	APERTURA		Cerrada (6)		<0.1 mm apertu (6)		0.1 - 1.0 mm (4)	X	1 - 5 mm (1)		> 5 mm (0)		1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa (6)		Rugosa (5)	X	Lig. Rugoso (3)		Lisa (1)		Espejo de falla (0)		3
	RELLENO		Limpia (6)	X	Duro < 5mm (4)		Duro > 5mm (2)		Suave < 5 mm (1)		Suave > 5mm (0)		4
	INTEMPERIZA.		Sana (6)	X	Lig. Intempe. (5)		Mod. Intempe. (3)		Muy. Intempe. (2)		Descompuesta (0)		5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco (15)		Húmedo (10)		Mojado (7)		Goteo (4)		Flujo (0)		15
											VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		

CLASE DE MACIZO ROCOZO						
RMR	100-81	**80-61**	60-41	40-21	20-0	**66**
DESCRPCION	I MUY BUENA	**II BUENA**	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

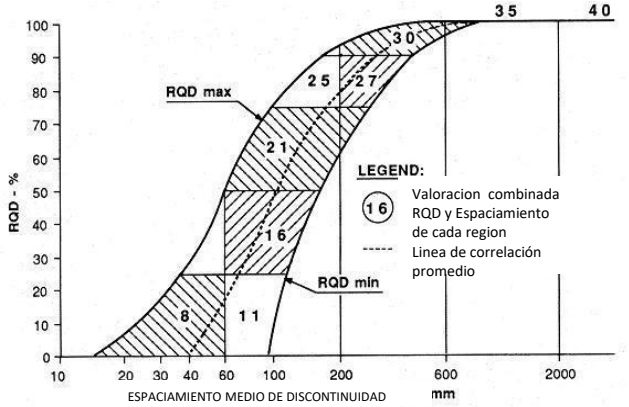
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 2 — COTA : 882 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 0 2				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0	2
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)	X	25-50	(8)		<25 (3)	3
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	X	< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	6
	APERTURA	X	Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)		> 5 mm (0)	6
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)	X	Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	4
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	6
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	55

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	57
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

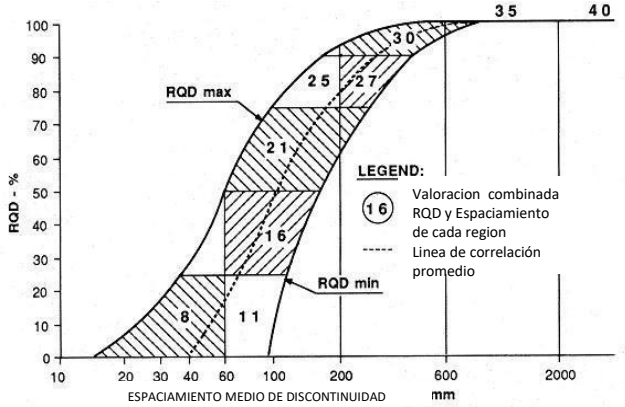
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 3 — COTA : 873 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 03				

TIPO DE ROCA								FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%			- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS
1						

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES									VALORACCION
									VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)		> 250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	X <25(2) <5(1) <(1)0	0
RQD (%)		90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	X <25	(3)	0
ESPACIAMIENTO (m)		>2	(20)	0.6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.08-0.02	(8)	X <0.06	(5)	0
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m long	(6)	1 - 3 m Long	(4)	3 - 10 m	(2)	10 - 20 m	(1)	X > 20 m	(0)	0
	APERTURA	Cerrada	(6)	<0.1 mm apertu	(6)	0.1 - 1.0 mm	(4)	1 - 5 mm	(1)	X > 5 mm	(0)	0
	RUGOSIDAD	Muy Rugosa	(6)	Rugosa	(5)	Lig. Rugoso	(3)	Lisa	(1)	X Espejo de falla	(0)	0
	RELLENO	Limpia	(6)	Duro < 5mm	(4)	Duro > 5mm	(2)	Suave < 5 mm	(1)	X Suave > 5mm	(0)	0
	INTEMPERIZA.	Sana	(6)	Lig. Intempe.	(5)	Mod. Intempe.	(3)	Muy. Intempe.	(2)	X Descompuesta	(0)	0
AGUA SUBTERRANEA		X Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	15

VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)= 15

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA

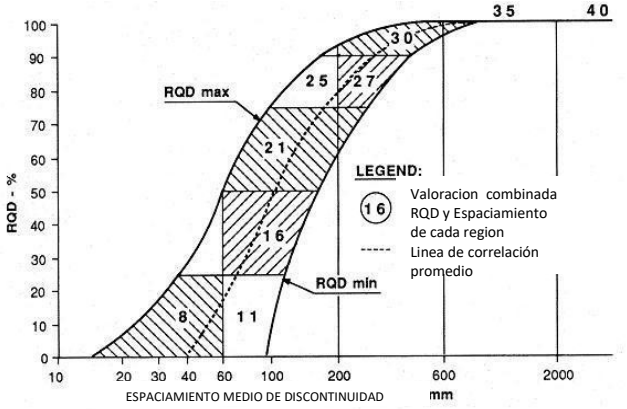
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA		
0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 4 — COTA : 910 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 0 4				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES										VALORACCION
										VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)		> 250	(15)	100-250	(12)	X 50-100	(7)	25-50	(4)	<25(2) <5(1)	<(1)0	7
RQD (%)	X	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)	20
ESPACIAMIENTO (m)	X	>2	(20)	0.6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.08-0.02	(8)	<0.06	(5)	20
CONDICION DE JUNTAS PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	1 - 3 m Long	(4)	X 3 - 10 m	(2)	10 - 20 m	(1)	> 20 m	(0)	2
CONDICION DE JUNTAS APERTURA		Cerrada	(6)	<0.1 mm apertu	(6)	0.1 - 1.0 mm	(4)	1 - 5 mm	(1)	X > 5 mm	(0)	0
CONDICION DE JUNTAS RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	Rugosa	(5)	X Lig. Rugoso	(3)	Lisa	(1)	Espejo de falla	(0)	3
CONDICION DE JUNTAS RELLENO		Limpia	(6)	Duro < 5mm	(4)	X Duro > 5mm	(2)	Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm	(0)	2
CONDICION DE JUNTAS INTEMPERIZA.		Sana	(6)	x Lig. Intempe.	(5)	Mod. Intempe.	(3)	Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta	(0)	5
AGUA SUBTERRANEA	X	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	15
										VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		74

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	74
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

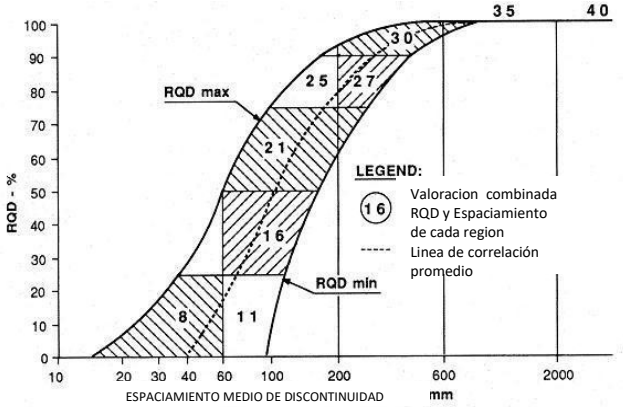
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 5 — COTA : 890 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 0 5				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)	X	50-100	(7)		25-50	(4)		<25(2) <5(1) <(1)0	7
RQD (%)		X	90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25 (3)	20
ESPACIAMIENTO (m)		X	>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	20
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm (0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)	X	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	2
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	x	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	74

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	74
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

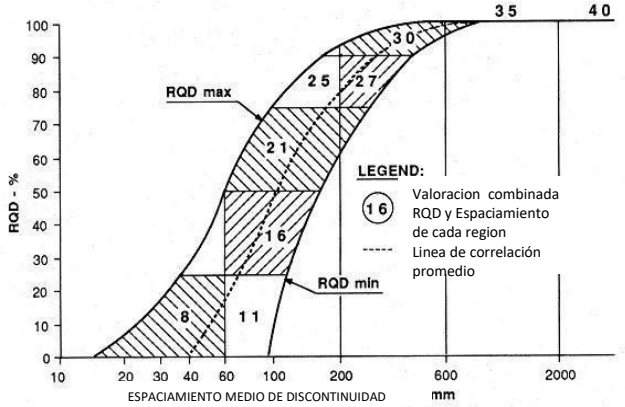
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 6 — COTA : 860 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 06				

TIPO DE ROCA								FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%			- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)	X	50-100	(7)		25-50	(4)		<25(2) <5(1) <(1)0	7
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)	X	50-75	(13)		25-50	(8)		<25 (3)	13
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	X	< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	6
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)	X	Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	1
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)	X	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	4
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	58

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	62
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

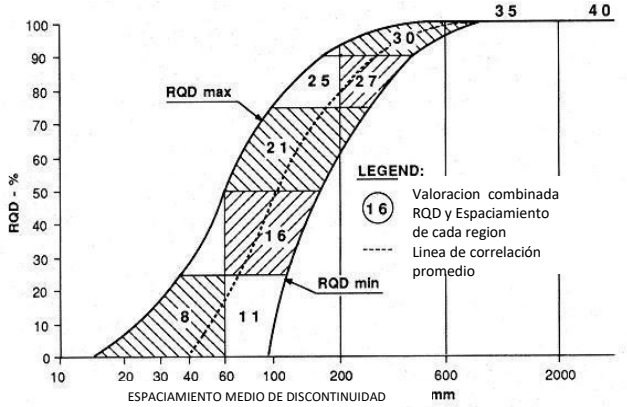
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 1 - CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 7 — COTA : 859 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 07				

TIPO DE ROCA								FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%			- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES				VALOR ESTIMADO	VALORACCION
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250 (15)	100-250 (12)	X 50-100 (7)	25-50 (4)	<25(2) <5(1) <(1)0	7
RQD (%)			90-100 (20)	X 75-90 (17)	50-75 (13)	X 25-50 (8)	<25 (3)	17
ESPACIAMIENTO (m)			>2 (20)	0.6-2 (15)	X 0.2-0.6 (10)	0.08-0.02 (8)	<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long (6)	1 - 3 m Long (4)	X 3 - 10 m (2)	10 - 20 m (1)	> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada (6)	<0.1 mm apertu (6)	X 0.1 - 1.0 mm (4)	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa (6)	Rugosa (5)	Lig. Rugoso (3)	X Lisa (1)	Espejo de falla (0)	1
	RELLENO		Limpia (6)	Duro < 5mm (4)	Duro > 5mm (2)	X Suave < 5 mm (1)	Suave > 5mm (0)	1
	INTEMPERIZA.		Sana (6)	X Lig. Intempe. (5)	Mod. Intempe. (3)	Muy. Intempe. (2)	Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco (15)	Húmedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	15

VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)= 59

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA

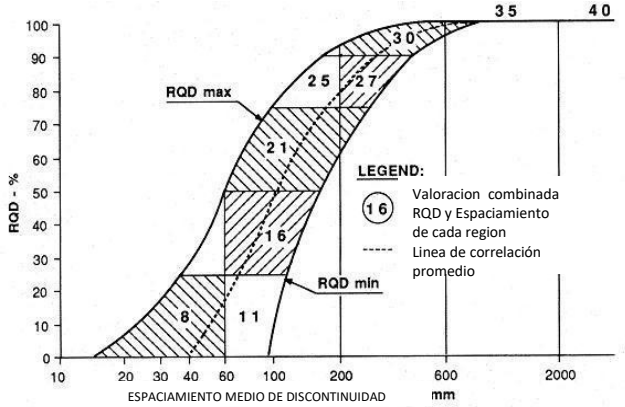
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA		
0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS	
0	1 Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 8 — COTA : 510 msnm — Fecha : 30/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 0 8				

TIPO DE ROCA: A % B % C % — FREC FRACTURA - DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES													VALORACCION
														VALOR ESTIMADO	
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X <25(2) <5(1) <(1)0	1
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)	X <25	(3)	3
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)	<0.06	(5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	X	< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)	> 20 m	(0)	6
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)	> 5 mm	(0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)	Espejo de falla	(0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)	X	Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm	(0)	1
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)		Lig. Intempe.	(5)	X	Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta	(0)	3
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)	Flujo	(0)	15
														VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		43

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	43
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

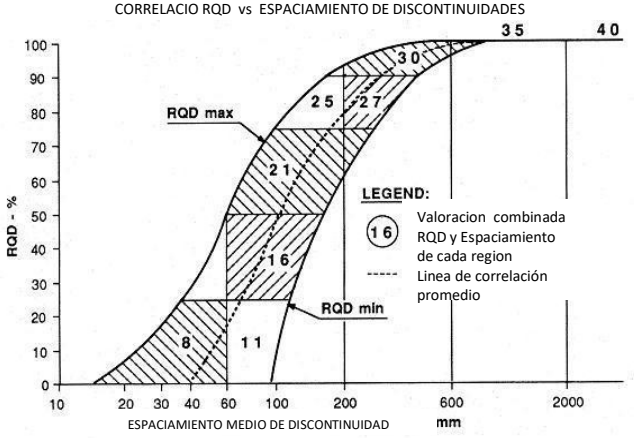
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La ro ca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 9 — COTA : 504 msnm — Fecha : 30/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 09				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0	2
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)	X	50-75	(13)		25-50	(8)		<25 (3)	13
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	X	1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	4
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)	X	Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	1
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	54

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	54
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

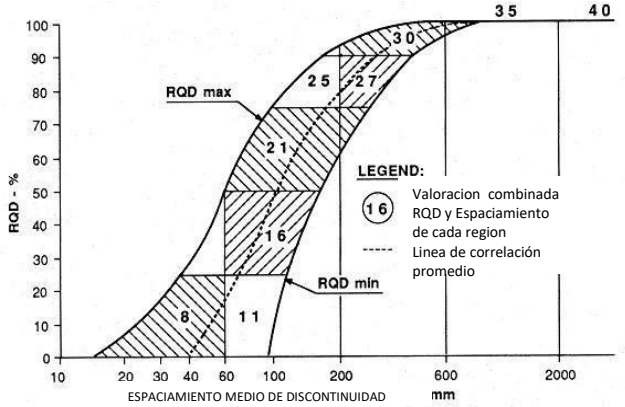
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 3 - CARRETERA TARATA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 10 - A — COTA : 716 msnm — Fecha : 7/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 10				

TIPO DE ROCA						FRECUENCIA FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES										VALORACCION
										VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)		> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50 (4)	X <25(2) <5(1) <(1)0	1
RQD (%)		90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50 (8)	<25 (3)	0
ESPACIAMIENTO (m)		>2	(20)	X	0.6-2	(15)		0.2-0.6	(10)		0.08-0.02 (8)	<0.06 (5)	15
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m (1)	> 20 m (0)	2
	APERTURA	Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD	Muy Rugosa	(6)	X	Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)		Lisa (1)	Espejo de falla (0)	5
	RELLENO	Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)	X	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5mm (0)	1
	INTEMPERIZA.	Sana	(6)		Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)	X	Muy. Intempe. (2)	Descompuesta (0)	2
AGUA SUBTERRANEA		X Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo (4)	Flujo (0)	15
												VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	42

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	42
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

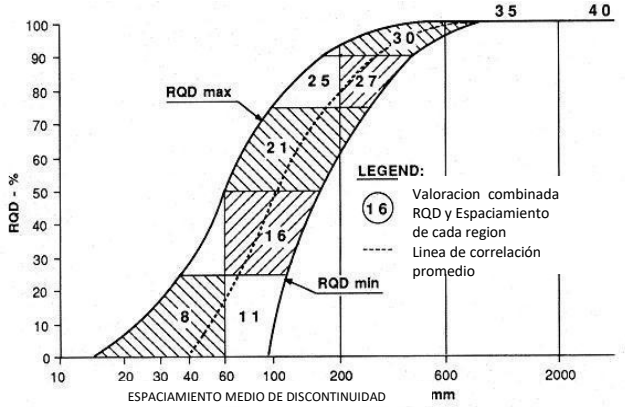
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 3 - CARRETERA TARATA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 10 - B — COTA : 703 msnm — Fecha : 7/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 0 B				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES										VALORACCION
										VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	X <25(2) <5(1) <(1)0	1
RQD (%)		X	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25 (3)	20
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)	0.6-2	(15)	X 0.2-0.6	(10)	0.08-0.02	(8)	<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	1 - 3 m Long	(4)	X 3 - 10 m	(2)	10 - 20 m	(1)	> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada	(6)	<0.1 mm apertu	(6)	0.1 - 1.0 mm	(4)	X 1 - 5 mm	(1)	> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	X Rugosa	(5)	Lig. Rugoso	(3)	Lisa	(1)	Espejo de falla (0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)	Duro < 5mm	(4)	Duro > 5mm	(2)	X Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm (0)	1
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	Lig. Intempe.	(5)	Mod. Intempe.	(3)	X Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta (0)	2
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo (0)	15
											VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	

CLASE DE MACIZO ROCOZO						
RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	**57**
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

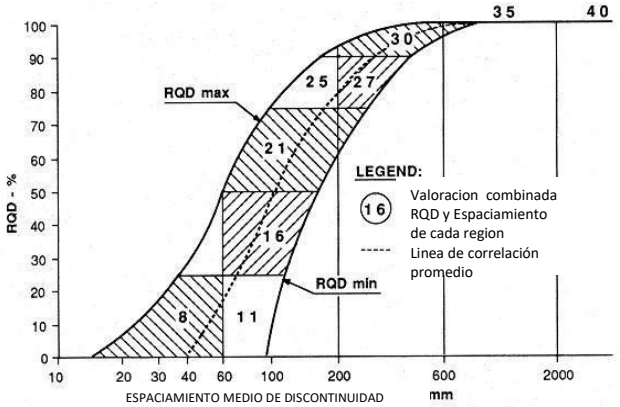
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 3 - CARRETERA TARATA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 10 - C — COTA : 697 msnm — Fecha : 7/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 0 C				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0	2
RQD (%)			90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25	(3)	20
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06	(5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	X	1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	X	Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla	(0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)	X	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm	(0)	2
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta	(0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo	(0)	15

VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	63
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

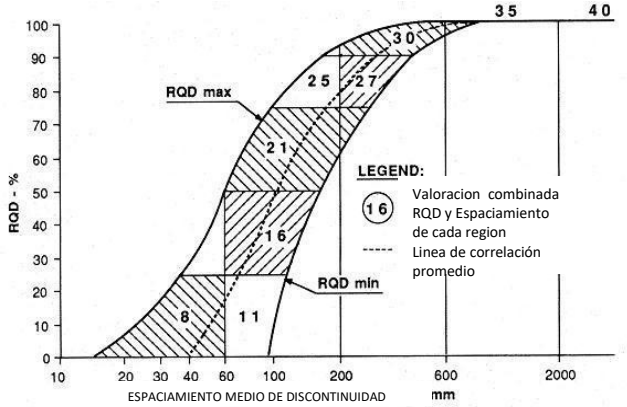
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 3 - CARRETERA TARATA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 11 — COTA : 1138 msnm — Fecha : 7/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 1				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	X	25-50	(4)	<25(2) <5(1) <(1)0	4
RQD (%)		X	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)		25-50	(8)	<25 (3)	20
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)	X 0.6-2	(15)	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)	<0.06 (5)	15
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	X 1 - 3 m Long	(4)	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)	> 20 m (0)	4
	APERTURA		Cerrada	(6)	<0.1 mm apertu	(6)	0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)	> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	X Rugosa	(5)	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)	Espejo de falla (0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)	X Duro < 5mm	(4)	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm (0)	4
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X Lig. Intempe.	(5)	Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)		Goteo	(4)	Flujo (0)	15
												VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	73

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	73
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

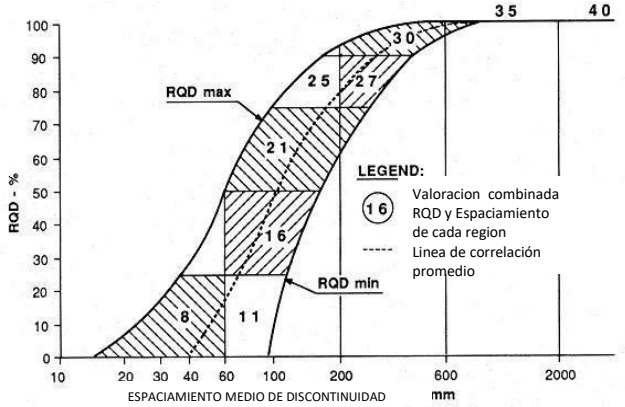
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 3 - CARRETERA TARATA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 12 — COTA : 1138 msnm — Fecha : 7/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 2				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	ORIENTACION BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)	X	50-100	(7)		25-50	(4)		<25(2) <5(1) <(1)0	7
RQD (%)		X	90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25 (3)	20
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)	X	0.6-2	(15)		0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	15
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	X	1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	4
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm (0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	X	Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)	X	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	2
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	67

CLASE DE MACIZO ROCOZO						
RMR	100-81	**80-61**	60-41	40-21	20-0	**73**
DESCRPCION	I MUY BUENA	**II BUENA**	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

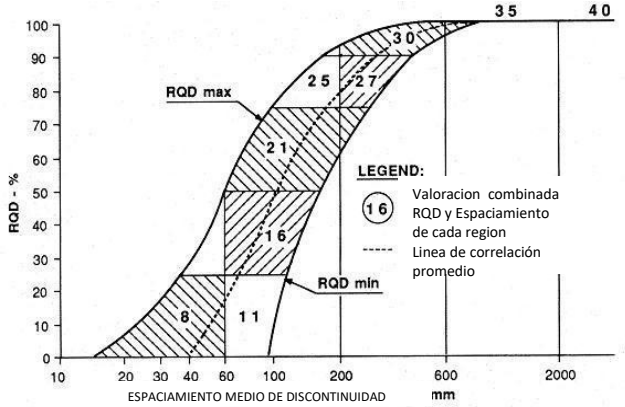
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 13 — COTA : 499 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA: RUMBO AZIMUT DIR BUZ	ORIENTACION DE LA CARA: BUZAMIENTO	TRAMO: DESDE	TRAMO: HASTA
E-13	040	85		

TIPO DE ROCA							FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%		- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION: RUMBO AZIMUT DIR BU	ORIENTACION: BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO: TIPO	RELLENO: ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)		> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X <25(2) <5(1) <(1)0	2
RQD (%)		90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)	<25	(3)	17
ESPACIAMIENTO (m)		>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)	<0.06	(5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	< 1m long	(6)	X	1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)	> 20 m	(0)	4
	APERTURA	Cerrada	(6)		<0.1 mm apertur.	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)	> 5 mm	(0)	1
	RUGOSIDAD	Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)	Espejo de falla	(0)	3
	RELLENO	Limpia	(6)	X	Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)	X	Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm	(0)	4
	INTEMPERIZA.	Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta	(0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)	Flujo	(0)	15

VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)= 61

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	61
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

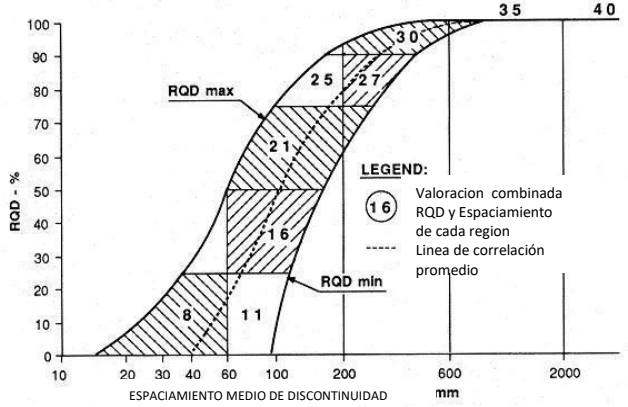
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 2 - TROCHA MAGOLLO — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 14 — COTA : 494 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 14				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION: UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO: TIPO	RELLENO: ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES														VALORACCION
														VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)	X	25-50	(4)	}}	<25(2) <5(1) <(1)0	4
RQD (%)			90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25 (3)	17
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)	X	0.6-2	(15)		0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	15
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm (0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)	X	Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	2
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)		Lig. Intempe.	(5)	X	Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	3
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	61

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	61
DESCRPCION	I MUY BUENA	JUA JUAN JUAN JUA JUAN	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

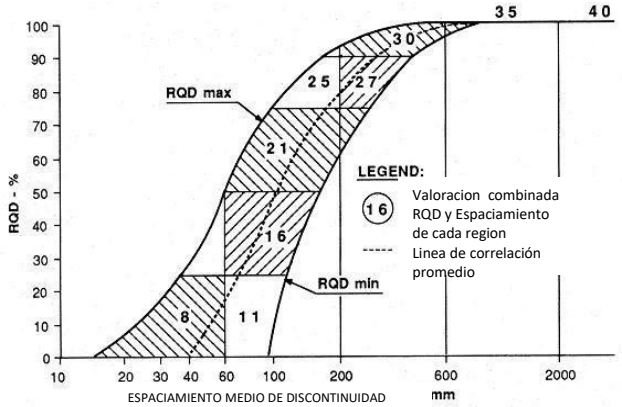
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 15 — COTA : 630 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 5				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250 (15)		100-250 (12)		50-100 (7)		25-50 (4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0		2
RQD (%)		X	90-100 (20)		75-90 (17)		50-75 (13)		25-50 (8)		<25 (3)		20
ESPACIAMIENTO (m)			>2 (20)		0.6-2 (15)	X	0.2-0.6 (10)		0.08-0.02 (8)		<0.06 (5)		10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long (6)	X	1 - 3 m Long (4)		3 - 10 m (2)		10 - 20 m (1)		> 20 m (0)		4
	APERTURA		Cerrada (6)		<0.1 mm apertu (6)		0.1 - 1.0 mm (4)		1 - 5 mm (1)	X	> 5 mm (0)		0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa (6)	X	Rugosa (5)		Lig. Rugoso (3)		Lisa (1)		Espejo de falla (0)		5
	RELLENO		Limpia (6)		Duro < 5mm (4)	X	Duro > 5mm (2)		Suave < 5 mm (1)		Suave > 5mm (0)		2
	INTEMPERIZA.		Sana (6)		Lig. Intempe. (5)	X	Mod. Intempe. (3)		Muy. Intempe. (2)		Descompuesta (0)		3
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco (15)		Húmedo (10)		Mojado (7)		Goteo (4)		Flujo (0)		15
											VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		61

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	61
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

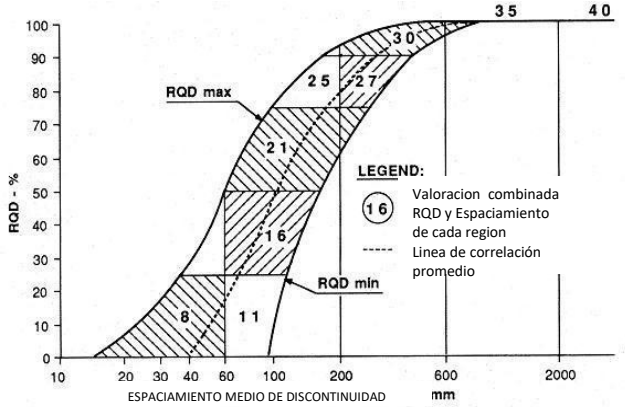
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 16 — COTA : 622 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 6				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	X	25-50	(4)	<25(2) <5(1) <(1)0	4
RQD (%)		X	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)		25-50	(8)	<25 (3)	20
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)	X 0.6-2	(15)	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)	<0.06 (5)	15
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	1 - 3 m Long	(4)	X 3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)	> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada	(6)	<0.1 mm apertu	(6)	0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X > 5 mm (0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)	X Rugosa	(5)	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)	Espejo de falla (0)	5
	RELLENO		Limpia	(6)	Duro < 5mm	(4)	X Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)	Suave > 5mm (0)	2
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	Lig. Intempe.	(5)	X Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)	Descompuesta (0)	3
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)		Goteo	(4)	Flujo (0)	15
												VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	63

CLASE DE MACIZO ROCOZO						
RMR	100-81	**80-61**	60-41	40-21	20-0	66
DESCRPCION	I MUY BUENA	**II BUENA**	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

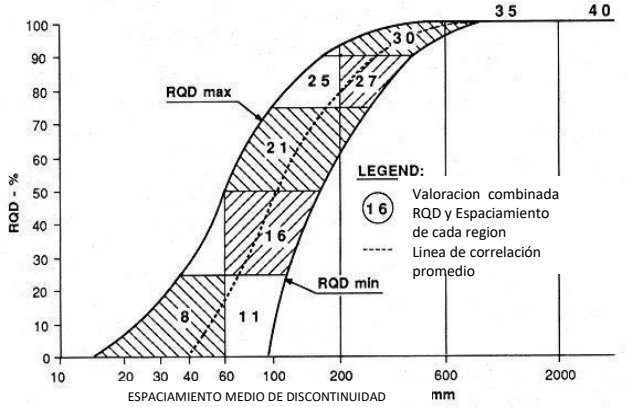
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 17 — COTA : 775 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA: RUMBO AZIMUT DIR BUZ	ORIENTACION DE LA CARA: BUZAMIENTO	TRAMO: DESDE	TRAMO: HASTA
E - 1 7				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION: UMBO AZIMUT DIR BU	ORIENTACION: BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO: TIPO	RELLENO: ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES											VALORACCION
												VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0	1
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)	X	<25 (3)	0
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)	X	3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	2
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm (0)	1
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)	X	Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	4
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)		Lig. Intempe.	(5)	X	Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	3
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	42

CLASE DE MACIZO ROCOZO						
RMR	100-81	80-61	60-41	**40-21**	20-0	**39**
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	**IV MALA**	V MUY MALA	

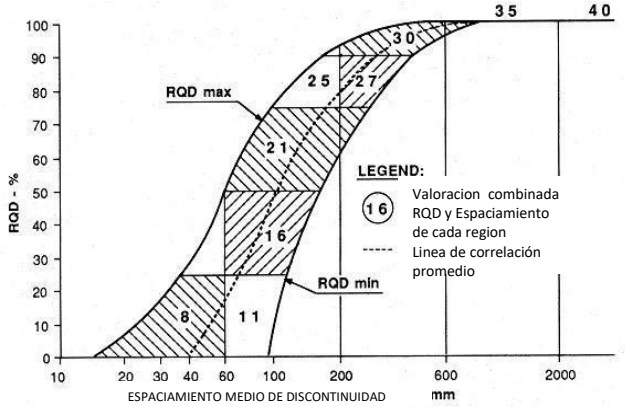
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 18 - A — COTA : 610 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 1 8 A				

TIPO DE ROCA								FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%			- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION		ESPACIAMIENTO	RELLENO		COMENTARIOS
	UMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO		TIPO	ESPESOR	

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES														VALORACCION
														VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)	X	50-100	(7)		25-50	(4)		<25(2) <5(1) <(1)0	**7**
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)	X	<25 (3)	**3**
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06 (5)	**10**
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA	X	< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m (0)	**6**
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)	X	1 - 5 mm	(1)		> 5 mm (0)	**1**
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)	X	Lisa	(1)		Espejo de falla (0)	**1**
	RELLENO		Limpia	(6)	X	Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm (0)	**4**
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta (0)	**5**
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo (0)	**15**
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=	**52**

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	**60-41**	40-21	20-0	**52**
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	**III REGULAR**	IV MALA	V MUY MALA	

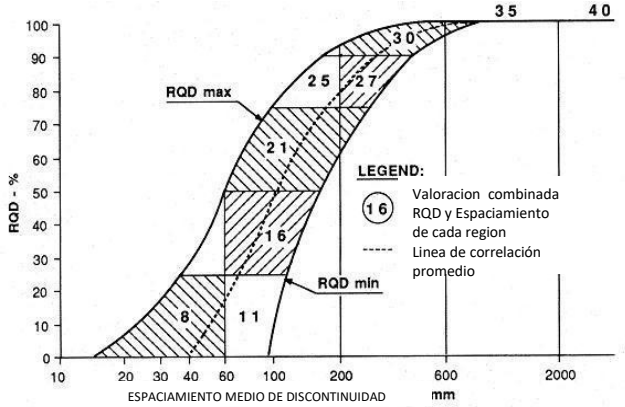
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA 4 - CARRETERA PANAMERICANA — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 18 - B — COTA : 607 msnm — Fecha : 8/8/2022

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 18 B				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC	ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU	BUZAMIENTO	ESPACIAMIENTO	RELLENO TIPO	RELLENO ESPESOR	COMENTARIOS

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO		RANGO DE VALORES												VALOR ESTIMADO		VALORACCION
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)	X	<25(2) <5(1) <(1)0	0
RQD (%)			90-100	(20)		75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)	X	<25	(3)	3
ESPACIAMIENTO (m)			>2	(20)		0.6-2	(15)	X	0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06	(5)	10
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)	X	1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)		10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	4
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)	0
	RUGOSIDAD		Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla	(0)	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)	X	Suave < 5 mm	(1)		Suave > 5mm	(0)	1
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)		Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)	X	Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta	(0)	2
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo	(0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		38

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	80-61	60-41	40-21	20-0	38
DESCRPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	**IV MALA**	V MUY MALA	

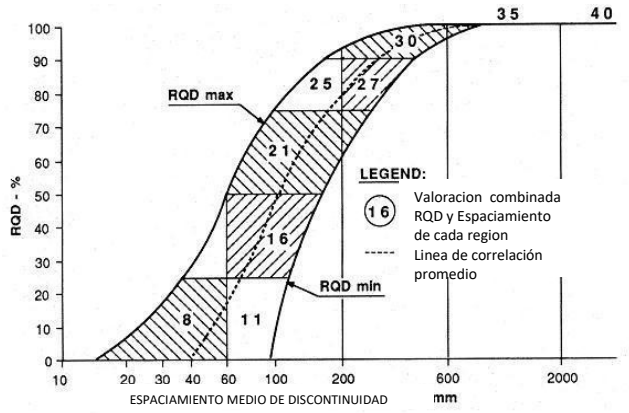
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO
I SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
	0	1	Sin relleno
	0	2	Limo
	0	3	Arena
	0	4	Arcilla

COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

DATOS DE MAPEO GEOMECANICO

LUGAR : ZONA -1 CARAMOLLE — Por : JUAN VILLANUEVA AROTINCO

HOJA : 19 — COTA : 970 msnm — Fecha : 29/10/2021

Nº ESTACION	ORIENTACION DE LA CARA		TRAMO	
	RUMBO AZIMUT DIR BUZ	BUZAMIENTO	DESDE	HASTA
E - 19				

TIPO DE ROCA						FREC FRACTURA
A	%	B	%	C	%	- DISC / ml

TIPO ESTRUC		ORIENTACION RUMBO AZIMUT DIR BU		BUZAMIENTO		ESPACIAMIENTO		RELLENO TIPO			ESPESOR		COMENTARIOS
F	A	2	0	8	7	1		G	R	A	1.5		
F	A	6	1	1	0	2		G	R	A	1		
F	A	1	4	4	8	4	1	G	R	A	3		
F	A	5	6	8	8	1		G	R	A	3		

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)

PARAMETRO			RANGO DE VALORES										VALORACCION
											VALOR ESTIMADO		
R COMPR UNIAXIAL (Mpa)			> 250	(15)		100-250	(12)		50-100	(7)	X	25-50	(4)		<25(2) <5(1) <(1)0		4
RQD (%)			90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25	(3)	17
ESPACIAMIENTO (m)		X	>2	(20)		0.6-2	(15)		0.2-0.6	(10)		0.08-0.02	(8)		<0.06	(5)	20
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		< 1m long	(6)		1 - 3 m Long	(4)		3 - 10 m	(2)	X	10 - 20 m	(1)		> 20 m	(0)	1
	APERTURA		Cerrada	(6)		<0.1 mm apertu	(6)		0.1 - 1.0 mm	(4)		1 - 5 mm	(1)	X	> 5 mm	(0)	0
	RUGOSIDAD	X	Muy Rugosa	(6)		Rugosa	(5)		Lig. Rugoso	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla	(0)	6
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro < 5mm	(4)		Duro > 5mm	(2)		Suave < 5 mm	(1)	X	Suave > 5mm	(0)	0
	INTEMPERIZA.		Sana	(6)	X	Lig. Intempe.	(5)		Mod. Intempe.	(3)		Muy. Intempe.	(2)		Descompuesta	(0)	5
AGUA SUBTERRANEA		X	Seco	(15)		Húmedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo	(0)	15
															VALOR TOTAL RMR (Suma de valoraciones 1 a 5)=		68

CLASE DE MACIZO ROCOZO

RMR	100-81	**80-61**	60-41	40-21	20-0	68
DESCRPCION	I MUY BUENA	**II BUENA**	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA	

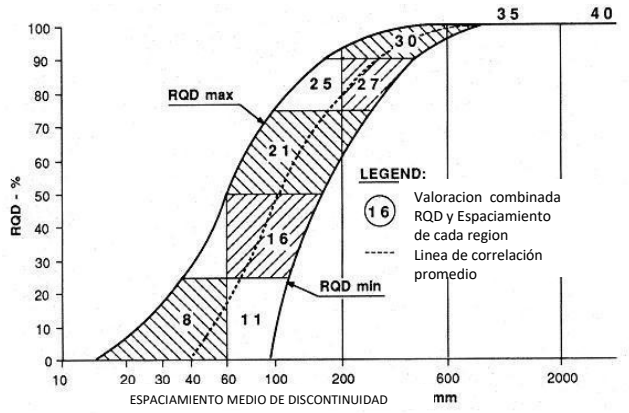
INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	RANGO RESIS. COMP. Mpa
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geologo se desconcha con una cuchilla	1.0 - 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo, La muestra se rompe con golpe firme con el martillo	25 - 50
R4	La muestra se rompe con mas de un golpe de martillo	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	> 250

INDICE DE RESISTENCIAS

GRADO	IDENTIFICACION DE CAMPO	
I	SANA	Ningun signo de intemperismo en el material rocoso. Quizas decoloracion sobre superficies de discontinuidades principales
II	LIGERO	La decoloración indica intemp. Del material rocos y superf. De disc. El material rocoso decolorido externamente es mas debil que en su condicion sana.
III	MODERADA	Menos de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como nucleo rocoso
IV	MUY INTEM	Mas de la mitad del mat. Rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un marco discontinuo o como núcleo rocoso
V	DESCOMPU.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa aun se conserva intacta.

CORRELACIO RQD vs ESPACIAMIENTO DE DISCONTINUIDADES



ABREVIACION DE TIPO DE ROCA			
	0	1	Arenisca cuarzosa

ABREVIATURAS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS		
0	1	Diaclasa
F	A	Fallas

ABREVIA ESPACIAMIENTO	
1	> 2 m
2	0.6 - 2 m
3	0.2 - 0.6 m
4	0.06 - 0.2 m
5	< 0.06 m

ABREVIATURAS DE TIPO DE RELLENO			
G	R	A	Grava

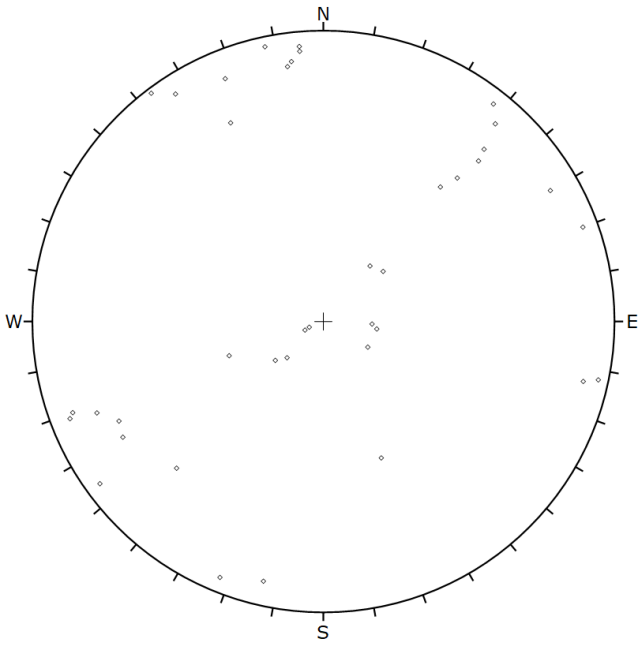
COMENTARIOS ADICIONALES	
1	> 0.10 m
2	0.10 m - 0.05 m
3	0.05 m - 0.02 m
4	< 0.02 m

3.2 DESCRIPCION Y ESTEREOGRAMAS DE ESTACIONES GEOMECANICAS

A. ZONA 1. SECCIÓN CARAMOLLE

1. Estación 01

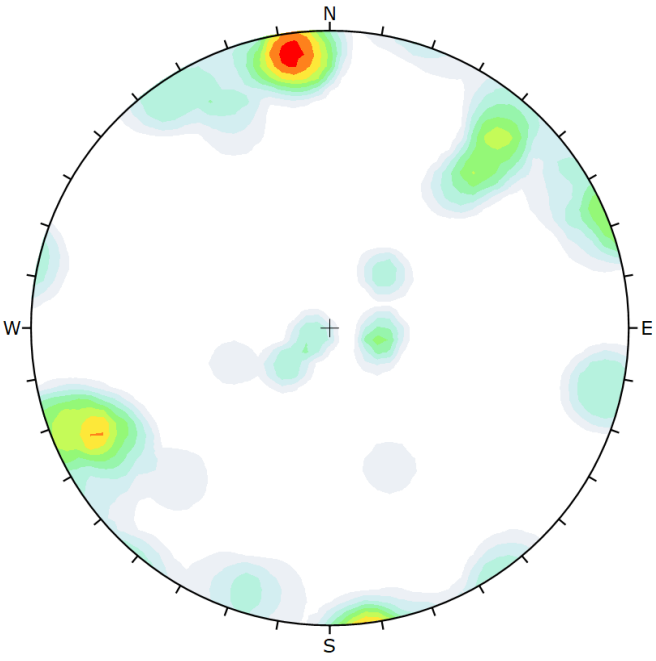
Esta estación se ubica en zonas cercanas a la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8014358 N 369620 E el cual dispone de una cota de 880 msnm, disponiendo una altura promedio de talud natural de 40 m. El espaciado entre las discontinuidades varia desde 0.6 a 2 metros, con persistencia que oscila entre 1-3 m, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, apertura que varía entre 1 – 5 mm, en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.27 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 10.69%, el índice de resistencia de compresión simple es de 109.90 MPa aplicando el ensayo Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 87% siendo de muy buena calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	39 (39 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°01 PLOTEO DE POLOS

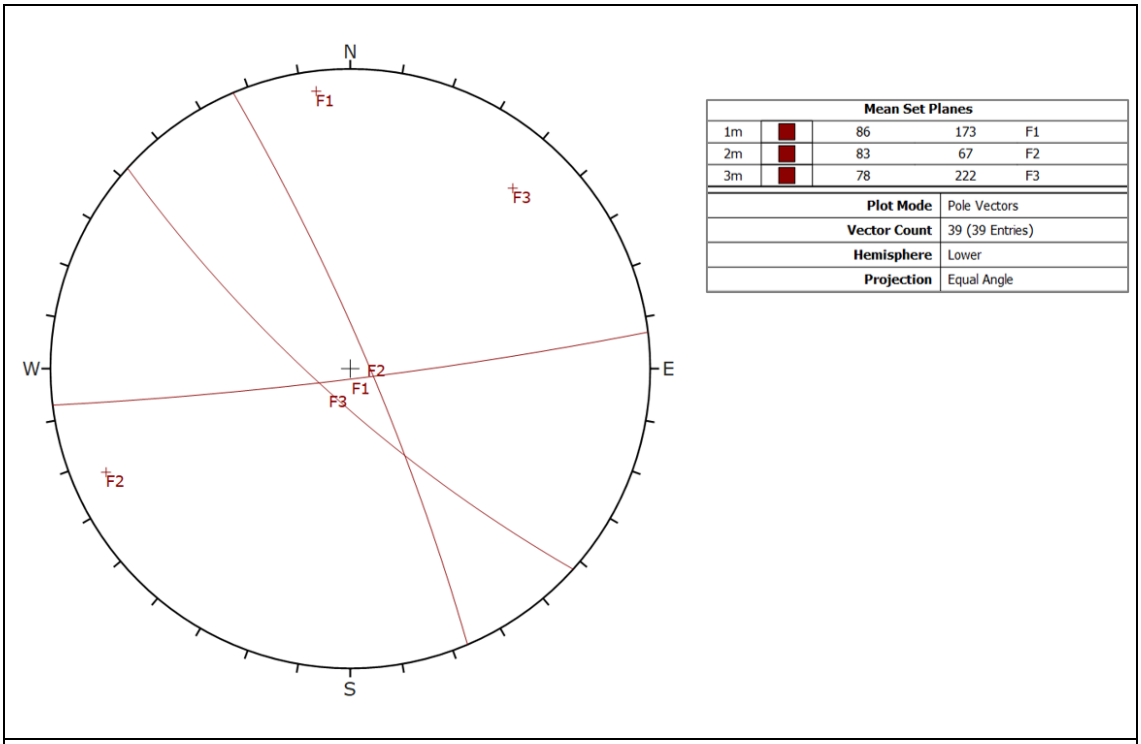


Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.30
	1.30 - 2.60
	2.60 - 3.90
	3.90 - 5.20
	5.20 - 6.50
	6.50 - 7.80
	7.80 - 9.10
	9.10 - 10.40
	10.40 - 11.70
	11.70 - 13.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	12.28%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	39 (39 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

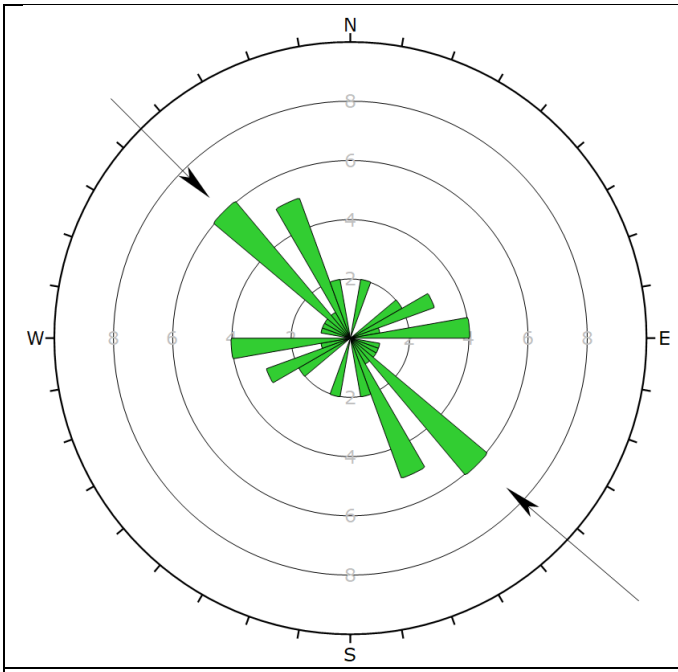
Figura: N°02 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes			
1m	86	173	F1
2m	83	67	F2
3m	78	222	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	39 (39 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°03 PLOTEO DE PLANOS MAYORES

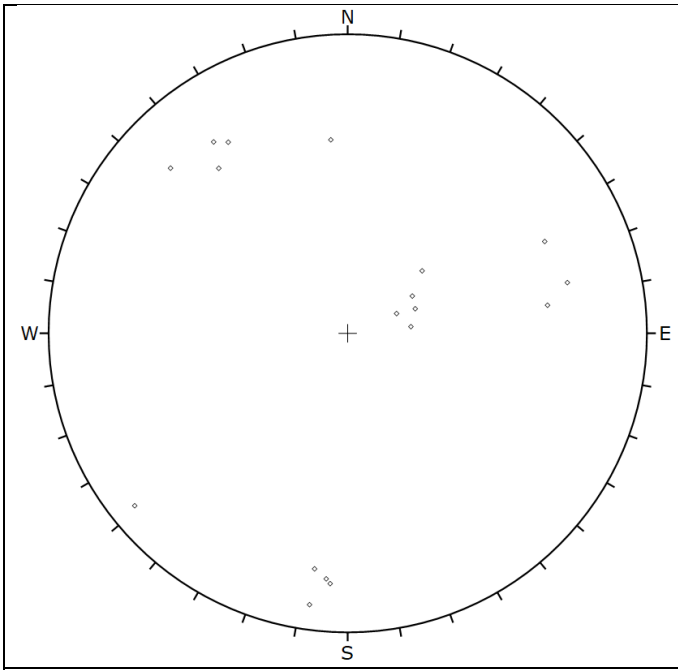


Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	29
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°04 ROSETA DE ORIENTACION

2. Estación 02

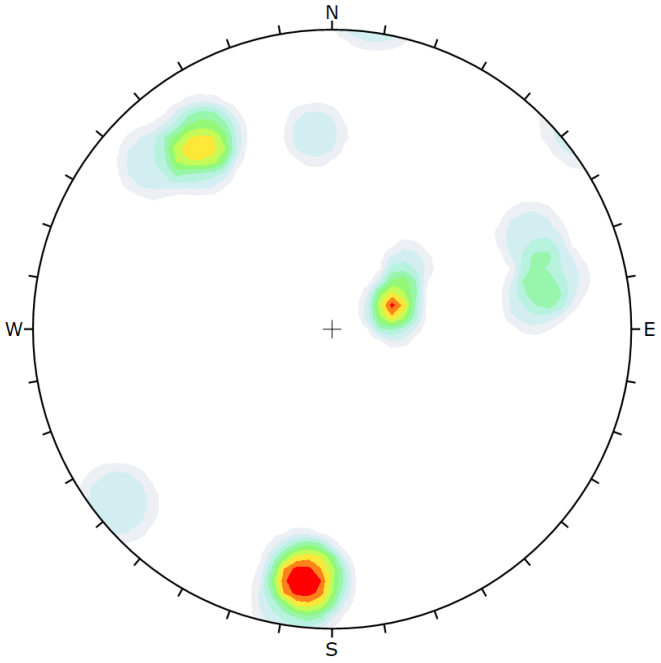
Posicionado en zonas cercanas a la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8014362 N 369615 E el cual se ubica a una cota de 880 msnm, disponiendo una altura promedio de talud natural de 40 m. El espaciado entre las discontinuidades varia desde 0.2 a 0.6 metros, con persistencia menor a 1 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, aperturas en su mayoría cerrada, en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.26 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 9.98%, el índice de resistencia de compresión simple es de 101.61 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 27% siendo de muy baja calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°05 PLOTEO DE POLOS

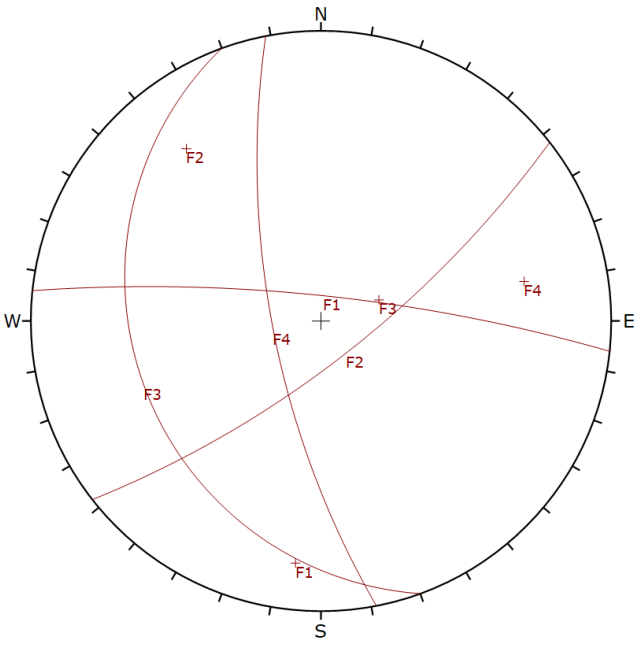


Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.10
	2.10 - 4.20
	4.20 - 6.30
	6.30 - 8.40
	8.40 - 10.50
	10.50 - 12.60
	12.60 - 14.70
	14.70 - 16.80
	16.80 - 18.90
	18.90 - 21.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	20.97%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

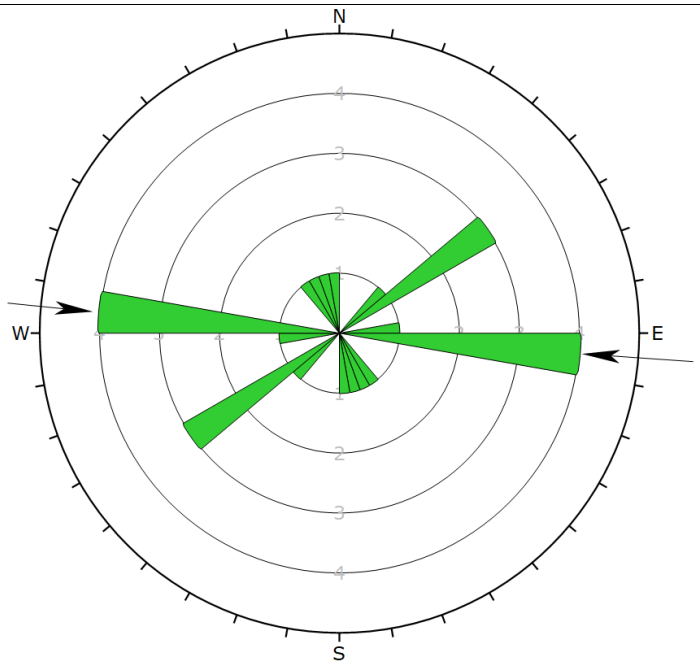
Figura: N°06 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		80	6	F1
2m		74	142	F2
3m		24	250	F3
4m		71	259	F4

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°07 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	13
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°08 ROSETA DE ORIENTACION

3. Estación 03

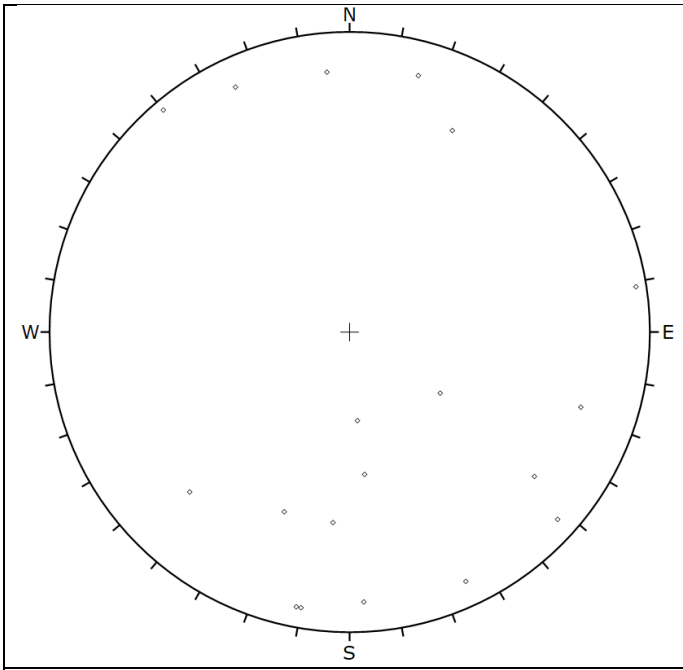
Situado en las zonas inferiores a la Quebrada Caramolle, dispone de coordenadas 8014379 N 369583 E a una altitud de 940 msnm, disponiendo una altura promedio de talud natural de 30 m.

El espaciado entre las discontinuidades es menor a los 0.06 metros, con persistencia mayor a los 20 m. de longitud, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con rugosidad a nivel de espejos de falla. El macizo rocoso exhibe una meteorización muy alta en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1.95 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 14.15%, el índice de resistencia de compresión simple es de 64.53 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 0, debido a que la picota se indenta con un golpe firme en la roca.

4. Estación 04

Ubicado en el flanco derecho superior a la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8014125 N 369427 E situado a una altitud de 910 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 15 m.

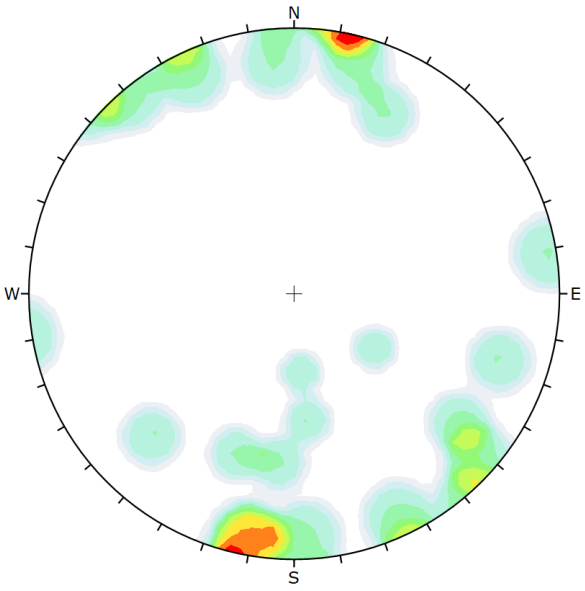
El espaciado entre las discontinuidades excede los 2 m. de longitud, con persistencia que oscila entre los 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, aperturas en su mayoría exceden los 5 mm., en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1.96 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5.07%, el índice de resistencia de compresión simple es de 60.69 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 94% siendo de muy alta calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	19 (19 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°09 PLOTEO DE POLOS

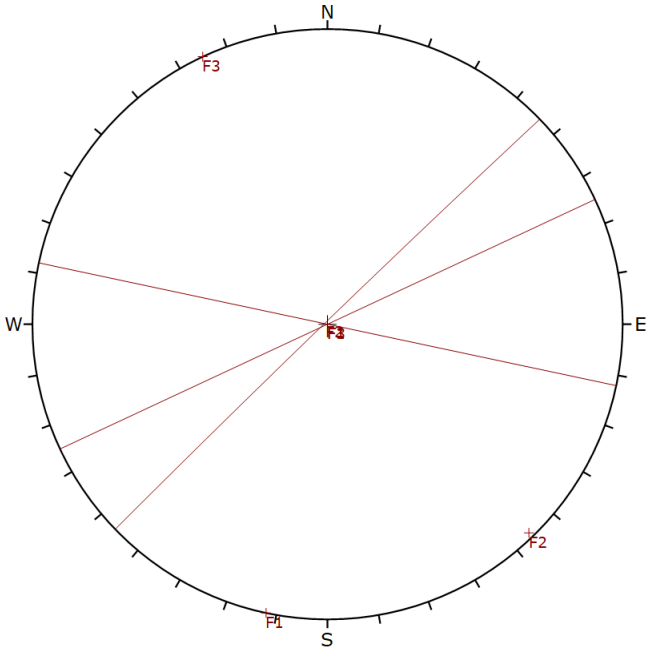


Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.30
	1.30 - 2.60
	2.60 - 3.90
	3.90 - 5.20
	5.20 - 6.50
	6.50 - 7.80
	7.80 - 9.10
	9.10 - 10.40
	10.40 - 11.70
	11.70 - 13.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	12.98%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	19 (19 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

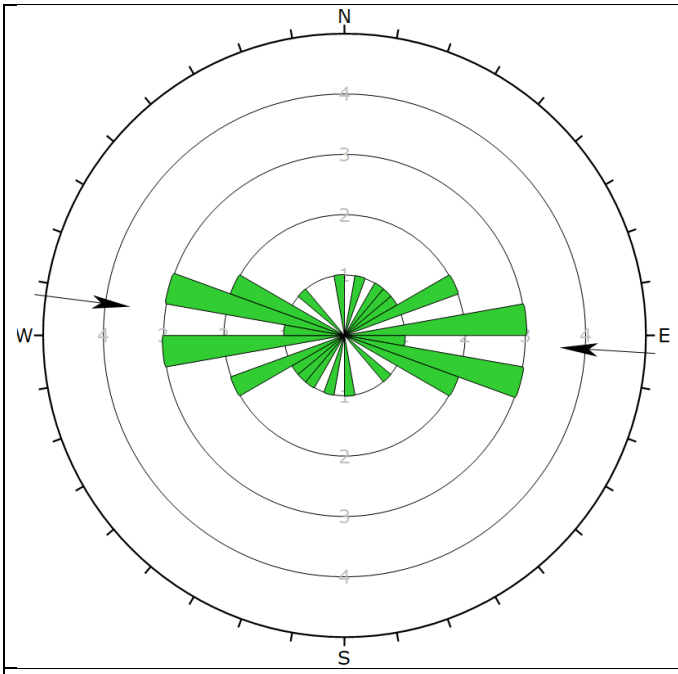
Figura: N°10 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		90	12	F1
2m		89	316	F2
3m		90	155	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	19 (19 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°11 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



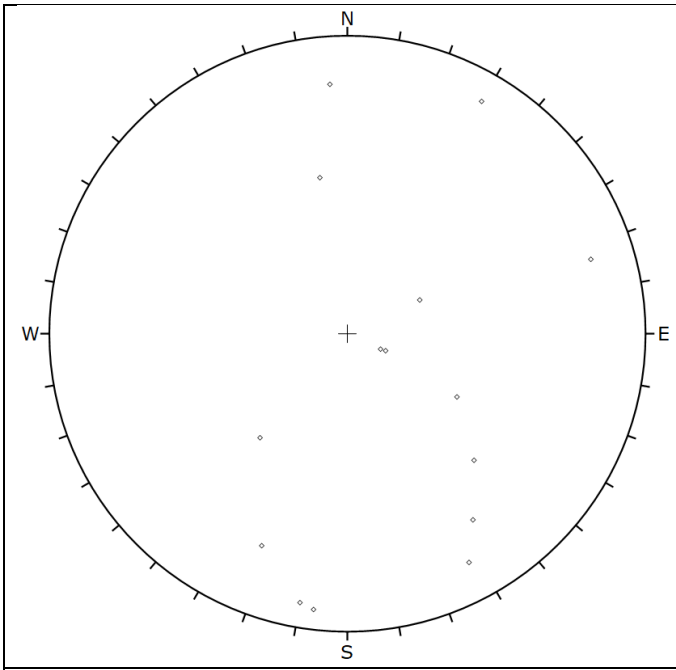
Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	17
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°12 ROSETA DE ORIENTACION

5. Estación 05

Ubicado en el flanco derecho superior a la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8014016 N 369460 E situado a una altitud de 890 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 20 m.

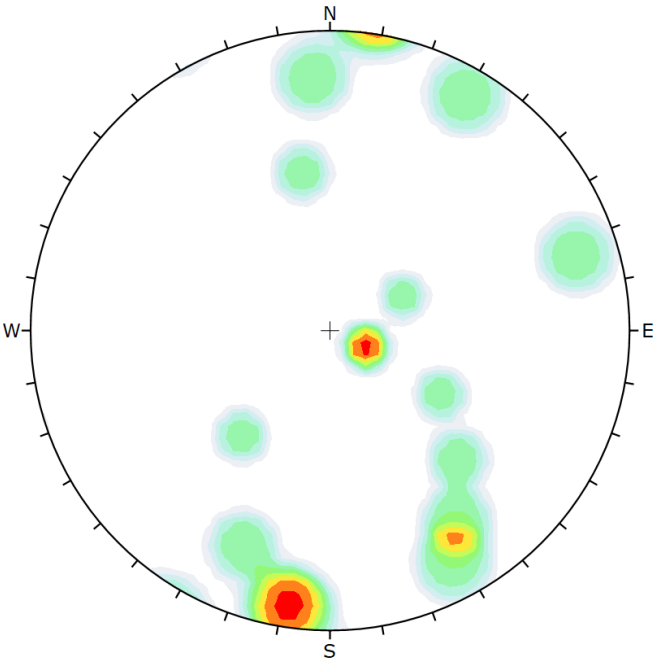
El espaciado entre las discontinuidades excede los 2 m. de longitud, con persistencia que oscila entre los 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, aperturas en su mayoría exceden los 5 mm., en gran medida con rugosidad ligera. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1.96 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5.07%, el índice de resistencia de compresión simple es de 59.78 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 92%, siendo de muy alta calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°13 PLOTEO DE POLOS

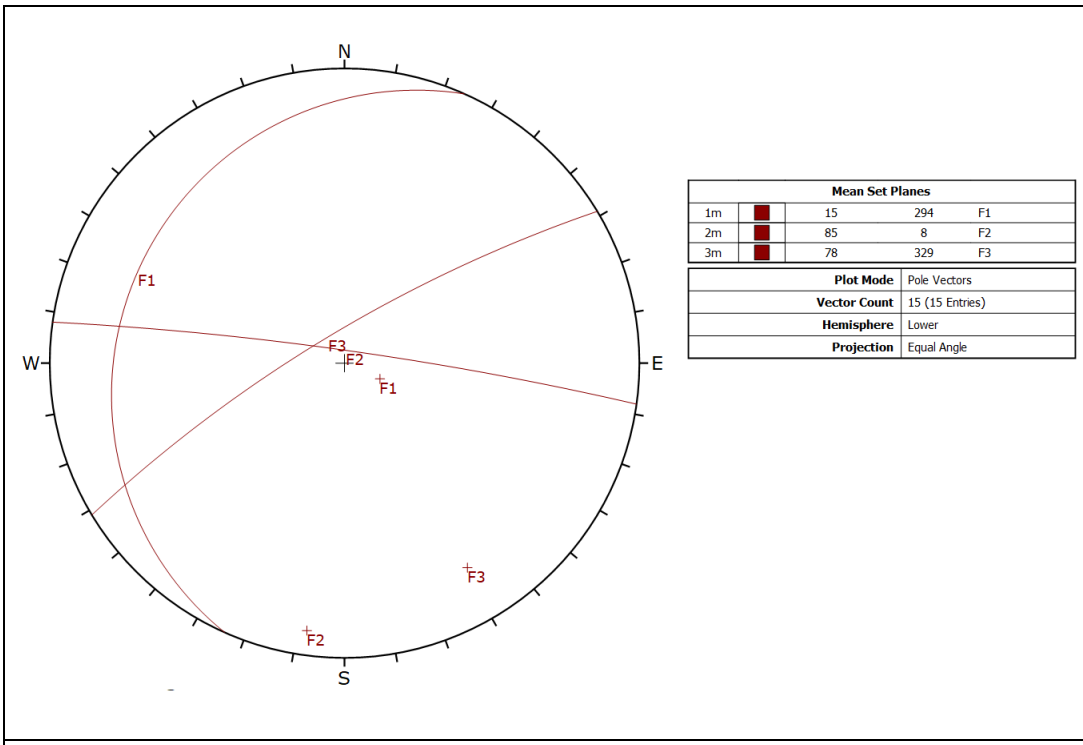


Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.40
	1.40 - 2.80
	2.80 - 4.20
	4.20 - 5.60
	5.60 - 7.00
	7.00 - 8.40
	8.40 - 9.80
	9.80 - 11.20
	11.20 - 12.60
	12.60 - 14.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	13.14%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

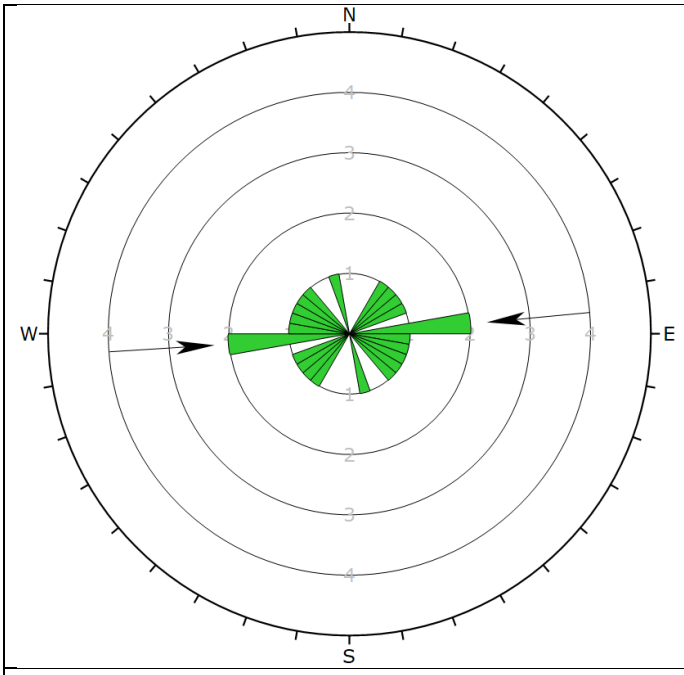
Figura: N°14 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		15	294	F1
2m		85	8	F2
3m		78	329	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°15 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	12
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°16 ROSETA DE ORIENTACION

6. Estación 06

Posicionado en la carretera ubicada en el flanco derecho de la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8013649 N 369886 E situado a una altitud de 860 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado entre las discontinuidades oscila los 0.2 – 0.6 m., con persistencia menor a 1 m. de longitud, en su mayoría con terminaciones en otra discontinuidad, las aperturas oscilan entre 1 – 5 mm., en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.31 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5.27%, el índice de resistencia de compresión simple es de 119.24 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 63% siendo de buena calidad.

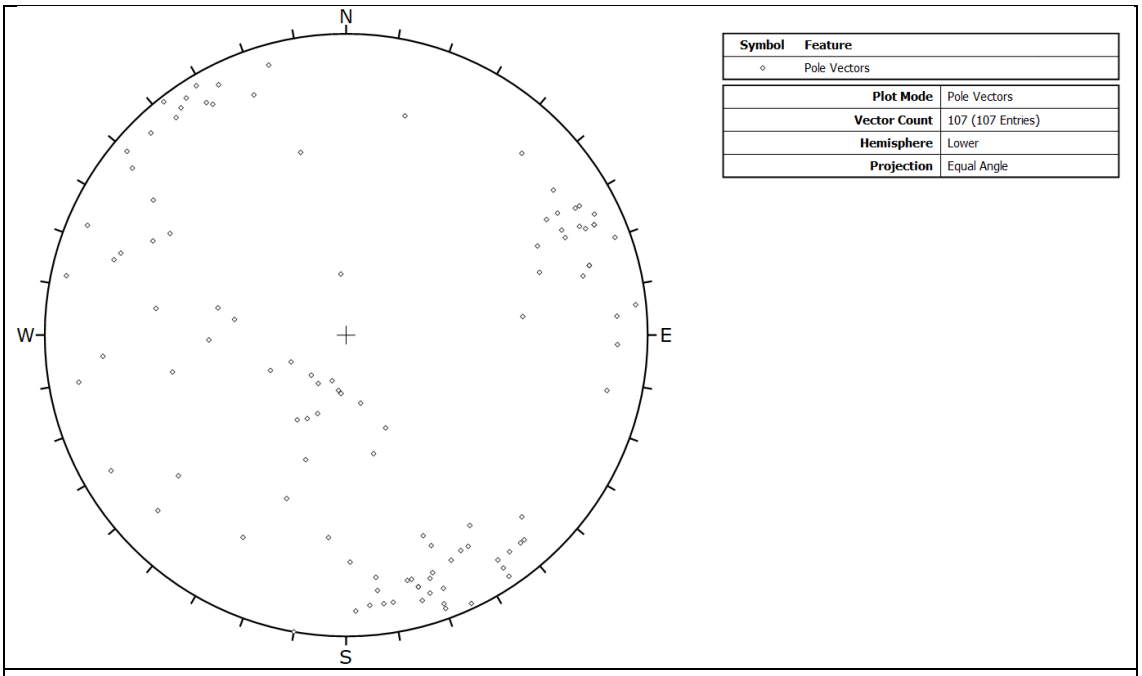


Figura: N°13 PLOTEO DE POLOS

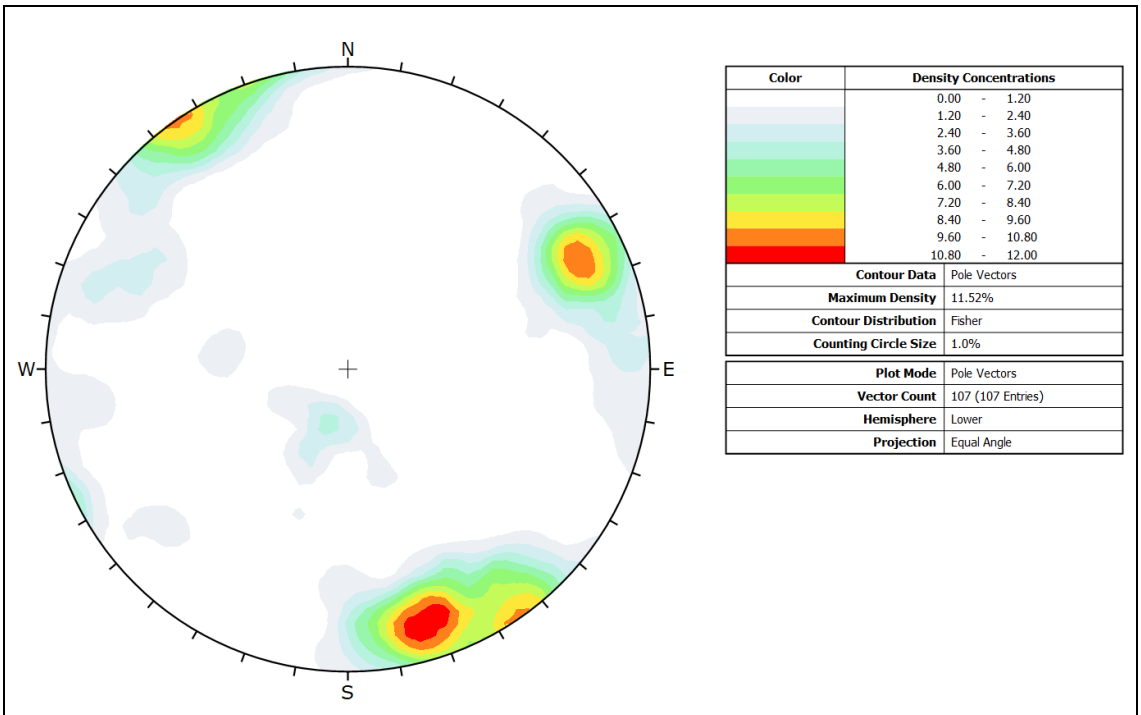


Figura: N°14 CURVA DE ISOVALORES

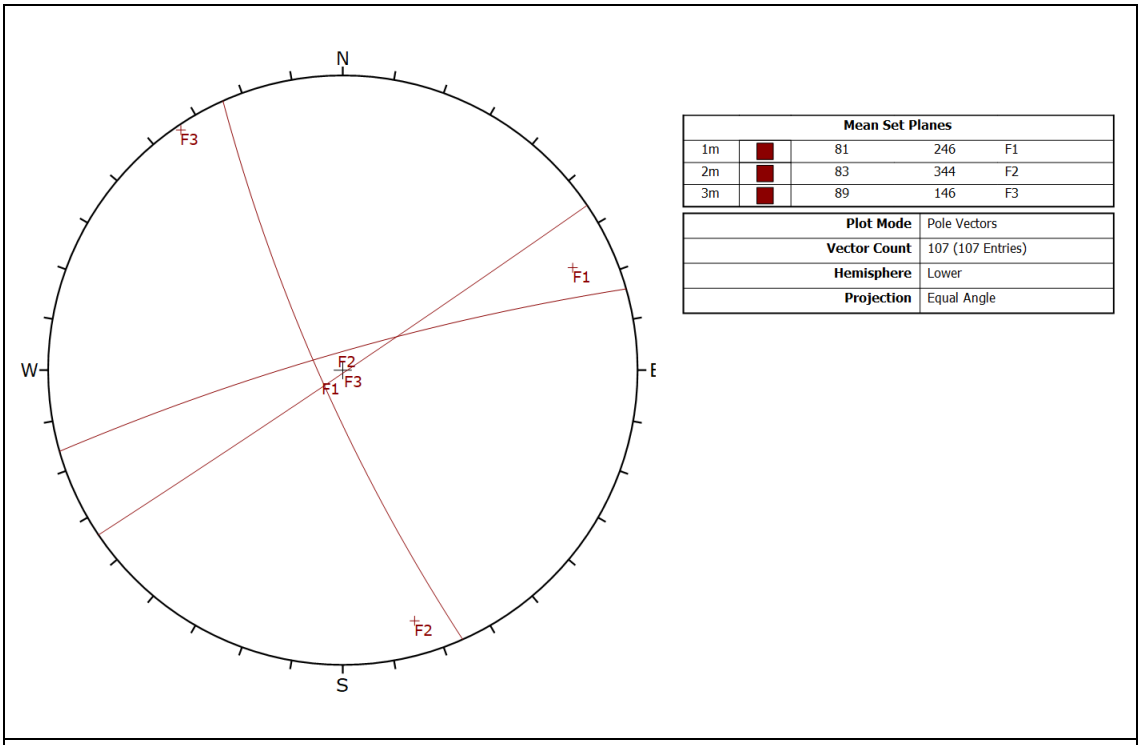


Figura: N°15 PLOTEO DE PLANOS MAYORES

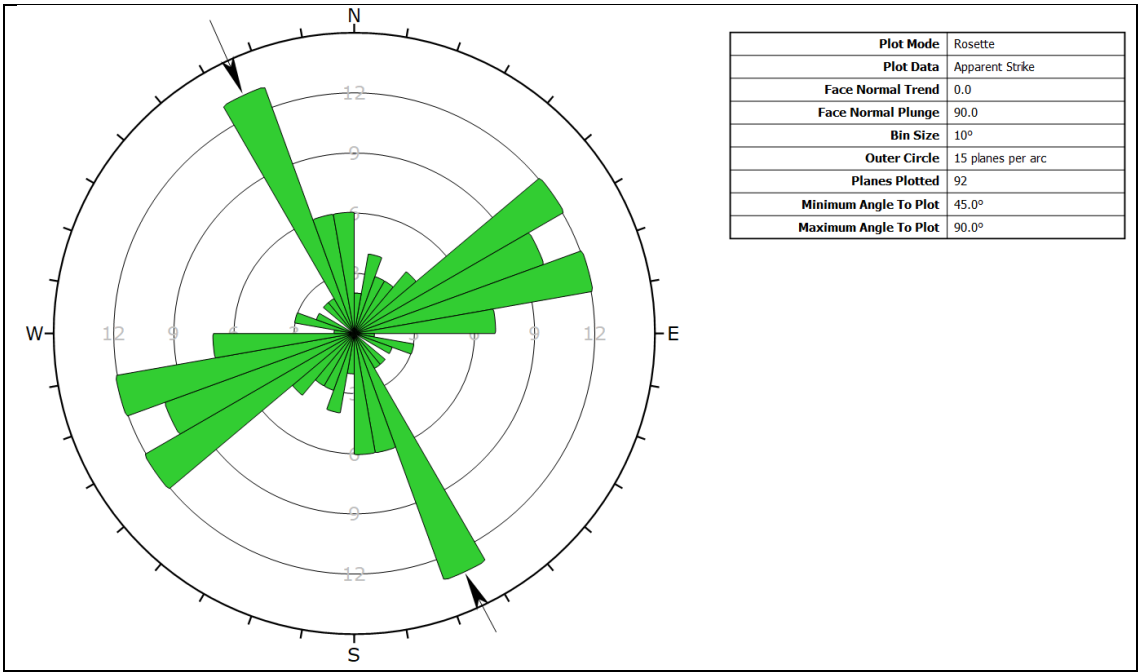


Figura: N°16 ROSETA DE ORIENTACION

7. Estación 07

Posicionado en la carretera ubicada en el flanco derecho de la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8013643 N 369891 E situado a una altitud de 860 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila los 0.2 - 0.6 m., con persistencia que varía entre 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, las aperturas oscilan entre 0.1 – 1 mm., en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.31 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 5.27%, el índice de resistencia de compresión simple es de 119.45 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 87%, siendo de muy buena calidad.

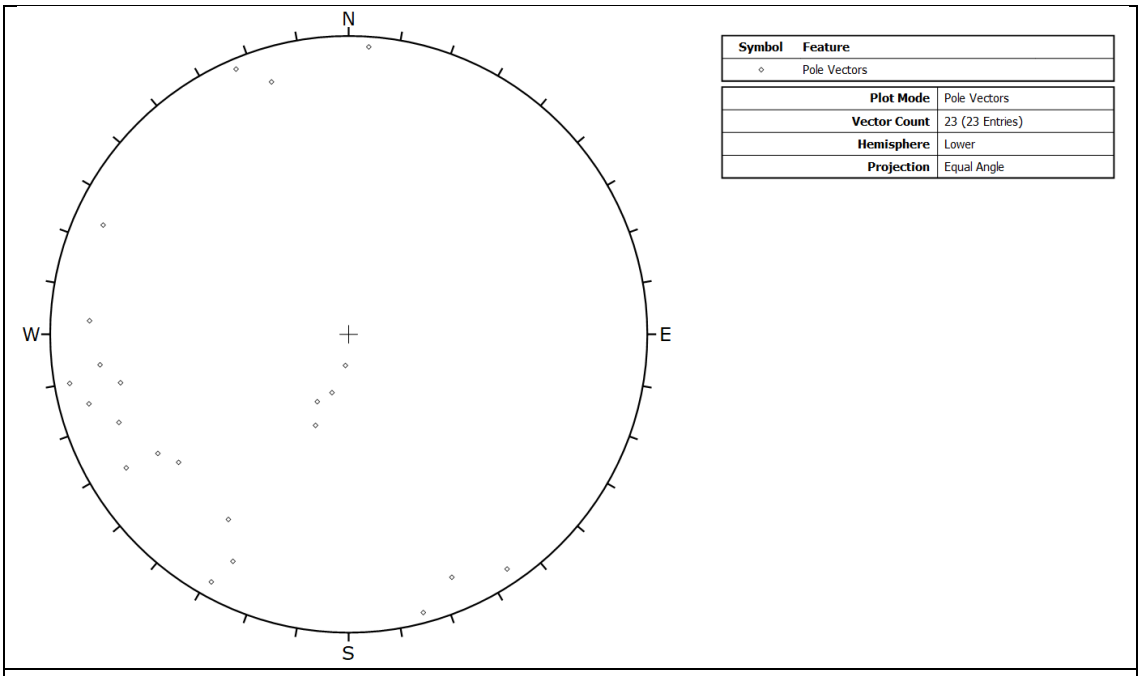


Figura: N°17 PLOTEO DE POLOS

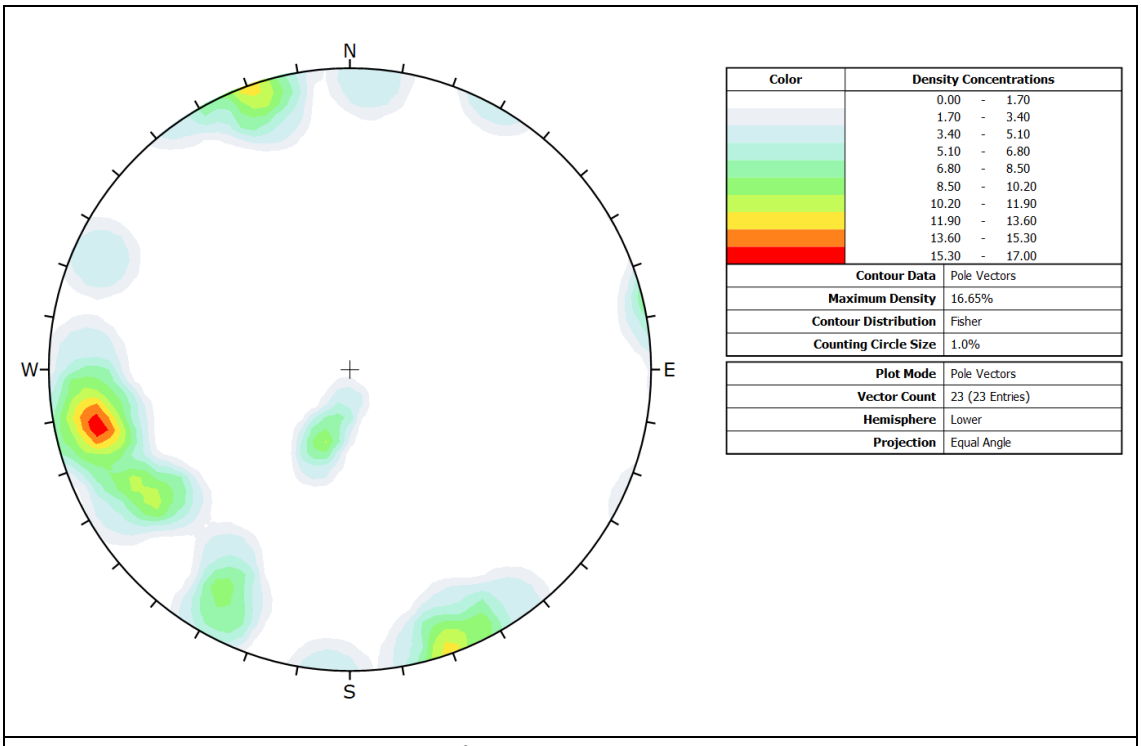
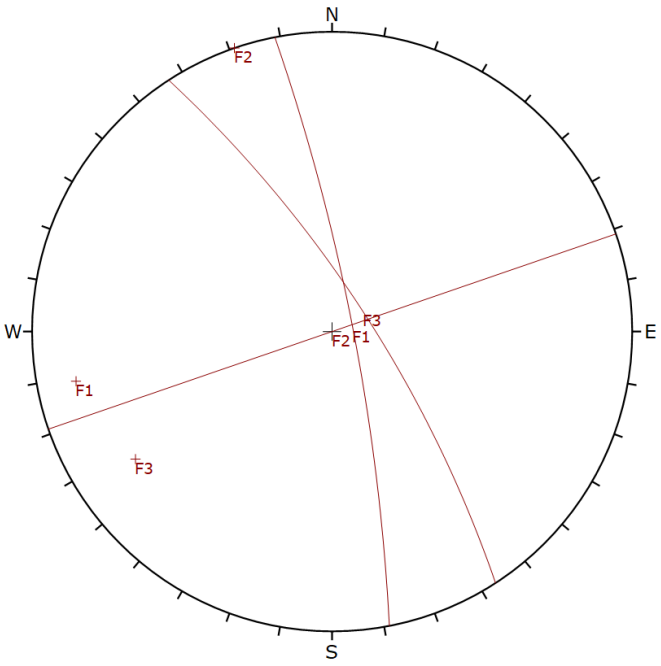


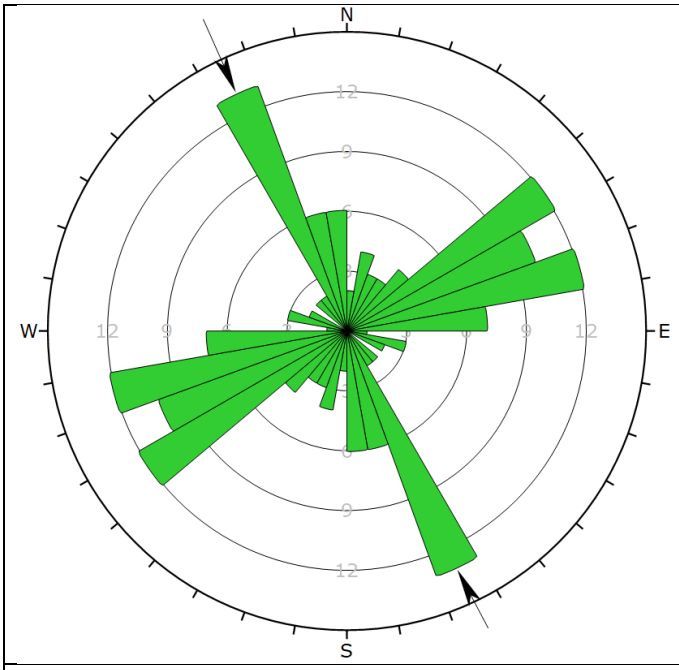
Figura: N°18 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		259	8	F1
2m		341	0	F2
3m		237	14	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	23 (23 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°19 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	15 planes per arc
Planes Plotted	92
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

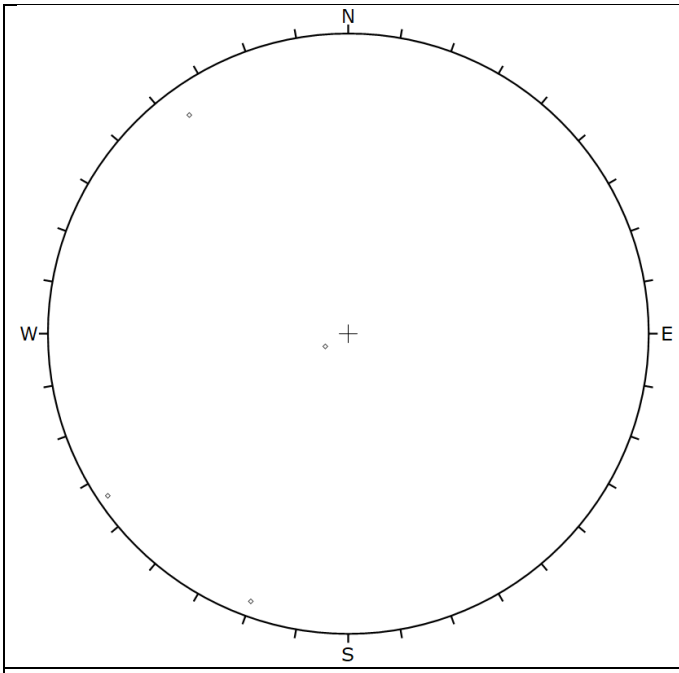
Figura: N°20 ROSETA DE ORIENTACION

8. Estación 19

Posicionado en la zona alta de la Quebrada Caramolle, con coordenadas 8015362 N 369951 E el cual se ubica a una cota de 970 msnm, disponiendo una altura promedio de talud natural de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades excede los 2 m de longitud, con persistencia que varía entre los 10 - 20 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad.

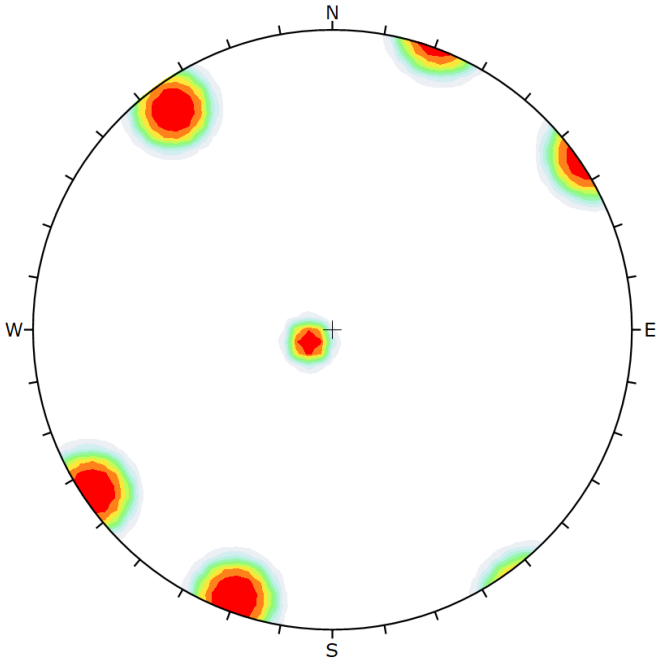
El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 8.45%, el índice de resistencia de compresión simple es de 61.91 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 85% siendo de muy buena calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	4 (4 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°21 PLOTEO DE POLOS



Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.50
	2.50 - 5.00
	5.00 - 7.50
	7.50 - 10.00
	10.00 - 12.50
	12.50 - 15.00
	15.00 - 17.50
	17.50 - 20.00
	20.00 - 22.50
	22.50 - 25.00
Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	24.94%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	4 (4 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°22 CURVA DE ISOVALORES

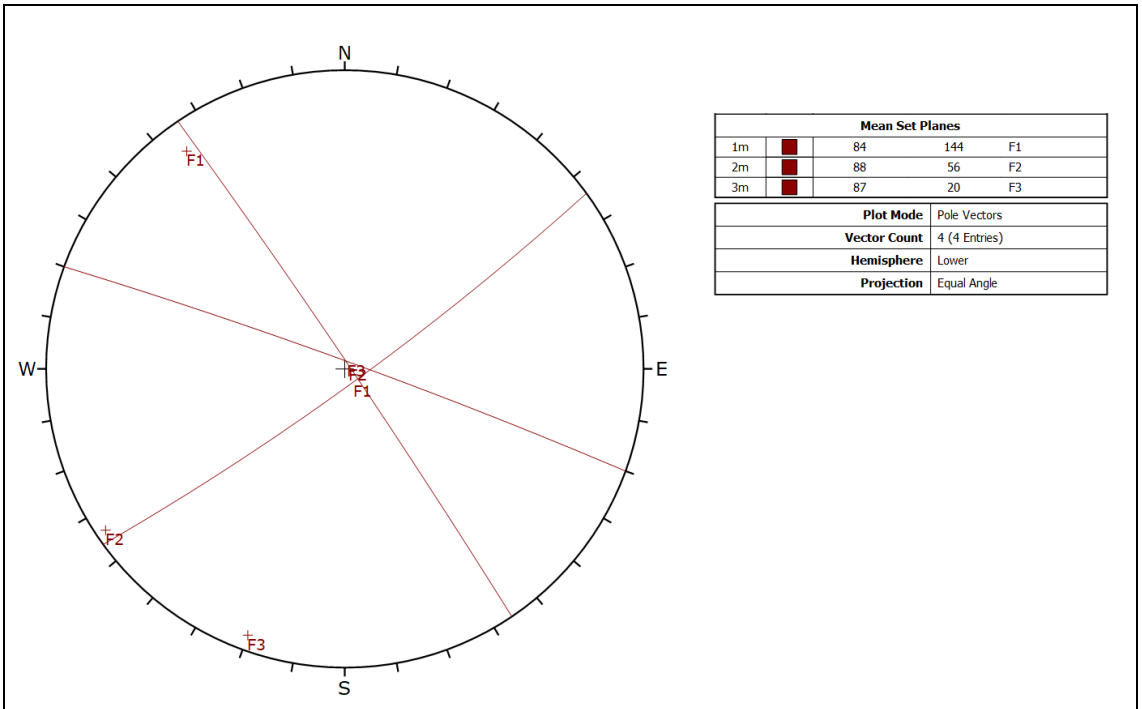


Figura: N°23 PLOTEO DE PLANOS MAYORES

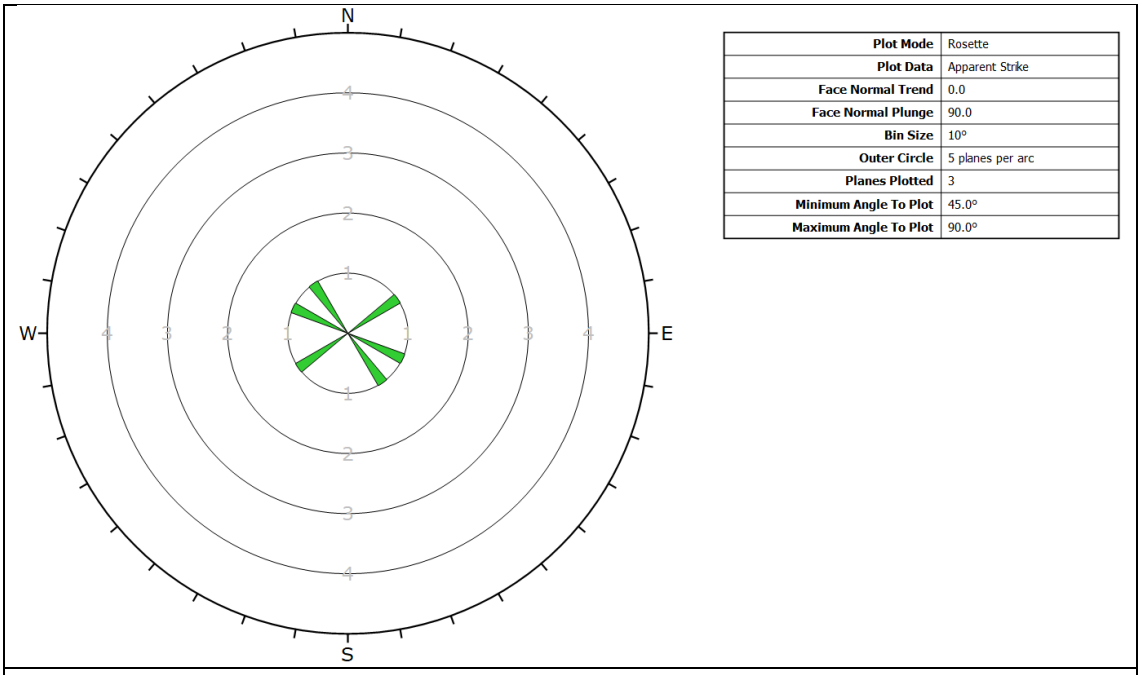


Figura: N°24 ROSETA DE ORIENTACION

B. ZONA 2. SECCIÓN MAGOLLO

1. Estación 08

Ubicada en zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005431 N 362509 E situado a una altitud de 510 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia menor a 1 m. de longitud, con terminaciones en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas debido a la cercanía al contacto de la Formación Magollo y se encuentra en un estado seco. Exhibe un RQD de 0% debido a que la picota se indenta con un golpe firme en la roca.

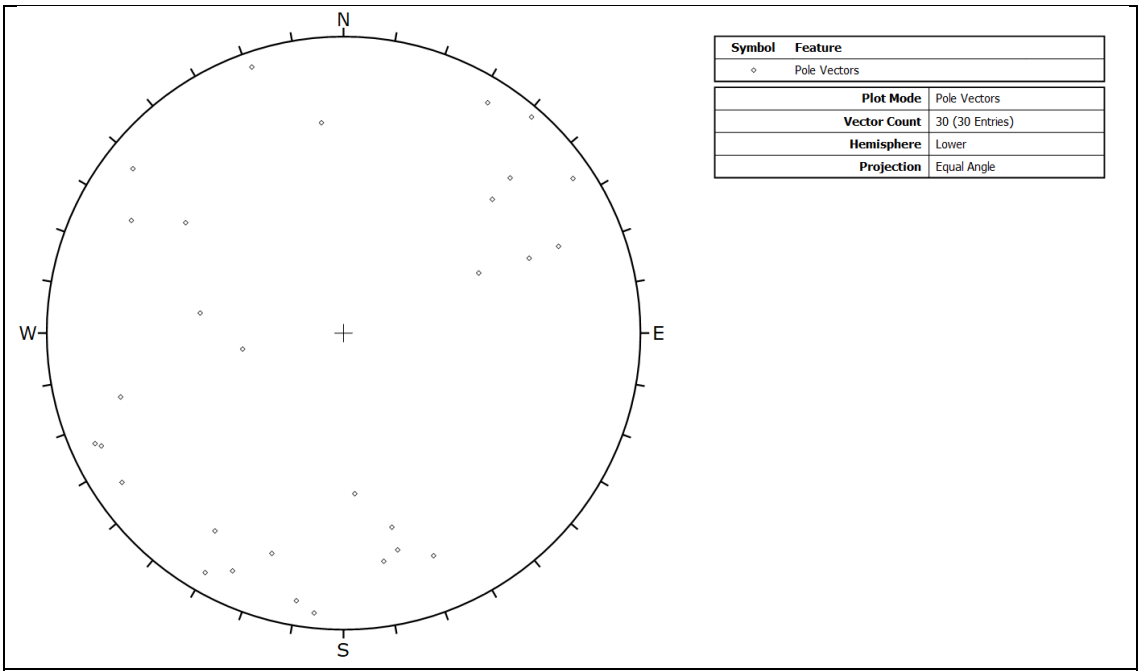


Figura: N°21 PLOTEO DE POLOS

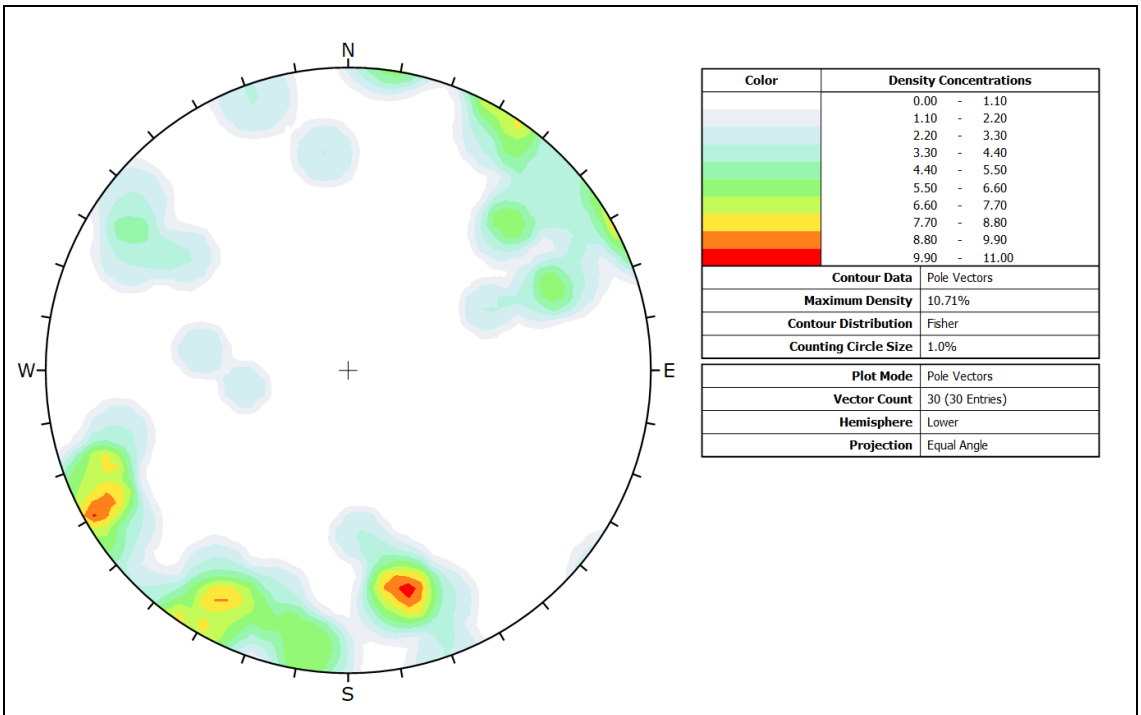
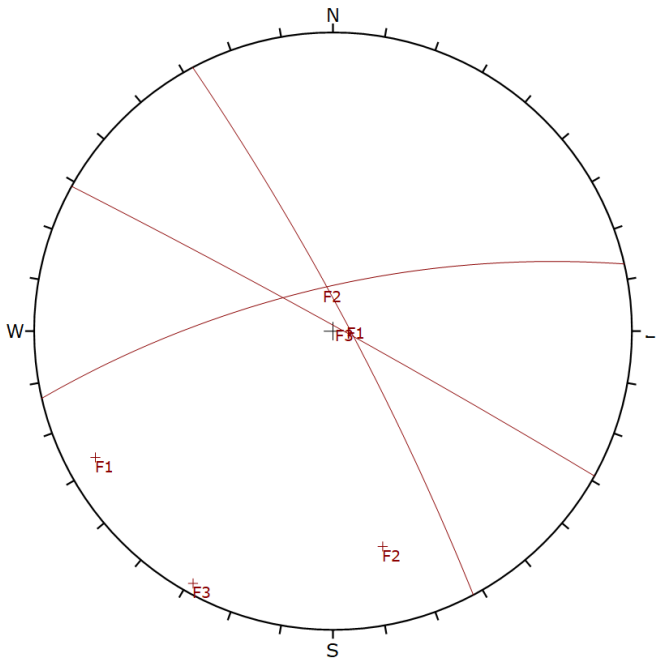


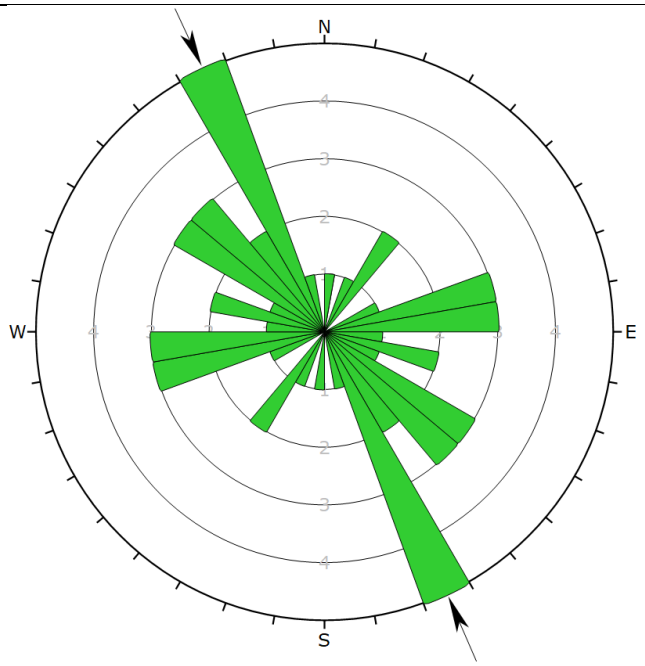
Figura: N°22 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		84	62	F1
2m		73	347	F2
3m		88	29	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	30 (30 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°23 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	29
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°24 ROSETA DE ORIENTACION

2. Estación 09

Posicionado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005487 N 362567 E situado a una altitud de 510 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que oscilan entre 1 - 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 1.91 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 22.07%, el índice de resistencia de compresión simple es de 47.89 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 62% siendo de buena calidad.

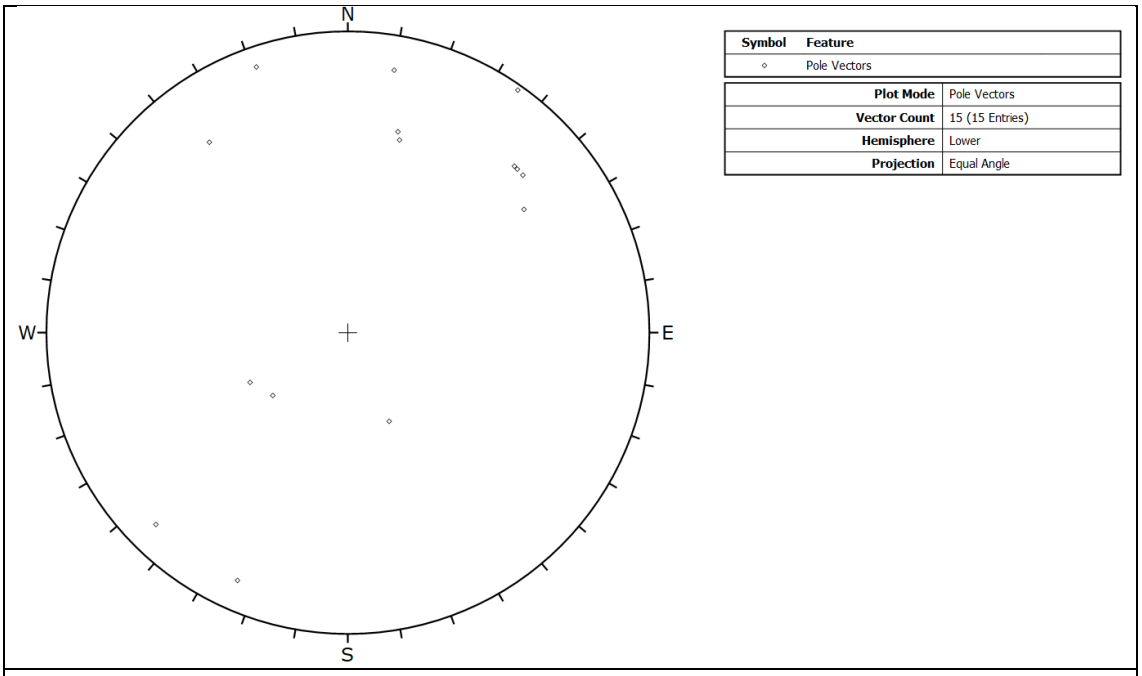


Figura: N°25 PLOTEO DE POLOS

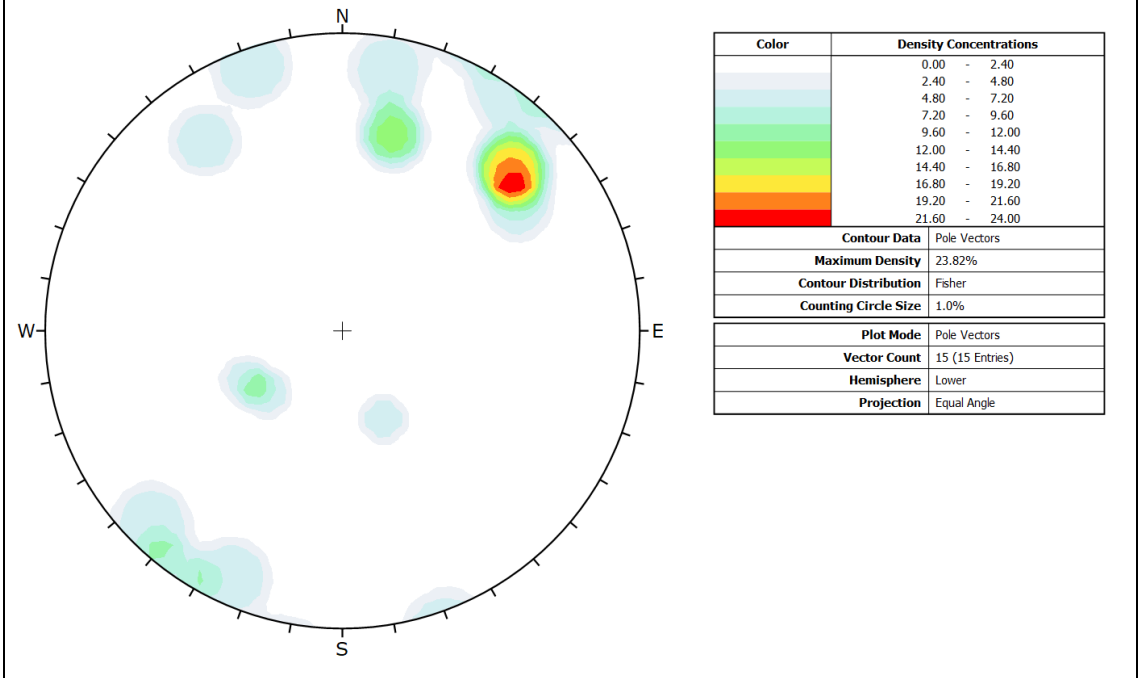
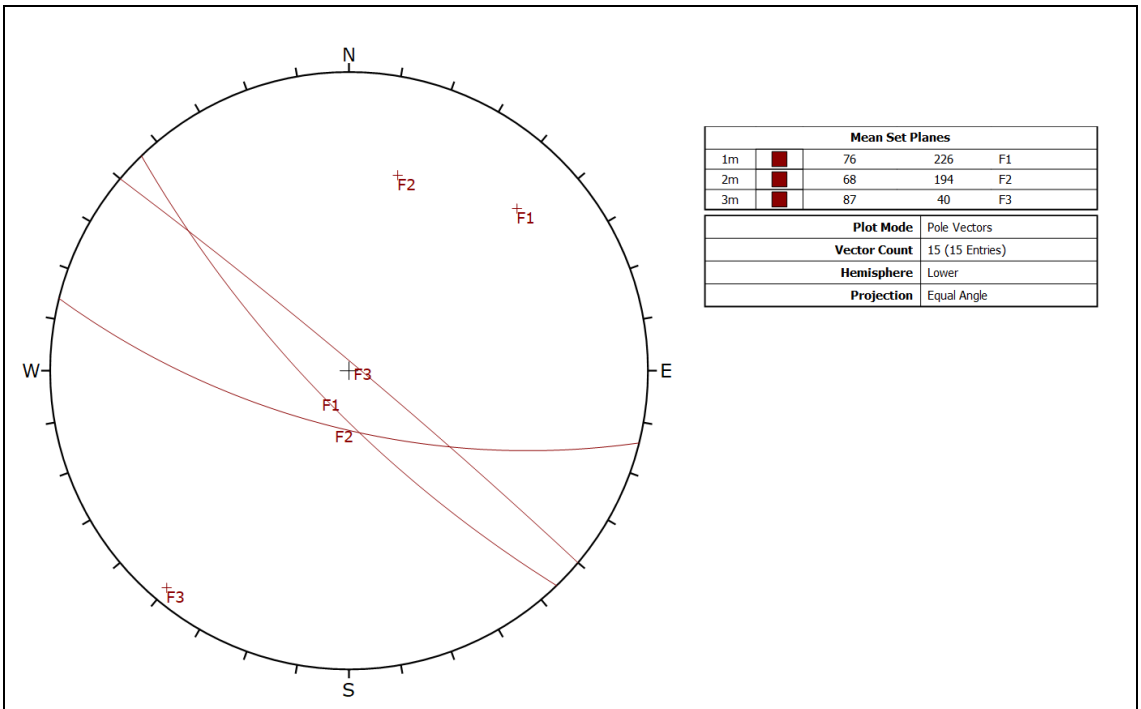


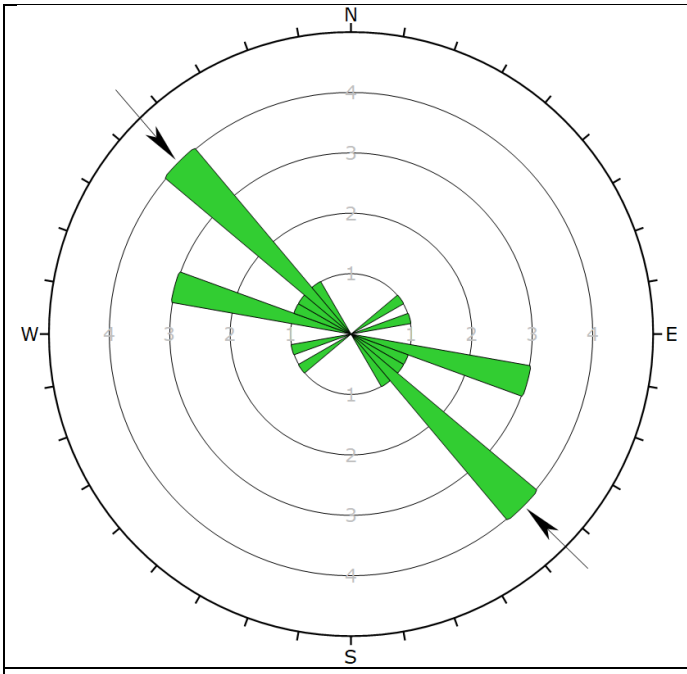
Figura: N°26 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		76	226	F1
2m		68	194	F2
3m		87	40	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	15 (15 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°27 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	12
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°28 ROSETA DE ORIENTACION

3. Estación 13

Posicionado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005628 N 362674 E situado a una altitud de 500 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 7 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que oscilan entre 1 - 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco, por otro lado, exhibe un RQD de 76% siendo de buena calidad.

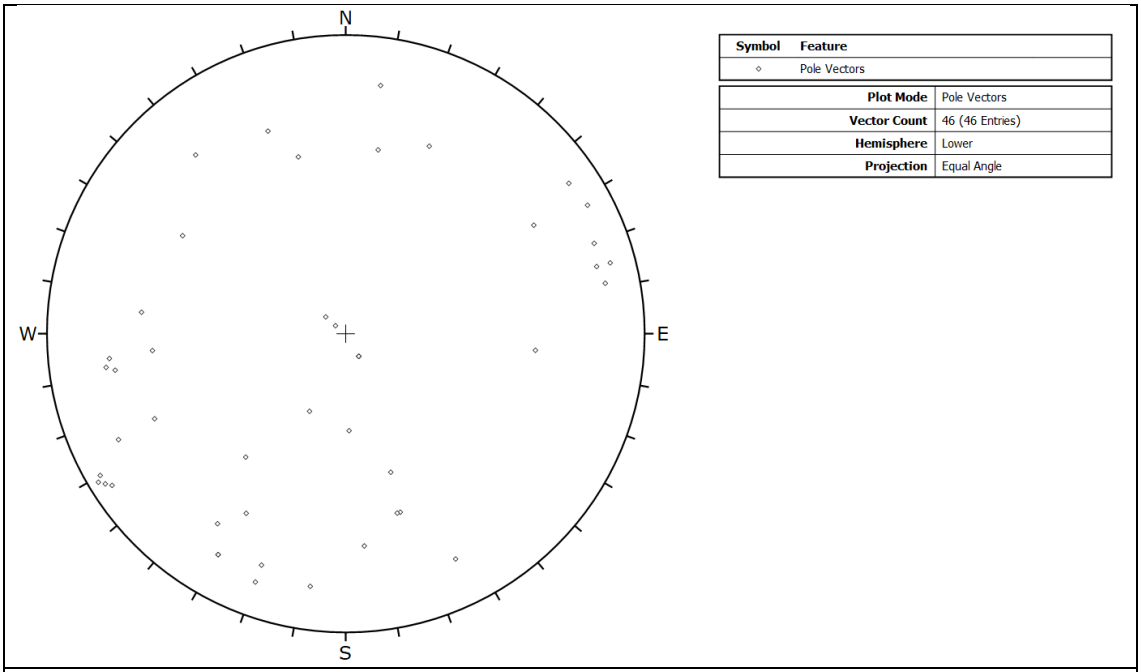


Figura: N°29 PLOTEO DE POLOS

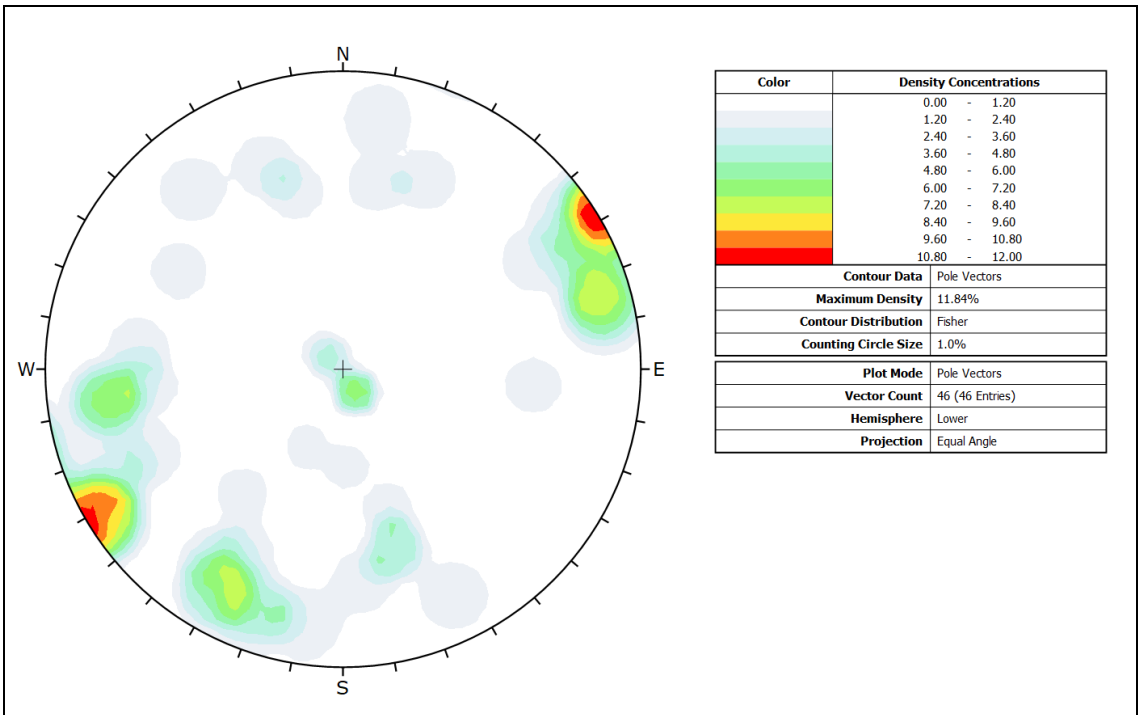
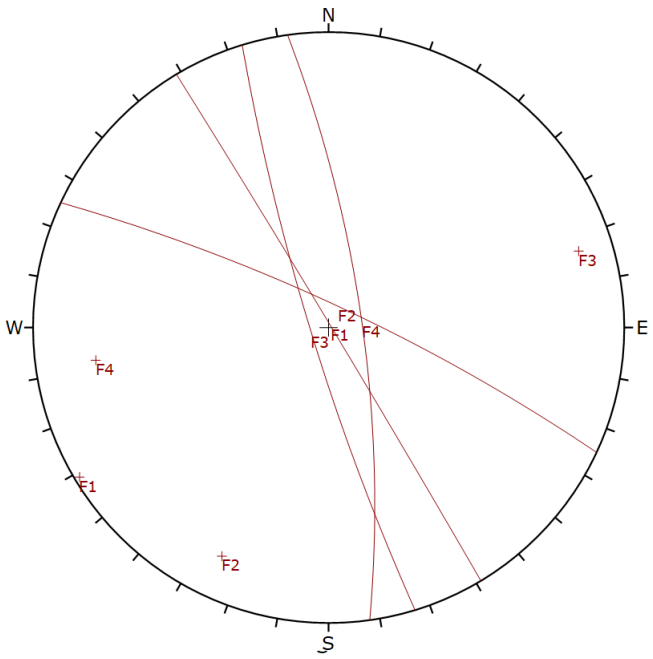


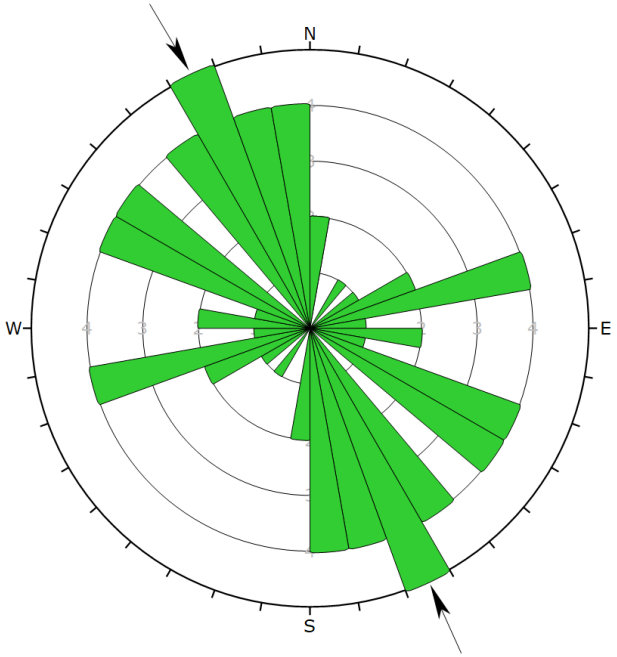
Figura: N°30 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		239	1	F1
2m		205	9	F2
3m		73	7	F3
4m		262	13	F4

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	46 (46 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°31 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



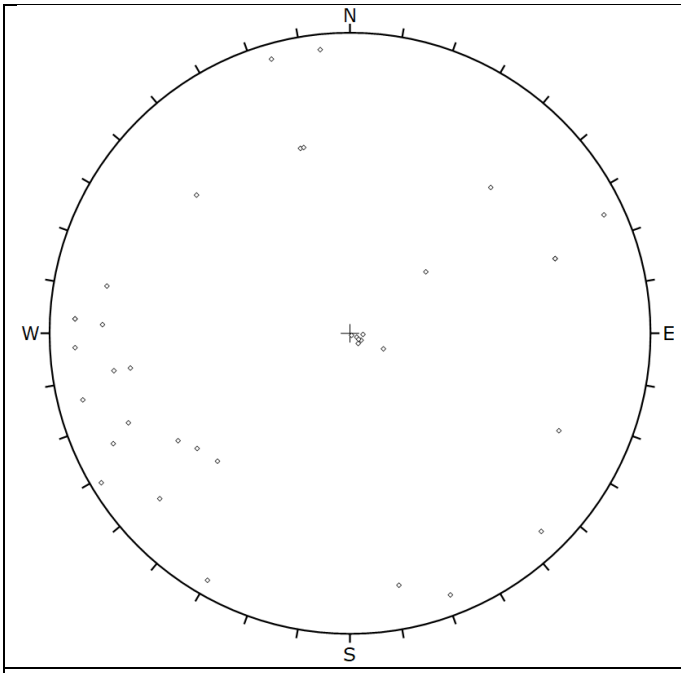
Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	39
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°32 ROSETA DE ORIENTACION

4. Estación 14

Localizado en la zona inferior del Cerro Magollo, con coordenadas 8005748 N 362763 E situado a una altitud de 490 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 9 m.

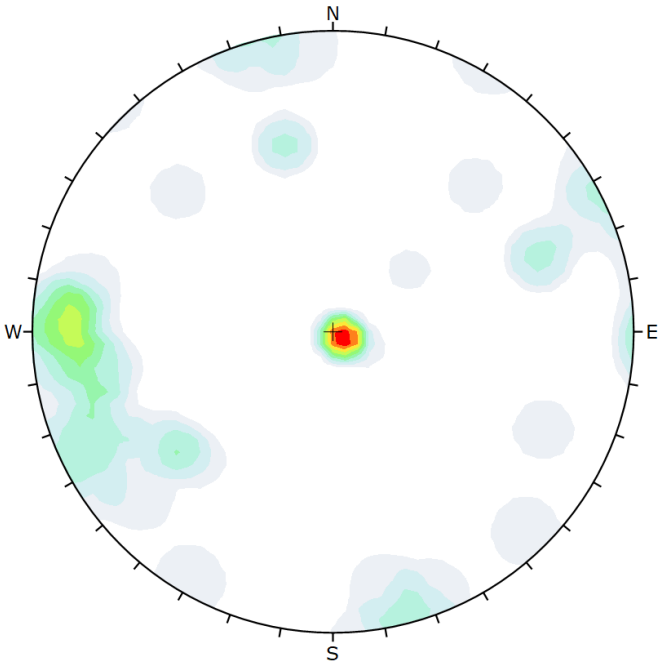
El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 140 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2.13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 22.00%, el índice de resistencia de compresión simple es de 78.22 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 87% siendo de muy buena calidad.



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	37 (37 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°33 PLOTEO DE POLOS

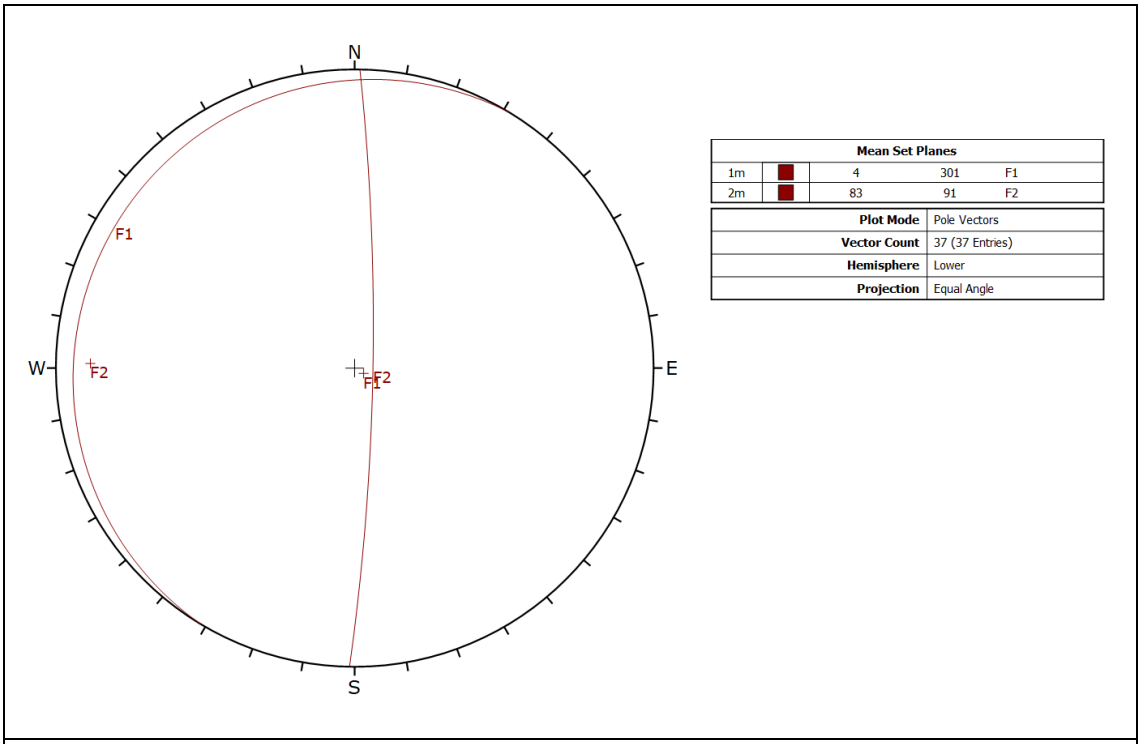


Color	Density Concentrations
	0.00 - 1.70
	1.70 - 3.40
	3.40 - 5.10
	5.10 - 6.80
	6.80 - 8.50
	8.50 - 10.20
	10.20 - 11.90
	11.90 - 13.60
	13.60 - 15.30
	15.30 - 17.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	16.47%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	37 (37 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

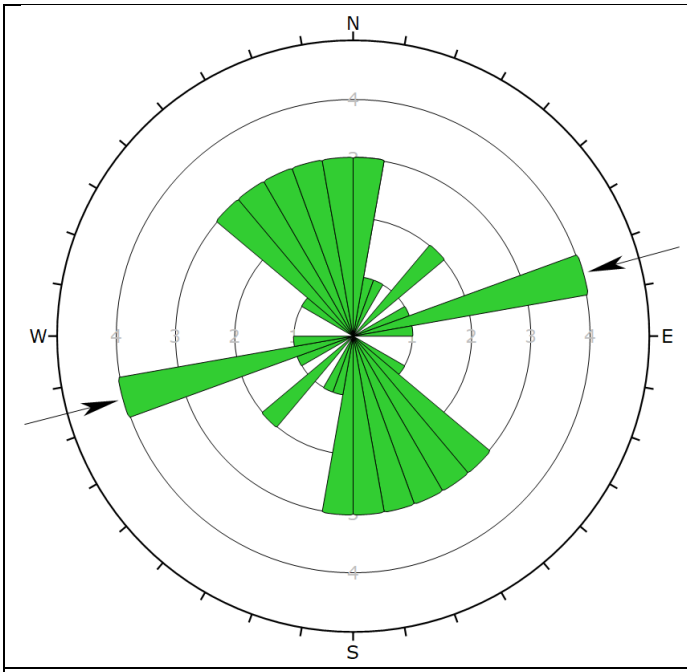
Figura: N°34 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		4	301	F1
2m		83	91	F2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	37 (37 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°35 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	29
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°36 ROSETA DE ORIENTACION

C. ZONA 3. SECCIÓN SALIDA TARATA

1. Estación 10-A

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010076 N 366640 E situado a una altitud de 710 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con buena rugosidad. El macizo rocoso exhibe una alta meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 90 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1.92 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 32.43%, el índice de resistencia de compresión simple es de 21.41 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual y 26.78 MPa haciendo uso del ensayo de Compresión Simple, por otro lado, exhibe un RQD de 87% siendo de muy buena calidad.

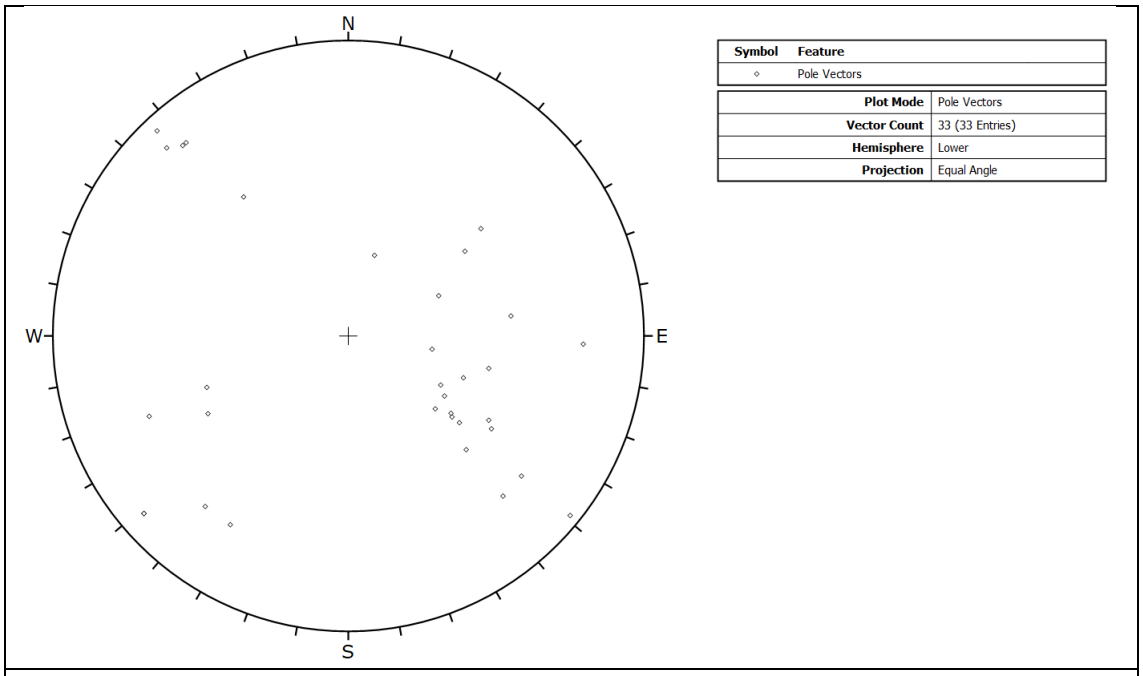


Figura: N°37 PLOTEO DE POLOS

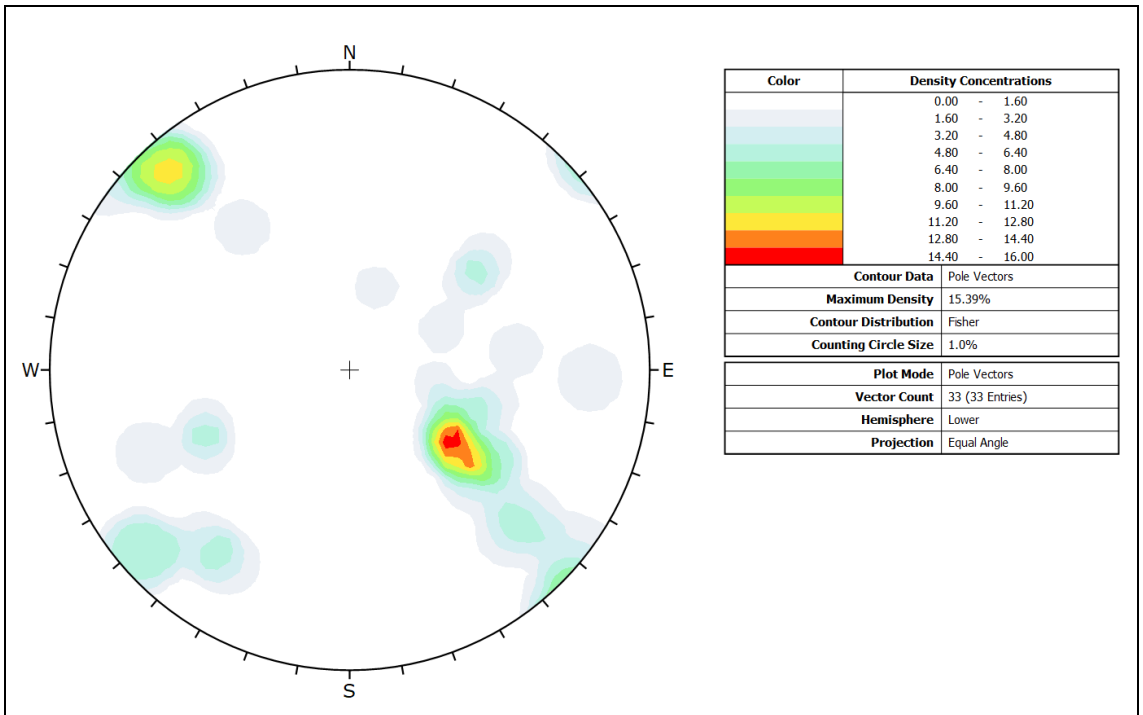
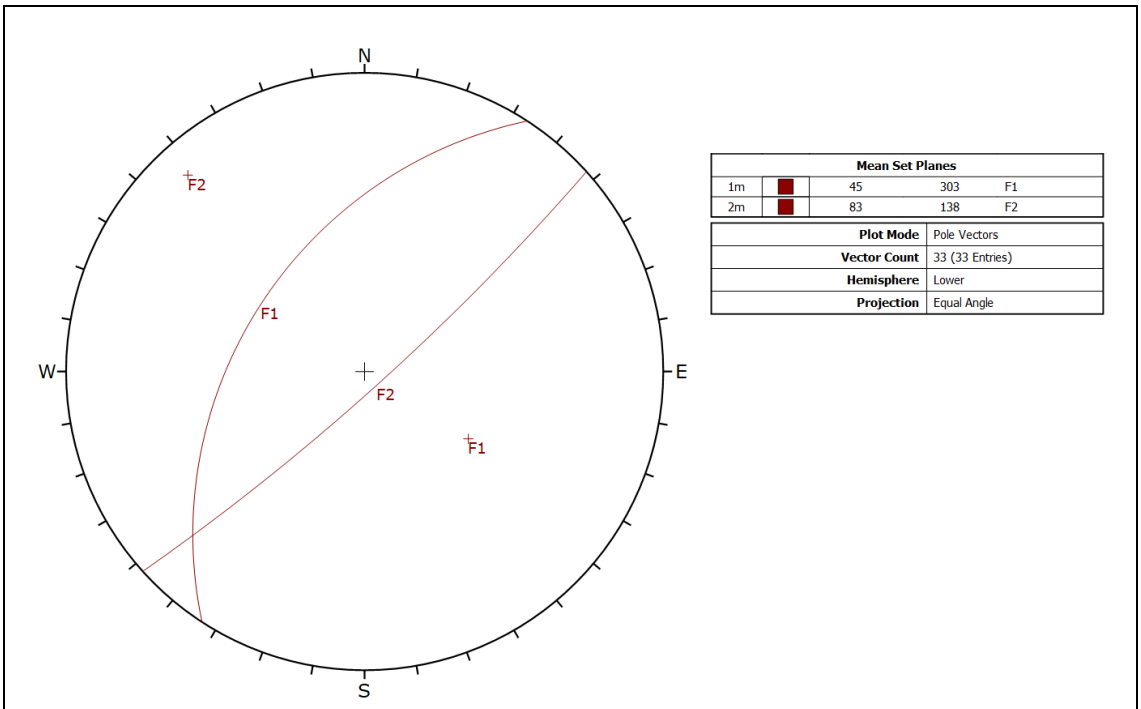


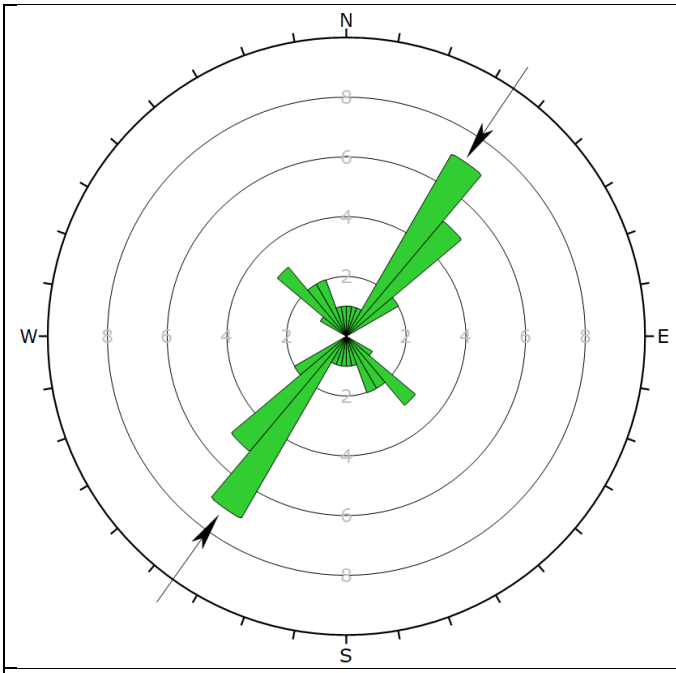
Figura: N°38 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		45	303	F1
2m		83	138	F2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	33 (33 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°39 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	27
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°40 ROSETA DE ORIENTACION

2. Estación 10-B

Situado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010190 N 366807 E situado a una altitud de 700 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 5 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 - 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre 3 – 10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con buena rugosidad. El macizo rocoso exhibe bastante meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 110 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1.92 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 32.43%, el índice de resistencia de compresión simple es de 21.21 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual y 26.78 MPa haciendo uso del ensayo de Compresión Simple, por otro lado, exhibe un RQD de 91% siendo de muy buena calidad.

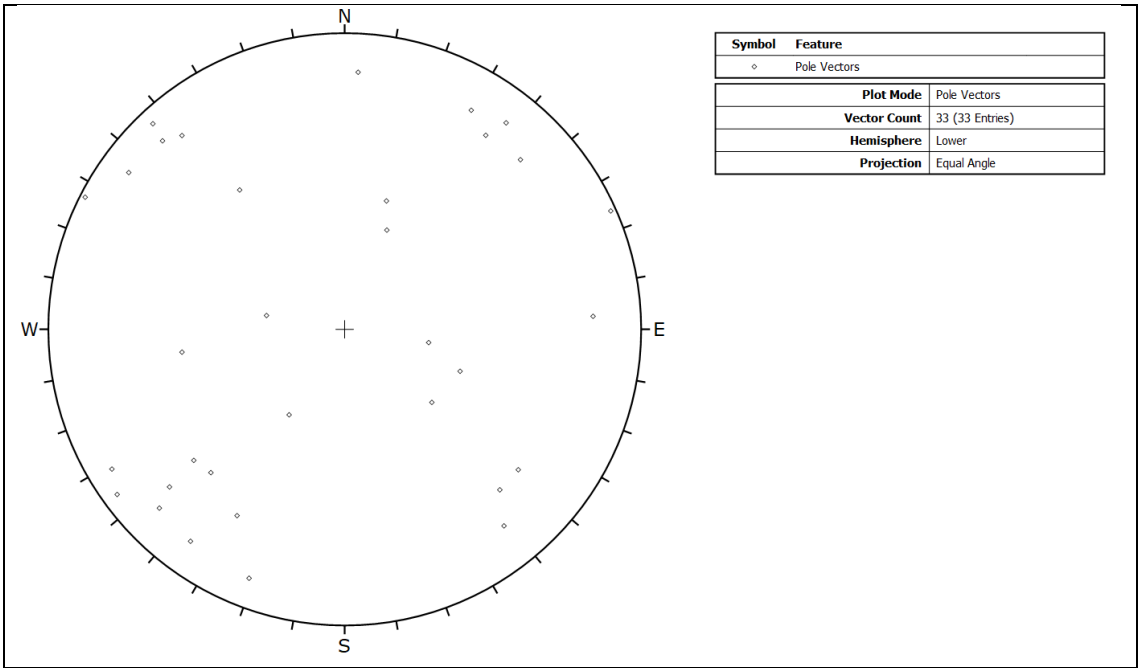


Figura: N°41 PLOTEO DE POLOS

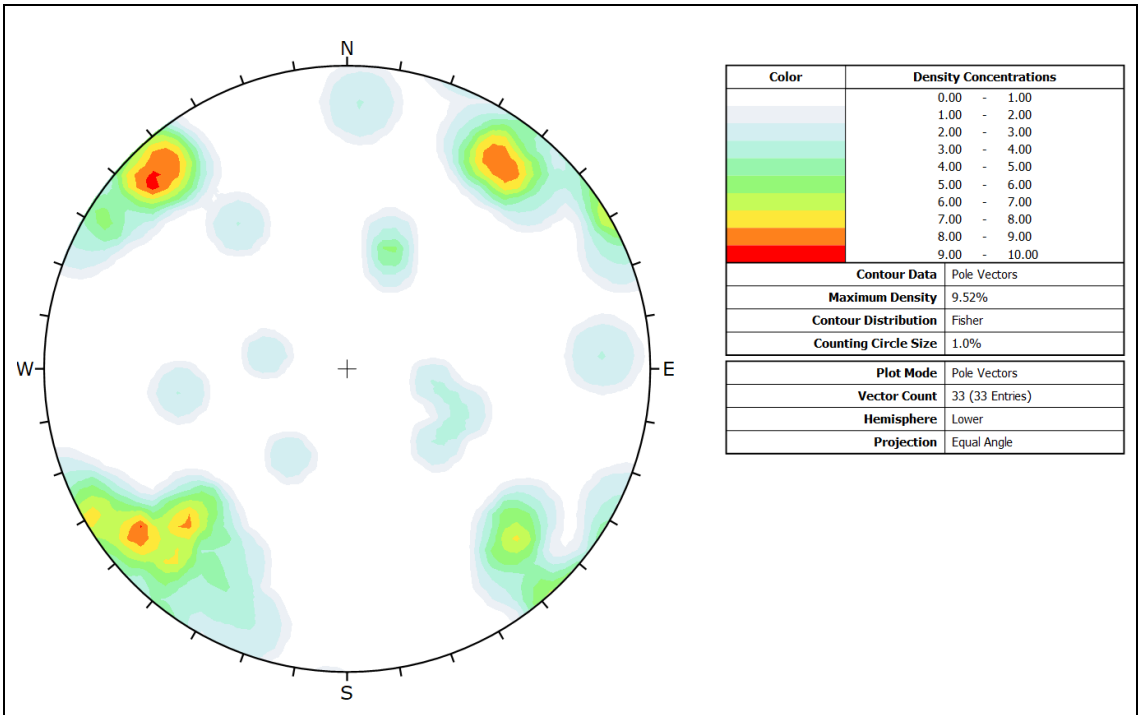
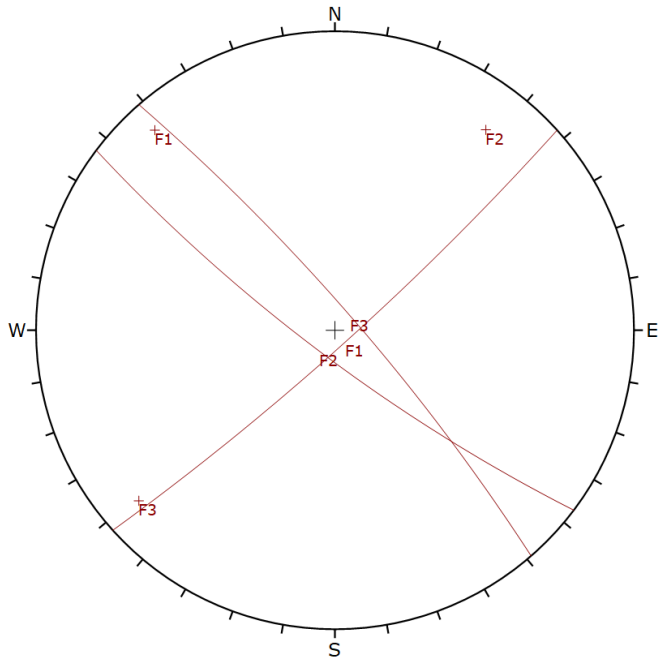


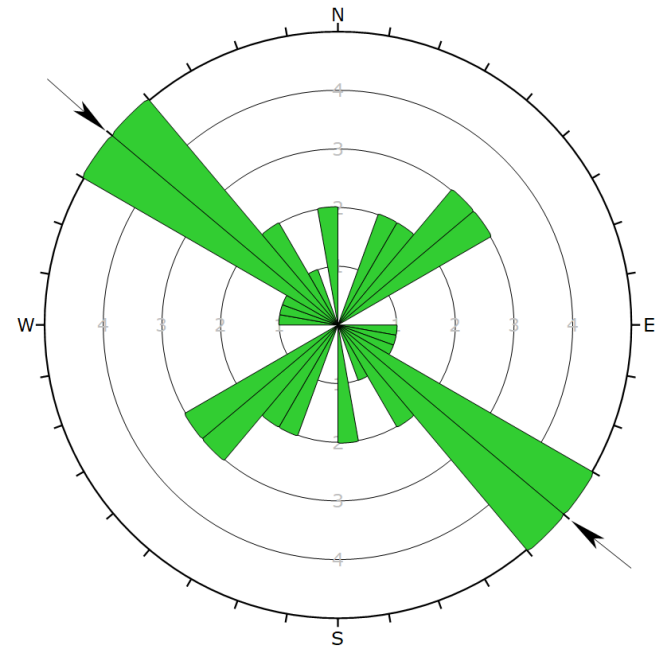
Figura: N°42 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		84	138	F1
2m		80	217	F2
3m		82	49	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	33 (33 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°43 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	28
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°44 ROSETA DE ORIENTACION

3. Estación 10-C

Localizado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8010247 N 366878 E situado a una altitud de 690 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre los 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que exceden los 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. La densidad de la ignimbrita es de 2.13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 21.63%, el índice de resistencia de compresión simple es de 56.31 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 78% siendo de buena calidad.

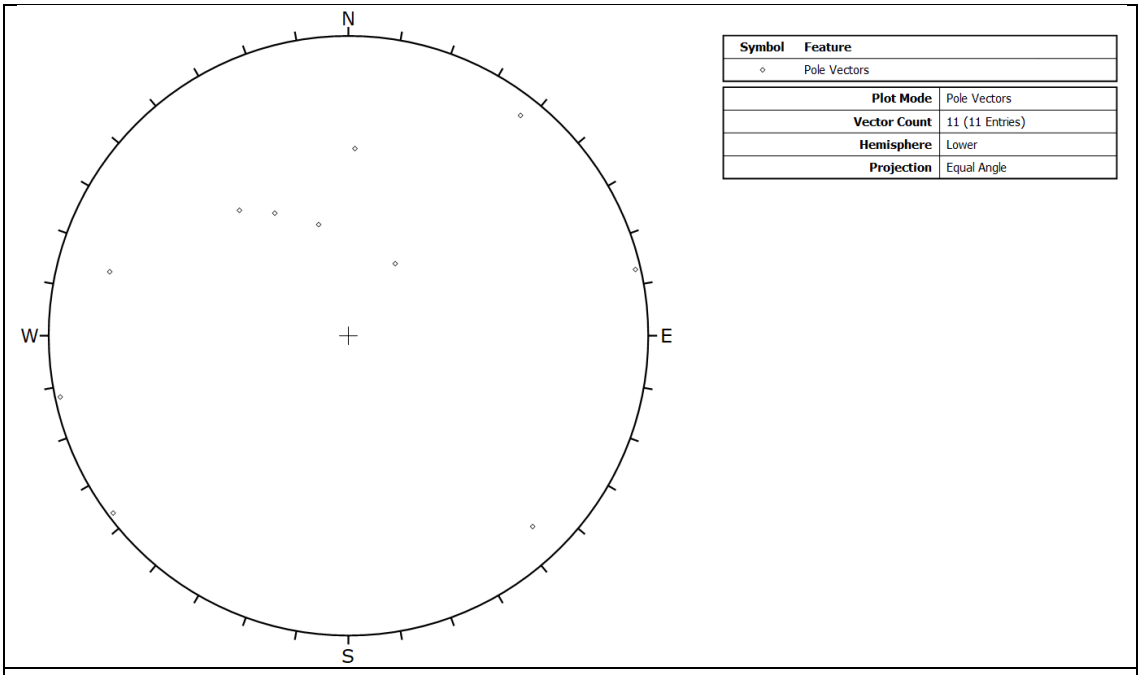


Figura: N°45 PLOTEO DE POLOS

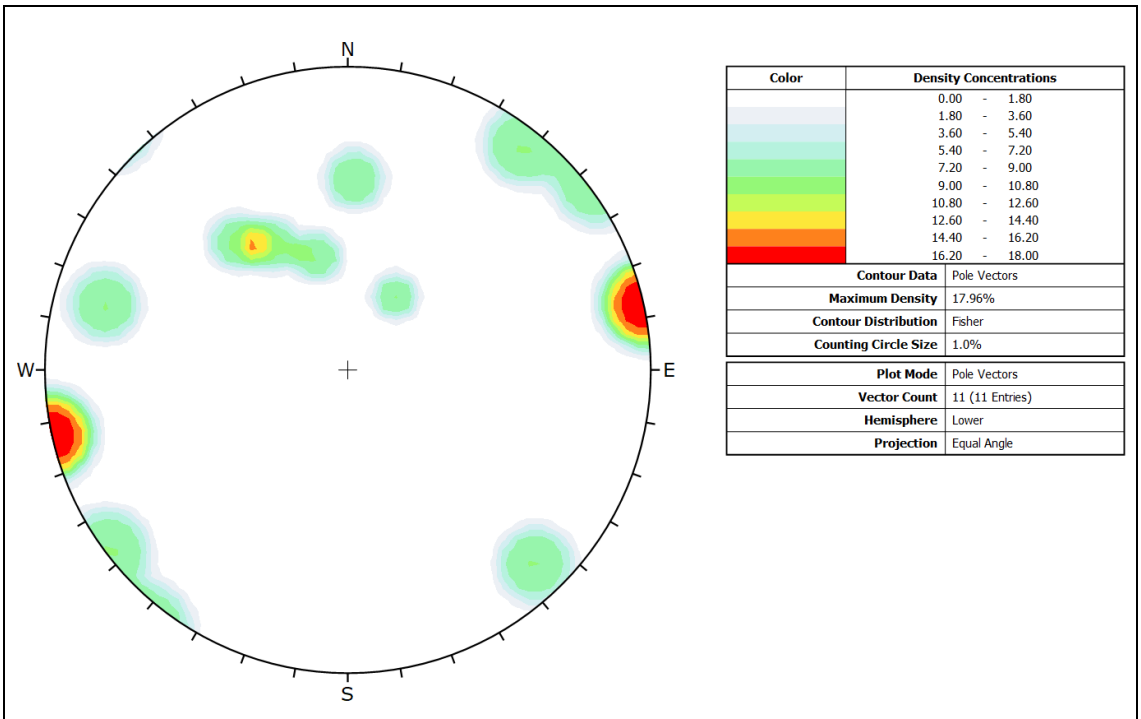


Figura: N°46 CURVA DE ISOVALORES

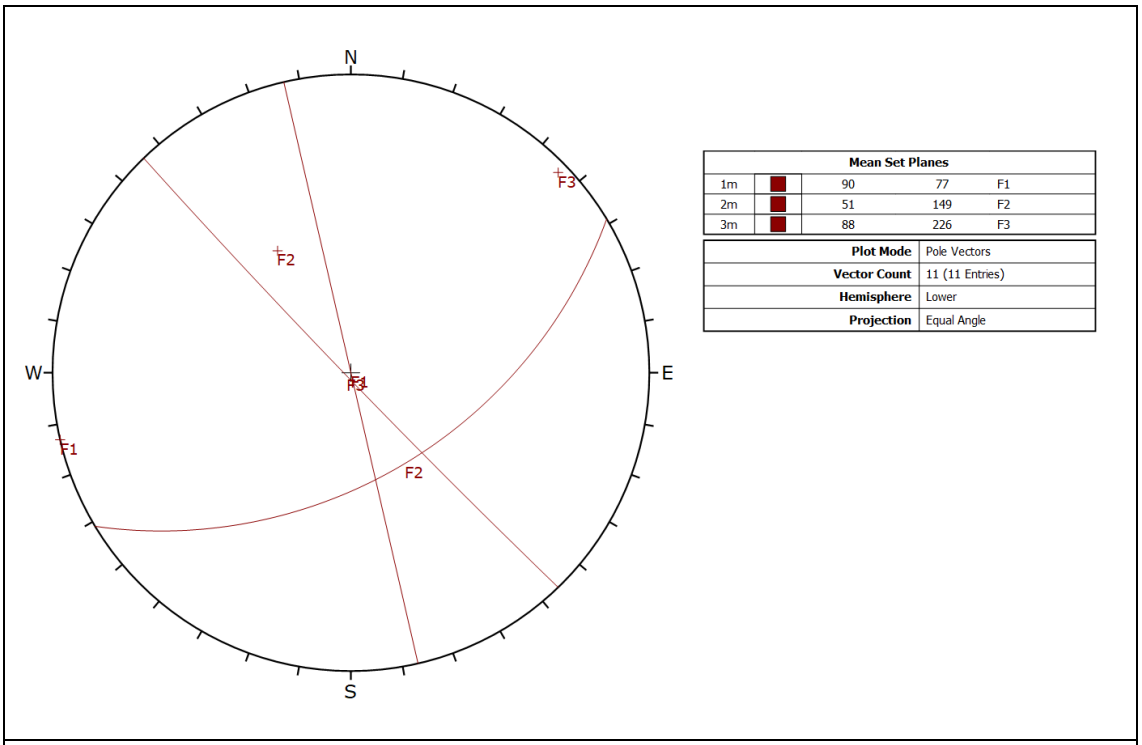


Figura: N°47 PLOTEO DE PLANOS MAYORES

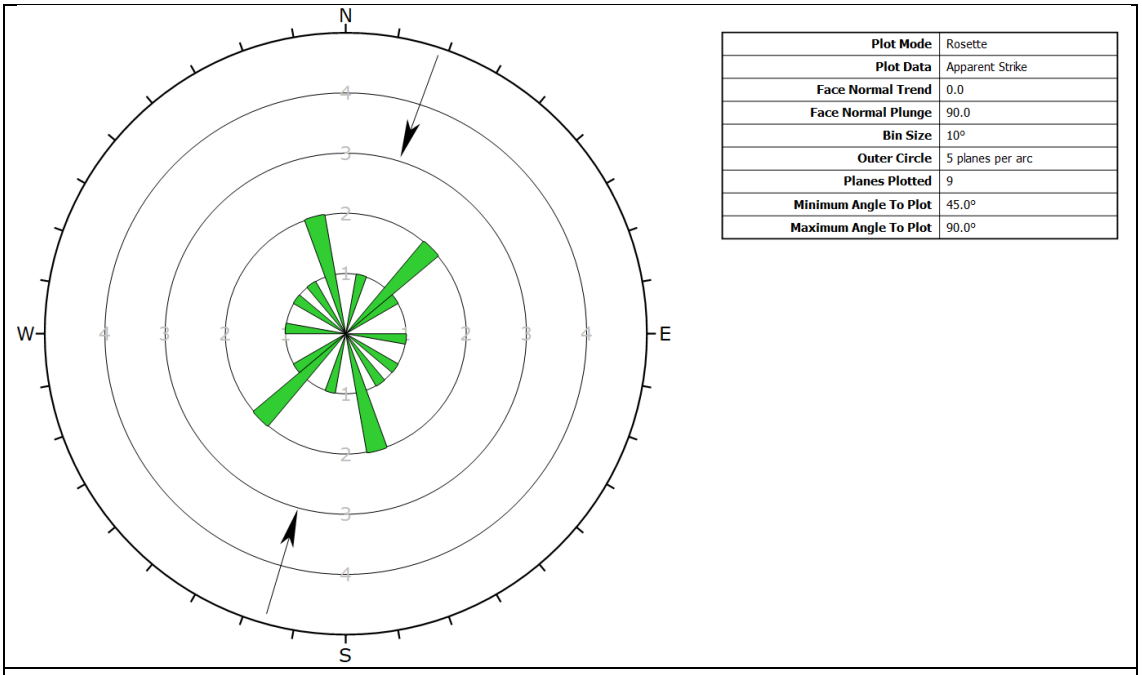


Figura: N°48 ROSETA DE ORIENTACION

4. Estación 11

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8023218 N 368365 E situado a una altitud de 1130 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 120 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2.08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 25.56%, el índice de resistencia de compresión simple es de 48.24 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 90% siendo de muy buena calidad.

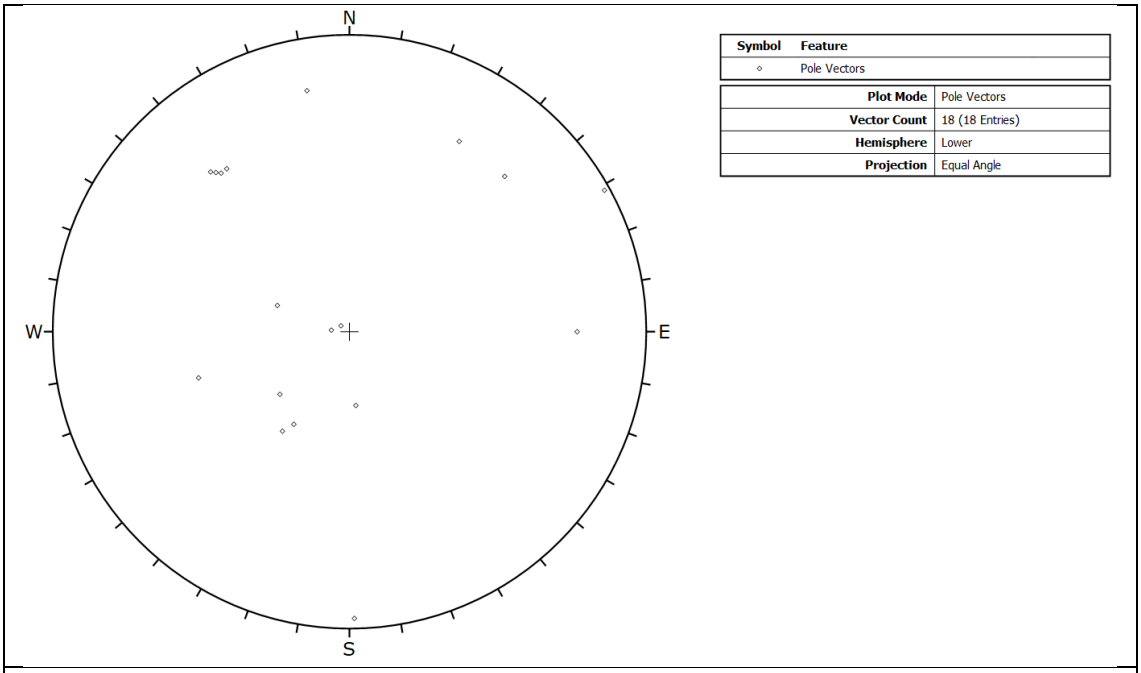


Figura: N°49 PLOTEO DE POLOS

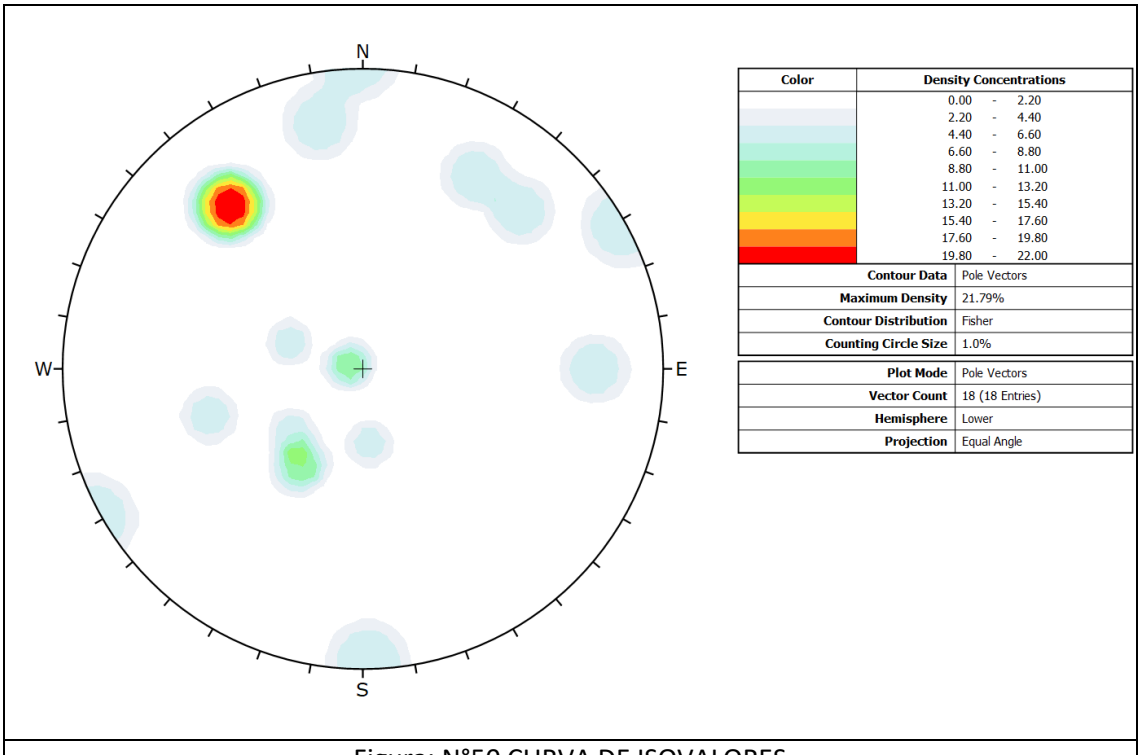
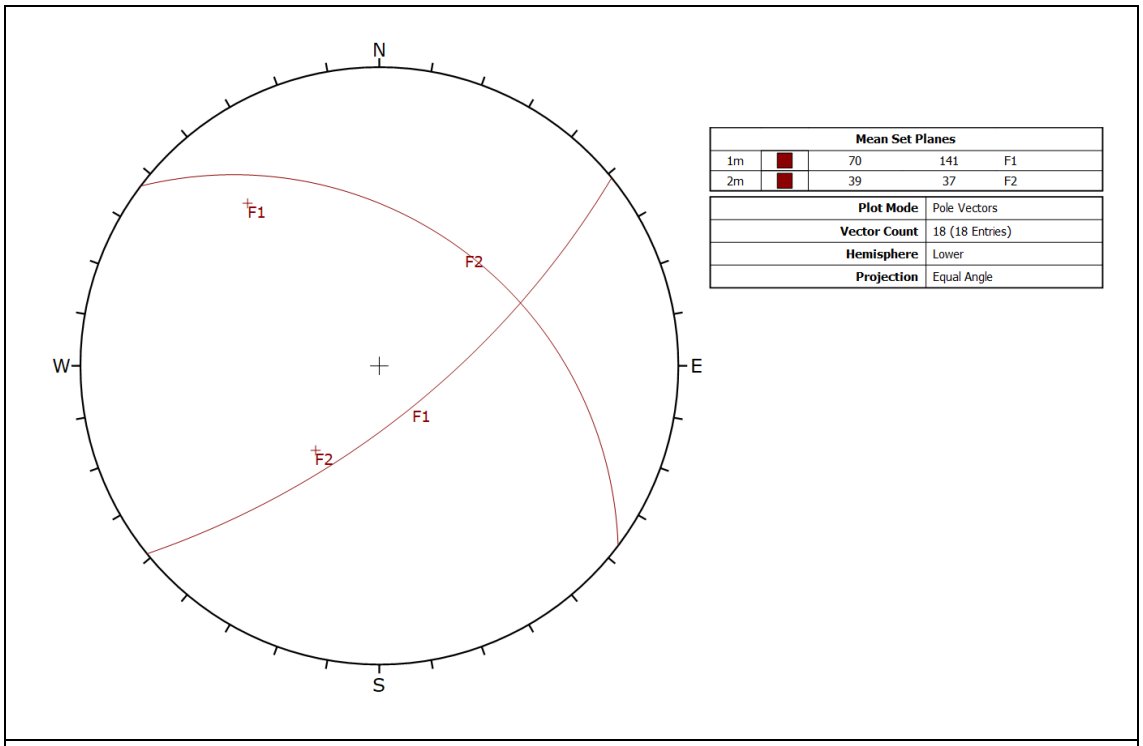


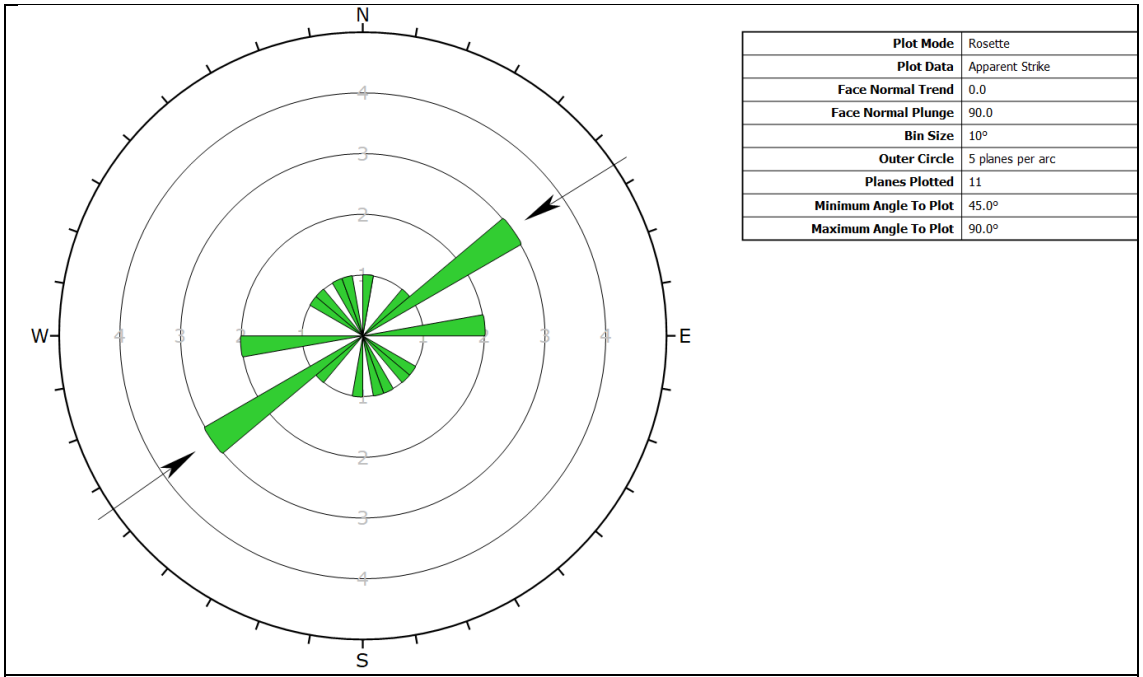
Figura: N°50 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		70	141	F1
2m		39	37	F2

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	18 (18 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°51 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	11
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°52 ROSETA DE ORIENTACION

5. Estación 12

Ubicado en plena carretera Tarata, con coordenadas 8023126 N 368337 E situado a una altitud de 1130 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 6 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización ligera en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 190 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2.08 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 25.56%, el índice de resistencia de compresión simple es de 49.67 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 90% siendo de muy buena calidad.

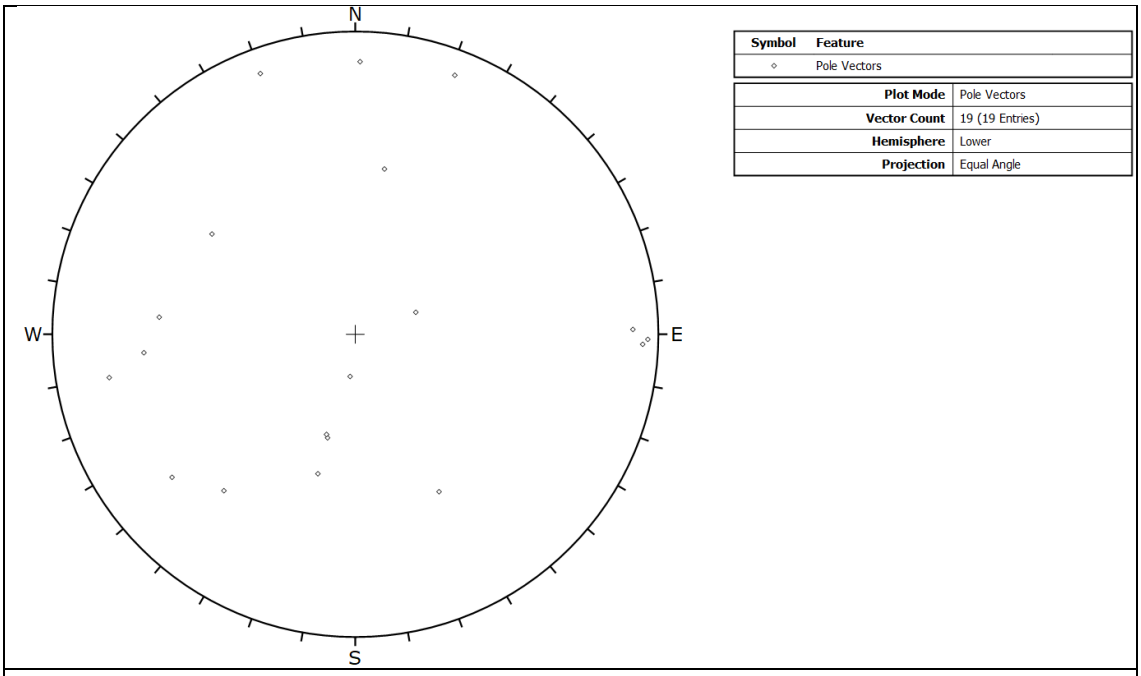


Figura: N°53 PLOTEO DE POLOS

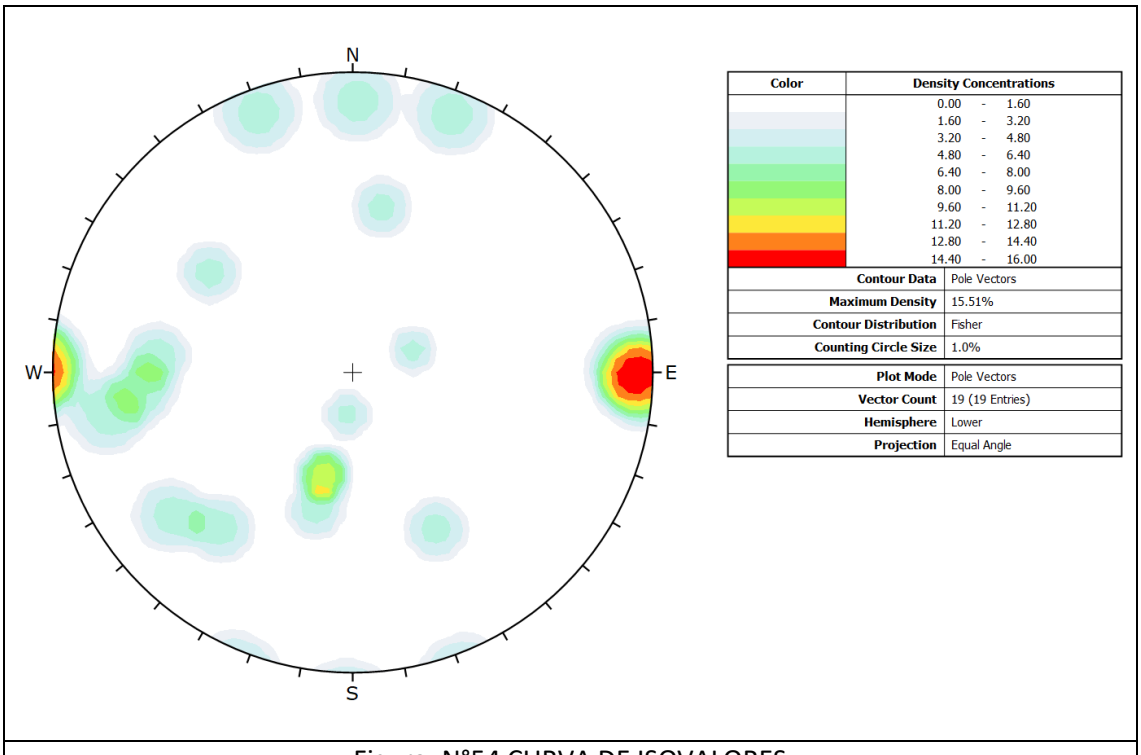
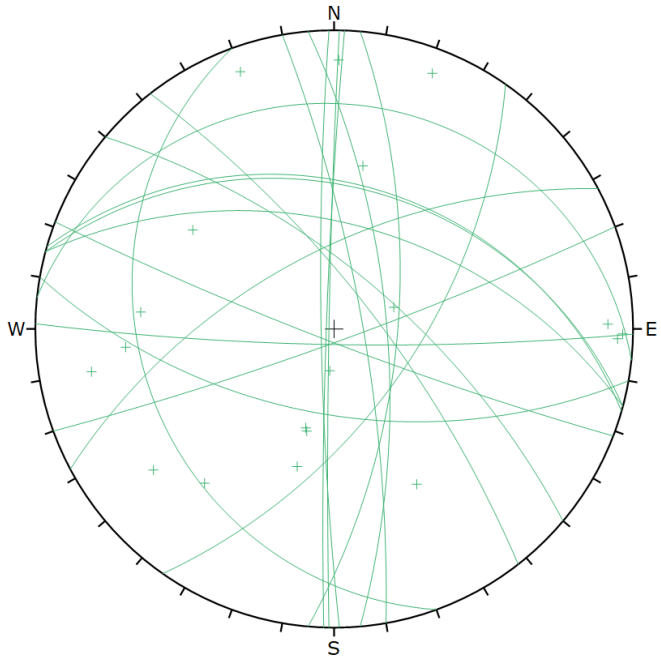


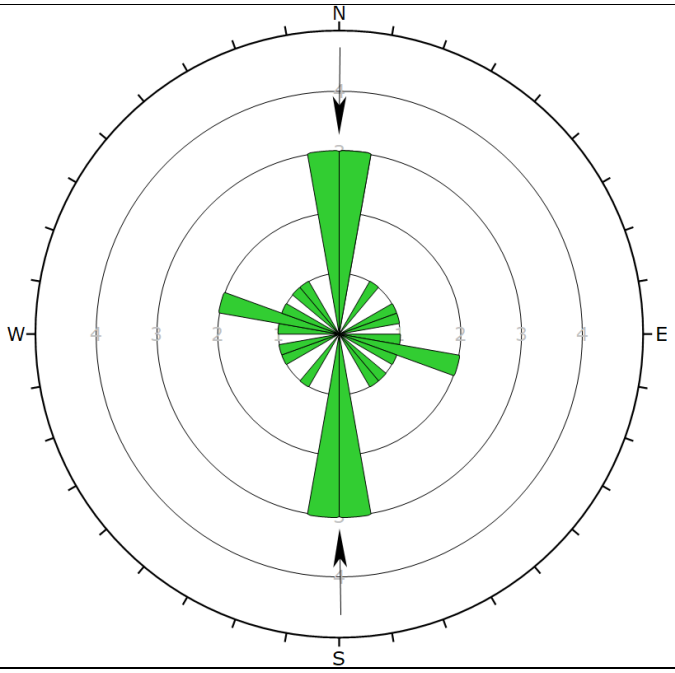
Figura: N°54 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		87	271	F1
2m		38	15	F2
3m		70	85	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	19 (19 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°55 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	15
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°56 ROSETA DE ORIENTACION

D. ZONA 4. SECCIÓN PANAMERICANA

1. Estación 15

Localizado sobre la Carretera Panamericana, con coordenadas 8008796 N 365616 E situado a una altitud de 630 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 90 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2.13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 17.96%, el índice de resistencia de compresión simple es de 67.68 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 92% siendo de muy buena calidad.

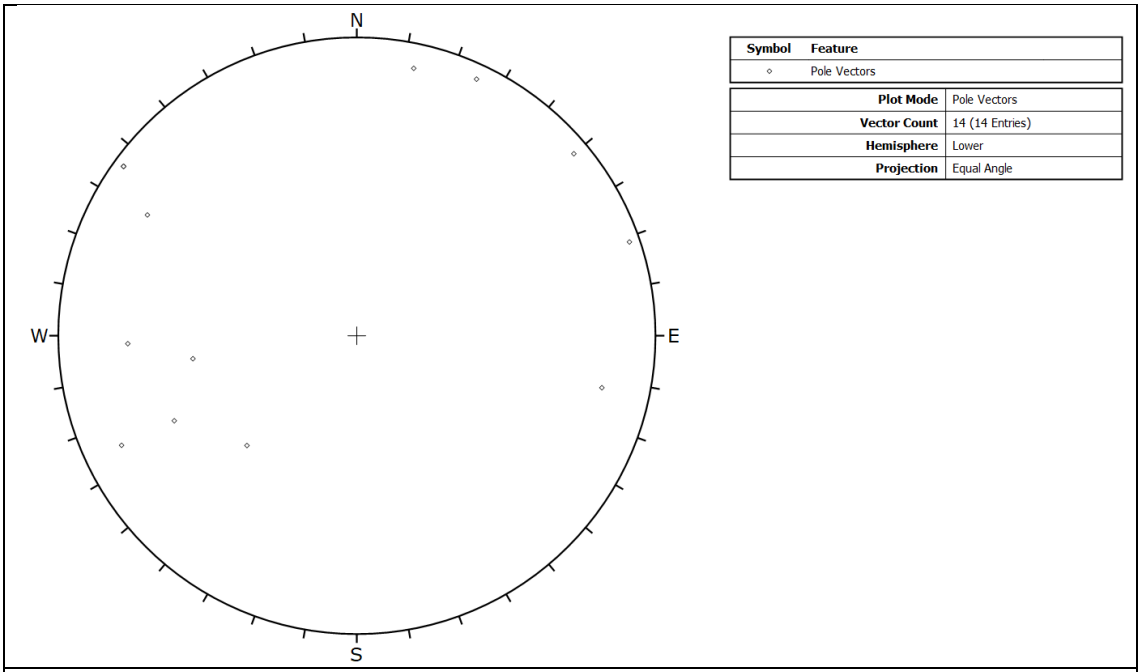


Figura: N°57 PLOTEO DE POLOS

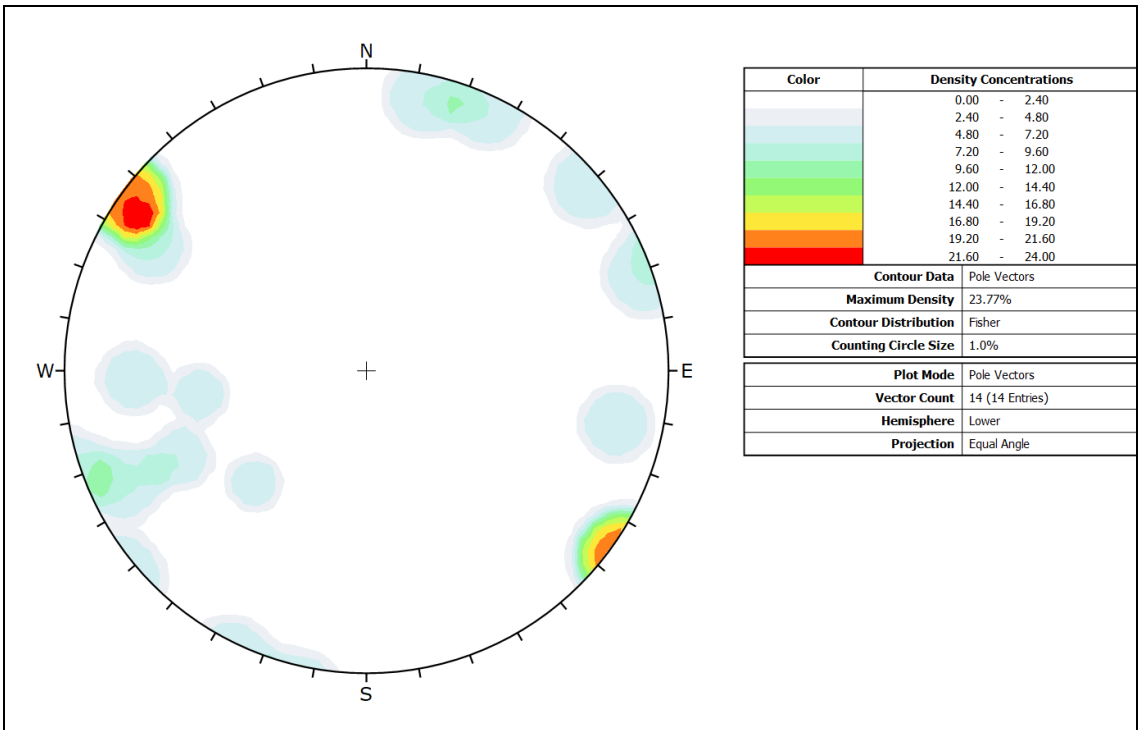
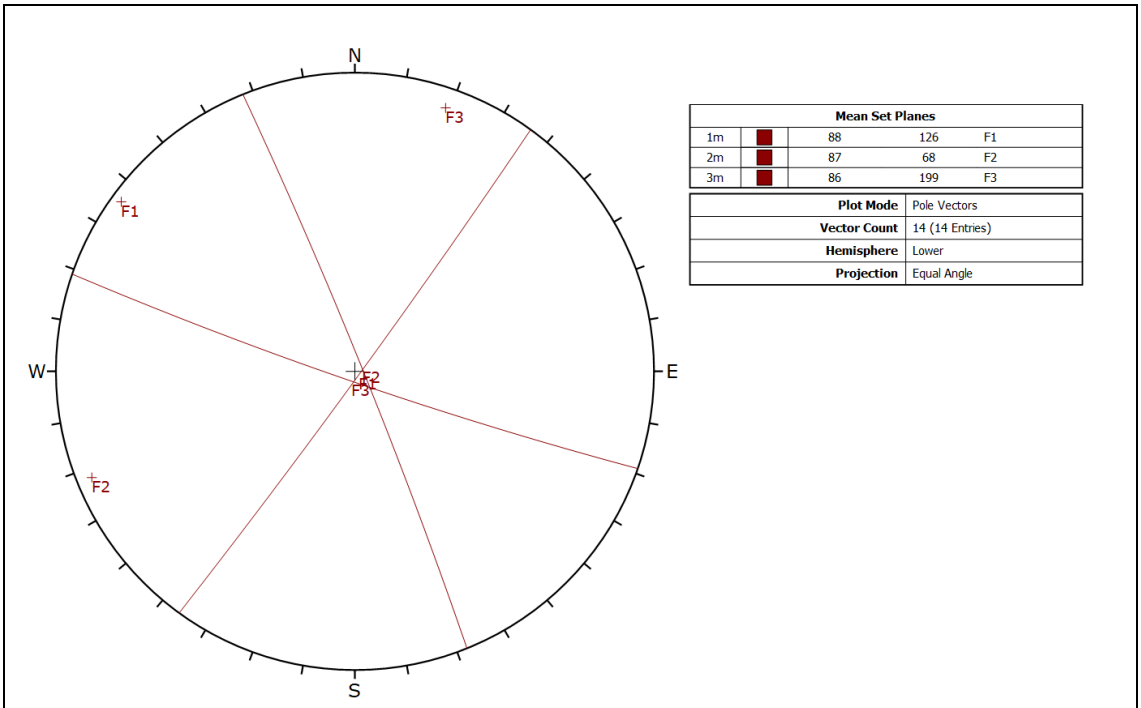


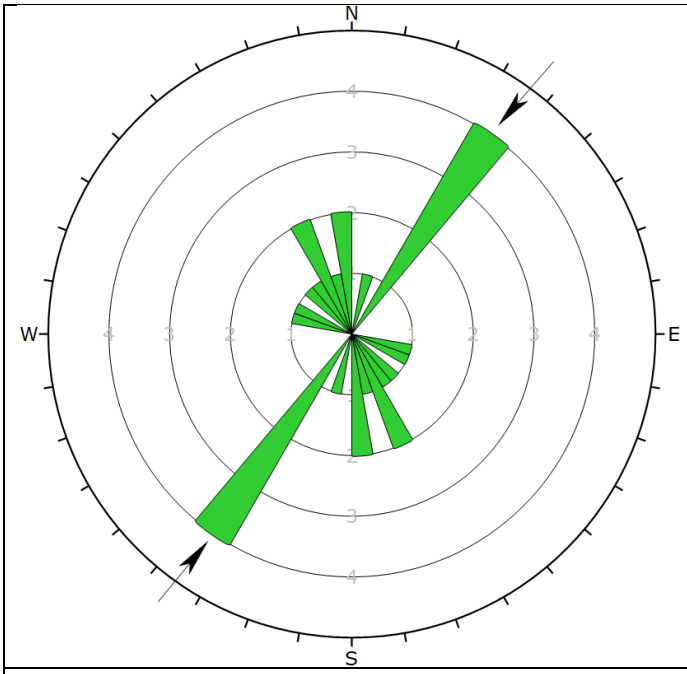
Figura: N°5 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		88	126	F1
2m		87	68	F2
3m		86	199	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	14 (14 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°59 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	14
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°60 ROSETA DE ORIENTACION

2. Estación 16

Ubicado sobre la Carretera Panamericana, con coordenadas 8008909 N 365745 E situado a una altitud de 620 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2.0 m. de longitud, con persistencia que varía entre 3 -10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, fuera del afloramiento, dispone de aperturas mayores a los 5 mm., en gran medida con bastante rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 80 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 2.13 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 17.96%, el índice de resistencia de compresión simple es de 65.60 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 91% siendo de muy buena calidad.

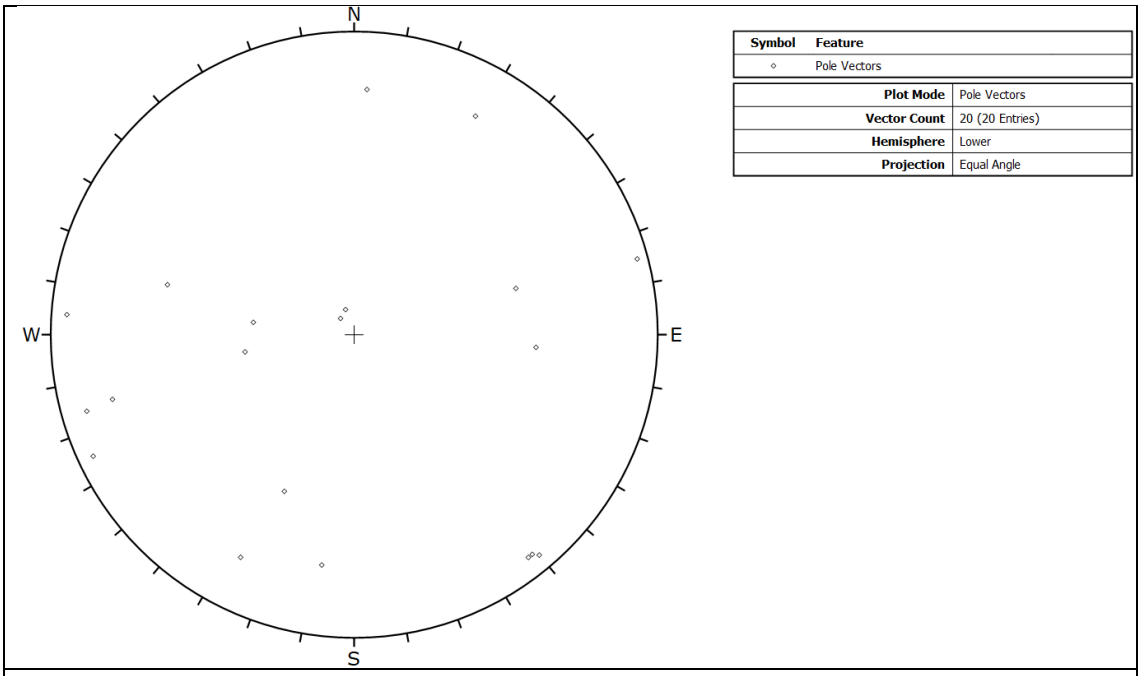


Figura: N°61 PLOTEO DE POLOS

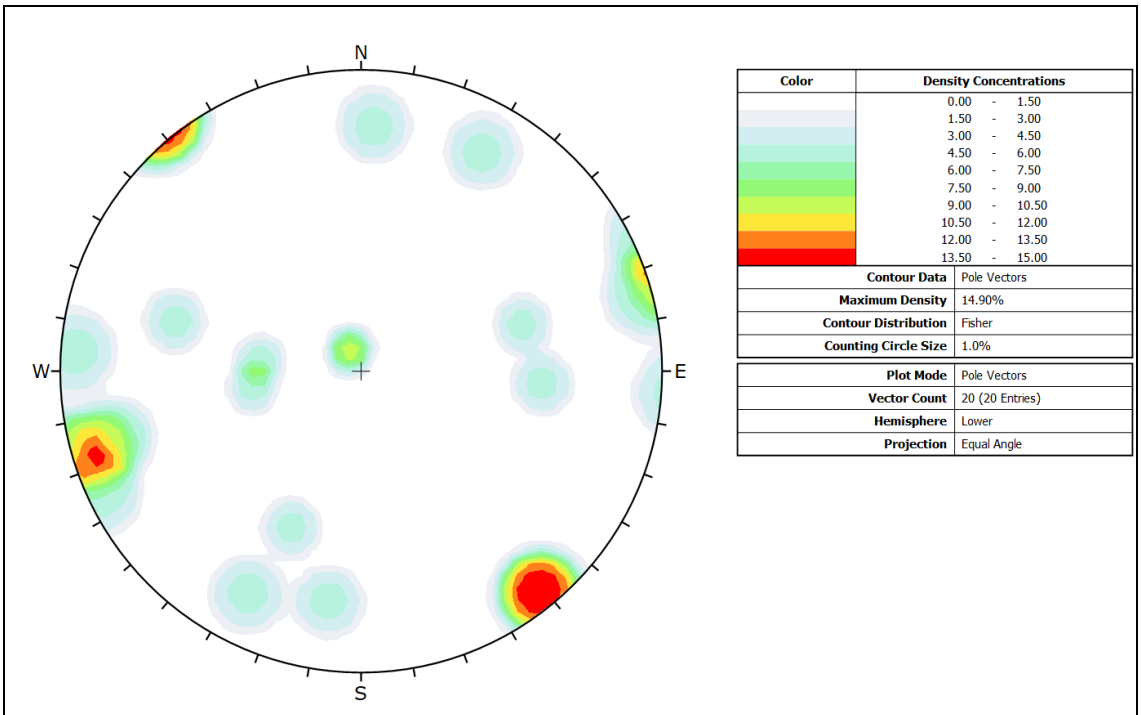
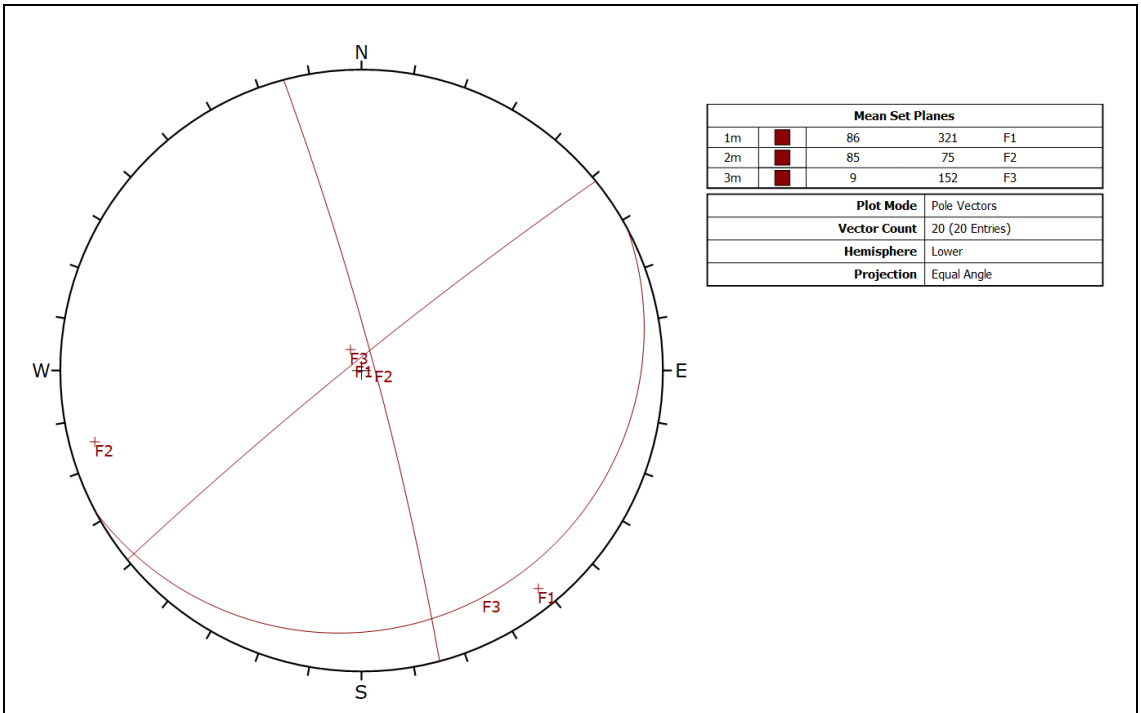


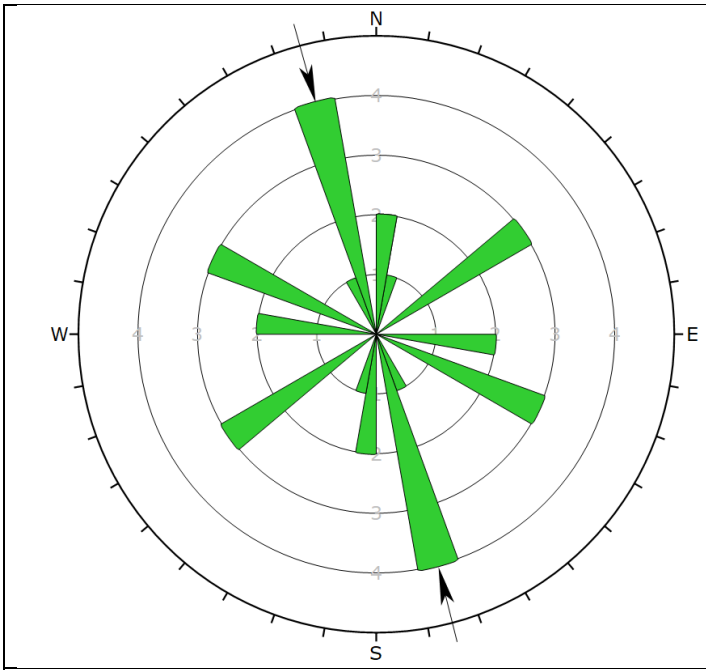
Figura: N°62 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		86	321	F1
2m		85	75	F2
3m		9	152	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	20 (20 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°63 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	16
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°64 ROSETA DE ORIENTACION

3. Estación 17

Ubicado sobre la Carretera Panamericana, con coordenadas 8011126 N 365607 E situado a una altitud de 780 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 8 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que varía entre 3 -10 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe una meteorización moderada en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Para esta estación se tomó en cuenta una muestra ubicada a 190 m. de distancia, debido a las características litológicas y geomecánicas similares que comparte la muestra con la estación geomecánica. La densidad de la ignimbrita es de 1.82 gr/cm^3, exhibiendo una porosidad de 28.64%, el índice de resistencia de compresión simple es de 18.55 MPa aplicando el ensayo de Carga Puntual, por otro lado, exhibe un RQD de 22% siendo de muy baja calidad.

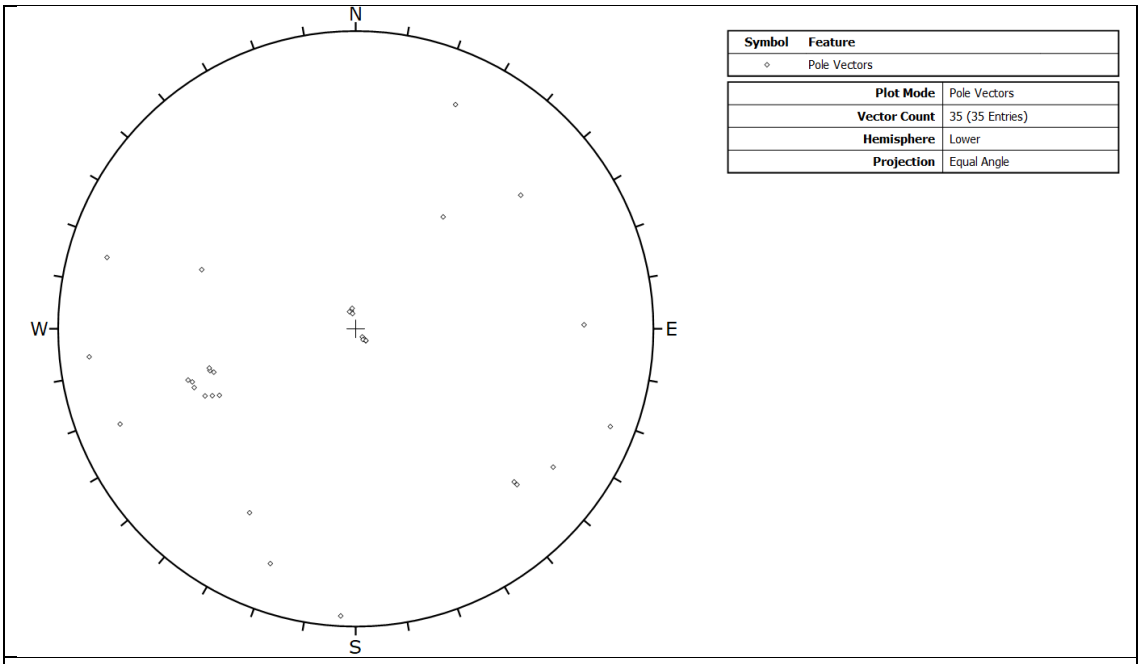


Figura: N°65 PLOTEO DE POLOS

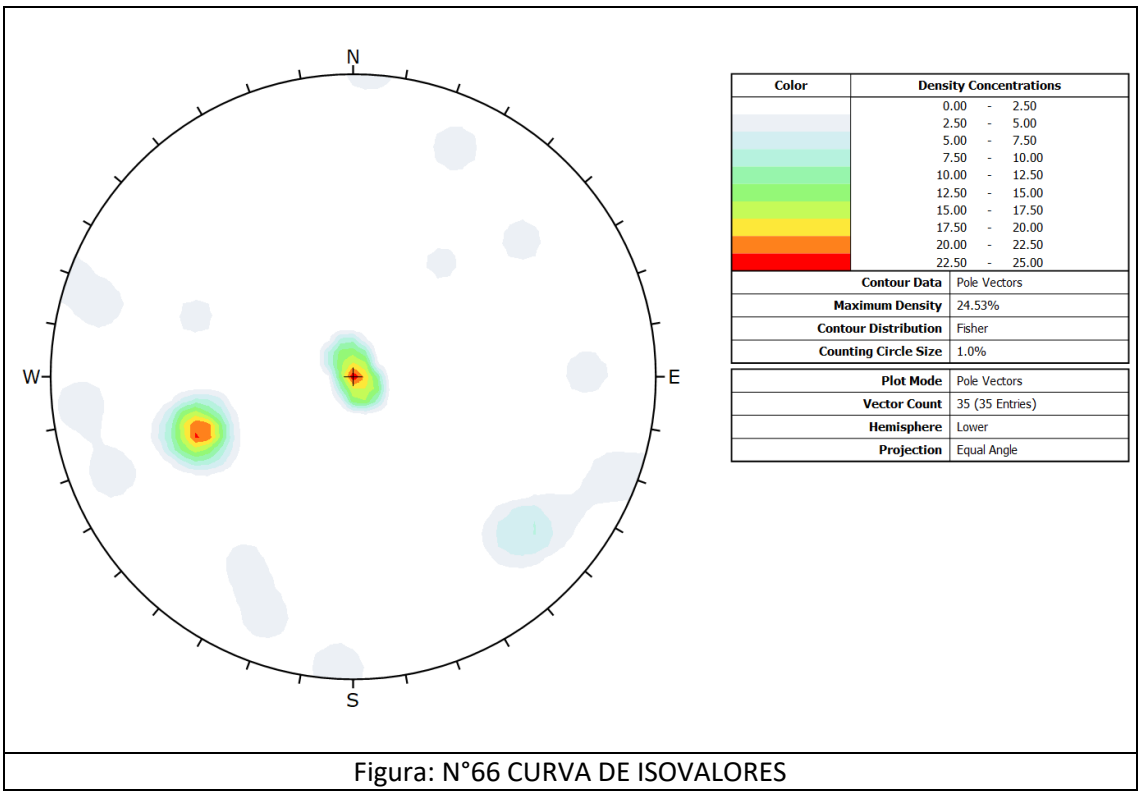
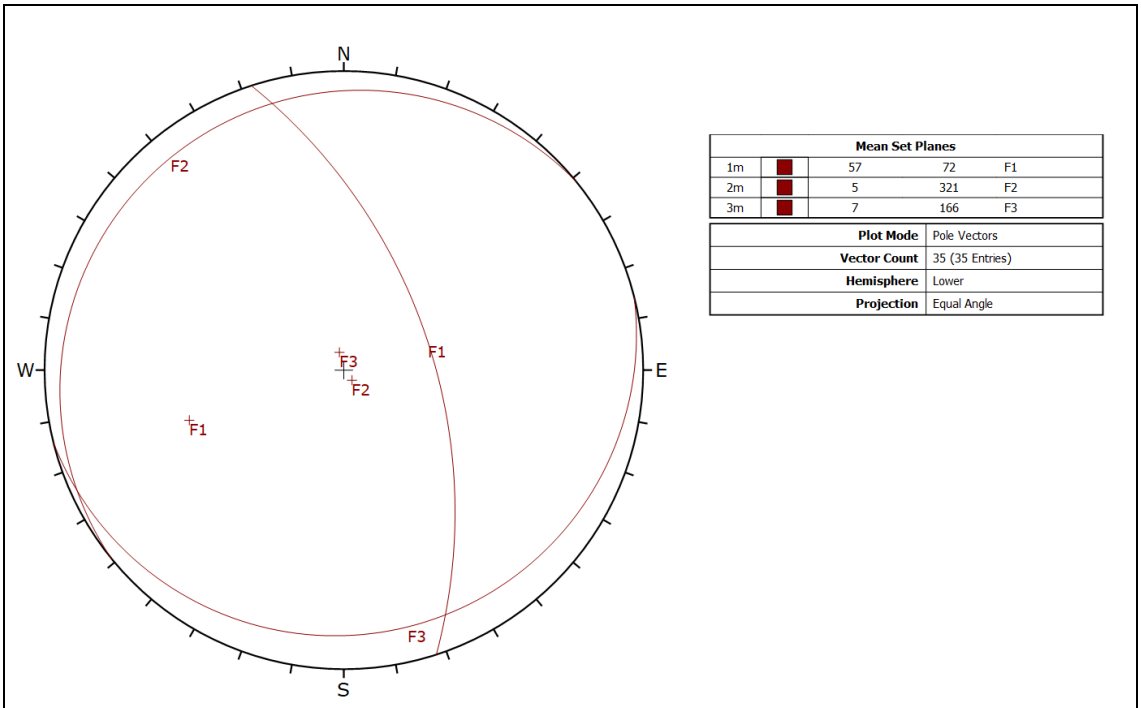


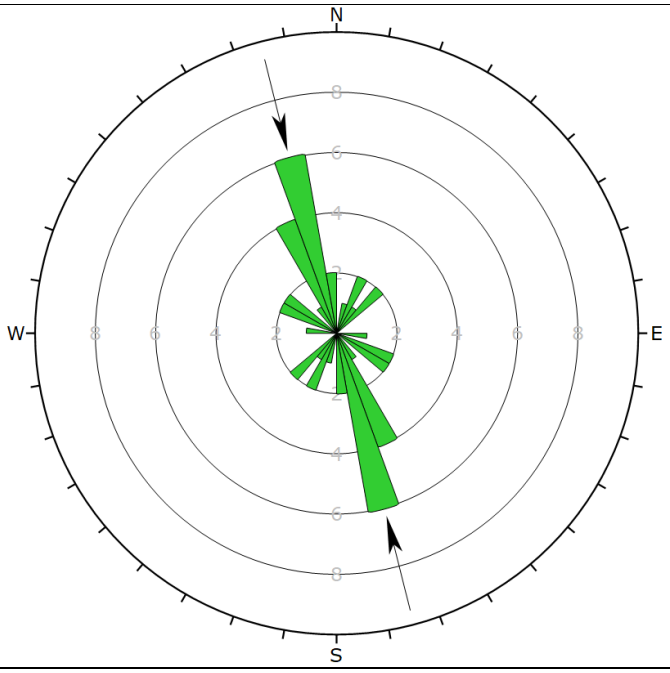
Figura: N°66 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		57	72	F1
2m		5	321	F2
3m		7	166	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	35 (35 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°67 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	24
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°68 ROSETA DE ORIENTACION

4. Estación 18-A

Ubicado sobre la Carretera Panamericana, con coordenadas 8009062 N 365926 E situado a una altitud de 610 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 7 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia menor a 1 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que varían entre 1 - 5 mm., en gran medida con rugosidad lisa. El macizo rocoso exhibe una ligera meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Por otro lado, exhibe un RQD de 23% siendo de mala calidad.

5. Estación 18-B

Ubicado sobre la Carretera Panamericana, con coordenadas 8009091 N 365955 E situado a una altitud de 610 msnm, disponiendo una altura promedio de talud por corte de carretera de 5 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.2 – 0.6 m. de longitud, con persistencia que oscila entre 1 - 3 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que exceden los 5 mm., en gran medida con ligera rugosidad. El macizo rocoso exhibe bastante meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Por otro lado, exhibe un RQD de 15% siendo de muy mala calidad.

E. ZONA 5. QUEBRADA DEL DIABLO

1. Estación 20

Ubicado sobre el cauce de la Quebrada del Diablo, con coordenadas 8012177 N 366624 E situado a una altitud de 800 msnm, disponiendo una altura promedio del talud natural de 12 m.

El espaciado promedio entre las discontinuidades oscila entre 0.6 – 2 m. de longitud, con persistencia que oscila entre 10 - 20 m. de longitud, con terminaciones, en su mayoría, en discontinuidades adyacentes, dispone de aperturas que exceden los 5 mm., en gran medida con alto índice de rugosidad. El macizo rocoso exhibe una ligera meteorización en sus fracturas y se encuentra en un estado seco. Por otro lado, exhibe un RQD de 74% siendo de buena calidad.

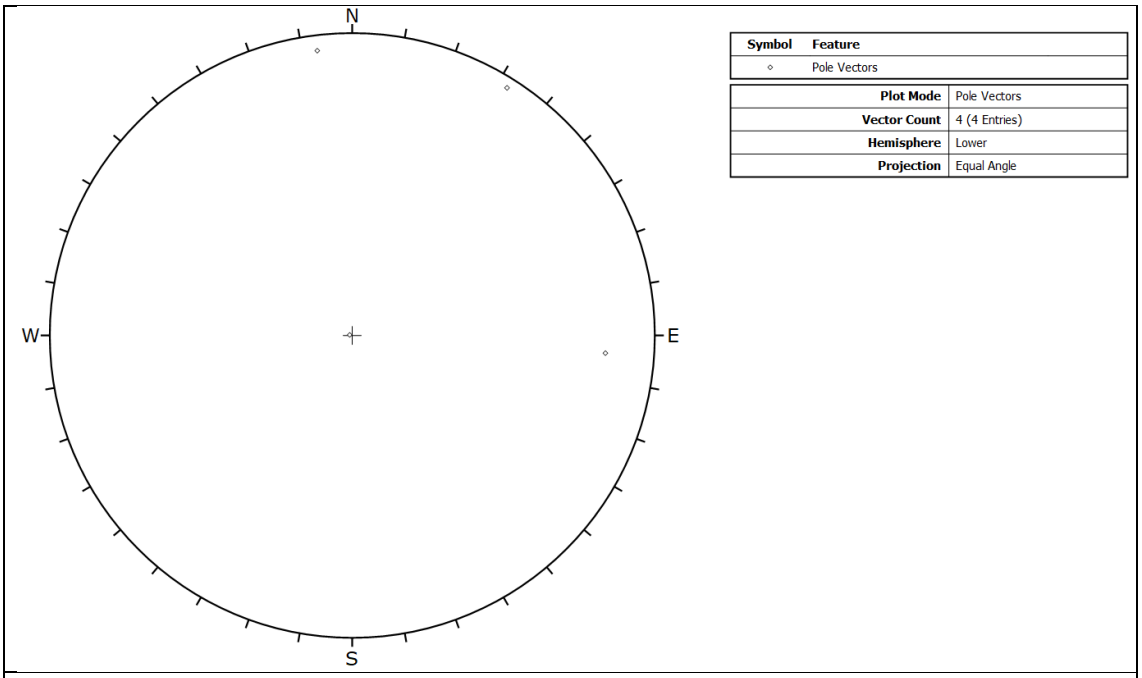


Figura: N°69 PLOTEO DE POLOS

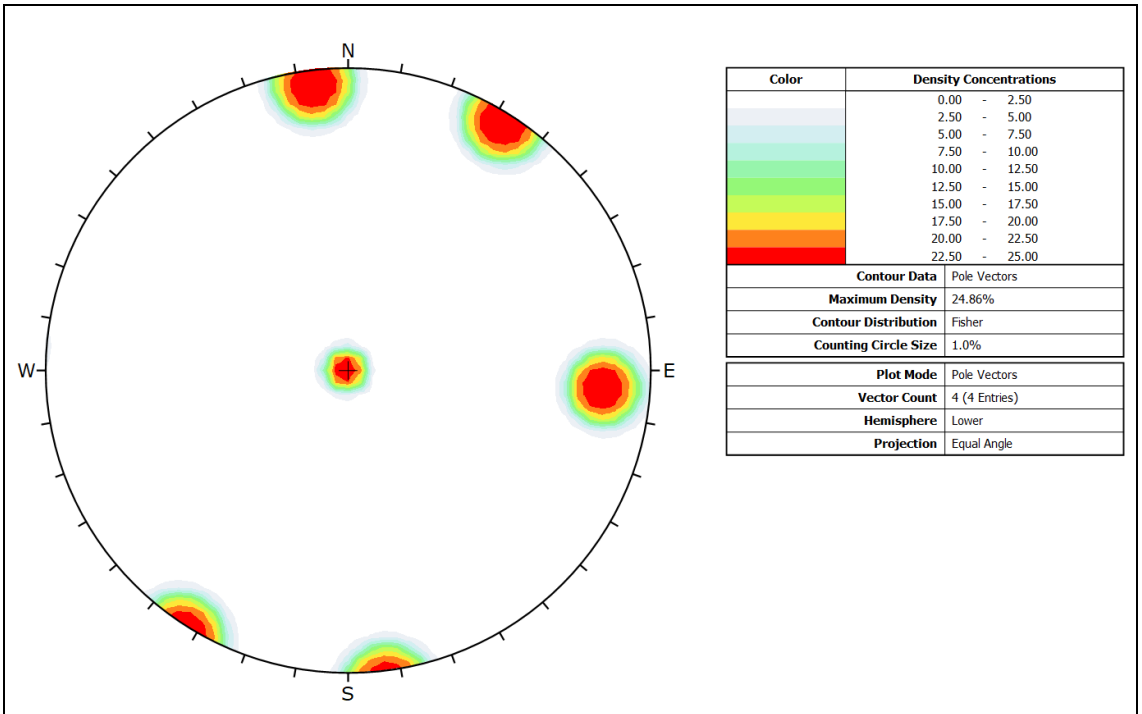
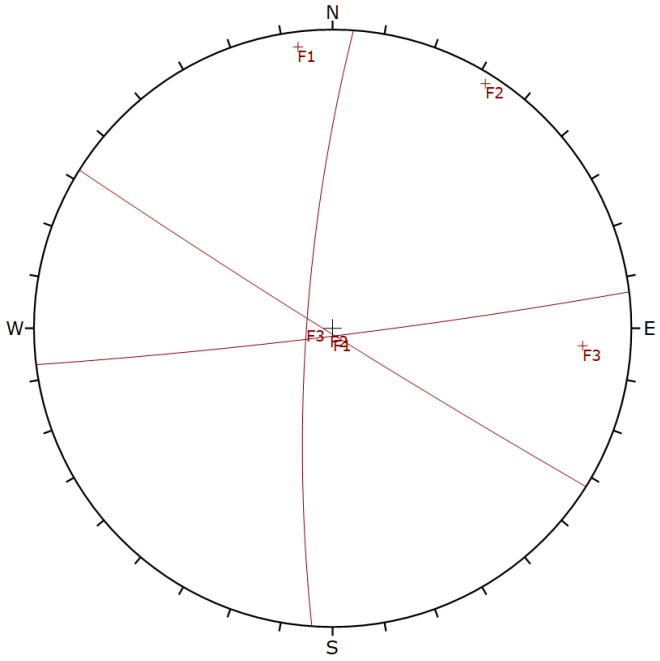


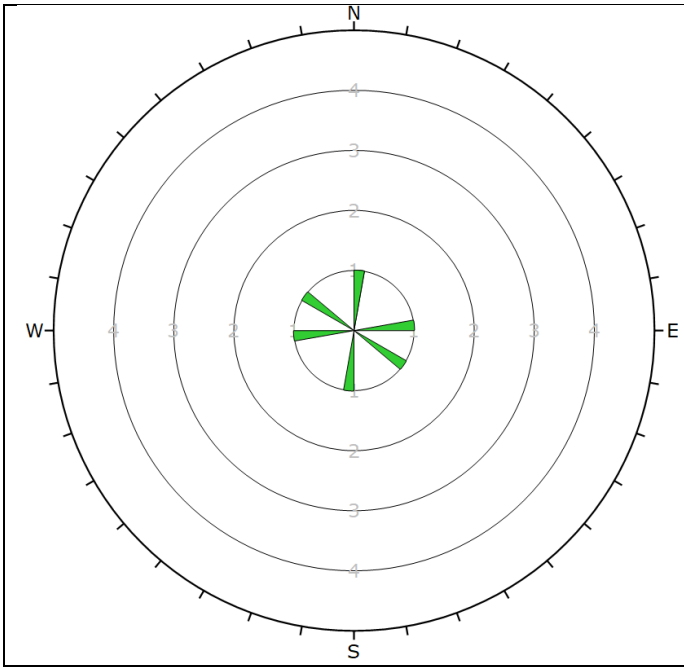
Figura: N°70 CURVA DE ISOVALORES



Mean Set Planes				
1m		353	3	F1
2m		32	2	F2
3m		94	10	F3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	4 (4 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figura: N°71 PLOTEO DE PLANOS MAYORES



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	3
Minimum Angle To Plot	45.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Figura: N°72 ROSETA DE ORIENTACION

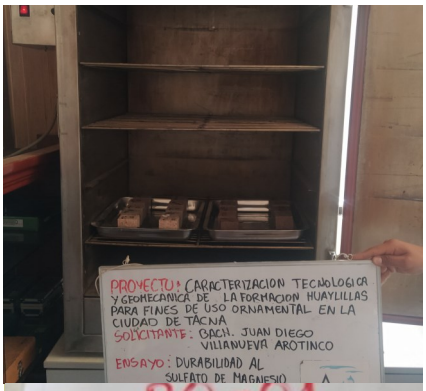
ANEXO 04

4.1 ENSAYOS DE DURABILIDAD

ENSAYO DE DURABILIDAD - INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.

PROYECTO: "CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA "









Trabajos realizados :

ENSAYO DE DURABILIDAD - INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

Solicitante : BACH. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO

TACNA, 2022

TRABAJO EN LABORATORIO

ENSAYO DE DURABILIDAD: INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA

1. INTRODUCCION

En la actualidad conocer las propiedades de los agregados y juzgar su alterabilidad de estos, sometidos a la acción de la intemperie y su comportamiento expuesto a condiciones atmosféricas reales es muy importante.

El presente informe muestra los resultados del ensayo de Inalterabilidad de agregados por el uso de sulfato de magnesio para el Proyecto "Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para fines de uso ornamental en la ciudad de Tacna", con el fin de verificar la durabilidad del material frente al sulfato de magnesio para determinar la calidad de las muestras que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos.

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Realizar el ensayo de Inalterabilidad de agregados por el uso de sulfato de magnesio para el Proyecto "Caracterización tecnológica y geomecánica de la formación Huaylillas para fines de uso ornamental en la ciudad de Tacna", con el fin de verificar la durabilidad del material frente al sulfato de magnesio.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el porcentaje de variación de la masa de la muestra al estar sometida en una solución de sulfato de magnesio.

3. EQUIPO E INSUMOS

- Envases
- Balanza de sensibilidad 0.01 mm.
- Horno
- Reactivos (Sulfato de Magnesio o Sulfato de sodio)
- Bandejas
- Agua destilada

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

4. MARCO TEORICO

El ensayo realizado esta basado en la norma NTP 400.016
"Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio"

4.1. Equipos, Materiales y Reactivos

4.1.1. Equipos:

4.1.1.1. Tamices: Se usarán con aberturas cuadradas de los siguientes tamaños, que cumplan con la norma sobre tamices de ensayo normalizado según NTP 350.001.

Cuadro N° 1. Tamices para el Agregado Fino y Grueso.

ABERTURA SERIE FINA		ABERTURA SERIE GRUESA
NOMINAL	TAMIZ NORMALIZADO	TAMIZ NORMALIZADO
No. 100	15 µm	8.00 mm (5/16") 9.50 mm (3/8")
No. 50	300 µm	12.5 mm (1/2") 16.0 mm (5/8")
No. 30	600 µm	19.0 mm (3/4") 25.0 mm (1")
No. 16	1.18 mm	31.5 mm (1 ½")
No. 8	2.36 mm	37.5 mm (1 ½") 50.0 mm (2")
No. 5	4.00 mm	63.0 mm (2 ½")
No. 4	4.75 mm	Tamaños mayores aumentan en 12.5 mm (1/2")

Fuente: Abertura de Tamices. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio NTP 400.016. 3$^{era.}$ Edición.

4.1.1.2. Envases: Utilizados para sumergir las muestras de agregados en la solución de acuerdo con el procedimiento descrito en este método, tendrán perforaciones que permiten un libre acceso de la solución a la muestra y el drenaje sin pérdida de agregado. El volumen de la solución en la cual se sumergen las muestras, será por lo menos 5 veces el volumen de la muestra sumergida en una operación.

4.1.1.3. Regulación de la temperatura: Se proveerán medios adecuados para regular la temperatura de las muestras durante la inmersión en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

4.1.1.4. Balanzas: Se usará una balanza con capacidad no menos de 500 g y con sensibilidad de por lo menos 0,1 g para pesar el agregado fino. Se usará una balanza con una capacidad no menor de 5 000 g y con una sensibilidad de por lo menos 1 g, para pesar el agregado grueso.

4.1.1.5. Horno de secado: Se debe calentar continuamente 105 a 110 ºC y la velocidad de evaporación alcance un promedio de por lo menos 25 g por hora, a esa temperatura, durante 4 h manteniendo las puertas cerradas. Esta velocidad se determinará por la pérdida de agua en vasos

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

de precipitación; Griffin, llanos de un litro, conteniendo inicialmente cada uno 500 g de agua a una temperatura de 21 ± 2 ºC.

4.1.1.6. Medida del Peso Específico: Deberá dispersarse del equipo adecuado para la medida del peso específico de las soluciones.

4.1.2. Reactivos

4.1.2.1. Solución de sulfato de sodio: Se prepara una solución saturada de sulfato de sodio disolviendo la sal (forma anhidrita Na_2SO_4, cristalina Na_2SO_4. $10H_2O$) en agua a temperatura de 25-30°C. Se agrega sal para asegurar la saturación con la presencia de cristales en exceso cuando la solución esté lista para ser usada en los ensayos, antes de cada uso, rompa la costa de sal, si la hay, en el envase, agite la solución completamente y determine su peso específico. Cuando va a ser usada la solución deberá tener un peso específico no menor de 1,151 ni mayor 1,174.

4.1.2.2. Solucion de Sulfato de magnesio: Se Se prepara una solución saturada de sulfato de sodio disolviendo la sal (forma anhidrita $MgSO_4$, cristalina $MgSO_4$. $7H_2O$) en agua a temperatura de 25-30°C. Se agrega sal para asegurar la saturación con la presencia de cristales en exceso cuando la solución esté lista para ser usada en los ensayos, antes de cada uso, rompa la costa de sal, si la hay, en el envase, agite la solución completamente y determine su peso específico. Cuando va a ser usada la solución deberá tener un peso específico no menor de 1,295 ni mayor 1,308.

4.2. Muestra:

4.2.1. <u>Agregado fino:</u> El agregado fino para el ensayo se pasará por un tamiz normalizado 9,50 mm (3/8"). La muestra será de un peso tal, que una vez tamizada queden por lo menos 100 g de material en cada uno de los tamices. Los pesos retenidos serán por lo menos de 5 % de la muestra tamizada, expresados en función de los siguientes tamices nominales:

Cuadro N° 2. Tamices para el Agregado Fino.

PASA EL TAMIZ NORMALIZADO	RETENIDO SOBRE EL TAMIZ NORMALIZADO
600µm (Nº 30)	300µm (Nº 50)
1.18 mm (Nº 16)	600µm (Nº 30)
2.36 mm (Nº 8)	1.18 mm (Nº 16)
4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)
9.50 mm (3/8")	4.75 mm (Nº 4)

Fuente: Tamices para el Agregado Fino. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio NTP 400.016. 3$^{era.}$ Edición.

4.2.2. <u>Agregado Grueso:</u> El agregado grueso para el ensayo será el material retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4). Este material se ensayará de acuerdo con el procedimiento descrito para agregado fino. La muestra será de un peso tal que una vez tamizada queden las siguientes cantidades de cada uno de los distintos tamaños (los pesos retenidos serán por lo menos el 5% de la muestra tamizada):

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

Cuadro N° 3. Tamices normalizado de abertura cuadrada – Peso en gr.

Tamaño (tamices normalizado de abertura cuadrada)	Peso en g
Consistiendo de:	
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (Nº 4)	300 ± 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1 000 ±10
Consistiendo de:	
Material de 12,5 mm (1/2") a 9,5 mm (3/8")	300 ± 5
Material de 19,0 mm (3/4") a 12,5 mm (1/2")	670 ±10
37,5 mm (1 ½") a 19,0 mm (3/4")	1 500 ± 50
Consistiendo de:	
Material de 25,0 mm (1") a 19,0 mm (3/4")	500 ± 30
Material de 37,5 mm (1 ½") a 25,0 mm (1")	1 000 ± 50
63,0 mm (2 ½") a 37,5 mm (1 ½")	5 000 ± 300
Consistiendo de:	
Material de 50,0 mm (2") a 37,5 mm (1 ½")	2 000 ± 200
Material de 63,0 mm (2 ½") a 50,0 mm (2")	3 000 ± 300
Para Tamaños mayores se aumentará el tamaño del tamiz en Incrementos de 25,0 mm (1") para cada fracción.	7 000 ± 1 000

Fuente: Tamices normalizado de abertura cuadrada – Peso en gr. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio NTP 400.016. 3$^{era.}$ Edición.

4.3. Procedimiento

4.3.1. <u>Inmersión de las muestras en la solución:</u>

Se introducirán las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm. Se tapan los envases para disminuir la evaporación y evitar la adición accidental de sustancias extrañas. Las muestras sumergidas en la solución se mantendrán a una temperatura de 21 °C ± l °C durante el período de inmersión.

4.3.2. <u>Secado de las muestras después de la inmersión:</u>

Después del período de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución, se deja escurrir durante 15 min ± 5 min y se coloca en el horno de secar. Previamente, se llevará la temperatura del horno a 110 °C ± 5 °C. Se seca la muestra a la temperatura especificada hasta obtener un peso constante. Establecer el tiempo requerido para obtener el peso constante de la siguiente manera: con el horno conteniendo la carga máxima simple esperada se comprueba las pérdidas de peso de las muestras de prueba retirándolas y pesando, sin enfriarlas, en intervalos de 2 a 4 h; se realizan varias verificaciones para establecer el tiempo de secado requerido por lo menos para localizar el tiempo favorable del horno y las condiciones de la muestra. Se puede considerar que se ha alcanzado el peso constante cuando, cuando la pérdida de peso es menor a 0,1 % del peso de la muestra

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

realizadas en 4 h de secado. Después de haber conseguido el peso constante, enfríe la muestra a la temperatura ambiente y luego se sumerge en la solución.

4.3.3. Numero de ciclos:
Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos.

4.3.4. Después de completar el ciclo final y enfriado la muestra a temperatura ambiente se lava cada fracción por separado para eliminar el sulfato de magnesio. Los últimos lavados serán hechos con agua destilada y mediante la reacción con cloruro de bario (BaCl2) podrá comprobarse si el agua de lavado está libre de las sales anteriores. Lavar con agua circulante a 43 °C ± 6 °C a través de las muestras en el recipiente. Esto se realiza colocando las muestras en un tanque en el cual se pueda introducir el agua caliente por la parte inferior y dejando que se rebalse. En la operación de lavado, las muestras no deben estar expuestas al impacto o abrasión, esto tiende a la rotura de la partícula.

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

5. RESULTADOS

Programa experimental:

Este ensayo para la determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de magnesio (NTP 400.016), se adaptó para la aplicación de (19) diecinueve muestras de geometría cúbica de rocas de la formación Huaylillas, con un tamaño de 50.5 mm x 50.5 mm x 50.5 mm, para evaluar el proceso de deterioro en un ambiente de sulfato de magnesio. Se procedió de la siguiente manera:

1. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.
2. Pesado (inicial) de cada muestra, en una balanza con sensibilidad de 0.01 mm.
3. Inmersión de cada muestra en la solución de Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$), durante un periodo de 16 a 18 horas.
4. Escurrimiento de las muestras durante 15 minutos ± 5 minutos.
5. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.
6. Repetir desde el paso 3 al 5, hasta alcanzar (05) cinco ciclos.
7. Lavado de cada muestra al finalizar el último ciclo.
8. Secado de cada muestra a una temperatura de 110°C.
9. Pesado (final) de cada muestra, en una balanza con sensibilidad de 0.01 mm.

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

Cálculo de la variación del porcentaje de masa (ΔM):

$$\Delta M(\%) = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

Donde:

ΔM = Variación de la masa (%).

M_1 = Masa inicial, antes del ensayo (gr).

M_2 = Masa final, después del último ciclo (gr).

Resultados:

La corrosión de las muestras sumergidas en la solución de sulfato de magnesio se observa a partir del segundo ciclo, muy notoriamente en las muestras TT-01 (E-1), TT-01 (E-2), TP-01 (E-1) y TP-01 (E-2).

Después de los (05) cinco ciclos, la corrosión comienza a formar grietas en algunas muestras como la muestra TM-02 (E-1), otras muestran desmoronamientos en los bordes de las muestras cúbicas.

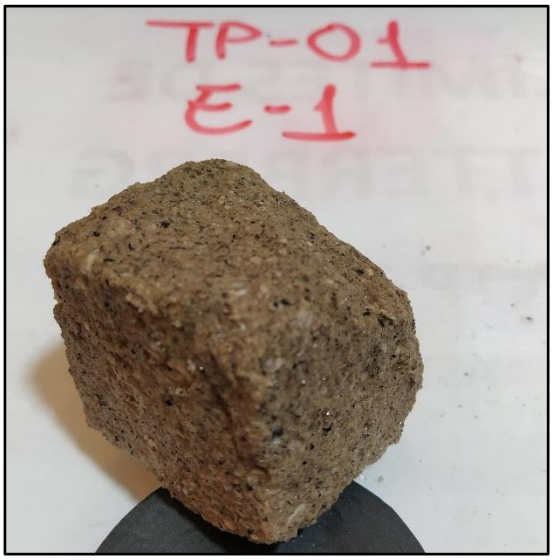
Figura N° 1 Muestra TM-02 E-1 al final del ciclo (05) cinco.



En la imagen se muestra una grieta producto de la inmersión en la solución de sulfato de magnesio durante cinco ciclos.

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

Figura N° 2 Muestra TP-01 E-1 al final del ciclo (05) cinco.



En la imagen se muestra el desmoronamiento producto de la inmersión en la solución de sulfato de magnesio durante cinco ciclos.

Cuadro N° 4. Resultados del ensayo de Durabilidad al sulfato de magnesio.

CODIGO	PESO TOTAL	ESPECIMEN	MASA INICIAL SECADO A 110°C (gr)	MASA FINAL SECADO A 110°C (gr)	VARIACION DE LA MASA (%)
R0-01	467.56	E-2	232.95	260.62	-11.88
		E-1	234.61	258.66	-10.25
TC-01	503.29	E-2	252.04	248.84	1.27
		E-1	251.25	248.89	0.94
TC-02	554.30	E-2	285.25	299.18	-4.88
		E-1	269.05	281.44	-4.61
TT-01	394.88	E-2	197.17	224.78	-14.00
		E-1	197.71	231.13	-16.90
TT-02	461.75	E-2	228.92	250.85	-9.58
		E-1	232.83	250.8	-7.72
TM-01	424.14	E-2	210.44	221.33	-5.18
		E-1	213.70	226.09	-5.80
TM-02	508.85	E-2	253.30	268.17	-5.87
		E-1	255.55	270.86	-5.99
TP-01	380.85	E-2	184.94	188.55	-1.95
		E-1	195.91	207.54	-5.94
TP-02	514.07	E-2	257.41	278.39	-8.15
		E-1	256.66	278.81	-8.63
TC-03	483.23	E-2	280.01	283.43	-1.22
		E-1	203.22	205.56	-1.15

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EDILBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los resultados de variación de la masa (%), en su mayoría tienen valores negativos, a pesar que visualmente las muestras perdieron su forma inicial, esto se debe a que la solución de sulfato de magnesio se impregnó en los poros de la muestra causando el aumento del peso de la muestra, y posiblemente exista una reacción entre el sulfato de magnesio y algunos minerales presentes en la muestra.
- Las muestras TT-01 E-1, TT-01 E-2, TP-01 E-1 y TP-01 E-2; al final del ensayo, tienen una perdida del volumen inicial muy significativa, en el panel fotográfico se puede visualizar el volumen final de las muestras.
- Las muestras TT-02 E-1, TT-02 E-2, TC-01 E-1, TC-01 E-2, TC-02 E-1, TC-02 E-2, TC-03 E-1, TC-03 E-2, TP-02 E-1 y TP-02 E-2; presentan un deterioro poco notable, casi nulo en algunas muestras.
- Se recomienda realizar un análisis, considerando el cambio volumétrico de cada muestra, al ser sumergida al sulfato de magnesio.

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

7. ANEXOS

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
Area de Laboratorio y Control de Calidad
RUC: 20532715882
Dirección: Asociación Sr. de los Milagros Mz. A Lt. 15,
Alto de la Alianza, Tacna

INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO

NTP 339.129

METODO DEL SULFATO DE MAGNESIO
MgSO4 (7H2O) HEPTAHIDRATADO
NTP-400.016

PROYECTO	CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA Y GEOMECÁNICA DE LA FORMACIÓN HUAYLILLAS PARA FINES DE USO ORNAMENTAL EN LA CIUDAD DE TACNA	**REGISTRO**	HGC-LS-00101-22
UBICACIÓN	TACNA	**FECHA DE EJECUCIÓN**	INDICADA
SOLICITANTE	BACH. JUAN DIEGO VILLANUEVA AROTINCO	**OPERADOR**	J.R.Q.C.
EJECUTA	HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.	**ASISTENTE**	L.A.C.J.
DATOS DE LA MUESTRA		**DATOS DEL LABORATORIO**	
UBICACIÓN	TACNA	**HUMEDAD RELATIVA (%)**	57.1

			CICLO 1 (DIA 1 - 12/10/22)		CICLO 2 (DIA 2 - 13/10/22)		CICLO 3 (DIA 3 - 14/10/22)		CICLO 4 (DIA 4 - 15/10/22)		CICLO 5 (DIA 5 - 16/10/22)	
CODIGO DE MUESTRA	ESPECIMEN	PESO SECADO A 110°C (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE 4 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE6 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE 4 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE6 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE 4 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE6 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE 4 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C DURANTE6 HORAS (gr)	PESO SECADO A 110°C (gr)	VARIACION DE LA MASA (%)
R0-01	E-2	**232.95**	260.58	258.30	266.14	264.94	266.25	265.33	265.80	264.83	**260.62**	**-11.88**
	E-1	**234.61**	262.44	260.32	268.23	267.36	269.04	268.28	268.05	267.06	**258.66**	**-10.25**
TC-01	E-2	**252.04**	252.42	252.24	251.88	251.80	251.51	251.45	251.14	251.05	**248.84**	**1.27**
	E-1	**251.25**	251.63	251.48	251.11	251.03	250.85	250.77	250.58	250.50	**248.89**	**0.94**
TC-02	E-2	**285.25**	299.25	298.42	301.78	301.39	302.85	301.90	302.31	301.98	**299.18**	**-4.88**
	E-1	**269.05**	282.25	281.51	284.77	284.39	284.77	284.46	285.00	284.71	**281.44**	**-4.61**
TT-01	E-2	**197.17**	233.07	230.20	240.57	239.17	239.73	238.70	239.45	237.93	**224.78**	**-14.00**
	E-1	**197.71**	233.71	230.50	242.10	240.33	241.84	240.60	241.92	240.14	**231.13**	**-16.90**
TT-02	E-2	**228.92**	252.60	250.48	257.06	256.02	256.54	255.84	256.54	255.75	**250.85**	**-9.58**
	E-1	**232.83**	256.91	254.50	261.27	259.94	260.96	260.04	260.50	259.37	**250.80**	**-7.72**
TM-01	E-2	**210.44**	234.57	231.38	240.30	239.16	237.92	236.88	233.08	231.74	**221.33**	**-5.18**
	E-1	**213.70**	238.21	235.23	243.57	242.53	242.71	241.71	239.46	238.21	**226.09**	**-5.80**
TM-02	E-2	**253.30**	273.70	271.62	277.17	276.54	276.23	275.87	274.80	274.14	**268.17**	**-5.87**
	E-1	**255.55**	276.14	273.66	281.23	280.45	280.30	279.78	280.16	279.10	**270.86**	**-5.99**
TP-01	E-2	**184.94**	222.57	218.44	226.19	224.04	220.02	218.03	212.69	210.32	**188.55**	**-1.95**
	E-1	**195.91**	235.76	232.29	241.28	239.22	238.33	236.85	234.21	232.62	**207.54**	**-5.94**
TP-02	E-2	**257.41**	280.28	279.00	283.38	282.62	283.93	283.64	284.82	284.14	**278.39**	**-8.15**
	E-1	**256.66**	279.46	278.26	286.06	283.20	284.00	283.64	284.32	283.66	**278.81**	**-8.63**
TC-03	E-2	**280.01**	286.71	286.11	287.43	287.10	286.79	286.58	286.87	286.52	**283.43**	**-1.22**
	E-1	**203.22**	203.22	202.68	208.64	208.21	209.23	208.97	209.60	209.21	**205.56**	**-1.15**

OBSERVACIONES :

ELABORA:

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
Hidrogeología y Geotecnia para la Construcción y Minería
Tec. Lab. LUIS ANGEL CALIZAYA JAPURA
Laboratorio Suelos Concreto y Pavimento

REVISA:

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

APRUEBA:

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
Gerente General
V°B°

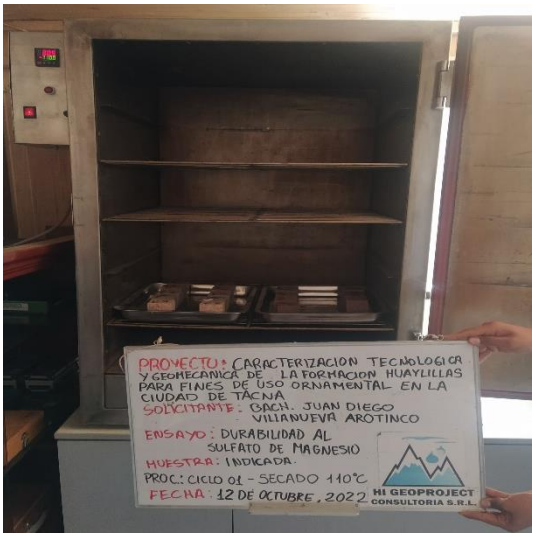
TRABAJOS DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRAFICO

CICLO 1

	
FOTOGRAFÍA N° 01	**FOTOGRAFÍA N° 02**
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **Inmersión** del ciclo 1. (NTP 400.016).	Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **escurrimiento** del ciclo 1. (NTP 400.016).




FOTOGRAFÍA N° 03
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **secado** del ciclo 1. (NTP 400.016).



CICLO 2

	
FOTOGRAFÍA N° 04	**FOTOGRAFÍA N° 05**
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **Inmersión** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **escurrimiento** del ciclo 2. (NTP 400.016).



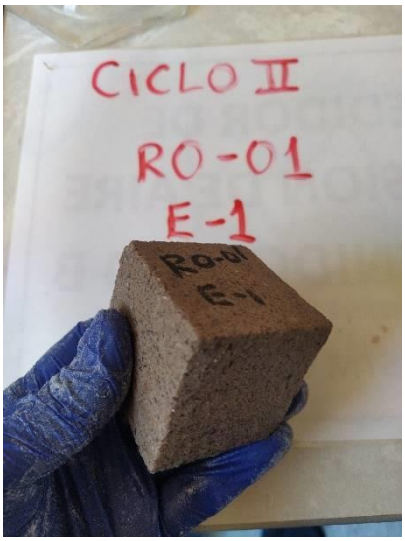
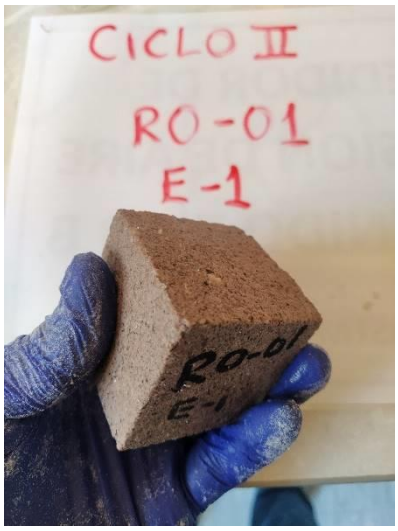
FOTOGRAFÍA N° 06

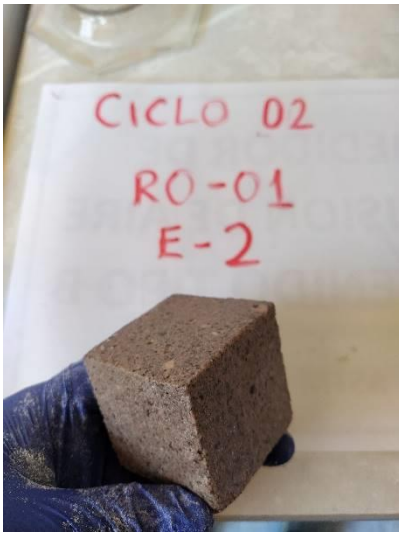
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **secado** del ciclo 2. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

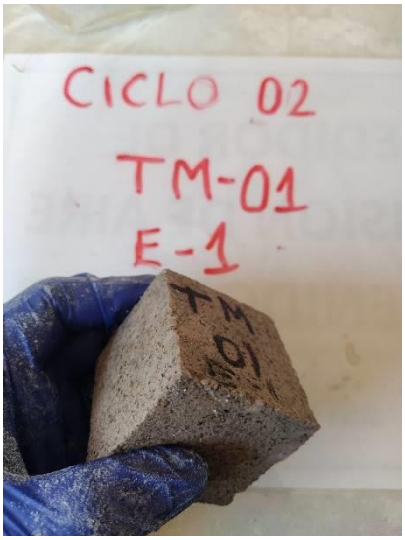
(RESULTADOS DEL CICLO 2)

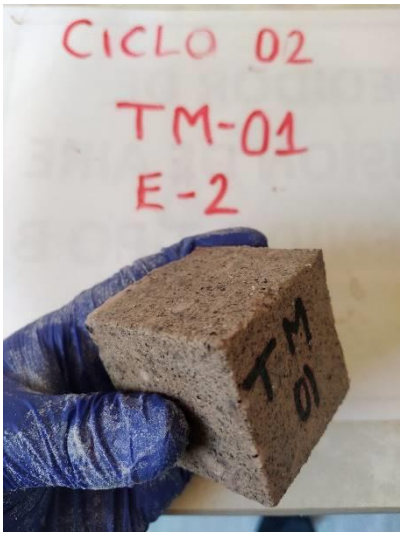
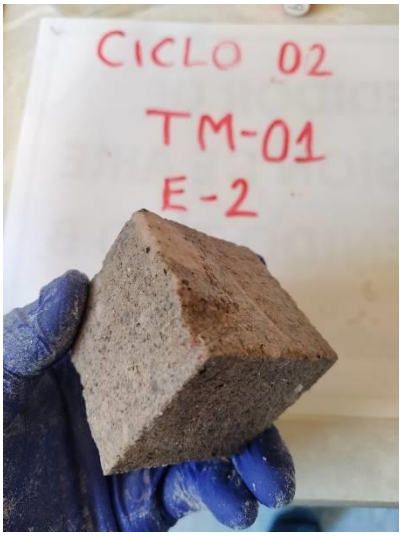
	
FOTOGRAFÍA N° 07	**FOTOGRAFÍA N° 08**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 09	**FOTOGRAFÍA N° 10**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

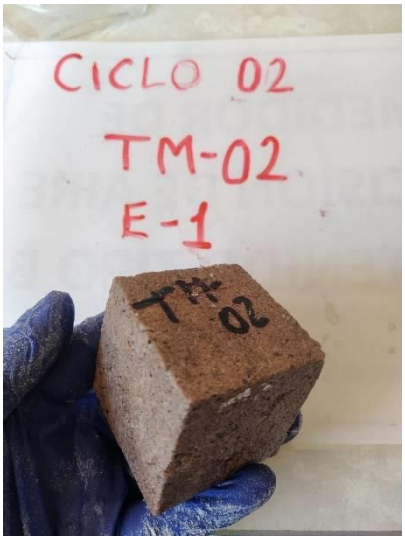
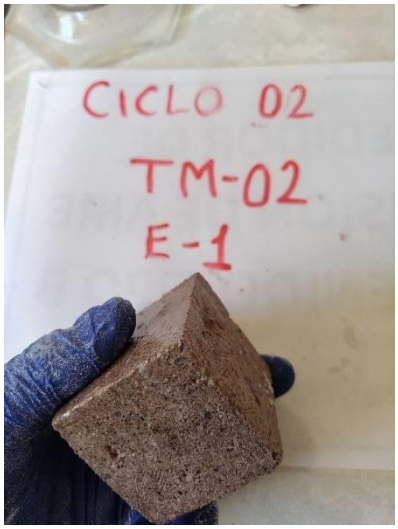
JONATAN EDILBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

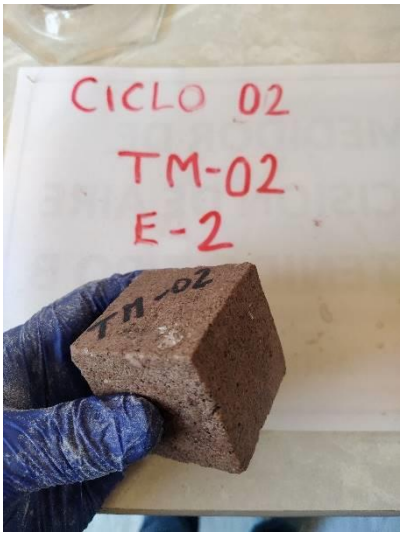
	
FOTOGRAFÍA N° 11	**FOTOGRAFÍA N° 12**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 13	**FOTOGRAFÍA N° 14**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

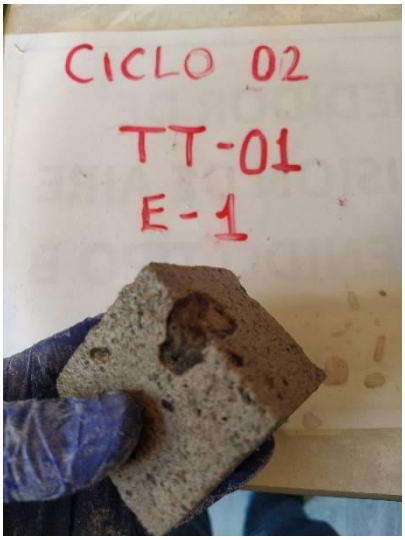
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

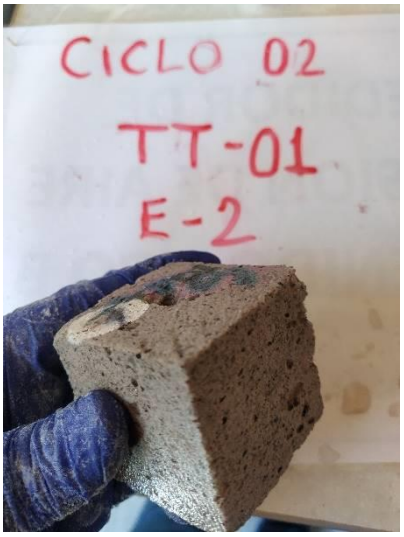
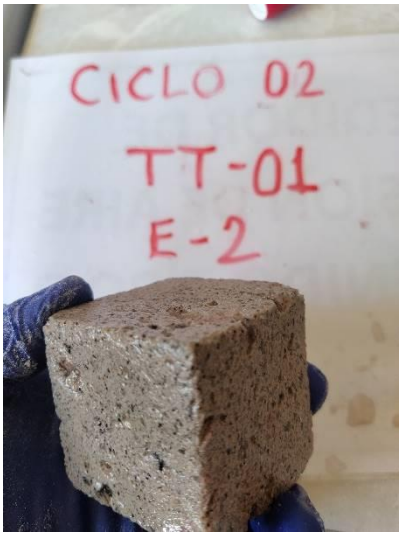
	
FOTOGRAFÍA N° 15	**FOTOGRAFÍA N° 16**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 17	**FOTOGRAFÍA N° 18**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

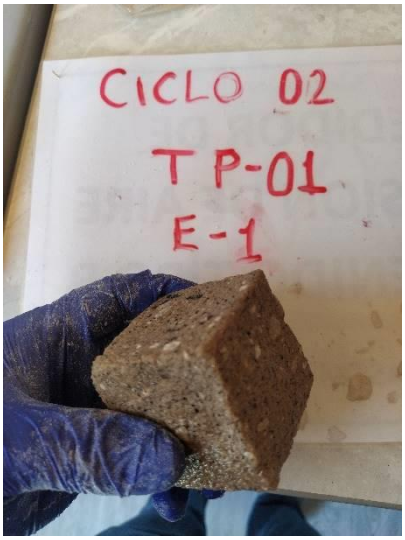
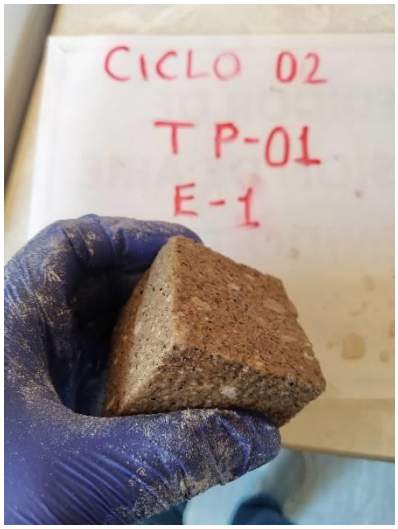
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186043

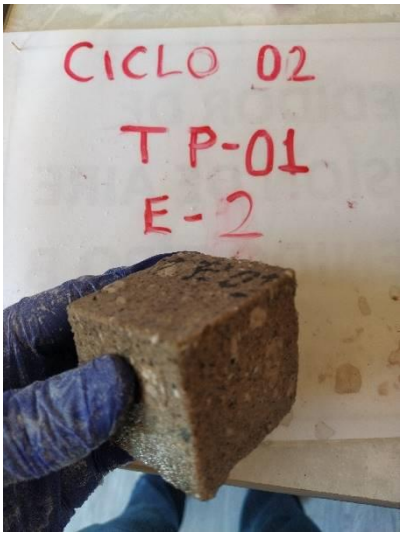
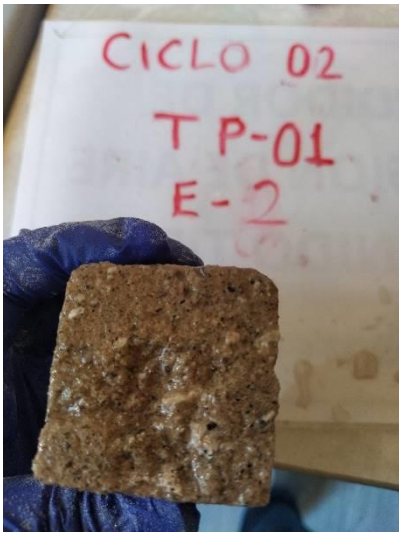
	
FOTOGRAFÍA N° 19	**FOTOGRAFÍA N° 20**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 21	**FOTOGRAFÍA N° 22**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186043

	
FOTOGRAFÍA N° 23	**FOTOGRAFÍA N° 24**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-1)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 25	**FOTOGRAFÍA N° 26**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-2)** del ciclo 2. (NTP 400.016).

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

CICLO 3

	
FOTOGRAFÍA N° 27	**FOTOGRAFÍA N° 28**
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **Inmersión** del ciclo 3. (NTP 400.016).	Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **escurrimiento** del ciclo 3. (NTP 400.016).


FOTOGRAFÍA N° 29
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **secado** del ciclo 3. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EDILBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

CICLO 4

	
FOTOGRAFÍA N° 30	**FOTOGRAFÍA N° 31**
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **Inmersión** del ciclo 4. (NTP 400.016).	Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **escurrimiento** del ciclo 4. (NTP 400.016).


FOTOGRAFÍA N° 32
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **secado** del ciclo 4. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

CICLO 5

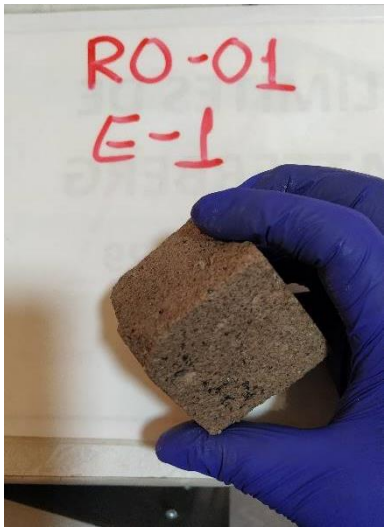
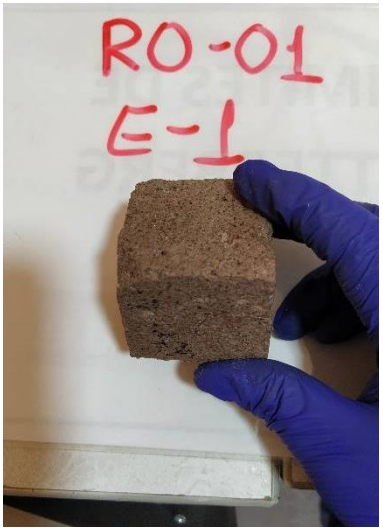
	
FOTOGRAFÍA N° 33	**FOTOGRAFÍA N° 34**
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **Inmersión** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **escurrimiento** del ciclo 5. (NTP 400.016).

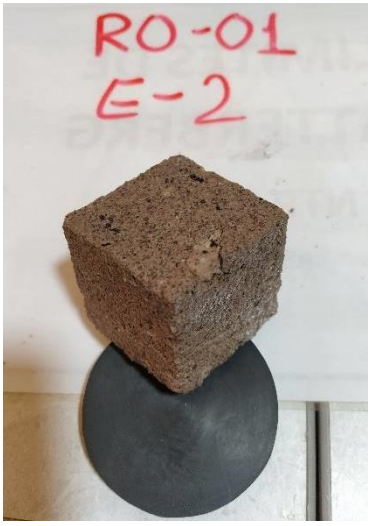
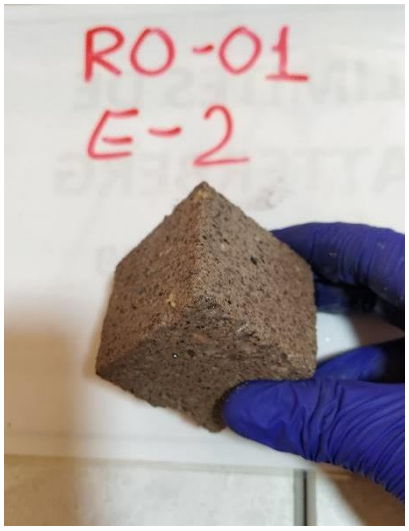

FOTOGRAFÍA N° 35
Se observa el procedimiento del ensayo de Durabilidad- **secado** del ciclo 5. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EDILBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

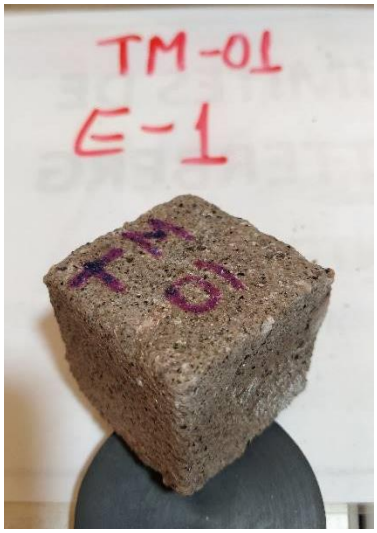
(RESULTADOS DEL CICLO 5)

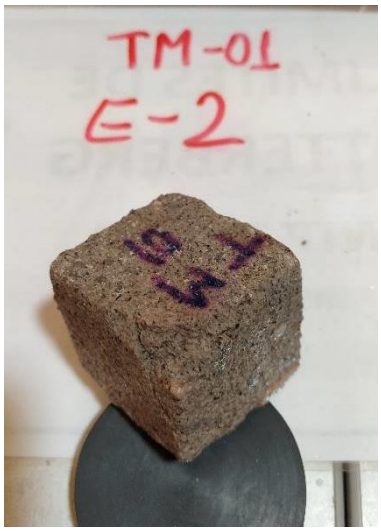
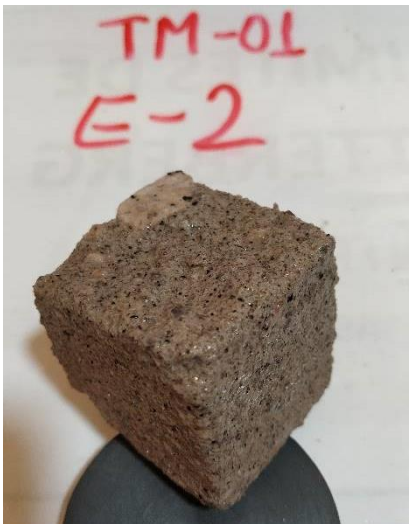
	
FOTOGRAFÍA N° 36	**FOTOGRAFÍA N° 37**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 38	**FOTOGRAFÍA N° 39**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **RO-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

HI_GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

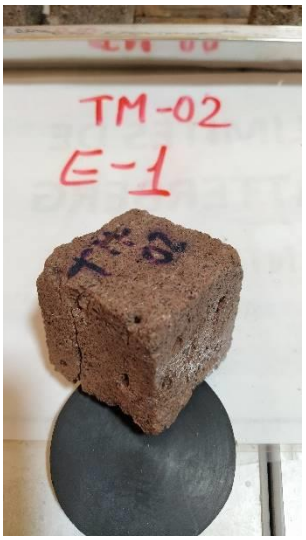
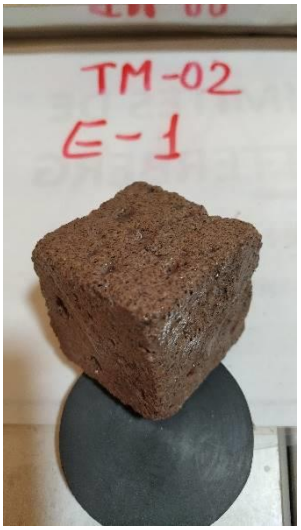
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 40	**FOTOGRAFÍA N° 41**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 42	**FOTOGRAFÍA N° 43**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

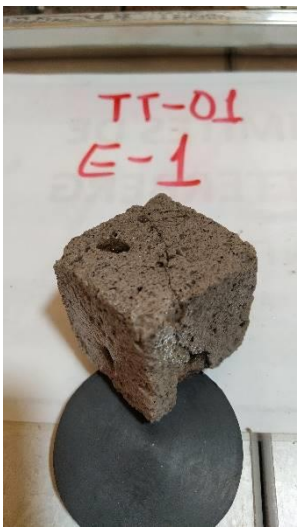
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

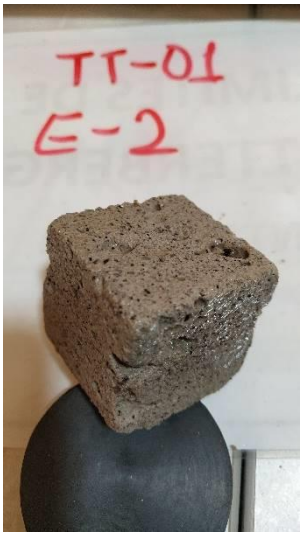
	
FOTOGRAFÍA N° 44	**FOTOGRAFÍA N° 45**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad de la muestra **TM-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).


FOTOGRAFÍA N° 46
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TM-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

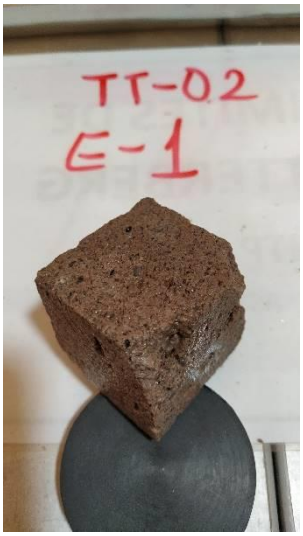
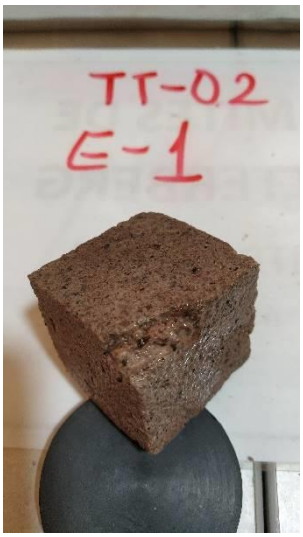
GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

JONATAN EDILBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 47	**FOTOGRAFÍA N° 48**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

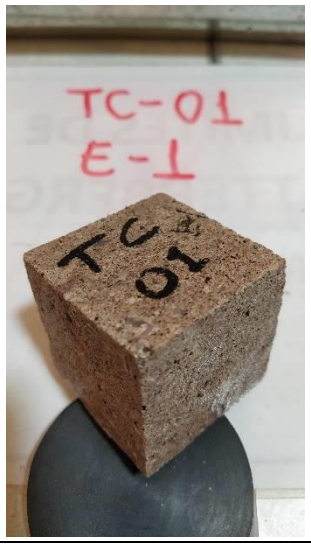
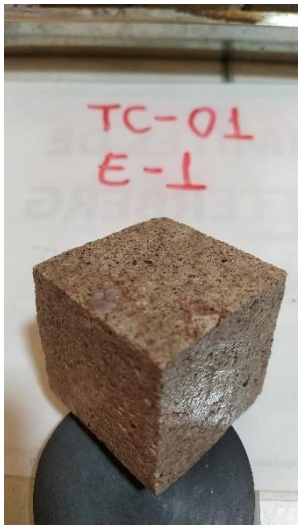
	
FOTOGRAFÍA N° 49	**FOTOGRAFÍA N° 50**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

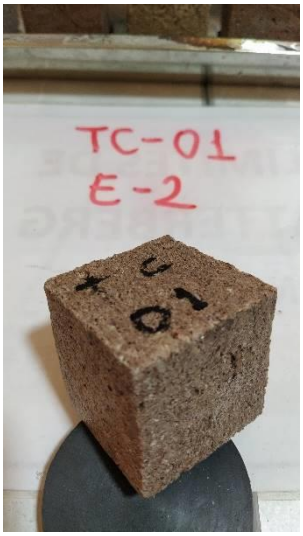
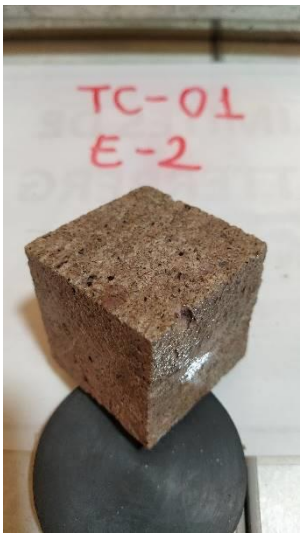
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 51	**FOTOGRAFÍA N° 52**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 53	**FOTOGRAFÍA N° 54**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TT-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

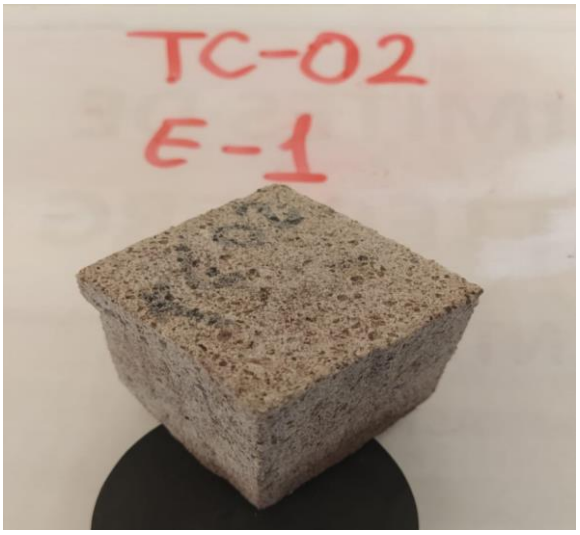
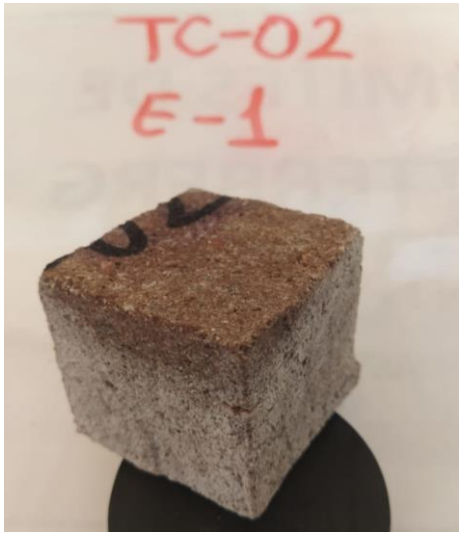
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 55	**FOTOGRAFÍA N° 56**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 57	**FOTOGRAFÍA N° 58**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

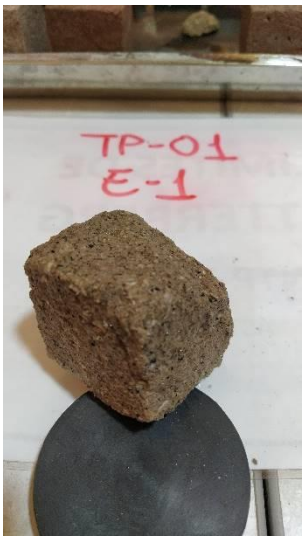
HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

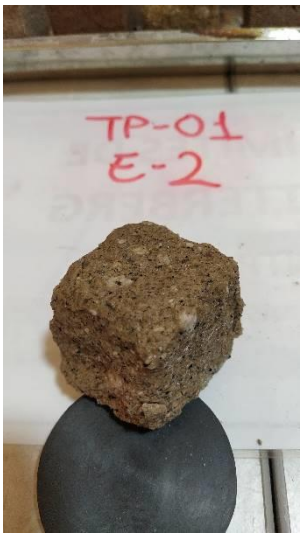
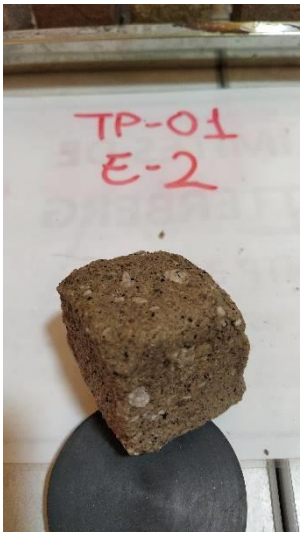
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 59	**FOTOGRAFÍA N° 60**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

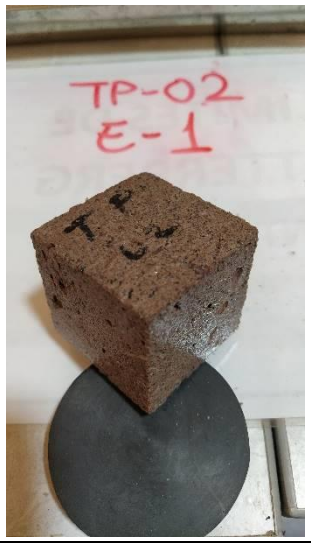
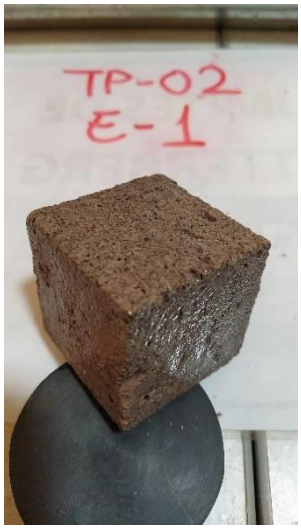
	
FOTOGRAFÍA N° 61	**FOTOGRAFÍA N° 62**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

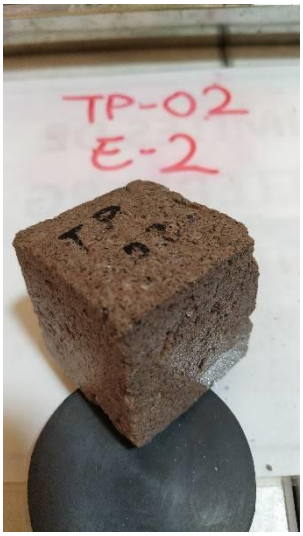
JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 63	**FOTOGRAFÍA N° 64**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 65	**FOTOGRAFÍA N° 66**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-01 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 67	**FOTOGRAFÍA N° 68**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-02 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 69	**FOTOGRAFÍA N° 70**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TP-02 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

	
FOTOGRAFÍA N° 71	**FOTOGRAFÍA N° 72**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-03 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-03 (E-1)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

	
FOTOGRAFÍA N° 73	**FOTOGRAFÍA N° 74**
Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-03 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).	Se observa el resultado del ensayo de Durabilidad- de la muestra **TC-03 (E-2)** del ciclo 5. (NTP 400.016).

JONATAN EULBERTO ROJAS CANAZA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 186048

“CERTIFICADOS DE CALIBRACION”

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0189 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

1. Expediente	02922-2022
2. Solicitante	JAVIER RONALD QUISPE CALIZAYA
3. Dirección	ASC. LOS MILAGROS MZ. A LOTE 15 MEDIA CUADRA ARRITA TERM. BOLOG CASA BLANCA - ALTO DE LA ALIANZA - TACNA
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	600 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.01 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	SE602F
Número de Serie	B413425385
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2022-05-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

Fecha de Emisión
2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0189 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
ASC. LOS MILAGROS MZ. A LOTE 15 MEDIA CUADRA ARRITA TERM. BOLOG CASA BLANCA - ALTO DE LA ALIANZA - TACNA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17.6 º C	17.6 º C
Humedad Relativa	65%	65%

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0189 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	17.4 °C	17.4 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	7	-2
2	300.01	9	6	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	600.00	5	0
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	299.99	2	-7	599.99	3	-8
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.00	5	0	600.00	4	1
10	300.00	6	-1	599.99	2	-7
	Diferencia Máxima		13	Diferencia Máxima		9
	Error Máximo Permisible		30	Error Máximo Permisible		30

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

	Inicial	Final
Temperatura	17.4 °C	17.4 °C

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	200.00	5	0	0
2		0.10	6	-1		200.01	9	6	7
3		0.10	6	-1		200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.11	7	8		200.00	4	1	-7
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible				30

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LM - 0189 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	17.4 °C	17.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	10
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	20
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	20
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	20
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	30
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	5	0	1	30
300.00	300.00	6	-1	0	300.00	5	0	1	30
400.00	400.00	5	0	1	400.00	6	-1	0	30
500.00	500.00	6	-1	0	499.99	2	-7	-6	30
600.00	600.00	5	0	1	600.00	6	-1	0	30

** error máximo permisible

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
Gerente General
V°B°

Leyenda: *L: Carga aplicada a la balanza.* *I: Indicación de la balanza.* *ΔL: Carga adicional.* *E: Error encontrado* E_o: *Error en cero.* E_c: *Error corregido.*

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(\quad 0.000030 \quad g^2 + \quad 0.00000000011 \quad R^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.0000011\ R$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 083 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

1. Expediente	**02922-2022**
2. Solicitante	**JAVIER RONALD QUISPE CALIZAYA**
3. Dirección	ASC. LOS MILAGROS MZ. A LOTE 15 MEDIA CUADRA ARRITA TERM. BOLOG CASA BLANCA - ALTO DE LA ALIANZA - TACNA
4. Equipo	**HORNO**
Alcance Máximo	300 °C
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LT-083
Ubicación	NO INDICA

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración	**2022-05-05**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

Fecha de Emisión
2022-05-10

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 083 - 2022

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostatico PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
ASC. LOS MILAGROS MZ. A LOTE 15 MEDIA CUADRA ARRITA TERM. BOLOG CASA BLANCA - ALTO DE LA ALIANZA -

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17.5 °C	17.5 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0363
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 083 - 2022

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 17.4 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo	Termómetro del equipo	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom	Tmax-Tmin
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
00	110.0	107.1	106.9	105.8	109.0	105.8	107.0	112.3	113.9	107.1	111.5	108.6	8.1
02	110.0	107.1	107.5	105.8	108.6	105.8	107.1	111.9	114.2	107.1	111.3	108.6	8.4
04	110.0	106.9	107.4	105.8	108.6	105.8	107.2	112.4	114.0	106.9	111.6	108.7	8.2
06	110.0	107.0	107.4	105.5	108.6	105.5	107.1	112.5	114.3	107.0	111.2	108.6	8.8
08	110.0	107.1	107.3	105.7	109.0	105.7	106.9	112.4	114.1	107.1	111.3	108.7	8.4
10	110.0	107.0	107.4	105.3	108.6	105.8	107.3	112.3	114.1	107.0	111.4	108.6	8.8
12	110.0	107.1	107.5	105.5	108.6	105.5	106.7	112.4	114.3	107.1	111.3	108.6	8.8
14	110.0	106.9	107.3	105.5	109.0	105.5	106.6	112.7	114.1	106.9	111.4	108.6	8.6
16	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	106.7	112.5	114.4	107.0	111.8	108.8	8.3
18	110.0	107.1	107.3	106.3	109.0	106.3	106.8	112.6	114.3	107.1	111.0	108.8	8.0
20	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.7	112.3	114.2	107.1	110.9	108.6	8.0
22	110.0	107.1	107.1	106.1	108.6	106.1	107.1	112.7	114.4	107.1	111.5	108.8	8.3
24	110.0	106.9	107.3	106.2	108.6	106.2	107.5	112.6	113.9	106.9	111.4	108.7	7.7
26	110.0	107.0	107.3	106.5	108.6	106.5	107.5	112.3	114.1	107.0	111.3	108.8	7.6
28	110.0	106.9	106.9	106.3	108.6	106.3	107.7	112.6	114.2	106.9	111.4	108.8	7.9
30	110.0	107.0	107.0	106.4	109.0	106.4	107.7	112.5	114.3	107.0	111.5	108.9	7.9
32	110.0	107.1	107.6	106.4	108.6	106.4	107.5	112.7	114.4	107.1	111.5	108.9	8.0
34	110.0	107.0	107.3	106.3	109.0	106.3	107.5	112.6	114.1	107.0	111.3	108.8	7.8
36	110.0	107.1	107.3	106.2	108.6	106.2	107.8	112.3	114.2	107.1	111.1	108.8	8.0
38	110.0	107.1	107.3	106.3	108.6	106.3	107.2	112.4	114.1	107.1	111.2	108.8	7.8
40	110.0	106.9	107.4	106.4	109.0	106.4	107.4	112.4	114.3	106.9	111.2	108.8	7.9
42	110.0	107.0	106.9	105.9	108.6	105.9	106.7	112.8	114.4	107.0	111.0	108.6	8.5
44	110.0	107.0	107.5	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.2	107.0	111.4	108.9	7.5
46	110.0	107.1	107.3	106.7	108.6	106.7	106.8	112.7	114.1	107.1	111.3	108.8	7.4
48	110.0	107.1	107.4	106.6	109.0	106.6	106.7	112.3	114.0	107.1	110.9	108.8	7.4
50	110.0	106.9	107.2	106.3	108.6	106.3	106.5	112.4	114.1	106.9	111.3	108.6	7.8
52	110.0	107.0	107.3	106.4	108.6	106.4	106.7	112.5	114.4	107.0	111.5	108.8	8.0
54	110.0	107.1	107.2	106.2	108.6	106.2	106.5	112.7	114.2	107.1	111.7	108.7	8.0
56	110.0	107.1	107.0	106.4	108.6	106.4	107.2	112.6	114.0	107.1	110.9	108.7	7.6
58	110.0	106.9	107.4	106.3	109.0	106.3	107.2	112.4	114.4	106.9	111.7	108.8	8.1
60	110.0	107.0	107.5	106.1	108.6	106.1	107.5	112.4	114.3	107.0	111.7	108.8	8.2
T.PROM	110.0	107.0	107.3	106.1	108.7	106.1	107.1	112.5	114.2	107.0	111.3	108.7	
T.MAX	110.0	107.1	107.6	106.7	109.0	106.7	107.8	112.8	114.4	107.1	111.8		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	105.3	108.6	105.5	106.5	111.9	113.9	106.9	110.9		
DTT	0.0	0.2	0.7	1.4	0.4	1.2	1.3	0.9	0.5	0.2	0.9		

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 083 - 2022

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.4	19.1
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.4	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.1	11.3
Estabilidad Medida (±)	0.7	0.04
Uniformidad Medida	8.8	11.3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L. Gerente General V°B°

Para cada posición de medición su **"desviación de temperatura en el tiempo"** DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.
La Estabilidad es considerada igual a ± 1/2 DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.

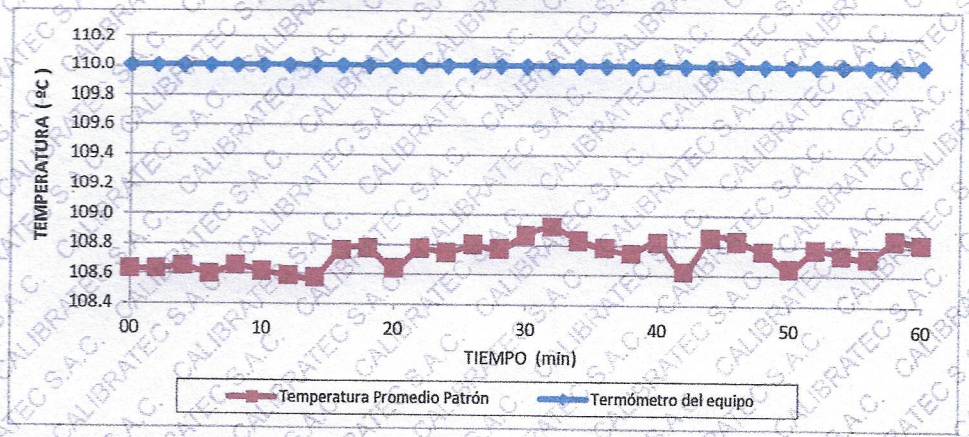
CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General

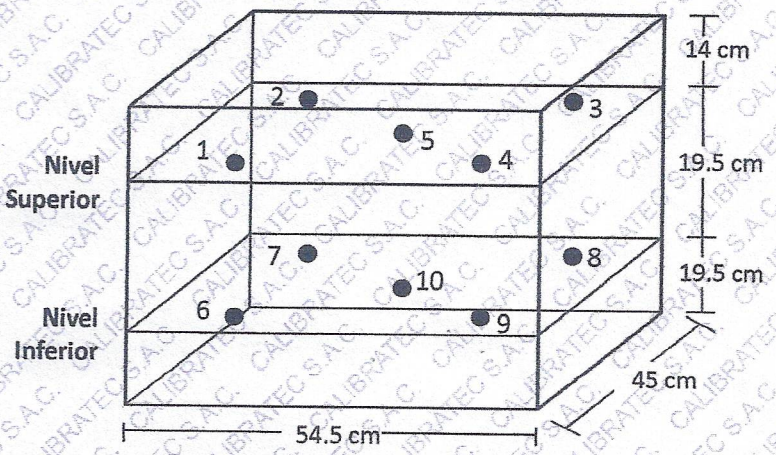
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LT - 083 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores **5** y **10** están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L
JAVIER R. QUISPE CALIZAYA
Gerente General