
**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL,
PREDIAL
Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS**

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO



CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	1
5.1 MEDIO ABIÓTICO.....	1
5.1.1 Geología.....	1
5.1.1.1 Aspectos metodológicos.....	1
5.1.1.1.1 Recopilación y análisis de información secundaria.....	1
5.1.1.1.2 Fotointerpretación	2
5.1.1.1.3 Etapa de campo	3
5.1.1.1.4 Informe, cartografía y anexos	3
5.1.1.2 Geología Regional.....	4
5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional.....	4
5.1.1.2.2 Unidades estratigráficas	5
5.1.1.2.3 Geología estructural	21
5.1.1.3 Geología área de influencia del proyecto.....	24
5.1.1.3.1 Unidades Estratigráficas.....	24
5.1.1.3.2 Geología estructural local.....	75
5.1.1.3.3 Sectorización Geológica.....	94
5.1.1.3.4 Descripción geológica por zonas homogéneas.....	104
5.1.1.3.5 Tramo de construcción del túnel entre K47+140 a K48+200	162
5.1.1.4 Características litológicas y geomorfológicas de zonas de disposición de materiales de excavación, ZODME	171
5.1.1.4.1 ZODME 719	171
5.1.1.4.2 ZODME 521	174
5.1.1.4.3 ZODME 722	178
5.1.1.4.4 ZODMEs 528, 530, 533.....	181
5.1.1.4.5 Zodme 724.....	188
5.1.1.4.6 ZODME 405	190

5.1.1.4.7	ZODME 407	194
5.1.1.4.8	ZODME 402	196
5.1.1.4.9	ZODME 426	197
5.1.1.4.10	ZODME 429	200
5.1.1.4.11	ZODME 908	202
5.1.1.4.12	ZODME 906	204
5.1.1.4.13	ZODME 497	205
5.1.1.4.14	ZODME 495	206
5.1.1.4.15	Zodme 454	207
5.1.1.4.16	ZODMEs 332 y 332C	208
5.1.1.4.17	ZODME 345	213
5.1.1.4.18	ZODME 360	218
5.1.1.4.19	ZODME 362	222
5.1.1.4.20	ZODME 367	224
5.1.1.4.21	ZODME 377	225

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIOTICO

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5.1 Información geológica recopilada.....	1
Tabla 5.2 Imágenes de sensores remotos utilizadas en interpretación geológica del área de influencia	2
Tabla 5.3 Fotografías aéreas utilizadas en interpretación geológica del área de influencia	3
Tabla 5.4 Unidades litológicas y depósitos superficiales en el área de influencia del proyecto	7
Tabla 5.5 Depósitos cuaternarios en área de influencia.....	62
Tabla 5.6 Datos estructurales en el área de influencia UF3-4-5.....	76
Tabla 5-7. Sectorización geológica (Fuente: Elaboración propia).....	95
Tabla 5.8 Zonas homogéneas	98
Tabla 5-9. Sectorización geológica.....	102
Tabla 5.10 Descripción de diferentes unidades litológicas y depósitos cuaternarios.....	142
Tabla 5.11 ZODMEs definidas en UF3-4-5	229

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5.1 Clasificación de perfiles de suelos residuales según Dearman (1995)	4
Figura 5.2 Interacción de placas tectónicas en Colombia	4
Figura 5.3 Marco regional morfotectónico	6
Figura 5.4 Mapa geológico área de influencia del proyecto	10
Figura 5.5 Unidades litológicas en área de influencia	20
Figura 5.6 Sistema regional de fallas Pamplona – Chitagá (28).....	21
Figura 5.7 Falla Labateca en área de influencia.....	23
Figura 5.8 Formación Bocas (Jb) en área de influencia UF3-4-5, extremo SE	25
Figura 5.9 Localización Cartográfica de la Formación Girón (Jg).....	26
Figura 5.10 Panorámica de Formación Girón (Jg) en área de influencia del proyecto.....	27
Figura 5.11 Sondeo realizado en sedimentos de Formación Girón (Jg)	28
Figura 5.12 Sondeos realizados en K22+660 y K23+020, Granito de Durania (Tjgd)	31
Figura 5.13 Formación Aguardiente (Kia) en UF4.....	34
Figura 5.14 Formación Aguardiente (Kia) en UF3.....	35
Figura 5.15 Sondeos en rocas de la Formación Aguardiente (Kia)	37
Figura 5.16 Formación Capacho (Kic)	38
Figura 5.17 Sondeos realizados en Formación Capacho (Kic).....	40
Figura 5.18 Formación Luna (K2l), K44+770 a K45+120	42
Figura 5.19 Formación Luna (K2l), K17+670 a K19+740	43
Figura 5.20 Sondeos en Formación La Luna (K2l).....	45
Figura 5.21 Formación colón – Mito Juan (Kscm)	46
Figura 5.22 Formación Colón – Mito Juan (Kscm) infrayace depósitos de terraza (Qt)	47
Figura 5.23 Sondeos realizados en Kscm.....	49
Figura 5.24 Formación Barco (E1b)	50
Figura 5.25 Formación Los cuervos, entre K14+600 a K15+940 y K48+800 a K49+200 .	52
Figura 5.26 Formación Mirador en UF, entre K13+000 a K14+600	53
Figura 5.27 Sondeos realizados en Formación Mirador (E2m)	55
Figura 5.28 Abanico terraza margen izquierda río Pamplonita, sector La Donjuana	56
Figura 5.29 Panorámica de abanico aluvial entre K30+563 a K31+480	57
Figura 5.30 Sondeo realizado en abanico aluvial (Qaa) UF4 AP46 (Aprox. K30+600).....	57
Figura 5.31 Panorámica de abanico terraza entre K44+891 a K47+100	58
Figura 5.32 Sondeos realizados en Terraza aluvial de Chinácota (Qt).....	60
Figura 5.33 Llenos para control de erosión cercanos al paso de la vía	74
Figura 5.34 Mina de carbón entre K15+556 y K15+710	74
Figura 5.35 Acopio de materiales de construcción entre K31+480 a K31+840, margen izquierda río Pamplonita	75
Figura 5.36 Estructuras geológicas regionales en área de influencia UF3-4-5.....	91

Figura 5.37 Silletas alineadas en sentido N-S, asociadas a fallamiento inverso de la Falla de Chitagá	92
Figura 5.38 Fallas y lineamientos NE-SW	93
Figura 5.39 Fallas y lineamientos NE-E	93
Figura 5.40 Influencia estructural en cambio de dirección del río Pamplonita, NS a EW..	94
Figura 5.41 Sección geológica con perfil de meteorización en la Zona Homogénea 1—K18+970.....	98
Figura 5.42 Sección Geológica con perfil de meteorización en la Zona homogénea – K22+720.....	100
Figura 5.43 Sección Geológica con perfil de meteorización en la Zona homogénea 3-K26+800.....	101
Figura 5.44 Tramo K10+900 a K13+020	106
Figura 5.45 Depósitos coluviales en sondeos realizados en tramo K13+020 a K14+413	107
Figura 5.46 Sondeos realizados en depósitos coluviales y sedimentos de la formación Mirador, tramo K13+020 a K14+413.....	108
Figura 5.47 Sondeo UF5-S20, K14+380	109
Figura 5.48 Tramo K13+000 a K14+413	112
Figura 5.49 Panorámica de cuesta (Sc) y ladera contrapendiente de cuesta (sc-lc)	113
Figura 5.50 Tramo K14+413 a K15+930	114
Figura 5.51 Depósitos coluviales y rocas de Formación Mirador (E2m) entre K14+491 y K14+600	115
Figura 5.52 Sondeos realizados en Formación Los cuervos (E1lc), entre K14+600 a K15+930).....	116
Figura 5.53 Sondeos realizados en escarpe de terraza de Chinácota, entre K16+00 y K16+170).....	118
Figura 5.54 Tramo K15+920 a K17+160	120
Figura 5.55 Tramo K16+740 a K20+940	122
Figura 5.56 Sondeos entre K16+954 y K17+000	123
Figura 5.57 Sondeo UF4-S10, alrededores de K18+970.....	124
Figura 5.58 Cambio morfológico en zona de influencia estructural que afecta la dirección del río Pamplonita y desarrolla un relieve lomerío estructural (Sloe) en el tramo K19+920 a K22+720	128
Figura 5.59 Cruce de la vía sobre el río Pamplonita, entre K20+40 a K21+140	129
Figura 5.60 Influencia estructural en tramo K21+376 a K30+372.....	130
Figura 5.61 Sondeos en Formación Aguardiente entre K24+010 y K24+900	132
Figura 5.62 Sondeos en Granito de Durania (Tjgd), entre K22+660 y K23+020.....	135
Figura 5.63 Terrazas aluviales, margen izquierda río Pamplonita	136
Figura 5.64 Tramo K30+372 a K31+480	138
Figura 5.65 Apique realizado en abanico aluvial, aproximadamente K32+600.....	139
Figura 5.66 Sondeo UF4-S50, en abanico aluvial (Qaa), aproximadamente K30+730...	140
Figura 5.67 Subtramo K31+480 a K32+372.....	141
Figura 5.68 Sondeos realizados en tramo K31+900 a K32+020, depósitos aluviales (Qal) y Formación Aguardiente (Kia)	142
Figura 5.69 Sondeo UF4-S55, realizado en depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita (K33+284)	145
Figura 5.70 Sondeos realizados en Qt2 y Qt1, entre K33+520 a K34+130	146

Figura 5.71 Sondeos realizados en abanico aluvial (Qaa), en K36+140 a K36+240	146
Figura 5.72 Sondeo UF3-AP08 (K36+900)	147
Figura 5.73 Sondeo UF3-S04 (K37+560).....	147
Figura 5.74 Sondeo UF3 S08 (K38+986), Formación Capacho (Kic) con cobertura de depósitos de ladera	148
Figura 5.75 Sondeo UF3-S11 en Formación Aguardiente.....	150
Figura 5.76 Sondeo UF3-S17 (K44+340), Formación Capacho (Kic).....	151
Figura 5.77 tramo K42+400 a K44+9280	153
Figura 5.78 Tramo K44+928 a K46+737 y K46+420 a K47+140.....	154
Figura 5.79 Sondeo UF3-S33 (K45+240), Abanico terraza (Qat1)	154
Figura 5.80 Sondeos UF3-S28 (K46+320) y UF3-S31 (K46+960), abanico terraza reciente (Qat2)	156
Figura 5.81 Sondeos en tramo 48+320 a K48+740, Formación Barco (E1b)	159
Figura 5.82 Sondeos UF3-S42 y UF3-S43 en rocas de la Formación Los cuervos (E1lc)	160
Figura 5.83 Tramo K48+200 a K49+217,3	161
Figura 5.84 Planta geológica de Túnel Pamplonita, K47+120 a K47+780.....	163
Figura 5.85 Planta geológica de Túnel Pamplonita, K47+780 a K48+200.....	164
Figura 5.86. Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+140 a K47+680).....	165
Figura 5.87. Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+680 a K48+200).....	166
Figura 5.88 Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+680 a K48+200).....	167
Figura 5.89 Perfil geológico Galería de emergencia	168
Figura 5.90 Sondeos en tramo túnel, K47+120 a K47+220.....	169
Figura 5.91 Sondeos entre K48+100 a K48+190, con brecha de falla	170
Figura 5.92 Ubicación ZODME 719	171
Figura 5.93 Ubicación ZODME 521	175
Figura 5.94 Ladera estructural en rocas de la Formación Carbonera (E2c), con cobertura de depósitos aluvio coluviales.....	176
Figura 5.95 Aporte de sedimentos coluvio aluviales a ladera estructural (estratificación regional NS-N30E/20-40°E), alrededores de ZODME 521	176
Figura 5.96 Ubicación ZODME 722	179
Figura 5.97 Meseta estructural sobre la cual se ubican ZODMEs 521, 722, 722 y 724 (estratificación NS/este).....	180
Figura 5.98 Ubicación ZODMEs 528, 530, 533.....	182
Figura 5.99 Panorámica de ZODMEs 528, 530 y 533 sobre lodolitas de la Formación Colón – Mito Juan	183
Figura 5.100 Sondeos realizados en ZODMEs 528 y 530.....	184
Figura 5.101 Ubicación ZODME 724	189
Figura 5.102 Ubicación de ZODME 724 sobre meseta estructural (estratificación NS/este)	190
Figura 5.103 Ubicación ZODME 405	191
Figura 5.104 Ubicación ZODME 407	194
Figura 5.105 Ubicación ZODME 426 y 429.....	198
Figura 5.106 Ubicación ZODMEs 908, 906, 497 y 495	203
Figura 5.107 Localización ZODME 454	207
Figura 5.108 Ubicación ZODMEs 332 y 332C	208

Figura 5.109 Unidades estratigráficas que cruza ZODMEs 332 y 332C.....	209
Figura 5.110 Evidencias de falla Chitagá (dirección NS), relacionadas con la presencia de silletas alineadas	210
Figura 5.111 ZODME 332	211
Figura 5.112 Ubicación ZODME 345	213
Figura 5.113 ZODME 345, ubicación de ZODME 345.....	217
Figura 5.114 Ubicación ZODME 360	218
Figura 5.115 Área inestable en extremo sur de ZODME 360	221
Figura 5.116 Ubicación ZODME 362	222
Figura 5.117 Ubicación ZODME 367	224
Figura 5.118 ZODME 377	225

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 5.1 K43+340. Depósitos coluviales costado oriental de la vía Cúcuta – Pamplona. Vereda San Antonio de Pamplonita.	18
Fotografía 5.2 Panorámica de Formación Girón (Jg) con estratificación buzando al E	25
Fotografía 5.3 Silletas alineadas por influencia de fallas de dirección NS que ponen en contacto rocas de la Formación Girón (Jg) con rocas de la Formación Bocas (Jb)	27
Fotografía 5.4 Arenisca conglomerática de la Formación Girón (Jg); muestra de mano tomada cerca de afloramiento	28
Fotografía 5.5 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), alrededores del K22+440	29
Fotografía 5.6 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), aproximadamente en K23+280	30
Fotografía 5.7 Zona de contacto entre rocas sedimentarias de la Formación Tibú – Mercedes (Kitm) y Granito de Durania (Tjgd), aproximadamente K22+440	30
Fotografía 5.8 Afloramiento de Formación Tibú – Mercedes (Kitm), aprox. K22+320	32
Fotografía 5.9 Depósitos de ladera cubriendo la Formación Tibú – Mercedes (Kitm)	33
Fotografía 5.10 Afloramiento en areniscas de Formación Aguardiente (Kia), aproximadamente en K21+780	36
Fotografía 5.11 Zona de contacto entre sedimentos de Formación Capacho (Kic) y Formación La Luna (K2l), aproximadamente K19+500	39
Fotografía 5.12 Afloramiento Formación Capacho (Kic), aproximadamente K19+720	40
Fotografía 5.13 Afloramiento de lodolitas y liditas de Formación La Luna (K2l), actual vía Cúcuta - Pamplona	43
Fotografía 5.14 Deslizamiento en detritos derivados de sedimentos altamente fracturados de la Formación La Luna (K2l), ladera oriental del K19+500	44
Fotografía 5.15 Panorámica de deslizamiento planar, ladera oriental del K19+500	44
Fotografía 5.16 Afloramiento de Formación Colón – Mito Juan (Kscm), margen derecha del río Pamplonita, frente a K17+700 al K18+500	47
Fotografía 5.17 Formación Barco (E1b), sobre la vía actual, aproximadamente en el portal de salida del túnel	51
Fotografía 5.18 Afloramiento Formación Barco en K48+400	51
Fotografía 5.19 Formación Mirador (E2m), K14+320	53
Fotografía 5.20 Formación Mirador (E2m), alrededores de K14+600	54
Fotografía 5.21 Afloramiento de Terraza Los Patios, ladera externa de K11+680	59
Fotografía 5.22 Composición de terraza de Chinácota	59
Fotografía 5.23 Plano de terraza, Terraza de Chinácota	60
Fotografía 5.24 Cauce activo y depósitos aluviales recientes, quebrada La Teca	61

Fotografía 5.25 Depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita, aproximadamente en K30+100	62
Fotografía 5.26 Mina de carbón entre K48+244 a K48+287	75
Fotografía 5.27 Panorámica de terraza Los Patios (Qt1)	105
Fotografía 5.28 Terraza aluvial, parte baja del K12+260	105
Fotografía 5.29 Depósitos de terraza aluvial de Chinácota (Qt1)	117
Fotografía 5.30 Estratos de Formación Los cuervos (E1lc) suprayacidos por terraza aluvial de Chinácota (Qt1), abajo del K16+140 aproximadamente	118
Fotografía 5.31 Afloramiento de estratos de areniscas y lutitas altamente fracturadas, al parecer de la Formación Capacho (Kic)	125
Fotografía 5.32 Panorámica de Formación Capacho (Kic), aproximadamente en K17+700	126
Fotografía 5.33 Terraza de acumulación (Fta) que cruza la vía en el tramo K16+984 – K17+140	127
Fotografía 5.34 Afloramiento Formación Aguardiente (Kia), K21+780	131
Fotografía 5.35 Rocas de la Formación Tibú – Mercedes (Kitm), (K22+320 aprox.)	133
Fotografía 5.36 Contacto entre Formación Tibú – Mercedes (Kitm) y Granito de Durania (Tjgd)	133
Fotografía 5.37 Granito de Durania (Tjgd) con una cobertura coluvial	134
Fotografía 5.38 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), K22+600	134
Fotografía 5.39 Abanico aluvial aproximadamente en K31+280, parte media y baja	139
Fotografía 5.40 Terraza aluvial (Qt1), aprox. K34+400	143
Fotografía 5.41 Depósitos coluviales, alrededor de K35+813	143
Fotografía 5.42 Depósito coluvial, aprox. K40+670	145
Fotografía 5.43 Areniscas de la Formación Aguardiente (K42+800)	150
Fotografía 5.44 Formación Capacho (Kic), aproximadamente en K44+00	151
Fotografía 5.45 Formación La Luna (K2l), alrededores K44+840	152
Fotografía 5.46 Abanico terraza (Qat1), aproximadamente en K45+400	155
Fotografía 5.47 Características litológicas de terraza aluvial (Qt), sobre la cual se proyecta la ubicación de la ZODME 719	172
Fotografía 5.48 Terraza alta (Qt), bloques de rocas superficiales de diámetro >1 m	172
Fotografía 5.49 Terreno plano a ligeramente inclinado, ZODME 719	173
Fotografía 5.50 Predominio de vegetación densa, ZODME 719	174
Fotografía 5.51 Depósito coluvio aluvial que suprayace suelo residual de sedimentos de la Formación Carbonera E2c	177
Fotografía 5.52 Talud de la carretera con exposición de arenisca y material lutítico, alterados, estratificación subhorizontal	177
Fotografía 5.53 Cobertura de rastrojo bajo en ZODME 521	178
Fotografía 5.54 Depósito coluvial en ZODME 722	180
Fotografía 5.55 Relieve y cobertura vegetal en el sitio del ZODME 722	181
Fotografía 5.56 Concreciones de limolitas y fragmentos de roca de composición lutitas y chert, el sector occidental de ZODME 528	185
Fotografía 5.57 Afloramiento de limolitas observadas en ZODME 530, asociadas a sedimentos de la Formación Colón – Mito Juan (Kscm)	185
Fotografía 5.58 Parte baja de ZODME 533	185
Fotografía 5.59 Material coluvio aluvial en el sector oriental de ZODME 528	186

Fotografía 5.60	Relieve en alrededores y sitio del ZODME 528	187
Fotografía 5.61	Rasgos erosivos en el sector occidental de ZODME 528	187
Fotografía 5.62	Aspecto del relieve en la parte alta de ZODME 533	188
Fotografía 5.63	Acceso a ZODME 724	189
Fotografía 5.64	Relación entre unidades litológicas Kic / K2l en ZODME 405	192
Fotografía 5.65	Cárcavas en la parte alta de los filos del ZODME 405	193
Fotografía 5.66	Zona baja de ZODME 405	193
Fotografía 5.67	Vista de la zona inferior del ZODME 407	195
Fotografía 5.68	Relieve fuertemente ondulado en ZODME 407	195
Fotografía 5.69	Bloques de roca en depresiones del terreno	195
Fotografía 5.70	Sector norte de ZODME 402 con abundantes bloques rocosos	196
Fotografía 5.71	Sector intermedio de ZODME 402, disminución de bloques superficiales de rocas	197
Fotografía 5.72	Sector sur de ZODME 402 con predominio de abundantes bloques	197
Fotografía 5.73	Características del material coluvial en ZODME 426	198
Fotografía 5.74	Montañas estructurales en alrededores del ZODME 426 (indicado por la flecha)	199
Fotografía 5.75	Zonas de pendientes suaves en la parte baja de la ZODME	199
Fotografía 5.76	Parte alta de ZODME 429	200
Fotografía 5.77	ZODME 429 parte inferior	201
Fotografía 5.78	Depósito coluvial (Qc) en parte inferior de la ZODME	201
Fotografía 5.79	Procesos erosivos tipo cárcavas incipientes y suelos desnudos, que afectan área de ZODME 429	202
Fotografía 5.80	ZODME 908 en la base de abanico aluvial	203
Fotografía 5.81	Bloques de roca que componen abanico aluvial en ZODME 906	204
Fotografía 5.82	ZODME 906	205
Fotografía 5.83	ZODME 497	205
Fotografía 5.84	Canal que cruza ZODME 497 y cultivos en área de ZODME	206
Fotografía 5.85	ZODME 332, parte alta	210
Fotografía 5.86	Acceso que requiere adecuación	212
Fotografía 5.87	Relieve ondulado de ZODME 337	212
Fotografía 5.88	Acceso a ZODME 345	214
Fotografía 5.89	Depósitos de ladera sobre rocas sedimentarias, acceso a ZODME 345	215
Fotografía 5.90	Cárcavas a lo largo de actual vía de acceso a ZODME 345	215
Fotografía 5.91	Deslizamiento en acceso a ZODME 345	216
Fotografía 5.92	Cortes en la vía de acceso a ZODME 360	219
Fotografía 5.93	Acceso a ZODME 360	219
Fotografía 5.94	Depósitos coluviales en ZODME 360	220
Fotografía 5.95	Pequeños deslizamientos asociados a sobrepastoreo	220
Fotografía 5.96	Afloramiento de lodolitas altamente fracturadas	221
Fotografía 5.97	Afloramiento de formación Colón – Mito Juan (Kscm), acceso a ZODME 362	223
Fotografía 5.98	ZODME 362	223
Fotografía 5.99	ZODME 367	225
Fotografía 5.100	Depósitos de ladera identificados en ZODME 377	226
Fotografía 5.101	ZODME 377	227

Fotografía 5.102 terraza aluvial del río Pamplonita, en ZODME 377	228
Fotografía 5.103 Extremo sur de ZODME 377	228

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En el presente capítulo se evidencia la información de tipo cualitativo y cuantitativo que permite conocer las características del ambiente en el área de influencia del proyecto de construcción de la doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF 3 – 4 – 5.

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

5.1.1.1 Aspectos metodológicos

Este documento cumple con los requerimientos de los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la Resolución 751 de 2015, “Términos de Referencia para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos”, y para ello se ha llevado la metodología que se explica a continuación.

El análisis de las características litológicas y estructurales del terreno sobre el cual se pretende desarrollar este proyecto es necesario para prever problemas de estabilidad y erosión, que puedan afectar no solo el proyecto y su vida útil, sino también terrenos aledaños, infraestructura y población cercana.

En la caracterización del componente geología, se describen las condiciones físicas del entorno regional y local del área de influencia desde el punto de vista de su composición litológica, rasgos estructurales, identificación y descripción de zonas de amenazas naturales: sísmica, por erosión y movimientos en masa. Para dicha caracterización se llevaron a cabo las siguientes actividades:

5.1.1.1.1 Recopilación y análisis de información secundaria

Revisión y análisis de la información geológica en diferentes entidades, y estudios geológicos y geotécnicos realizados en el área del proyecto y zonas aledañas, ver Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Información geológica recopilada

Documento	Autor	Fecha
Geología de la Plancha 110, Pamplona. Escala 1:100.000	Servicio Geológico Colombiano-SGC	Versión digital 2010
Geología de la Plancha 98, Durania. Escala 1:100.000.	INGEOMINAS	Versión digital, 2010
Memoria de Geología de las Planchas 98 - Durania y 99 - Villa del Rosario, Norte de Santander (Colombia). Escala 1:100.000,	INGEOMINAS	Octubre, 2011
Geología y Geoquímica de la Plancha 111 – Toledo (Norte de Santander). Memoria Explicativa.	INGEOMINAS	2001

Documento	Autor	Fecha
Mapa Geomorfológico Aplicado a movimientos en masa. Plancha 110 – Pamplona.	SGC	2014
Memoria Explicativa del Mapa Geomorfológico Aplicado a movimientos en masa. Escala 1:100.000. Plancha 110 – Pamplona, departamentos de Santander y Norte de Santander.	SGC	Mayo, 2014
Cuadrángulo H-12 Bucaramanga, Planchas 109, Rionegro, 120, Bucaramanga, Cuadrángulo H-13 Pamplona, Plancha 110, Pamplona, 121, Cerrito. Escala 1:100.000. Memoria Explicativa.	INGEOMINAS	1973
Memoria del Cuadrángulo G-13, Cúcuta.	INGEOMINAS	1973
Informe de Diseño Geotécnico Licitación Pamplona – Cúcuta.	AYESA	2015
Consultoría especializada para la Estructuración Integral del corredor 3: Cúcuta – Pamplona. Informe de Geología, Geotecnia y Suelos	Consorcio Estructuración Vial (CEV)	Agosto de 2016
Consultoría especializada para la Estructuración Integral del corredor vial Pamplona-Cúcuta. Informe de Geológico e Hidrogeológico para túneles.	Consorcio Estructuración Vial (CEV)	Mayo, 2015
Construcción, Mejoramiento, Rehabilitación, Operación, Mantenimiento y Reversión del corredor vial Pamplona - Cúcuta. Túneles de pamplona y pamplonita. Propuesta de Campaña Geotécnica Túnel Pamplonita.	GEOCONSULT	Octubre, 2017
Exploración Geoeléctrica en la Unidad Funcional 3 Para El Corredor Vial Cúcuta – Pamplona, Norte de Santander.	Ulloa & Díez, Ingenieros Consultores	2017
Corredor vial Cúcuta – Pamplona. Pruebas Hidráulicas Túnel Pamplonita UF3. Informe IN-HG-UF3-18-06	Consultoría Colombiana S.A. – AECOM – GEODATA	Abril, 2018

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

5.1.1.1.2 Fotointerpretación

La etapa de fotointerpretación geológica del área de influencia del proyecto se ejecutó con apoyo de las imágenes de sensores remotos y fotografías aéreas que se relacionan en la Tabla 5.2 y Tabla 5.3. Como apoyo adicional se consultaron las Imágenes baseMap del Sistema de Información Geográfica (licencia de ArcGIS 10.3).

Tabla 5.2 Imágenes de sensores remotos utilizadas en interpretación geológica del área de influencia

Tipo de imagen	Resolución/Escala	Fecha
Orto foto mosaico, LIDAR	Resolución espacial 4cm	2017
Google Earth		Febrero 11 de 2002 Enero 03 de 2017 Diciembre 16 de 2017
Rapieye	Resolución espacial 5m	2017

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Tabla 5.3 Fotografías aéreas utilizadas en interpretación geológica del área de influencia

Vuelo	Fotos	Escala	Fecha
C-2413	009 – 010; 094 – 097		1.990
C-24-98	071 – 078	1:33.200	1.992
R-944	047 – 050		1.984

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Adicionalmente, se contó con la siguiente información secundaria:

- i. Auscultar S.A.S. Sondeos proyecto Pamplona – Cúcuta.
- ii. GEOCONSULT. Estaciones geomecánicas proyecto Túnel Pamplonita.
- iii. Información geológica de campo SACYR – AYESA. Mapa geológico corredor vial Pamplona – Cúcuta, escala 1:10.000.

Como resultado de este trabajo se elaboraron los mapas geológico y estructural preliminares, utilizados para el trabajo de campo.

5.1.1.1.3 Etapa de campo

Esta actividad se ejecutó en diciembre de 2017 y julio de 2018. Consistió en la verificación de la cartografía geológica y geomorfológica del área de influencia del proyecto, con el fin de corroborar y complementar la caracterización litológica, estratigráfica, estructural y las condiciones de estabilidad y susceptibilidad a movimientos en masa del terreno.

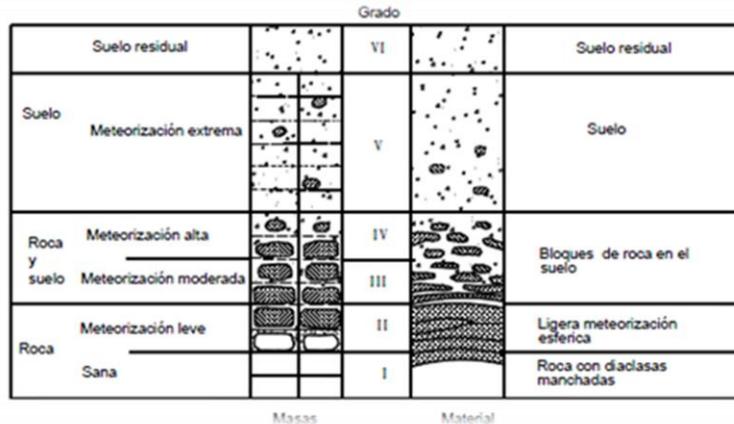
5.1.1.1.4 Informe, cartografía y anexos

Con base en el trabajo preliminar de campo y su complemento con trabajo de campo, se realizó la caracterización litológica y estratigráfica del área de influencia, a escala 1:10.000, de acuerdo con los requerimientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible N° 751 de marzo 26 de 2015, “Términos de Referencia para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos”.

Dando cumplimiento a lo establecido en el documento Metodología General para presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, pág. 11), se utilizó la simbología de las unidades litológicas de acuerdo con la Geología de la Plancha 98 (INGEOMINAS, 2011), porque esta es concordante con la Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS (Internacional Comisión on Stratigraphy).

En la caracterización litológica se utilizó como referencia, la descripción de perfiles de meteorización según Dearman (1.995), Figura 5.1.

Figura 5.1 Clasificación de perfiles de suelos residuales según Dearman (1995)



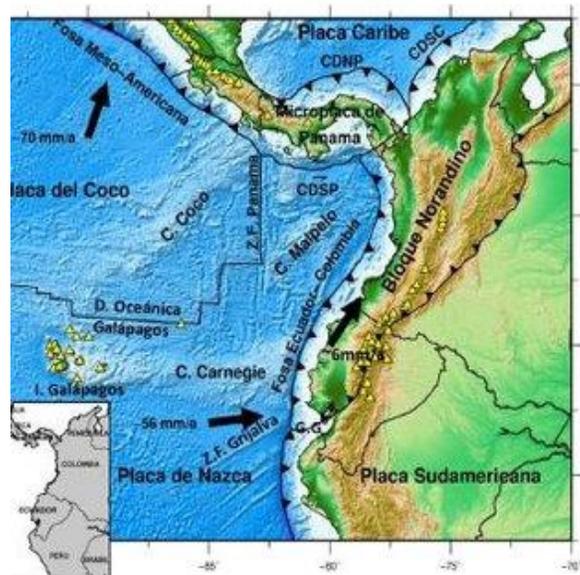
Fuente: Suárez, Jaime. Deslizamientos: Análisis Geotécnico. Pág. 412

5.1.1.2 Geología Regional

5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional

La región colombiana se encuentra fuertemente influenciada por la tectónica de placas, y su dinámica geomorfológica está asociada a la interacción de las placas Nazca, Cocos, Suramericana, Caribe y Panamá, con el desarrollo de una línea de fallamientos en la zona andina, que afectan el área de influencia del proyecto, ubicada en la Cordillera Oriental, Bloque Norandino (Figura 5.2).

Figura 5.2 Interacción de placas tectónicas en Colombia



Fuente: https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Aguilar2/publication/308784350/figure/fig1/AS:412598920073216@1475382656571/Figura-1-Movimiento-de-las-placas-tectonicas-en-Ecuador-Fuente-Nocquet-et-al1_Q320.jpg

El área de influencia se ubica en el límite oriental de una mini placa tectónica, dinámicamente compleja, denominada Bloque Andes del Norte o Bloque Norandino, el cual está en un punto triple de contacto bajo, la influencia de los límites de las placas Caribe y suramericana, ver Figura 5.2. La evolución tectónica de esta área durante el Mesozoico y Cenozoico registra una compleja y dinámica historia de evolución, asociada a un proceso de colisión y subducción oblicua a lo largo de fallas de desplazamiento lateral y escala regional, entre el borde sur de la Placa Caribe y el extremo noroeste de la placa de Suramérica. Este límite entre placas está representado por una amplia y difusa zona de activa deformación (INGEOMINAS, 2011).

A nivel regional, esta región ha sido considerada como una zona compleja de transformación de un régimen transcurrente dextral del sistema de fallas de Boconó en un régimen sinistral inverso del sistema de fallas Bramón-Chucarima (zona fronteriza de Venezuela y Colombia), indicada como la Depresión del Táchira (Singer & Beltrán, 1996), Figura 5.3. La zona de choque de los dos sistemas en doble ángulo recto ha sido denominada por algunos autores como el Indentor de Pamplona (Boinet et al., 1985) y es donde la complejidad cinemática define el cambio de transurrencia dextral a un régimen de deformación compresiva.

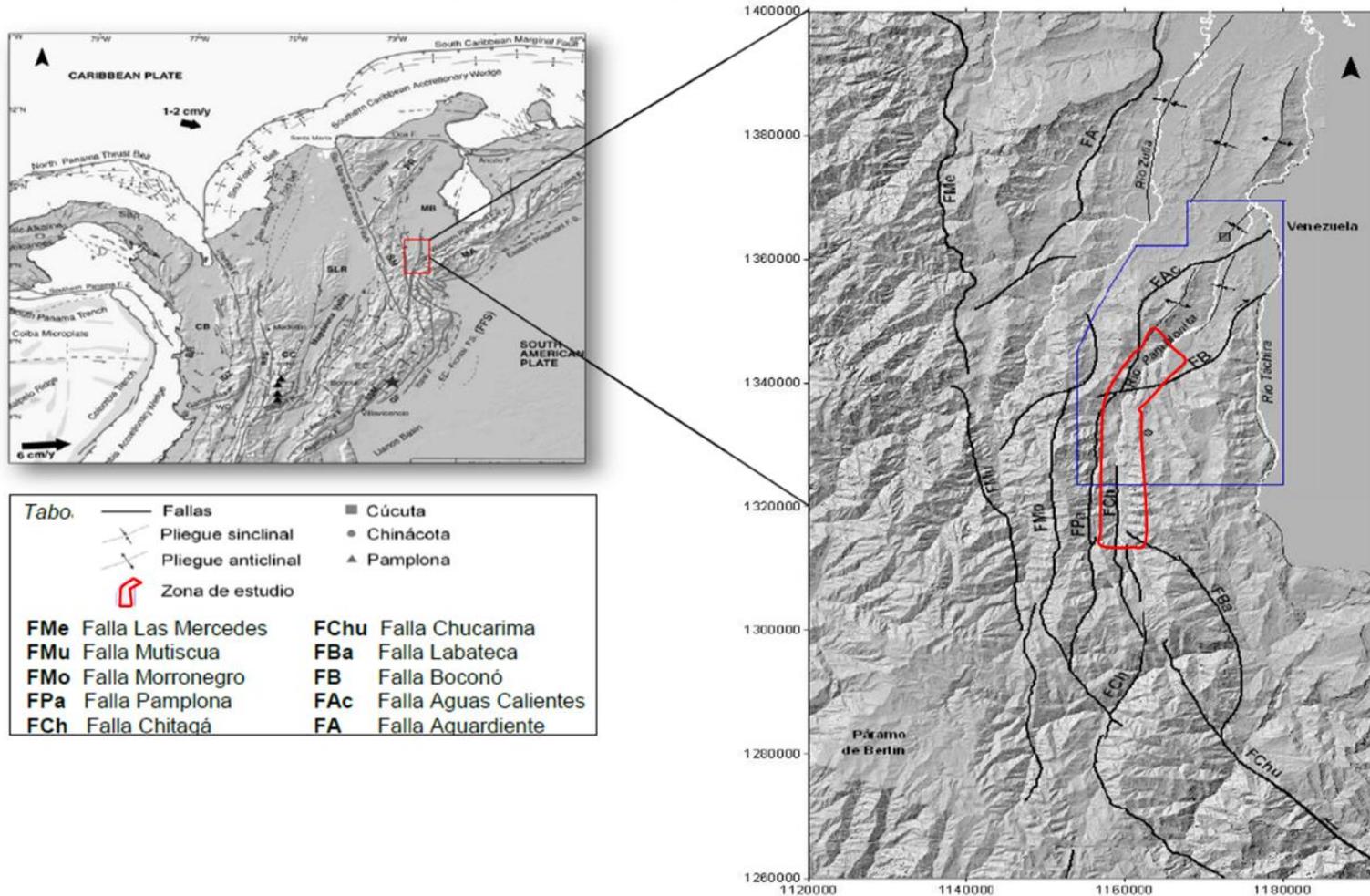
5.1.1.2.2 Unidades estratigráficas

La Tabla 5.4 muestra las unidades litológicas y formaciones superficiales que comprende el área de influencia del proyecto; además de los depósitos antrópicos identificados como llenos para protección de la vía en áreas afectadas por socavación del Río Pamplonita y zonas de actividad minera. A continuación, se describen las características geológicas regionales de las diferentes unidades identificadas, desde la más antigua a la más reciente, ver Figura 5.4.

- **Triásico – Jurásico**
 - Formación Bocas (Jb)

Esta unidad litológica es identificada en el extremo sureste del área de influencia del proyecto, en la UF3. Está constituida por una alternancia de lodolitas de color gris claro a amarillo, areniscas de grano fino a conglomeráticas, amarillentas, con lodolitas calcáreas, gris verdosas, lodolitas grises a gris verdosas, conglomerados gris verdosos con guijos de cuarzo y lodolitas grises, fosilíferas. Hacia el sur de Chinácota presenta intercalaciones de areniscas de grano muy fino de color rojizo con areniscas cuarzosas de grano medio, grises, limolitas grises, areniscas verdosas y areniscas conglomeráticas amarillas, compuestas por cuarzo y plagioclasas, con granos subesféricos a angulares.

Figura 5.3 Marco regional morfotectónico



Fuente: (INGEOMINAS, 2009)

Tabla 5.4 Unidades litológicas y depósitos superficiales en el área de influencia del proyecto

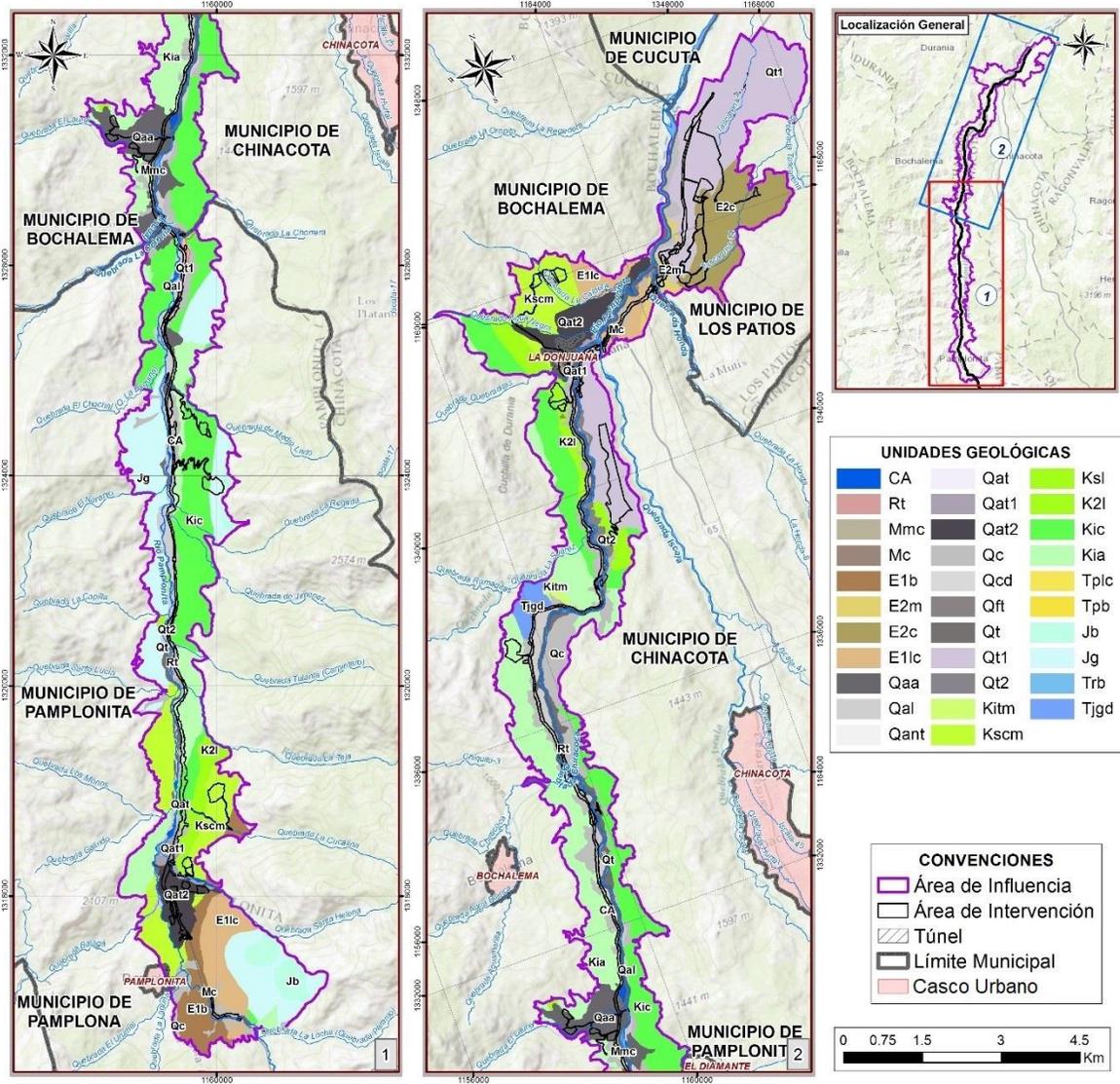
Periodo	Época	Nombre	Símbolo	Descripción
Cuaternario	Holoceno	Depósitos cuaternarios	Rt – Mmc - Mc	Depósitos antrópicos: Rt. Relleno antrópico. Llenos en grava principalmente, a lo largo de la vía como medida de protección por socavación lateral del río Pamplonita. Mmc, Mc. Áreas de actividad minera: Materiales de construcción (Mmc), minería de carbón (Mc).
			Qal	Depósitos aluviales
			Qt	Depósitos de terraza
			Qaa	Abanico aluvial
			Qat	Abanico terraza
			Qc	Depósitos de ladera
	Pleistoceno			
Neógeno	Plioceno			
	Mioceno			
Paleógeno	Oligoceno	Formación León	E3l	Lodolitas grises y gris verdosas, con escasas intercalaciones de areniscas cuarzosas grises de grano fino a medio en capas medias.
		Formación Carbonera	E2c	Lodolitas grises a gris verdosas, cafés, micáceas, con nódulos ferruginosos, en capas gruesas, intercaladas con areniscas cuarzosas de grano fino, color blanco, shales carbonosos y grandes mantos de carbón.
	Eoceno	Formación Mirador	E2m	

Periodo	Época	Nombre	Símbolo	Descripción
	Paleoceno	Formación Los Cuervos	E11c	Lodolitas grises oscuras, micáceas, con intercalaciones delgadas de areniscas de grano fino, grises a amarillentas y shales carbonosos. Se presentan mantos de carbón en las partes inferior y media.
		Formación Barco	E1b	Areniscas cuarzosas de color blanco, bien seleccionadas micáceas, grises, amarillentas a blancas de grano fino a media en capas tabulares, con estratificación cruzada intercalada con capas delgadas de lodolitas grises claras a oscuras.
Cretácico	Superior	Formación Colón-Mito Juan	Kscm	Capas medias y gruesas de lodolitas grises oscuras a negras, en algunos niveles calcáreos, micáceos, fosilíferos, laminación plano paralela; nódulos ferruginosos paralelos a la estratificación. En la parte superior, capas de lodolitas grises intercaladas con areniscas de grano fino.
		Formación La Luna	K2l	Calizas grises en capas delgadas fosilíferas, lodolitas calcáreas color gris, con grandes concreciones elipsoidales y discoidales, capas plano paralelas de chert, lodolitas silíceas y capas fosfáticas
		Formación Capacho	Kic	Lutitas grises oscuras a negras, con calizas grises, masivas y fosilíferas en las partes inferior y superior
	Inferior	Formación Aguardiente	Kia	Areniscas claras, duras, de grano fino a grueso, con algunas capas de limolitas y lutitas carbonáceas.
		Formación Mercedes	Tibú- Kitm	Areniscas cuarzosas de color gris claro, grano medio a grueso en capas gruesas, lodolitas negras en capas delgadas, calizas (packstone y wackstone) y areniscas calcáreas de grano fino.
		Granito de Durania	Tjgd	Granito variedad alaskita, compuesto por cuarzo, feldespatos y moscovita.
Jurásico	Superior			

Periodo	Época	Nombre	Símbolo	Descripción
		Formación Girón	Jg	Areniscas conglomeráticas y conglomerados, gris amarillento a pardo rojizo; masivos y lenticulares. Limolitas pardo-rojizas.
	Inferior	Formación Bocas	Jb	Areniscas rojizas y grises verdosas, ligeramente calcáreas, limolitas rojizas y verdosas, areniscas conglomeráticas y shales negros y carbonáceos.

Fuente: Modificado de INGEOMINAS, Plancha 98 – Durania y SGC, Plancha 110 – Pamplona.

Figura 5.4 Mapa geológico área de influencia del proyecto



Fuente: Modificado de INGEOMINAS, Plancha 98 – Durania y SGC, Plancha 110 – Pamplona.

En el área de Santander esta unidad se encuentra entre la Formación Diamante (contacto inferior) y la Formación Jordán (contacto superior) (Ward et al, 1973). Según Royero & Clavijo (2001) también se observa en discontinuidad estratigráfica sobre el Neis de Bucaramanga y las formaciones Silgará y Floresta e infrayace concordantemente a la Formación Girón. No se puede medir su espesor ni su relación estratigráfica con otras unidades por encontrarse en contacto fallado con rocas del Jurásico y Cretácico por el occidente y con rocas del Grupo Uribante por el oriente.

Su edad fue determinada como Triásico por Ward et al (1973), aunque posteriormente Remy et al. (1975) con base en conodontes establece una edad Jurásico Inferior.

- Formación Girón (Jg)

Usado inicialmente por Hettner (1892) para designar a un conjunto grueso de areniscas, conglomerados y limolitas color marrón rojizo, ampliamente expuestas al oeste de Bucaramanga y que toman el nombre de la población de Girón (INGEOMINAS, 1973).

Esta unidad litológica aflora en el extremo sur y norte de la UF3 y extremo sureste de la UF4, ver Figura 5.4. Está compuesta de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, micáceas, de color rojo a violeta, con intercalaciones de limolitas rojas, bastante fracturadas, también está constituida por areniscas micáceas rojas y lodolitas grises micáceas intercaladas con areniscas de color gris en capas medias; sobre la vía Cúcuta – Pamplona se observan capas medias de arcillolitas, limolitas y conglomerados polimícticos, matriz soportados, con armazón de gravas de cuarzo, feldespato y líticos, angulares de regular selección; matriz arenosa de grano medio, cuarzosa. (INGEOMINAS, 2011).

De acuerdo con (INGEOMINAS, 1973), la Formación Girón presenta estratificación cruzada, que indica influencia de corrientes fuertes y constantes, características de ríos trenzados. También se menciona alternancia de ambientes de pantanos y ríos meándricos en una región al parecer para deltaica. Hacia la parte superior de la formación, las características de la unidad indican un ambiente marino somero.

En el extremo sur de la UF3, la Formación Girón se encuentra afectada por fallas inversas de dirección NW-SE y fallas menores que ponen en contacto esta unidad litológica con bloques aislados de sedimentos de la Formación Bocas (Figura 5.4). Al norte de la UF3, la Formación Girón entra en contacto con rocas cretácicas de la Formación Capacho, a través de la Falla de Pamplona, de dirección dominante N-S con variación NE-SW en la zona de contacto con la Formación Capacho; en este sector se identificaron lineamientos fotogeológicos de dirección NNE-SSW, paralelos a la Falla de Pamplona.

- Granito de Durania (Tjgd)

Este cuerpo ígneo, es considerado por Ward et al, (1973), como parte del Macizo de Santander, el cual pertenece a un mismo intervalo de plutonismo, de edad Triásico – Jurásico.

El Granito de Durania, es clasificado por Ward et al, (1973) como un granito blanco moscovítico que forma plutones pequeños e intrusiones en una faja norte-sur que se extiende desde el área de Pamplona, hasta más allá de las poblaciones de Durania y Villa Sucre, Norte de Santander. Corresponde a rocas ígneas graníticas plutónicas de color blanco, faneríticas de cristales medios, constituidas por cuarzo, plagioclasas y moscovita (INGEOMINAS, 2011).

En el área de influencia del proyecto aflora en la UF4, se encuentra en contacto fallado con rocas sedimentarias de la Formación Aguardiente, en un fallamiento inverso de dirección NS a NNW-SSE. Según Ward et al, (1973) el Granito de Durania corta a la Formación

Silgará, es post-metamórfico o metamórfico tardío y está cubierto por la Formación Tibú del Cretácico Medio, lo que indicaría que su edad está en un rango Ordovícico a Cretácico Medio. Aunque este mismo autor señala que el rango más probable de edades para este intrusivo sea entre Devónico y Jurásico. (INGEOMINAS, 2011).

- **Cretácico**

- Formación Tibú – Mercedes (Kitm)

La Formación Tibú – Mercedes ha sido agrupada en el Grupo Uribante, el cual está conformado por las formaciones Tibú – Mercedes y Aguardiente, ubicadas en la cuenca sedimentaria del Catatumbo (INGEOMINAS, 2011).

Ward et al, (1973) cartografió las formaciones Tibú y Mercedes como una sola unidad lito estratigráfica en el departamento de Santander. Según Royero (2001), está constituida en la parte inferior por lodolitas grises oscuras, calcáreas, areniscas cuarzosas de grano fino y algunas capas de conglomerados grises claros, calcáreos. En la parte media se presentan algunas capas de lodolitas calcáreas, limosas, grises, areniscas grises y calizas grises, en capas planas a lenticulares. La parte superior está conformada por areniscas cuarzosas, grises, grano fino, en capas delgadas y medianas, con intercalaciones de lodolitas grises oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, en capas medianas a gruesas (INGEOMINAS, 2011).

En general la unidad está conformada por intercalaciones de paquetes muy gruesos de arenitas y arenitas lodosas tabulares, algunas laminadas, junto con calizas, en capas delgadas a gruesas generalmente laminadas y limolitas con cemento calcáreo, en capas gruesas con laminación plana paralela continua, predominando en general las dos últimas litologías.

Esta unidad litológica se observa en la UF4; se encuentra en contacto discordante al W con el Granito de Durania y hacia el este, en contacto fallado con la Formación Aguardiente.

El espesor de la Formación Tibú es de 107-166 m y de 149–201 m para la Formación Mercedes en la localidad tipo (Ward et al, 1973). Un total de 428m fueron levantados en la sección de la Quebrada La Colonia, donde descansa discordantemente sobre el Neis de Bucaramanga y hacia el techo es concordante con la Formación Aguardiente. Barco y Fabre (1981a) establecen una edad Aptiano superior – Albiano inferior, con base en la presencia de fauna de lamelibranquios, gasterópodos, equinoideos y amonitas. Esta unidad se puede correlacionar con las formaciones Rosa Blanca y Paja en el Valle Medio del Magdalena y con la Formación Apón de Venezuela García et al (1980) (Royero, 2001). Esta formación es la roca productora en el Campo Tibú (Alfonso & Mondragón, 2001). Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino, de aguas tranquilas, por la presencia de equinoideos y amonitas (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Aguardiente (Kia)

Su localidad tipo se encuentra en el Cerro Filo del Aguardiente (Norte de Santander) (Richards, 1968). Según Ward et al (1973) en el área tipo está conformada por areniscas glauconíticas y calcáreas, de grano grueso, color gris o verde claro, extremadamente duras y estratificación cruzada. Se encuentran capas delgadas de shales negros carbonáceos y micáceos.

En el área de influencia del proyecto, esta unidad aflora en las UF3 y UF4, se presenta como cuerpos elongados en dirección NS, paralelos al sistema de fallas Chitagá – Pamplona. En cartografía de INGEOMINAS se identifica en contacto fallado con rocas de la Formación Tibú – Mercedes, este contacto también se observa neto y concordante. El contacto superior se observa cubierto contra secuencias espesas de shales oscuros, micáceos, con algunos niveles de calizas arenosas de la Formación Capacho.

En general la unidad está conformada por capas gruesas a muy gruesas de areniscas cuarzosas, ligeramente feldespáticas, de grano medio a grueso, tabulares, masivas, bien seleccionadas, limpias; hacia la parte media de la unidad las areniscas presentan mayor contenido de feldespato, son más lodosas y laminadas. En la parte superior de la unidad se observa una secuencia de lodolitas silíceas ligeramente arcósicas en capas muy gruesas, finalizando con capas gruesas a muy gruesas de areniscas cuarzosas con laminación lenticular muy gruesa.

En general la Formación Aguardiente reposa concordantemente sobre la Formación Tibú – Mercedes; el contacto superior es concordante con la Formación Capacho. La edad de la Formación Aguardiente con base en fauna y de acuerdo con su posición estratigráfica es determinada en Albiano Inferior y Medio (Richards, 1968; Ward et al., 1973). Esta formación se puede correlacionar con la parte inferior de la Formación Simití del Valle Medio del Magdalena y con la Formación Une del área de la Sabana de Bogotá (Royero, 2001). Según García et al. (1980), la Formación Aguardiente se depositó en un ambiente litoral de playas y lagunas. Para Fabre (1985) se relaciona más con un frente deltaico, (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Capacho (Kic)

Esta formación está compuesta de base a techo por capas delgadas de shales negros, muy calcáreos, calizas, shales grises oscuros no calcáreos, con pocas intercalaciones de limolitas y calizas grises, arcillosas, fosilíferas; hacia el tope, calizas masivas intercaladas con shales oscuros, no calcáreos (Ward et al 1973).

La Formación Capacho está conformada en la base por láminas de shales oscuros, micáceos, con algunos niveles de calizas arenosas, intercaladas con areniscas cuarzosas, de grano fino y capas delgadas de calizas fosilíferas. La parte media se compone de areniscas cuarzosas de grano fino, grises, micáceas y calizas grises, con intercalaciones de lodolitas grises, micáceas; hacia el techo se observan calizas grises, lumaquélicas, en capas medianas y gruesas, con intercalaciones de láminas de lodolitas calcáreas, grises y areniscas de grano fino, amarillentas y grises, en capas medias. El espesor de la formación varía entre 250 a 400 m. aproximadamente.

Esta unidad litológica aflora en las UF3 y UF4, en cuerpos elongados en dirección NS, paralelos al trazado de la vía. Suprayace en forma concordante a la Formación Aguardiente e infrayace también en contacto concordante a la Formación La Luna.

Con base en fauna (pelecípodos y amonitas) colectada en Venezuela (Renz, 1959, 1977) y en Colombia (lamelibranquios, amonitas y foraminíferos), (Fabre, 1981), se le asigna una edad Albiano superior – Turoniano; se correlaciona con la Formación Simití del Valle Medio del Magdalena y con la Formación Chipaque de la Sabana de Bogotá. De acuerdo con Royero & Clavijo (2001), los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas, evidenciado por la presencia de glauconita y pellets fosfatizados (INGEOMINAS, 2011).

- Formación La Luna (K2l)

Sucesión de calizas y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de calizas, aflorantes en la Quebrada La Luna al NW de Perijá, Zulia (Venezuela). Posteriormente Notestein, et al. (1944) y Richards (1968) introducen el término en Colombia en las estribaciones orientales de la Serranía de Perijá, donde se compone de calizas carbonáceas y bituminosas, grises oscuras a negras, areniscas calcáreas grises oscuras de grano fino, y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de calizas. Hacia el tope de la formación predomina chert, y hacia la base calizas y shales con concreciones (INGEOMINAS, 2011).

Aflora en la UF3 como un cuerpo alargado y angosto de dirección NNE-SSW en contacto con la Formación Capacho, y en la UF4 aflora como un cuerpo elongado, de dirección dominante N-S, suprayace en contacto concordante a la Formación Capacho e infrayace a la Formación Mito – Juan.

- Formación Colón – Mito Juan (Kscm)

A causa de semejanzas en la litología y en las características de meteorización, el límite entre estas dos formaciones no puede cartografiarse con certeza y por lo tanto se definen como una sola unidad.

La Formación Colón toma su nombre de la ciudad de Colón y su sección tipo se ubica en el distrito de Ayacucho al norte esta población (SGC, 1973). La Formación Mito Juan toma el nombre de la Quebrada Mito Juan, sobre el flanco oriental del Domo Norte de Petróleo de la Concesión Barco (INGEOMINAS, 2011).

En su sección tipo la Formación Colón consiste casi totalmente de shales grises oscuros a negros, duros, localmente piríticos, concoides e irregularmente fracturados. En el área de la Concesión Barco, la formación consta de shales grises a grises oscuros, ligeramente calcáreos, físilos, foraminíferos, con nódulos y lentes delgados de arcilla “ironstone” marrón. La Formación Mito Juan en el área de la Concesión Barco consiste en shales grises

verdosos, shales limosos a arenosos que aumentan hacia arriba a limolitas y areniscas de grano muy fino cerca del tope (INGEOMINAS, 2011).

Litológicamente, está constituida por capas medias a gruesas de lodolitas grises oscuras a negras, en algunos niveles calcáreas, micáceas, fosilíferas, piritosas, con laminación plano paralela, presenta nódulos ferruginosos paralelos a la estratificación, y esporádicas capas delgadas de calizas grises a oscuras, lumaquéllicas; en la parte superior se observan capas de lodolitas grises a oscuras intercaladas con areniscas de grano fino, grises, con algunos lentes de carbón y restos de plantas (INGEOMINAS, 2011).

Esta unidad se depositó en un ambiente marino que varía de nerítico (chert, foraminíferos bentónicos) a sublitoral (lamelibranquios), en la parte inferior de la secuencia; en la parte intermedia y superior baja, el ambiente de depositación es descrito como litoral (restos de plantas, de lamelibranquios, lentes y fragmentos de carbón), mientras en la parte superior alta que contiene carbón, ha sido relacionada con un ambiente deltaico (transicional), con marcada influencia continental (INGEOMINAS, 2011).

Esta unidad litológica se identifica en el sector sur de la UF3, en cuerpos elongados de dirección predominante N-S.

- **Paleógeno**
 - Formación Barco (E1b)

Su nombre procede de la sección tipo localizada en el flanco este del Anticlinal Petrólea en la Sierra Barco, Norte de Santander. Esta formación, en su sección tipo, se compone principalmente de areniscas, limolitas y arcillolitas intercaladas; las areniscas generalmente son de color gris, de grano muy fino a medio, bien calibradas, con estratificación cruzada, en su mayoría son arcillosas y localmente contienen capas muy delgadas de micas y carbón. Las limolitas y arcillolitas habitualmente son de color gris en ocasiones micáceas y carbonáceas, localmente muestran esferulitas de siderita; es frecuente la presencia de arcillas ferruginosas las cuales forman pequeños nódulos y masas lenticulares (INGEOMINAS, 2011).

Esta unidad litológica aflora al sur de la UF3 y sobre ella se proyecta la construcción del Túnel Pamplonita. Esta formación se compone de areniscas cuarzosas de color blanco, bien seleccionadas, micáceas, grises, amarillentas a blancas, de grano fino a medio, en capas tabulares de hasta 2 m de espesor, con estratificación cruzada, intercaladas con capas delgadas de lodolitas grises claras a oscuras, micáceas con estratificación plano paralela; hacia el tope el espesor de las areniscas disminuye y el tamaño de grano se hace más fino, mientras las capas de lodolitas aumentan en espesor. También se observa hacia el techo en algunos sectores lentes de carbón.

La Formación Barco yace concordantemente sobre la Formación Colón - Mito Juan, el contacto es una transición entre las lutitas oscuras y las primeras areniscas de color claro de la Formación Barco. El contacto superior también ha sido descrito como concordante y

se determina por la primera ocurrencia de las areniscas que se hallan en la parte inferior de la Formación Los cuervos. Sin embargo, para Getty (1982) y Bioestratigráfica (1998) (Alfonso & Mondragón, 2001) es de tipo gradacional.

Notestein et al, (1944), asignaron la edad de la formación a Eoceno Inferior; Van Der Hammen (1958) estableció con base en criterios palinológicos la edad Paleoceno Inferior. Esta formación se correlaciona en parte con la Formación Lisama del Valle Medio del Magdalena, con las formaciones Socha Inferior del área de Sogamoso y con la Arenisca del Cacho en la Sabana de Bogotá. El ambiente de depositación varía de fluvial a deltaico subcontinental (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Los Cuervos (E1lc)

La Formación Los Cuervos está conformada principalmente por arcillolitas usualmente sideríticas, parcialmente limosa, grises y grises verdosas, con escasas capas de areniscas arcillosas.

Estas rocas afloran en el extremo sur de la UF3 y en el extremo norte, en la UF5. En general están compuestas en la parte inferior por arcillas pizarrosas y arcillolitas carbonáceas, intercaladas con areniscas de grano fino y mantos de carbón. Hacia la parte superior están compuestas por arcillolitas grises y grises verdosas parcialmente limolíticas y con esferulitas de siderita; las arcillas más superiores se caracterizan por ser de color rojo, amarillo y púrpura. Los mantos de carbón presentan espesores entre 0,10 y 2,50 m de espesor (Royero & Clavijo, 2001).

Esta formación yace concordantemente sobre la Formación Barco; hacia el tope, el contacto con la Formación Mirador está marcado por la aparición de grandes capas de areniscas; aparentemente es concordante, aunque según Notestein et al, (1944), De Porta, et al, (1974) y Bioestratigráfica (1998), es localmente discordante (INGEOMINAS, 2011).

La edad asignada es Paleoceno - Eoceno Inferior, Van Der Hammen (1958), establecida a partir de datos palinológicos. Los sedimentos de esta unidad se depositaron predominantemente en un ambiente transicional (deltaico), evidenciado por la presencia de mantos de carbón (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Mirador (E2m)

Esta unidad se compone principalmente de areniscas cuarzosas, de color blanco a gris claro, de grano fino a medio, ligeramente conglomeráticas, carbonosas con algunos intraclastos lodolíticos. Hacia la parte media - superior se encuentran arcillolitas de color gris, carbonosas, con intercalación de areniscas cuarzosas de grano fino. Hacia la parte superior se compone de areniscas ligeramente conglomeráticas, feldespáticas y ferruginosas (INGEOMINAS, 2011). Aflora en el extremo norte del área de influencia del proyecto, en la UF5.

Las areniscas de la Formación Mirador yacen concordantemente sobre las arcillolitas de la Formación Los Cuervos. Aunque ha sido descrito como discordante localmente. El límite superior de la unidad está situado en el contacto concordante entre las areniscas sin estratificación y las shales arenosos de la parte baja de la Formación Carbonera. La edad asignada para esta formación es Eoceno Inferior a Medio, Hubach (1957) y Van Der Hammen (1958) a partir de datos palinológicos. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente transicional, que representa un posible delta. (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Carbonera (E2c)

En general consta de arcillolitas grises a gris verdoso en ocasiones pardas con areniscas y con algunos mantos de carbón en su parte inferior y superior. Las arcillas son de color gris comúnmente varicoloreadas y sideríticas. Las areniscas de color gris verdoso de grano fino a grueso y algo arcillosas; en las partes inferior y superior estas areniscas localmente contienen glauconita; en estos mismos intervalos hay delgadas capas de caliza (INGEOMINAS, 2011). Aflora en el extremo norte del área de influencia del proyecto, en la UF5.

La Formación Carbonera descansa concordantemente sobre la Formación Mirador; este límite está marcado por la presencia de las primeras areniscas gruesas de la Formación Mirador. Su contacto superior es concordante con la Formación León y se marca donde ocurre el cambio de las arcillas pizarrosas puras de esta formación a los sedimentos más arenosos de la Formación Carbonera.

Notestein et al, (1944) le asigna a esta unidad Eoceno Superior a Oligoceno Inferior, con base en estudios paleontológicos de gasterópodos y lamelibranquios en el área de la Concesión Barco, confirmada posteriormente por Van Der Hammen (1958). Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente continental a localmente epicontinental (INGEOMINAS, 2011).

- Formación León (E3I)

Conformada por lodolitas grises y grises verdosas, con escasas intercalaciones capas medias de areniscas cuarzosas grises de grano fino a medio. El contacto inferior con la Formación Carbonera es normal y se marca donde ocurre el cambio de las areniscas de esta a las lodolitas de la Formación León. El contacto superior es concordante con el Grupo Guayabo (INGEOMINAS, 1967).

Notestein et al, (1944) con base en fauna y Van Der Hammen (1958) con datos palinológicos establecieron una edad Oligoceno Medio. La Formación León se correlaciona parcialmente con las formaciones Mugrosa y Colorado del Valle Medio del Magdalena (Royero, 2001). De acuerdo con las características litológicas de esta unidad, Royero (2001) sugiere un ambiente de depositación transicional deltaico (INGEOMINAS, 2011).

- Formación Guineales (E3N1g)

Conformado por areniscas, conglomerados y margas. Esta unidad litológica está cartografiada en la plancha 99 – Villa del Rosario, de edad Oligoceno a Mioceno (INGEOMINAS, 2010). En el área de influencia, se identifica haciendo parte del flanco occidental de un sinclinal cuyo eje es de dirección NE-SW al norte del sector de Los Acacios.

- Cuaternario

- Depósitos recientes

En el área de influencia del proyecto se han identificado diversos tipos de depósitos cuaternarios, a saber:

- Depósitos coluviales de ladera (Qc)

Es el tipo de depósitos cuaternarios que se presenta con mayor frecuencia y a todo lo largo del área de influencia de proyecto. Asociados a las laderas de ambas márgenes del Río Pamplonita, y a la actual vía Cúcuta – Pamplona. Se caracterizan por proceder de deslizamientos y flujos, principalmente, de poca extensión, pendientes entre fuertemente onduladas (12-25%) hasta muy escarpadas (>75%), ver ejemplo en Fotografía 5.1.

Fotografía 5.1 K43+340. Depósitos coluviales costado oriental de la vía Cúcuta – Pamplona. Vereda San Antonio de Pamplonita.



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Depósitos aluviales (Qal)

Depósitos recientes del Río Pamplonita y sus afluentes, que corresponden principalmente a bloques, gravas y arenas, matriz soportados a clasto soportados. Son depósitos elongados y angostos, que conforman barras de cauce e islas, que indican su alta

movilidad, característico de un valle aluvial intramontano. El valle aluvial corresponde a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua (IGAC, 2004, pág. 137). El relieve encajante está constituido por montañas de la Cordillera Oriental.

- Depósitos de terrazas (Qt, Qt1, Qt2)

Corresponde a anteriores niveles de sedimentación aluvial, asociados principalmente al Río Pamplonita y algunos de sus afluentes. En algunos tramos se identificaron varios niveles de terrazas, que fueron numerados en orden ascendente desde el más antiguo (Qt1) al más reciente (Qt2).

La terraza más representativa se ubica en la UF5, y es cruzada por el trazado de la vía entre K10+920 y K13+200, es conocida como la Terraza de Chinácota, cuya composición se describe a continuación (INGEOMINAS, 2009): tiene una longitud de 14,5 km y un ancho que varía entre 500-1000 m; comienza en el sector Campoalegre en la cabecera de la Quebrada Iscalá y termina en el Río Pamplonita frente al corregimiento La Donjuana. Se estima un espesor de 120m. El depósito está compuesto de flujos detríticos torrenciales con clastos muy grandes hasta de tamaño métrico, angulares a subangulares y en menor proporción subredondeados; son polimíctos y su composición refleja las rocas de las formaciones cretácicas y jurásicas que afloran en la cuenca. Predominan clastos de cuarzo arenitas y cuarcitas. Los flujos detríticos torrenciales constituyen el mayor volumen del depósito, pero se intercalan con gravas fluviales de cantos rodados bien redondeados, muchas veces con cierta imbricación. No se trata solo de flujos torrenciales como sugiere Usselman (1979), se ha notado estratificación en estos horizontes y niveles que indican la presencia de canales de drenaje.

Casi todo el depósito parece clasto-soportado, sin embargo, ciertos horizontes deben tener bastante material fino y arcilloso por la presencia de acucludas, donde el agua subterránea brota sobre un determinado nivel impermeable. El depósito debe ser el resultado de una secuencia de eventos catastróficos que alternaban con periodos más tranquilos; en ciertos lugares las gravas afloran en el lecho de la quebrada actual, lo que indica que las gravas continúan a mayor profundidad, implicando que el fondo del valle anterior al depósito era más profundo que el valle actual.

- Abanicos aluviales (Qaa, Qat)

Depósitos aluvio coluviales, que se originan con el aporte de una corriente con abundante carga de sedimentos, emerge de un territorio elevado hacia un sector más bajo y abierto, que genera la diseminación de sus aguas y pérdida de capacidad de transporte de sedimentos, ocasionando depositación diferencial de su carga. Los materiales más gruesos se depositan en las partes proximales de los abanicos y los más finos hacia el cuerpo y la base de estos. En el área de influencia pudieron identificarse también abanicos terraza, y diferentes eventos de depositación, permitiendo diferenciar los eventos mediante numeración de los depósitos en orden ascendente de los más recientes (Qat2) a los más antiguos (Qat1).

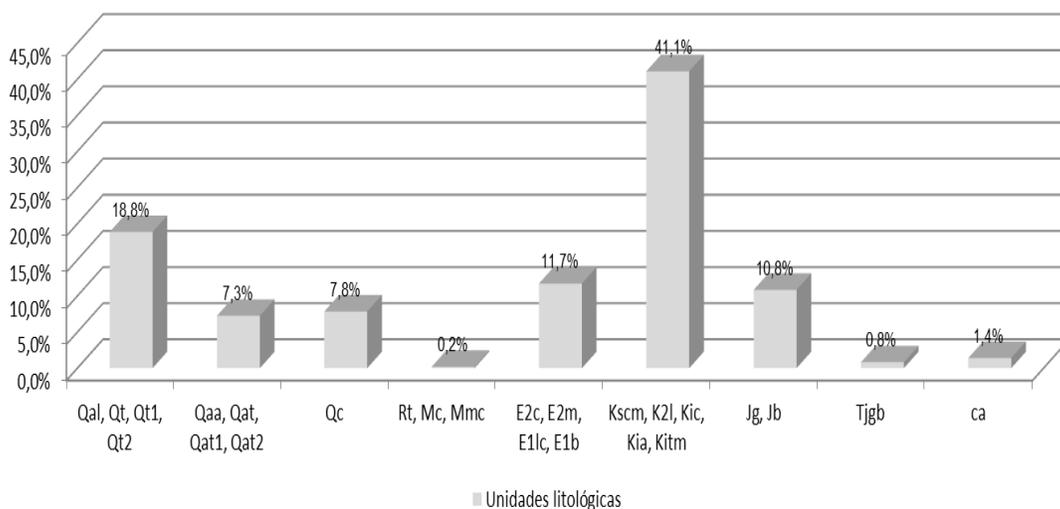
- Depósitos antrópicos (Rt, Mc, Mmc)

La principal actividad antrópica que comprende el área de influencia del proyecto corresponde a la vía Cúcuta – Pamplona y asentamientos humanos contiguos a esta vía. En el mapa geológico se identificaron únicamente las áreas de Rellenos antrópicos (Rt) que corresponden a tramos rellenos con gravas y bloques de rocas principalmente, ubicados a lo largo de la vía como medida de protección por socavación lateral del Río Pamplonita. Sobre el área de intervención se presentan ZODME’s conformados por la anterior concesión, durante la emergencia vial de 2011, en sectores como La Miguelera y Los Acacios.

Se identificaron áreas destinadas a actividades mineras, específicamente a Minería de carbón (Mc) y explotación de materiales de construcción (Mmc).

La Figura 5.5 muestra que en el área de influencia hay predominio de rocas sedimentarias cretácicas (41,1%), correspondientes a rocas estratificadas con intercalaciones de lodolitas, calizas y areniscas en diferentes proporciones; el 11,7% está conformado por rocas sedimentarias estratificadas del Paleógeno, las cuales corresponden también a la intercalación de lodolitas y areniscas, algunas de ellas con niveles de carbón; el 10% corresponde a rocas sedimentarias del Jurásico, compuestas de intercalaciones de areniscas, areniscas conglomeráticas y limolitas; en menor proporción, el 0,8% está conformado por rocas ígneas intrusivas. Finalmente, sobre estas unidades litológicas el 34,1% tiene un cubrimiento de depósitos cuaternarios no consolidados correspondientes a depósitos aluviales, coluviales, aluvio coluviales y antrópicos.

Figura 5.5 Unidades litológicas en área de influencia



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

5.1.1.2.3 Geología estructural

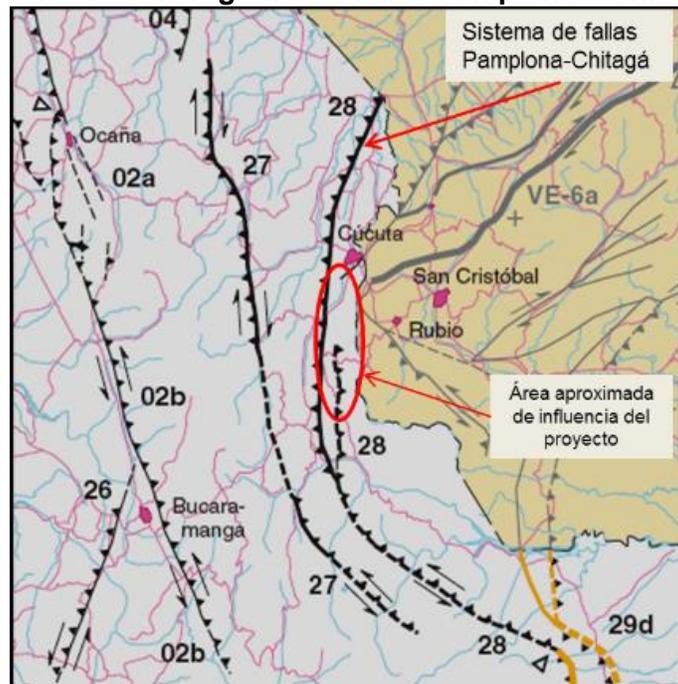
El área de influencia del proyecto se encuentra afectada por la interacción de placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramericana, con el desarrollo de fallas inversas de cabalgamiento de dirección dominante N-S y otras menores transversales a estas. A continuación, se describen los principales sistemas de fallas presentes en la zona:

- **Sistema de Fallas Pamplona - Chitagá**

La Falla Chitagá ha sido descrita por Page (1986) como la zona de Falla Pamplona-Chitagá, quien la consideró como una falla de bajo a moderado grado de actividad, con evidencia morfotectónica de desplazamiento lateral izquierdo (INGEOMINAS, 2009).

En el área de influencia del proyecto, el sistema de fallas Chitagá - Pamplona, es de dirección dominante NS a NNE-SSW; pone en contacto rocas del Jurásico con rocas del Cretáceo. La Falla de Chitagá es una falla inversa de cabalgamiento, de sentido sinistral (izquierdo-lateral), su trazo se determina por la presencia de escarpes prominentes continuos, cambios abruptos en la pendiente en ambos lados de la falla y alineación de cuchillas; (ver ubicación aproximada en Figura 5.6). La Falla de Chitagá es la más grande y larga del flanco oriental del Macizo de Santander, y el trazo de la falla se ha identificado aproximadamente entre 700 y 1000 m del área de intervención del proyecto, a excepción del área de las ZODME´s 360, 345 y 332C, las cuales se ubican entre 0 – 300 m al oeste del trazo de la falla.

Figura 5.6 Sistema regional de fallas Pamplona – Chitagá (28)



Fuente: (INGEOMINAS, 2011)

La Falla Pamplona se extiende desde el Norte con dirección Sur a SSW, hacia el oeste de Pamplona. A lo largo de la mayor parte de su mitad Norte, la arenisca de la Formación Aguardiente constituye un risco central sobresaliente a lo largo de esta franja. La falla Chitagá es la más larga y grande del flanco oriental del Macizo de Santander. Al este y noreste de Pamplona, el Sinclinal de Pamplonita bordea la falla por el oeste, y este complejo de fallas incluye fallas inversas.

La Falla de Pamplona se extiende desde el sur, desprendida de la Falla de Morro Negro, 5 km al oeste del municipio de Cácuta, continua con dirección norte sobre la margen izquierda del Río Pamplonita, poniendo en contacto rocas cretácicas al oeste, las cuales cabalgan sobre rocas paleozoicas y jurásicas al este. La Falla de Pamplona intercepta aproximadamente el corredor de diseño hacia el K35+500, con un ligero cambio de dirección por efecto de fallas NEE que guardan influencia con la prolongación de la Falla de Boconó en Colombia.

La Falla de Pamplonita o del Río Pamplonita se desprende de la Falla de Chitagá en el Sur desde el sector de La Lejía, continua sobre el costado este del área urbana de Pamplona y subparalela al trazado de la UF3-4-5 en su costado interno, sigue el cauce de la Quebrada La Laguna y atraviesa la zona urbana de Pamplonita, para seguir en su parte final el curso del Río Pamplonita, hasta confluir con la Falla de Pamplona en cercanías al K35+600 sobre la UF3. El trazo de esta falla es casi paralelo al área de intervención del proyecto, específicamente se cruza entre K26+650 a K29+800, K32+700 a K32+880, K36+200 a K36+900, K40+680 a K41+100, K45+400 a K45+800, K46+130 a K46+180.

A nivel general el sistema de fallas Pamplona-Chitagá afecta los macizos rocosos del proyectado corredor vial de las UF3, UF4 y UF5, presentando un ancho aproximado de 5 km, donde se presentan fallas y lineamientos paralelos de dirección NS a NNE-SSW controlando el curso del Río Pamplonita y drenajes de segundo orden.

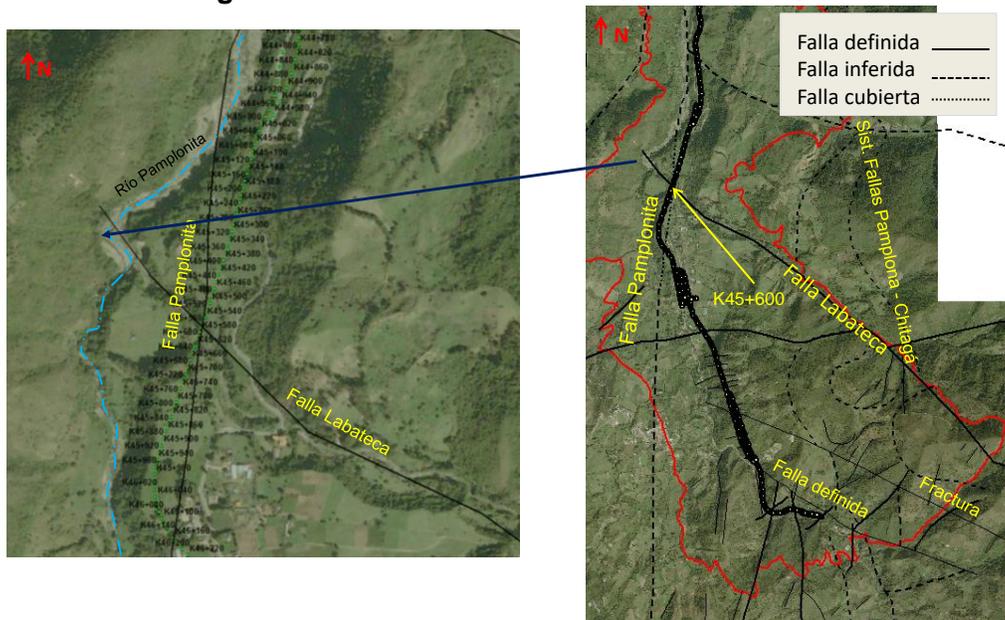
La zona de influencia de este sistema de fallas se caracteriza por presentar alto fracturamiento y desarrollo de abundantes deslizamientos y depósitos de materiales no consolidados en las zonas de pendiente alta; predominan deslizamientos de tipo traslacional, asociados a laderas estructurales y laderas erosionales (contrapendiente estructural); también se identifican en el área de influencia, silletas alineadas en dirección NS.

- **Falla de Labateca**

Falla regional inversa de dirección NS a NW-SE, que enfrenta rocas paleozoicas, jurásicas y cretácicas al occidente con rocas terciarias al oriente. Los rasgos geológicos de la Falla Labateca están relacionados con una fase tectónica de compresión; se interpretó inicialmente como una falla normal reactivada posteriormente como inversa, con inclinación hacia el occidente (INGEOMINAS, 2001).

Esta falla intersecta el sistema de fallas de Chitagá y termina sobre la Falla de Pamplonita aproximadamente en el K45+600 del trazado proyectado en la UF3 (Figura 5.7); a ella están asociados lineamientos fotogeológicos y fracturas identificadas al sur del área de influencia y en cercanías al Túnel Pamplonita (Figura 5.7; se destaca en este sector el cambio de dirección del Río Pamplonita con la misma dirección de la Falla de Labateca, por lo que en este sector se puede presentar una estructura paralela a esta falla regional interpretada en el presente estudio como lineamiento.

Figura 5.7 Falla Labateca en área de influencia



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen: BingImage, sf.

- **Fallas NE-E (influencia de la falla Boconó de Venezuela)**

De acuerdo con el estudio de “Tomografía Sísmica realizado en el sector de Cúcuta” (INGEOMINAS, 2010), el conjunto de fallas y lineamientos que son influencia de la Falla Boconó y se presentan en el área de estudio, llegan hasta el inicio del Macizo de Santander, con un contraste de velocidades típico de zonas de falla, que sugiere que en ese sector podría estar definido parte del plano de la Falla Boconó. Este documento concluye también acerca de la interacción de las fallas Chitagá y Boconó, donde al parecer, el sector donde se cruzan dichas fallas origina una zona de acumulación de esfuerzos; este sector es de gran importancia para porque allí se generó el sismo de Arboledas (1950) que destruyó a esta población y afectó fuertemente a Cúcuta.

Dentro de este mismo estudio (INGEOMINAS, 2010), se menciona otro rasgo importante correspondiente a la interacción de las fallas Chitagá y Boconó; al parecer el sector donde se cruzan dichas fallas origina una zona de acumulación de esfuerzos que se ven representados en varias formas, una de ellas es la sismicidad permanente que se registra allí, y otra, las evidencias tectónicas de compresión encontradas en estudios anteriores. La

Placa Caribe parece presentar un plano de subducción en forma de herradura, con un ángulo de subducción de 45°. En la parte oeste del plano estaría ubicado el Nido de Bucaramanga, el cual se propone como producto de la subducción de la placa Caribe bajo la Placa de Suramérica.

Se destaca en la Vereda Matajira (Pamplonita) y al norte de Bochalema, la presencia de este tipo de estructuras, destacándose el sector del K35+600 donde se presenta la confluencia de las fallas de Pamplona y Pamplonita hacia el trazo principal de las fallas de Chitagá con orientación de estas estructuras N40-65E, al norte de este sector hasta el K25 se presentan numerosas estructuras con esta misma tendencia de dirección, y el cambio brusco de dirección del Río Pamplonita.

Como aspecto adicional se presentan manantiales de aguas termales alineadas NNE alrededor del K25+300 al K21+100, posiblemente relacionado con fallas profundas del basamento ígneo metamórfico derivadas de la Falla de Boconó en este sector.

5.1.1.3 Geología área de influencia del proyecto

Las unidades litológicas identificadas en el área de influencia del proyecto se detallan en la Tabla 5.4 y se describen a continuación.

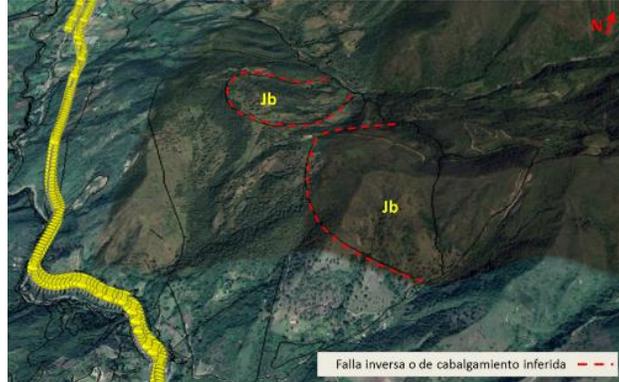
5.1.1.3.1 Unidades Estratigráficas

- **Triásico - Jurásico**
 - Formación Bocas (Jb)

Esta unidad estratigráfica, aflora en el extremo sur del área de influencia del proyecto (UF3), con un cubrimiento de 97,01ha (1,7%); en el área de intervención del proyecto tiene apenas un cubrimiento de 0,56 ha (0,2%), ubicado en área de ZODME. Se caracteriza por un relieve de montañas altas, escarpado (50-75%) a muy escarpado (>100%), cimas agudas y angostas. Esta unidad litológica se encuentra en contacto fallado con la Formación Girón, con desarrollo de bloques aislados en medio de rocas sedimentarias de la misma formación, Figura 5.8.

La Formación Bocas está conformada por una alternancia de lodolitas de color gris claro a amarillo, areniscas de grano fino a conglomeráticas, amarillentas, con lodolitas calcáreas, gris verdosas, lodolitas grises a gris verdosas, conglomerados color gris verdoso con guijos de cuarzo y lodolitas grises, fosilíferas. Hacia el sur de Chinácota presenta intercalaciones de areniscas de grano muy fino de color rojizo con areniscas cuarzosas de grano medio, grises, limolitas grises, areniscas verdosas y areniscas conglomeráticas amarillas, compuestas por cuarzo y plagioclasas, con granos subesféricos a angulares (INGEOMINAS, 2011).

Figura 5.8 Formación Bocas (Jb) en área de influencia UF3-4-5, extremo SE



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen: Google Earth, 2017

- Formación Girón (Jg)

Esta unidad estratigráfica tiene un cubrimiento de 530,17 ha (9,2%) del área de influencia del proyecto, y en el área de intervención 5,44 ha (1,83%) ubicada en área de ZODME, y 0,01 ha (0,002%) en acceso al ZODME.

La Formación Girón aflora en el área de influencia en tres sectores asociados a una influencia estructural diferente. Un primer bloque ubicado en el extremo sur del área de influencia, se encuentra en contacto fallado con rocas del Eoceno a través de fallas de cabalgamiento de dirección NW-SE a NEE-SWW, donde las rocas jurásicas se ubican en el extremo oriental y las rocas del Eoceno (Formación Los Cuervos, E11c) en el extremo occidental; las formaciones Girón (Jg) y Bocas (Jb) se encuentran afectadas hacia el NE por la Falla de Labateca, de dirección NW-SE, Figura 5.9.

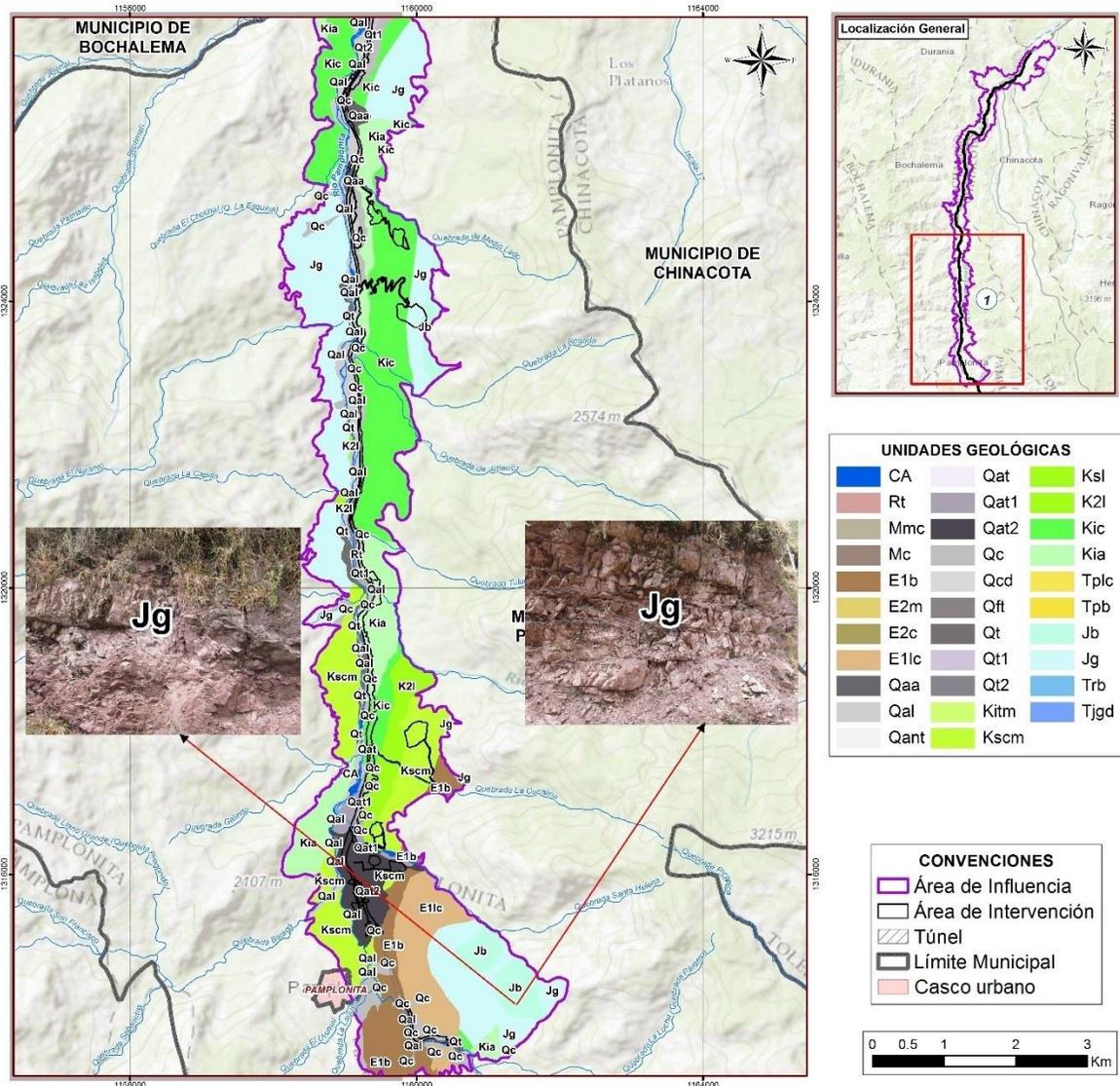
Un segundo sector donde afloran las rocas de la Formación Girón (Jg), se localiza paralelo al río Pamplonita con una dirección N-S y buzamiento al este, ver Figura 5.9 Desarrolla un relieve de montañas estructurales, con alta influencia estructural, asociada a la Falla Pamplonita de dirección N-S, que pone en contacto esta unidad litológica del jurásico al occidente, con rocas cretácicas al oriente.

Fotografía 5.2 Panorámica de Formación Girón (Jg) con estratificación buzando al E



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.9 Localización Cartográfica de la Formación Girón (Jg)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

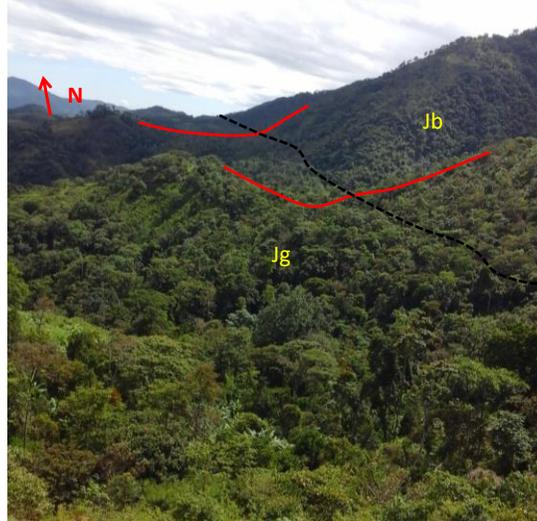
El tercer sector donde afloran estas rocas jurásicas se presenta en la ladera oriental del Río Pamplonita, controladas por fallas elongadas de dirección N-S, al oriente por una falla inversa de cabalgamiento con buzamiento al oriente y que pone en contacto estas rocas con rocas sedimentarias de la Formación Bocas (Jb); hacia el occidente por una falla de rumbo sinistral, que pone en contacto estas rocas con rocas sedimentarias cretácicas. Como evidencia de falla, esta región se caracteriza por un patrón de drenaje subparalelo de dirección NE-SW con desarrollo de facetas triangulares (Figura 5.10) y silletas alineadas y orientadas en dirección NS (Fotografía 5.3).

Figura 5.10 Panorámica de Formación Girón (Jg) en área de influencia del proyecto



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

Fotografía 5.3 Silletas alineadas por influencia de fallas de dirección NS que ponen en contacto rocas de la Formación Girón (Jg) con rocas de la Formación Bocas (Jb)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la unidad funcional 3 (UF3), esta unidad litológica está compuesta de areniscas conglomeráticas rojizas y cuarzosas, con proporciones menores de plagioclasas y líticos; matriz soportada, bien seleccionada, (Fotografía 5.4).

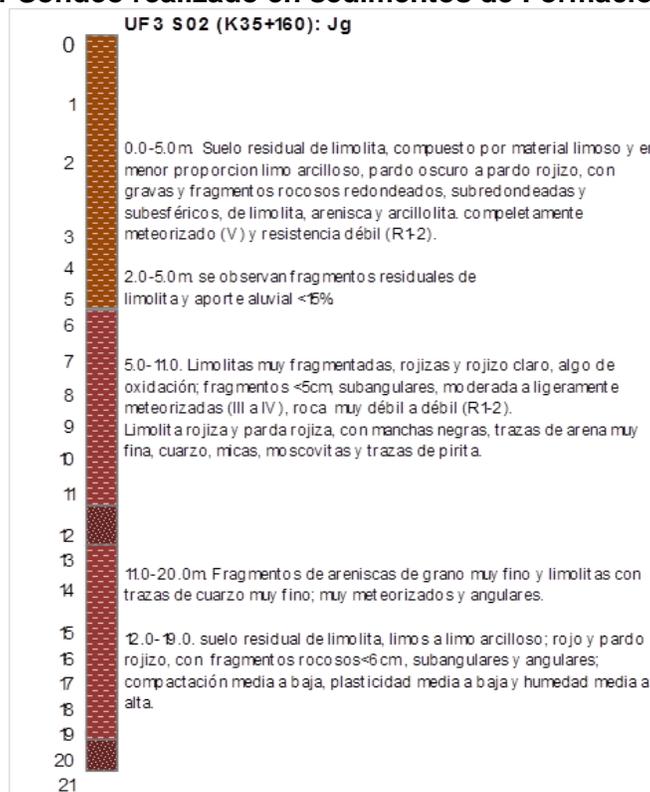
Fotografía 5.4 Arenisca conglomerática de la Formación Girón (Jg); muestra de mano tomada cerca de afloramiento



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La Figura 5.11 muestra los resultados del sondeo realizado en el K35+160 de la vía, el cual se caracteriza por limolitas y areniscas altamente fracturadas, de color rojizo.

Figura 5.11 Sondeo realizado en sedimentos de Formación Girón (Jg)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo CARACTERIZACION 5.1 MEDIO ABIOTICO 5.1.1- Geología \ ANEXO A_Apiques y Sondeos)

En la margen izquierda del Río Pamplonita, este cuerpo litológico se encuentra enmarcado entre dos sistemas de fallas, uno de dirección NS a lo largo del Río Pamplonita, que pone en contacto estas rocas sedimentarias del Jurásico con rocas sedimentarias cretácicas como la Formación Aguardiente (Kia) y Formación Capacho (Kic). El contacto hacia el norte de este cuerpo sedimentario se presenta por fallamiento inverso de dirección NE, con rocas de la Formación Capacho.

- Granito de Durania (Tjgd)

Aflora en la UF4, tiene un cubrimiento de 47,56 ha (0,8%) del área de influencia del proyecto. En el área de intervención tiene un cubrimiento de 1,53 ha (0,52%), de los cuales la mayoría se ubican en el diseño de la vía, aproximadamente entre el tramo K22+445 y K23+323.

Esta unidad litológica se encuentra en contacto con rocas sedimentarias cretácicas; en el costado sur se encuentra en contacto fallado con rocas sedimentarias de la Formación Aguardiente (Kia), es una falla de cabalgamiento de dirección NS a NW-SE, con inclinación al occidente; hacia el costado norte del área de influencia, esta unidad litológica se presenta en contacto discordante con rocas sedimentarias de la Formación Tibú-Mercedes (Kitm).

Se caracteriza por ser una roca intrusiva, félsica, color beige, fanerítica, con minerales de moscovita, medianamente compacta, con diques y venas de cuarzo de ancho 10 cm; se observa con meteorización moderada (grado III). Fotografía 5.5.

Fotografía 5.5 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), alrededores del K22+440



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En alrededores del K23+280, la roca es intermedia tipo granito, textura fanerítica, con minerales de cuarzo, feldespato y moscovita; se presenta como una intrusión altamente meteorizada entre rocas del Cretácico, Fotografía 5.6.

Fotografía 5.6 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), aproximadamente en K23+280



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En zona de contacto con rocas de la formación Tibú – Mercedes (Kitm), se observan pequeños afloramientos de roca muy fracturada, con coberturas de depósitos de ladera. Se pudieron determinar planos de contacto de dirección N31-64W/con ángulos entre 68SW, verticales y 70NE (Fotografía 5.7).

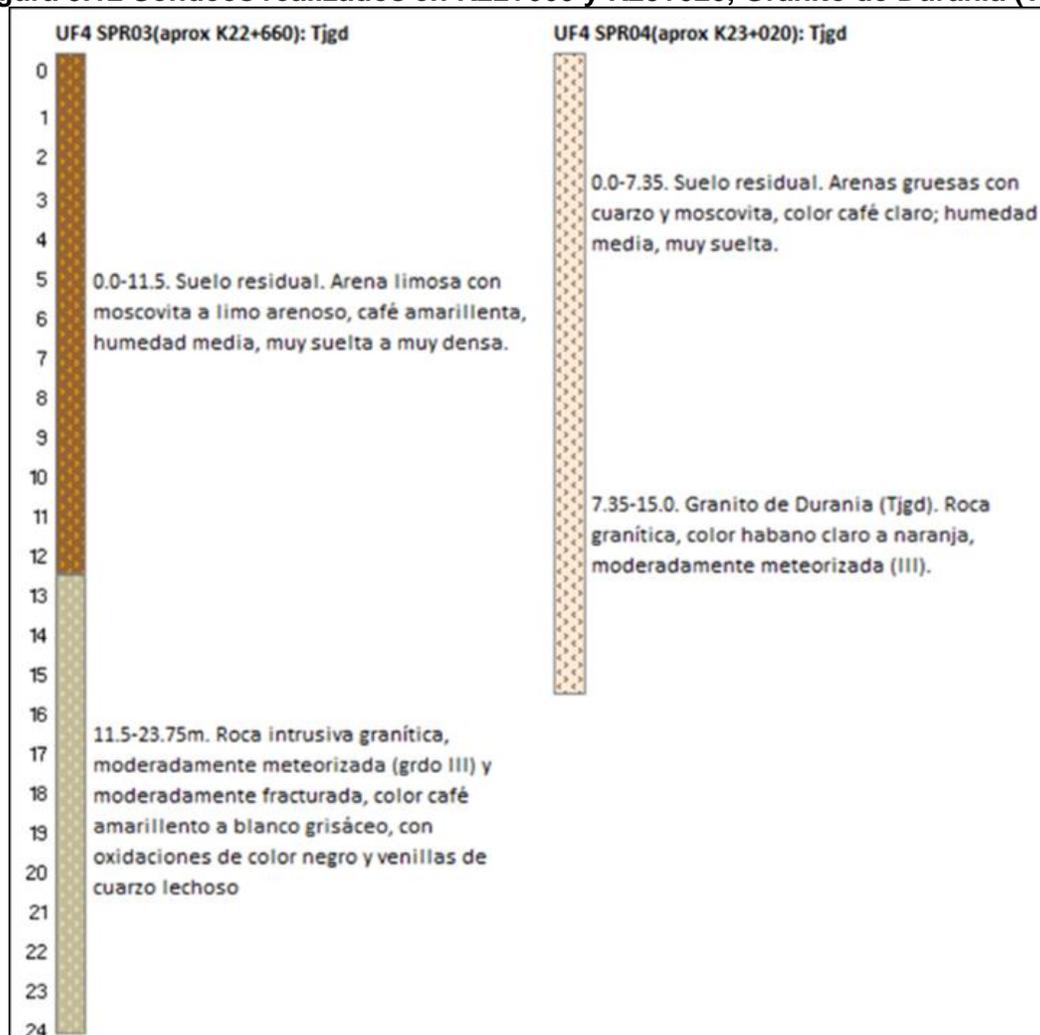
Fotografía 5.7 Zona de contacto entre rocas sedimentarias de la Formación Tibú – Mercedes (Kitm) y Granito de Durania (Tjgd), aproximadamente K22+440



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En Figura 5.12 esta unidad litológica se caracteriza por el desarrollo de suelos residuales de espesor entre 1-10 m, textura arenosa de grano fino a grueso a limo arenosa, con presencia de micas y cuarzo; humedad media y consistencia muy suelta. La roca es de color café amarillento a naranja, con meteorización moderada (grado III) e intensamente fracturada.

Figura 5.12 Sondeos realizados en K22+660 y K23+020, Granito de Durania (Tjgd)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- **Cretácico**
 - Formación Tibú – Mercedes (Kitm)

Aflora en la UF4, tiene un cubrimiento de 11,83 ha (0,2%) del área de influencia; en el área de intervención tiene un cubrimiento de 0,09 ha (0,03%), cruzado por el proyecto vial entre K22+169 y K22+183.

Esta unidad litológica se encuentra en contacto discordante con rocas del Granito de Durania y en contacto fallado con rocas sedimentarias cretácicas de la formación Aguardiente (Kia).

Se observa como una intercalación de estratos gruesos de areniscas calcáreas, de grano fino, color gris oscuro, espesor 50 cm – 1,5 m y lodolitas calcáreas, grises oscuras, de espesor 50 cm; la roca se encuentra muy fracturada y desarrolla pequeños depósitos de ladera, no cartografiables (Fotografía 5.9).

Fotografía 5.8 Afloramiento de Formación Tibú – Mercedes (Kitm), aprox. K22+320



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Estas rocas presentan estratificación N25W/48NE, se caracteriza por ser continua (>10m), espaciamiento <5cm, forma ondulada, rugosa, ligeramente abierta (<0.5cm), sin relleno y seca. Presenta también un sistema de diaclasas de dirección N45E/73NW, la cual favorece el fracturamiento subvertical que muestra la Fotografía 5.8; es un fracturamiento discontinuo (<2m), espaciamiento próximo (5-30cm), de forma ondulada y rugosa, ligeramente abierta (<0.5cm), sin relleno y seca.

Fotografía 5.9 Depósitos de ladera cubriendo la Formación Tibú – Mercedes (Kitm)



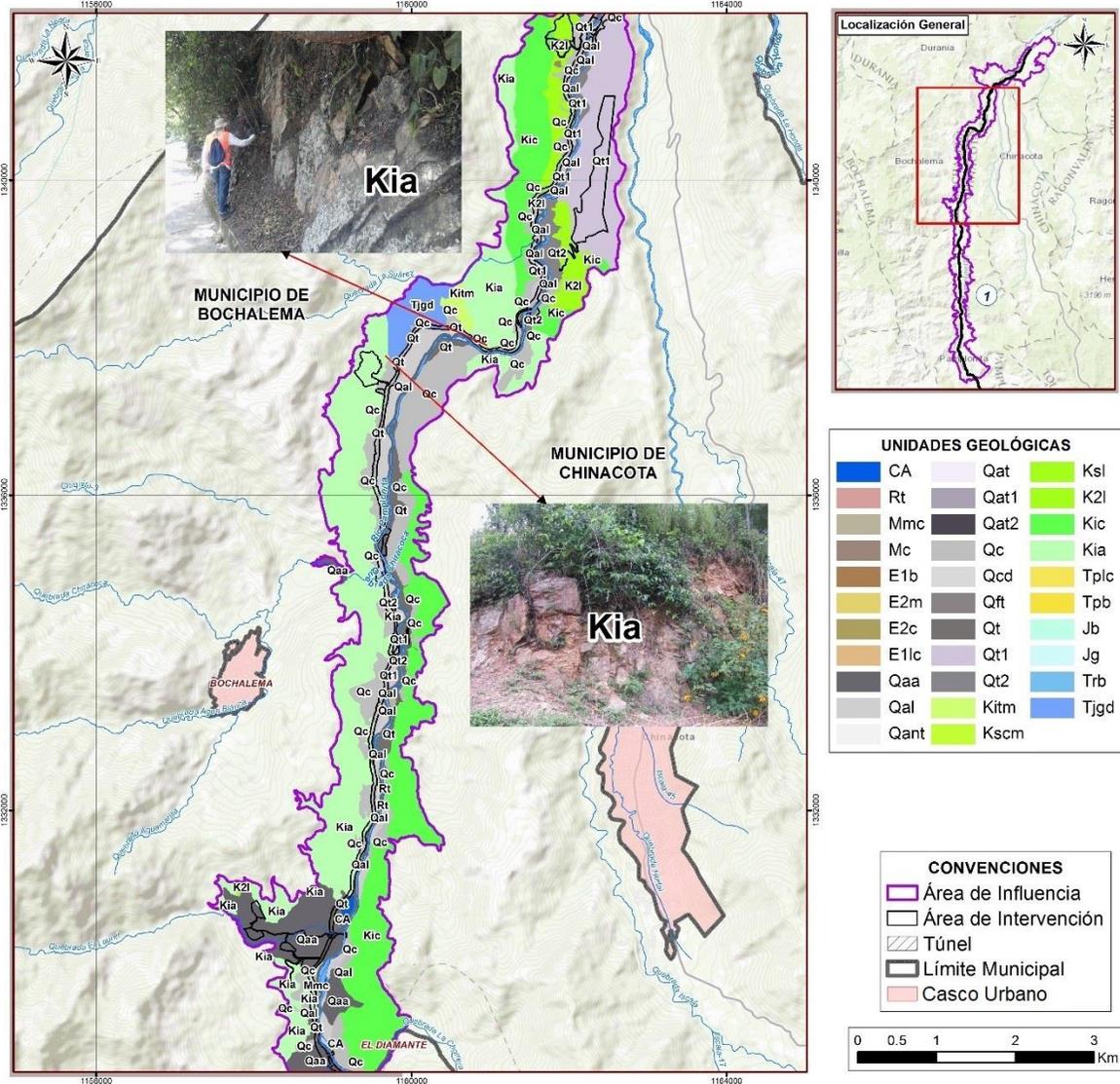
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Al oriente de esta unidad litológica se encuentra en contacto fallado con areniscas de la formación Aguardiente (Kia) y en contacto discordante con el Granito de Durania (Tjgd).

- Formación Aguardiente (Kia)

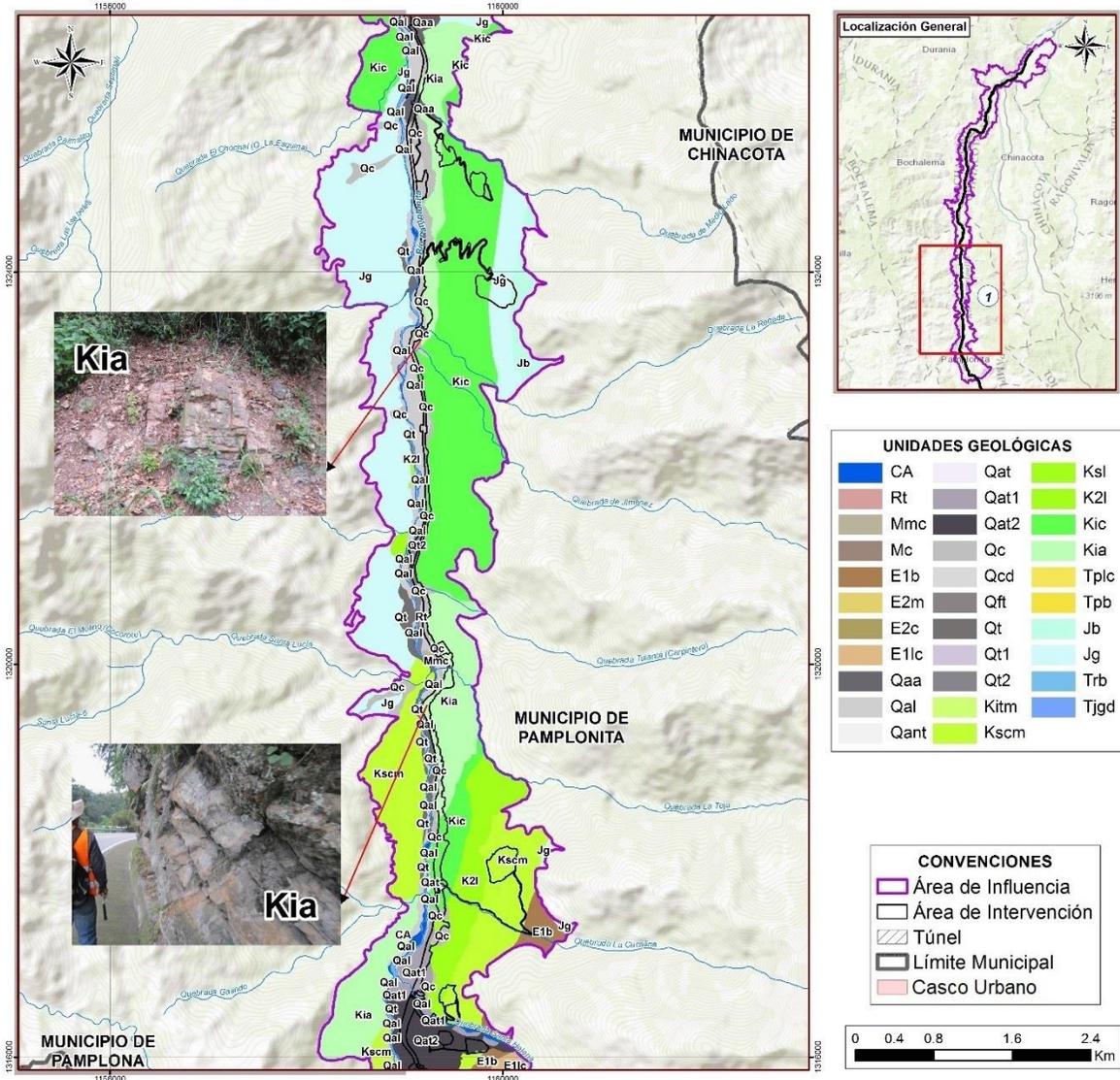
Esta unidad litológica tiene un cubrimiento de 782,84 ha (13,5%) del área de influencia del proyecto; aflora en las UF3 y UF4, como cuerpos angostos y orientados en dirección N-S, paralelos al río Pamplonita, principalmente sobre la margen izquierda del río Pamplonita, Figura 5.13 y Figura 5.14.

Figura 5.13 Formación Aguardiente (Kia) en UF4



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.14 Formación Aguardiente (Kia) en UF3



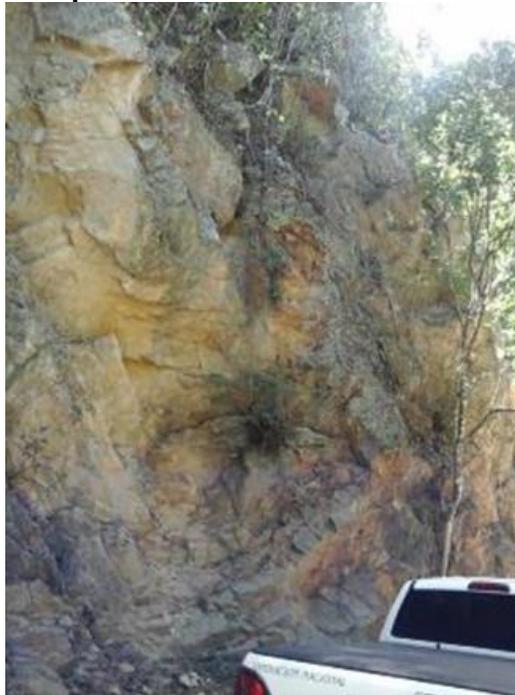
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el área de intervención tiene un cubrimiento de 31,57 ha (10,64 %); específicamente 2,4 ha (0,81%) es cruzado en accesos (veredales, a ZODME, a polvorín, a vía industrial), 0,03 ha (0,01%) en área de captación y polvorín; 9,81 ha (3,31%) en ZODME y 24,09 ha (8,12%) en área de diseño de la vía, este último se ubica aproximadamente entre K21+340 a K22+169, K25+000 a K25+080, K26+500 a K26+920, K28+080 a K28+840, K29+340 a K30+370, K31+550 a K32+030, K35+740 a K35+940, K37+800 a K37+920, K38+200 a K38+580, K41+360 a K43+740. Por lo anterior se constituye en la unidad rocosa más representativa del área de intervención.

En general, dentro del área de influencia esta unidad litológica se observó compuesta de areniscas de grano medio a grueso, cuarzosas, con matriz feldespática, con colores blanquecinos y rosados y meteorización variable entre altamente meteorizada y moderadamente meteorizada (IV – III); conformada por estratos métricos, en algunos sitios presenta intercalaciones de lodolitas grises oscuras y color marrón claro, muy fracturada, principalmente hacia la base (Figura 5.13 y Figura 5.14). Dichos afloramientos se encontraron recubiertos por suelos de escaso espesor.

Aproximadamente en el K21+780 se observó afloramiento de esta unidad litológica compuesto de areniscas de grano medio, color gris pálido, compactas, meteorización leve; con estratificación N18°E/58°SE, continua (longitud >10 m), espaciamiento entre 5-30 cm, ligeramente abierta (<0.5 cm), sin relleno, plano ondulado y rugoso, seca. Se identificaron también dos sistemas de diaclasas que cortan la roca en forma rectangular, con direcciones N89°W/56°N y N62°W/45°SE, Fotografía 5.10.

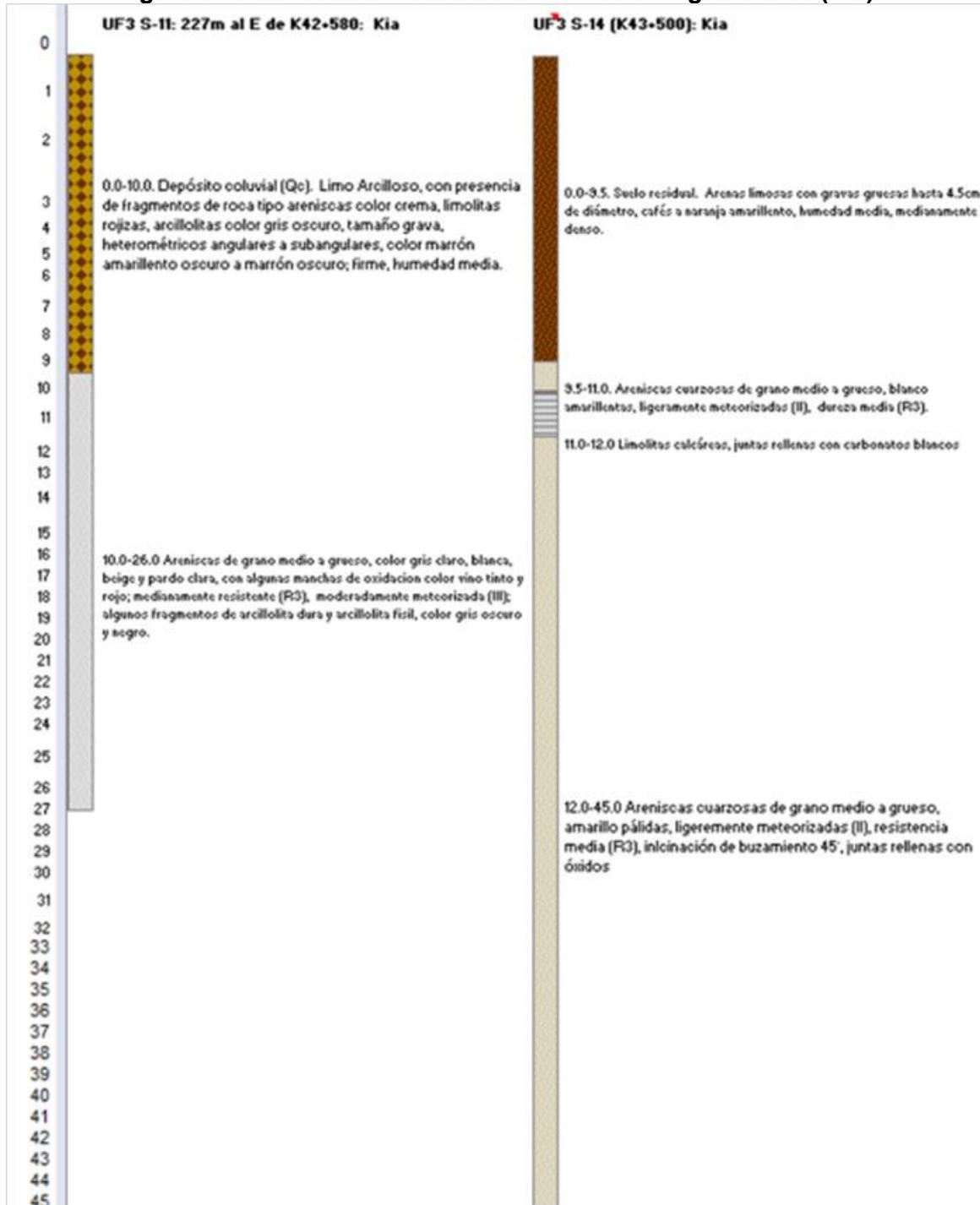
**Fotografía 5.10 Afloramiento en areniscas de Formación Aguardiente (Kia),
aproximadamente en K21+780**



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En sondeos realizados sobre rocas de esta unidad litológica se identificaron suelos residuales con espesor hasta 9,5 m, de composición arenas limosas con gravas gruesas de diámetro hasta 4,5 cm, color café a naranja amarillento, medianamente denso y humedad media. A partir de 9,5 m, la roca se presenta leve a moderadamente meteorizada (II – III), hasta profundidades de 45 m (fin de sondeo); de composición dominante areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, color gris claro a blanco, con meteorización leve a moderada (grado II a III), Figura 5.15.

Figura 5.15 Sondeos en rocas de la Formación Aguardiente (Kia)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

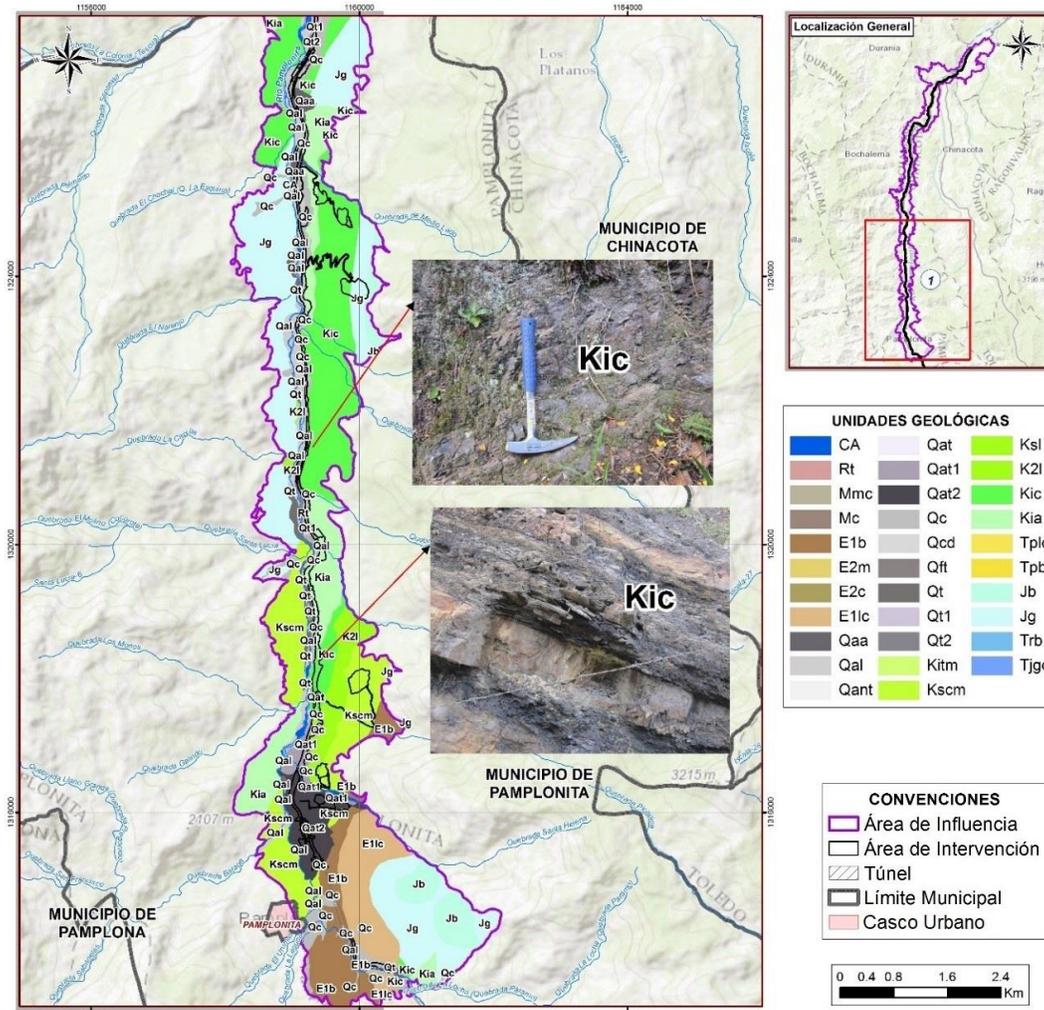
▪ Formación Capacho (Kic)

Esta unidad litológica tiene un cubrimiento de 948,70 ha (16,4%) del área de influencia; es cruzada por el área de intervención 20,49 ha (6,90%) en cuatro sectores:

- K19+320 a K19+480
- K33+060 a K33+240
- K38+940 a K39+090
- K40+120 a K40+500
- K43+740 a K44+680

Estas rocas se presentan como cuerpos elongados en dirección NS, paralelos al río Pamplonita y al sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

Figura 5.16 Formación Capacho (Kic)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Aproximadamente en el K19+500 se presenta una zona de contacto entre rocas de las formaciones Capacho y La Luna. Se observa intercalación de areniscas grises oscuras, calcáreas, de grano fino con venillas de caliza, espesor 15-30 cm, con estratos de lodolitas de espesor 50-60 cm, muy fracturadas. La estratificación es N8E/50W, Fotografía 5.11. Este tramo de la vía es inestable, a pesar de que la estratificación se presenta en sentido contrario a los taludes; corresponde a zona de contacto, que junto con sistemas de diaclasas forman prismas, susceptibles a volcamiento.

Fotografía 5.11 Zona de contacto entre sedimentos de Formación Capacho (Kic) y Formación La Luna (K2I), aproximadamente K19+500



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En K19+720 se observa afloramiento de esta unidad litológica cerca del contacto con la formación Luna, con una composición de lodolitas grises oscuras, altamente fracturadas, intercaladas con algunos estratos de areniscas muy fracturadas, no calcáreas. Presentan estratificación N5E/20E, discontinua (<2 m), con espaciamiento muy junto (<5 cm), cerradas, de forma escalonada, rugosas y secas, Fotografía 5.12.

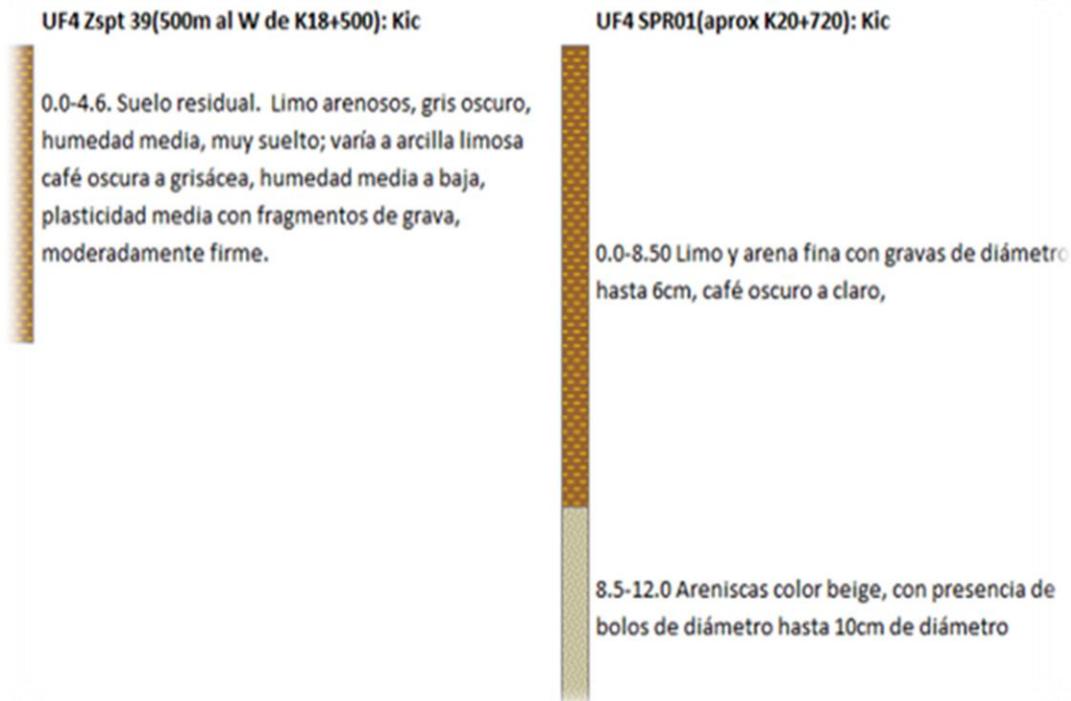
Fotografía 5.12 Afloramiento Formación Capacho (Kic), aproximadamente K19+720



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Esta unidad litológica desarrolla suelos residuales limo arenosos a arenas finas, con gravas, color gris oscuro a café oscuro grisáceo, humedad media a baja, plasticidad media, con espesores entre 4.5-8.5 m. Entre 8,5-12,0 m se identificaron areniscas con fragmentos de roca de diámetro hasta 10 cm, color beige, ver Figura 5.17.

Figura 5.17 Sondeos realizados en Formación Capacho (Kic)



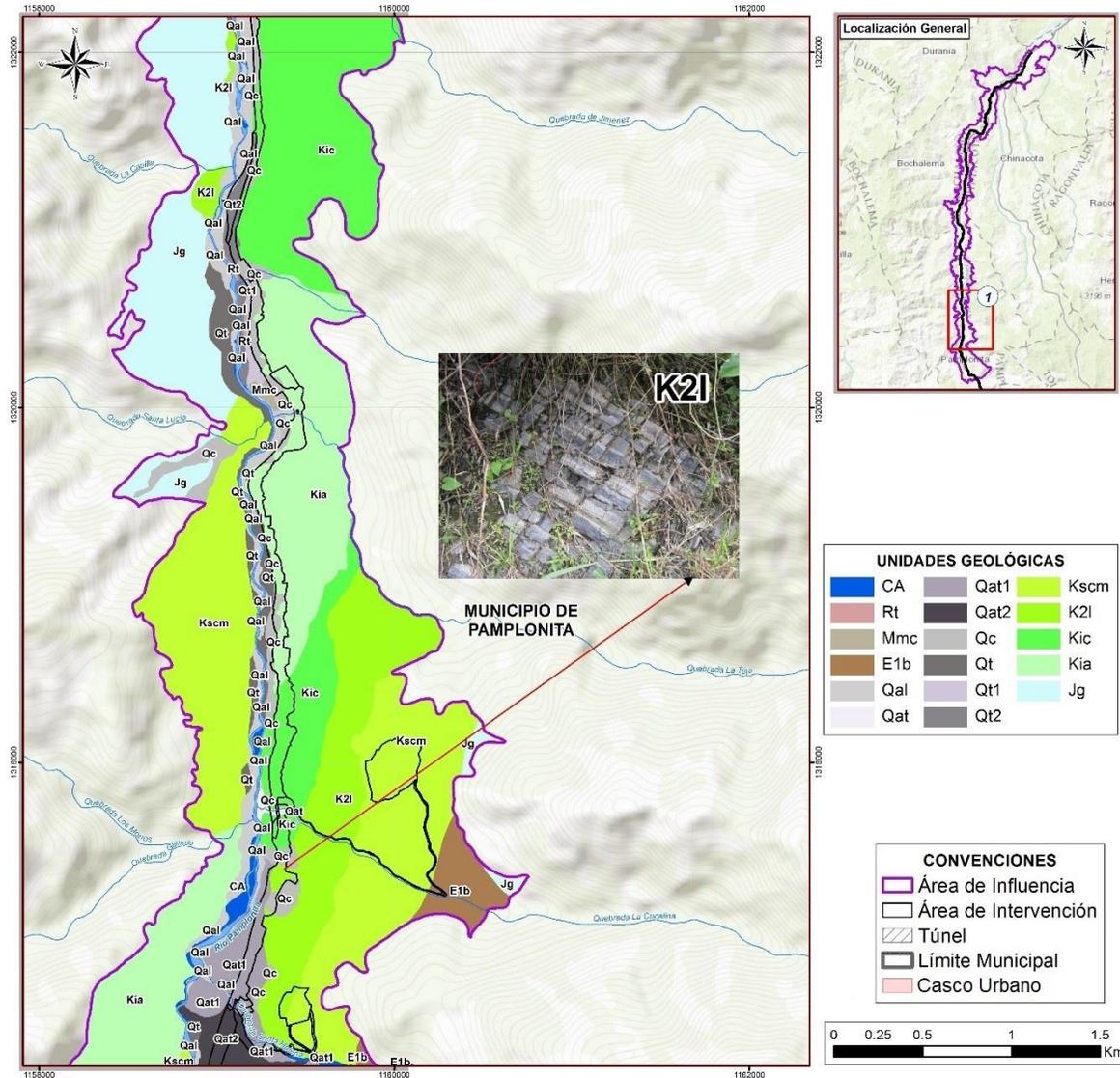
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- Formación La Luna (K2I)

Tiene un cubrimiento de 224,84 ha (3,9%) del área de influencia del proyecto; es cruzada por el área de intervención en 13,39 ha (4,51%), específicamente 1,13 ha (0,38%) en acceso a ZODME, 8,09 ha (2,73%) en ZODMEs y 4,17 ha (1,41%) en el diseño de la vía. Se espera su cruce aproximadamente en K17+670 al K19+740 (Figura 5.19), K44+770 al K45+120 (Figura 5.18); son rocas muy fracturadas, que desarrollan pequeñas hojas elongadas y sueltas, susceptibles a movimientos en masa. Estas rocas se presentan como cuerpos elongados en dirección NS, paralelos al río Pamplonita y al sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

Dentro del área de influencia, esta unidad litológica se caracteriza por un predominio de lodolitas grises oscuras, calcáreas y estratos delgados de calizas. En ocasiones se observan las lodolitas con abundante pirita; se presentan algunos niveles de chert con concreciones, alternando con lutitas negras y localmente calizas grises estratificadas en capas de espesor centimétrico, altamente meteorizada y muy fracturada.

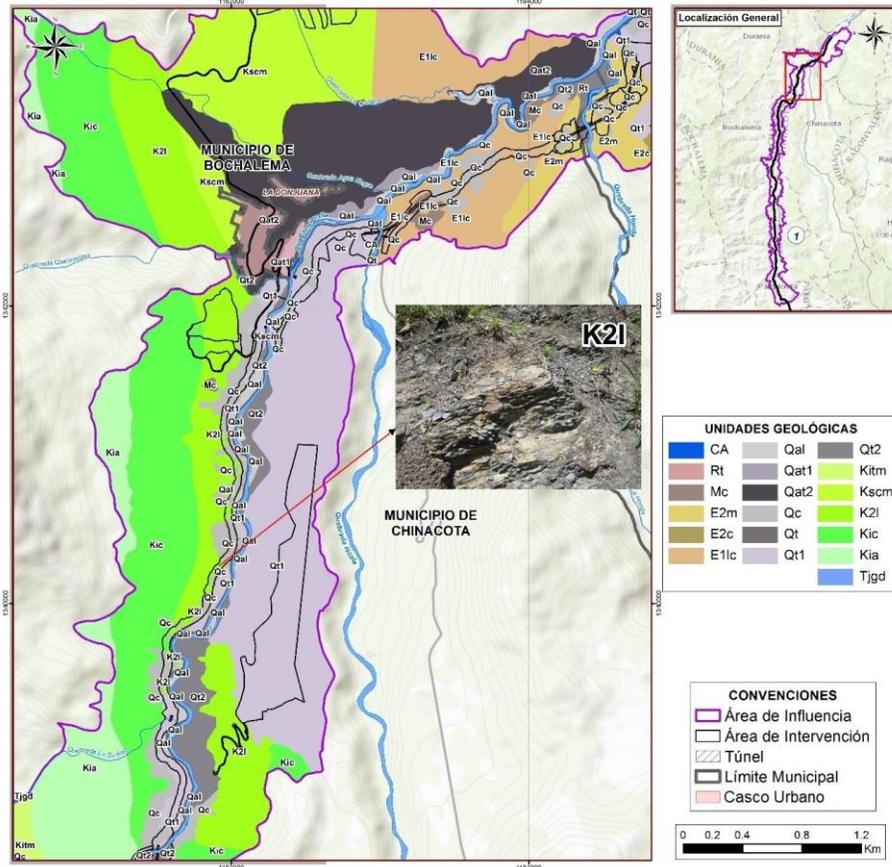
Figura 5.18 Formación Luna (K2l), K44+770 a K45+120



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Sobre la actual vía Pamplona – Cúcuta, se identifica frente al K19+900, rocas de la formación Luna, compuestas de una intercalación de liditas, areniscas calcáreas, pardo claras, lodolitas grises oscuras calcáreas, meteorización moderada. Las lodolitas muestran leve plegamiento, son estratos de espesor 3-5 cm. La estratificación es N65E/45SE, de longitud >10 m, espaciamiento muy junto (<5 cm), ligeramente abiertas (<0.5 cm), rellenas con roca triturada, medianamente dura, plano de estratificación plano y rugoso, Fotografía 5.13.

Figura 5.19 Formación Luna (K2I), K17+670 a K19+740



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.13 Afloramiento de lodolitas y liditas de Formación La Luna (K2I), actual vía Cúcuta - Pamplona



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la zona de contacto con la formación Capacho, aproximadamente entre K17+140 a K19+700, se presenta alta susceptibilidad a movimientos en masa, de tipo planar, como se observa en Fotografía 5.14 y Fotografía 5.15.

Fotografía 5.14 Deslizamiento en detritos derivados de sedimentos altamente fracturados de la Formación La Luna (K2I), ladera oriental del K19+500



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.15 Panorámica de deslizamiento planar, ladera oriental del K19+500

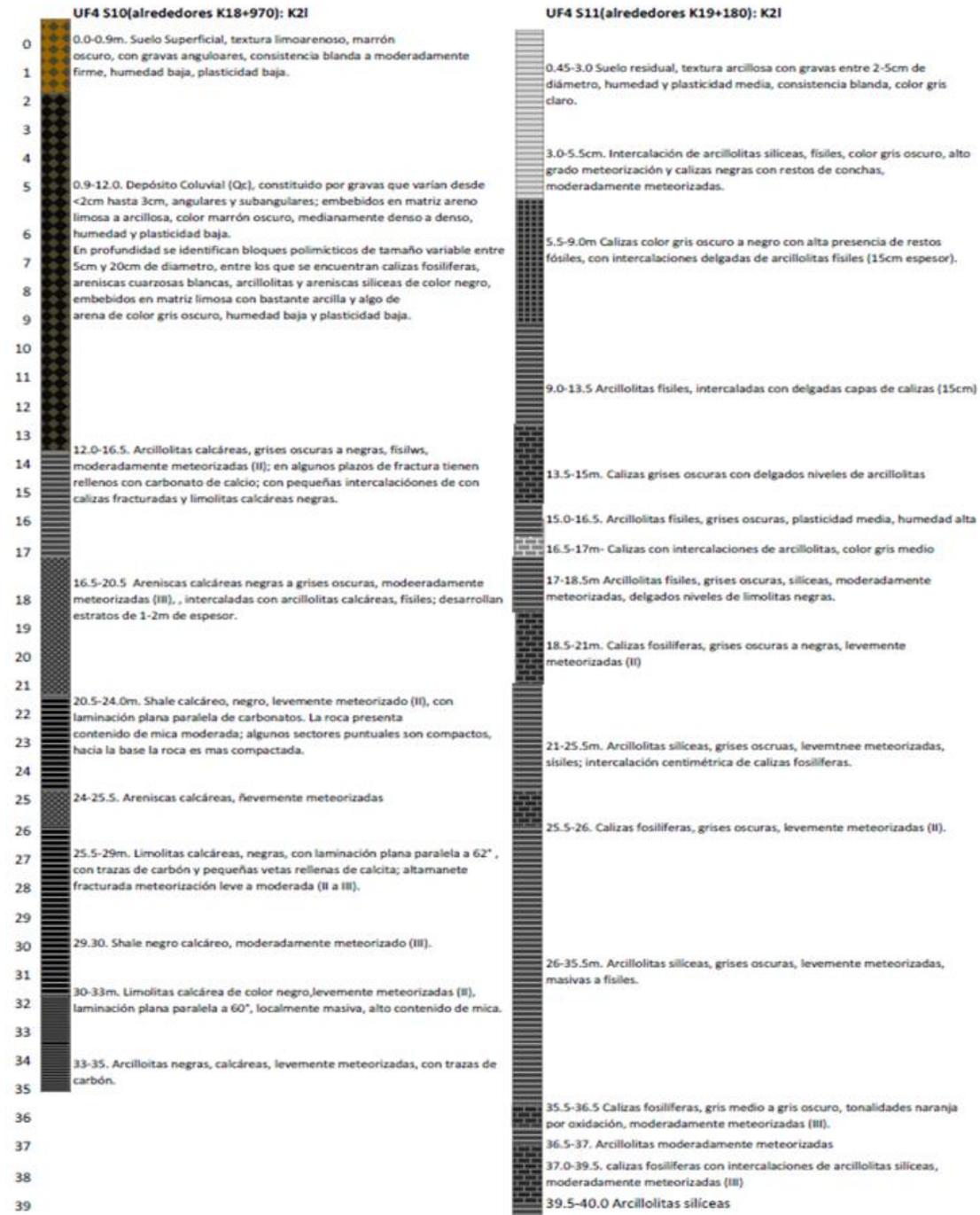


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Los sondeos realizados sobre esta unidad litológica muestran que los suelos residuales son de textura arcillosa con gravas de 2-5 cm de diámetro, humedad y plasticidad media, consistencia blanda. La roca se caracteriza por intercalación de arcillolitas silíceas, físilas,

grises oscuras y calizas grises oscuras a negras, con abundantes restos fósiles, Figura 5.20.

Figura 5.20 Sondeos en Formación La Luna (K2I)



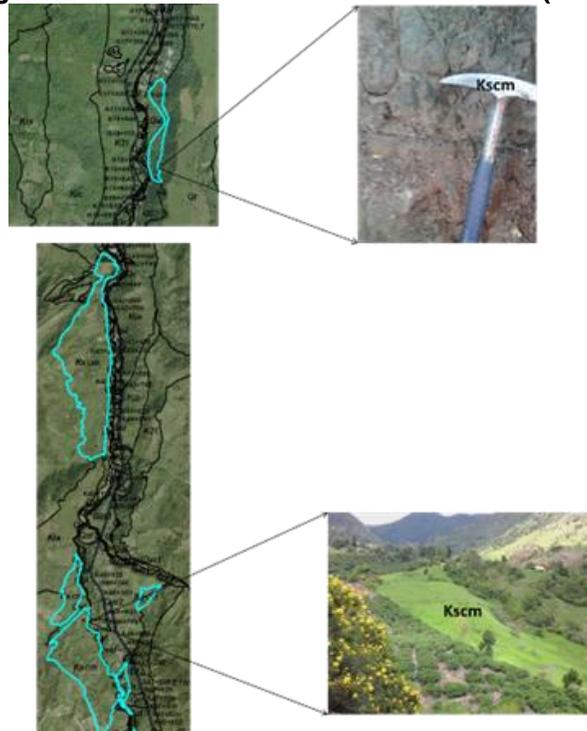
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo CARACTERIZACION 5.1 MEDIO ABIOTICO 5.1.1- Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- Formación Colón – Mito Juan (Kscm)

Tiene un cubrimiento de 409,33 ha (7,1%) del área de influencia del proyecto; en el área de intervención tiene un cubrimiento de 18.55 ha (6.25%), que se distribuye de la siguiente manera: 2.45 ha (0,83%) acceso a ZODMEs, área de polvorín 0,12 ha (0,04%), área de ZODMEs 15.95 ha (5,37%), puente y diseño de la vía 0,03 ha (0,01%). En el diseño de la vía se espera cruce esta unidad litológica, parcialmente entre K16+880 y K17+050.

Aflora como cuerpos elongados de dirección NS, que comúnmente se presentan con coberturas de depósitos de ladera que enmascaran las condiciones estructurales de la roca, Figura 5.21.

Figura 5.21 Formación colón – Mito Juan (Kscm)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En general para el área de influencia, esta unidad presenta arcillolitas negras laminadas micáceas, intercaladas con capas de areniscas grises y verdosas de grano fino, moderada a altamente meteorizadas (III – IV) y muy fracturadas (Figura 5.21). En algunos sitios se pudo observar cubierta por suelos residuales de varios metros de espesor (>3 m) y algunos depósitos coluviales puntuales de espesor <2 m.

En las laderas de esta unidad geológica se presentaron algunos deslizamientos activos y micro deslizamientos, además de erosión por terracedo debido a que superficialmente se

alteran y poca capacidad de soporte de inclinaciones elevadas. Generalmente estas áreas se saturan con facilidad a través de las intercalaciones de areniscas. Sobre la margen derecha del río Pamplonita, frente a K17+700 al K18+500 aproximadamente (Fotografía 5.16), se identificaron afloramientos de esta unidad litológica, que corresponden a intercalación de estratos de areniscas de grano fino, con venas de caliza, color gris oscuro, compactas con desarrollo de nódulos de diámetro 2-10 cm, no calcáreo, de espesor 5-10 cm; intercalado con calizas grises oscuras. Esta unidad litológica subyace a la terraza aluvial El Caney (Chinácota), Figura 5.22.

Fotografía 5.16 Afloramiento de Formación Colón – Mito Juan (Kscm), margen derecha del río Pamplonita, frente a K17+700 al K18+500



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.22 Formación Colón – Mito Juan (Kscm) infrayace depósitos de terraza (Qt)

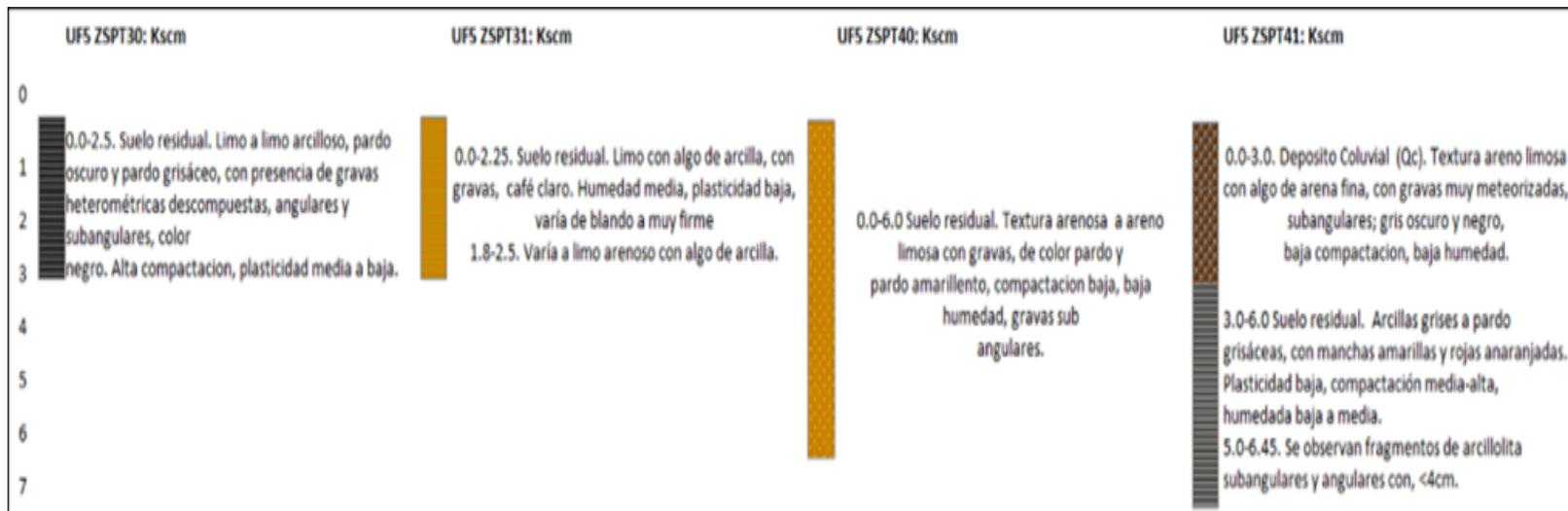


 	<p align="center"> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3 - 4 - 5 SECTOR PAMPLONITA - LOS ACACIOS CAPITULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA – MEDIO ABIÓTICO </p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen: Google earth, 2017

En los sondeos UF5ZSPT30, UF5ZSPT31, UF5ZSPT40 y UF5ZSPT30, se pudo determinar que esta unidad litológica tiende a desarrollar suelos residuales de textura limo a limo arcillosa, de espesor variable entre 3-6 m, ver Figura 5.23.

Figura 5.23 Sondeos realizados en Kscm

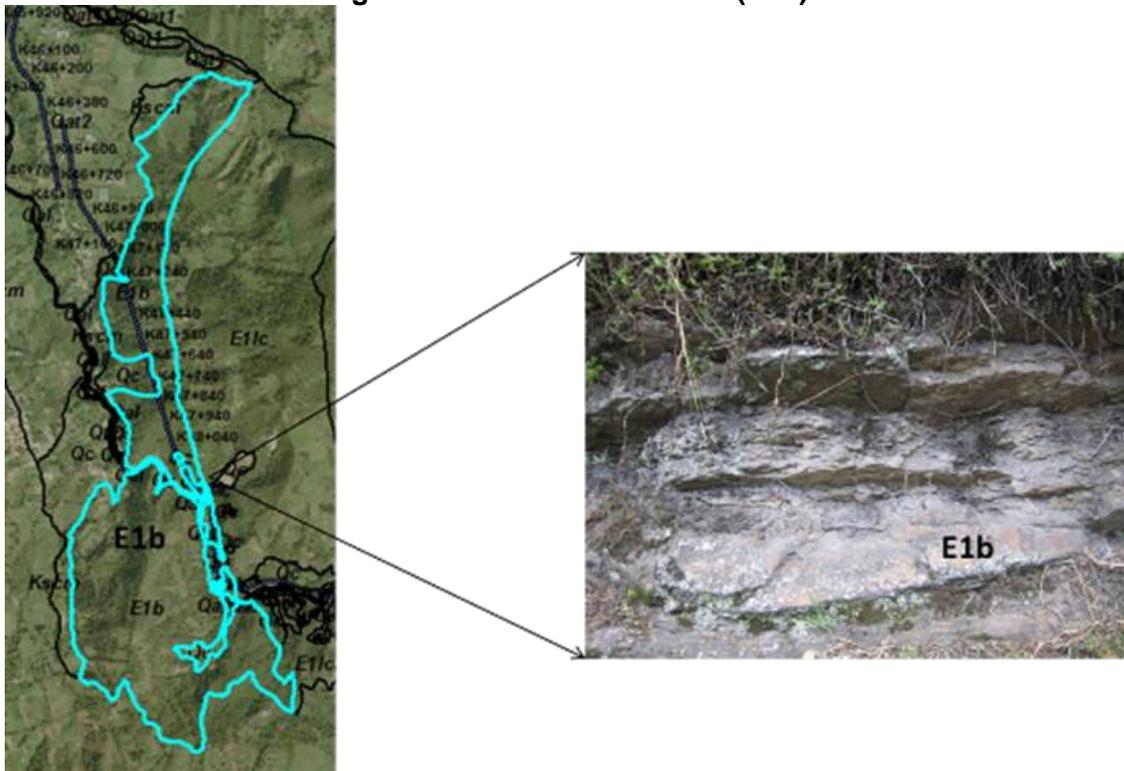


Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO B_SPT)

- **Paleógeno**
 - Formación Barco (E1b)

Aflora solo en la UF3 con un cubrimiento de 138,29 ha (2,4%) del área de influencia del proyecto; en el área de intervención tiene un cubrimiento de 4,90 ha (1,65%): 0,23 ha (0,08%) se cruza por acceso a ZODMEs y vía industrial, en 3,51 ha (1,18%) esta unidad estratigráfica se presenta en el túnel, áreas de trabajo del túnel, plataforma de túnel, portal del túnel; 1,16 ha (0,39%) corresponde al paso de la vía proyectada a través de esta unidad, aproximadamente entre K48+200 al K48+816, Figura 5.24.

Figura 5.24 Formación Barco (E1b)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Esta unidad litológica presenta una orientación general NS, cruza a través del río Pamplonita y hacia el sur del área de influencia del proyecto, ha sido cartografiado un sinclinal cuyo eje es de dirección NNE-SSW. Se encuentra igualmente afectada por el sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

En el área de influencia y zona de túnel específicamente, se caracteriza por la presencia de areniscas grises y amarillentas de grano fino, con estratificación cruzada y alternando con limolitas y arcillolitas oscuras. Aparece en capas de 0,3 a 20 m de espesor y tanto el contacto superior como el inferior, son concordantes (Fotografía 5.17).

Fotografía 5.17 Formación Barco (E1b), sobre la vía actual, aproximadamente en el portal de salida del túnel



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En cercanías al contacto con la formación Los Cuervos, se observa con estratificación subhorizontal, y estratos de areniscas y alternancia decimétrica de areniscas de grano fino de color gris claro, moderadamente meteorizadas, con presencia de limolitas muy fracturadas y arcillolitas color gris azulado, Fotografía 5.18.

Fotografía 5.18 Afloramiento Formación Barco en K48+400

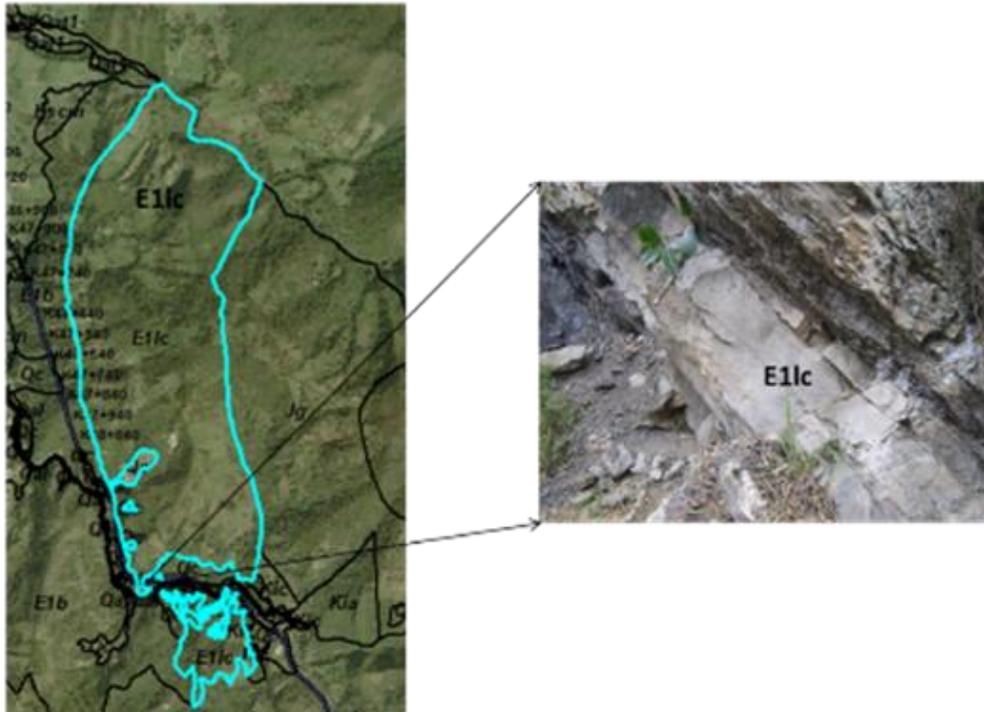
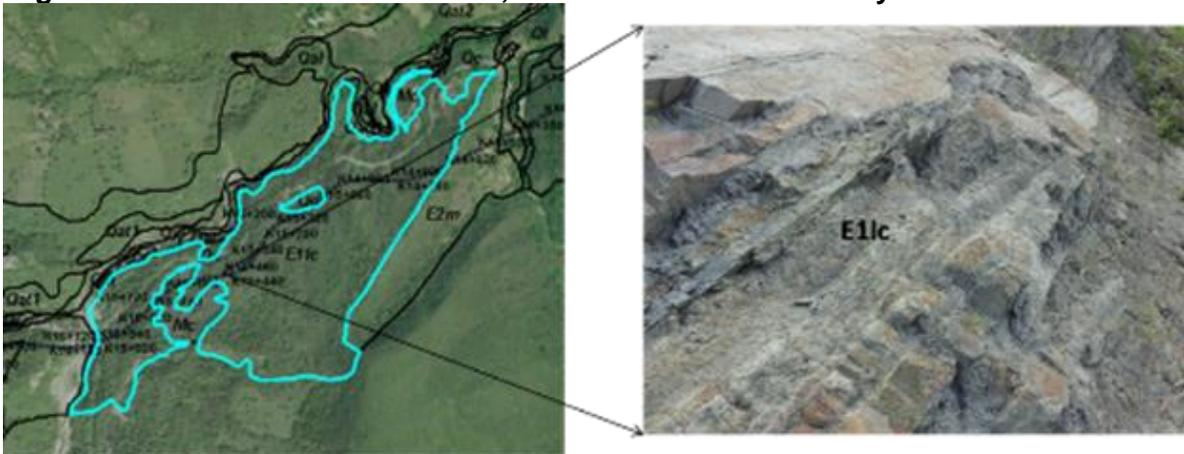


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

▪ **Formación Los Cuervos (E1lc)**

Aflora en el extremo norte del área de influencia (UF5) y extremo sur (UF3), tiene un cubrimiento de 236,48 ha (4,1%) y en el área de intervención tiene un cubrimiento de 4,21 ha (1,42%), ubicada en accesos veredales y vía industrial (1,03 ha/0,35%), puente y vía (3,18 ha/1,07%); el trazado de la vía que se espera sea cruzado por esta unidad litológica es K14+600 a K15+915 y K48+320 a K49+200, Figura 5.25.

Figura 5.25 Formación Los cuervos, entre K14+600 a K15+940 y K48+800 a K49+200

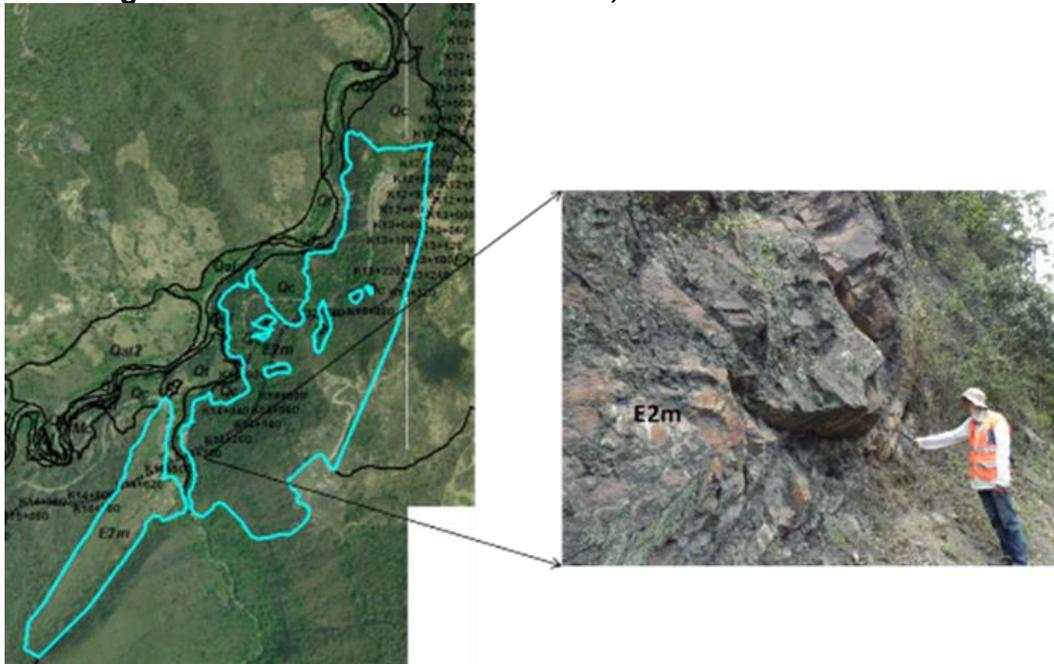


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Formación Mirador (E2m)

Esta unidad litológica aflora en la UF5, tiene un cubrimiento de 39,07 ha (0,7%) del área de influencia; en el área de intervención tiene un cubrimiento de 7,35 ha (2,48%), distribuidos así: 4,24 ha (1,43%) en vía industrial y 3,11 ha (1,05%) en puente y diseño de la vía, aproximadamente entre K13+760 a K14+600, tiene una orientación regional NE-SW, Figura 5.26.

Figura 5.26 Formación Mirador en UF, entre K13+000 a K14+600



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En alrededores del K14+320 se identificaron afloramientos de areniscas grises medias, compactas, meteorización leve (II), estratificación paralela a cruzada y ondulada; espesor de estratos 0,7-2 m, intercaladas con shales carbonosos, venas delgadas con mineralización de azufre que le dan un tinte amarillo y pardo oscuro por presencia de óxidos de hierro, espesor 12-15 cm. La estratificación en esta zona es N30E/30SE, continua (>10m), estratos próximos (5-30 cm), cerrados, de forma plana y rugosa, secos, Fotografía 5.19.

Fotografía 5.19 Formación Mirador (E2m), K14+320



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En alrededores del K14+600, se observa un predominio de lodolitas grises de meteorización moderada a alta (III a IV), abundantes óxidos de hierro que le dan una coloración pardo rojiza, Fotografía 5.20. En este sitio, la estratificación varía a N80W/40NE, continua (>10 m), estratos muy juntos (<5 cm), ligeramente abiertas (<0.5 cm), sin relleno, de forma escalonada y lisa, seca.

Fotografía 5.20 Formación Mirador (E2m), alrededores de K14+600



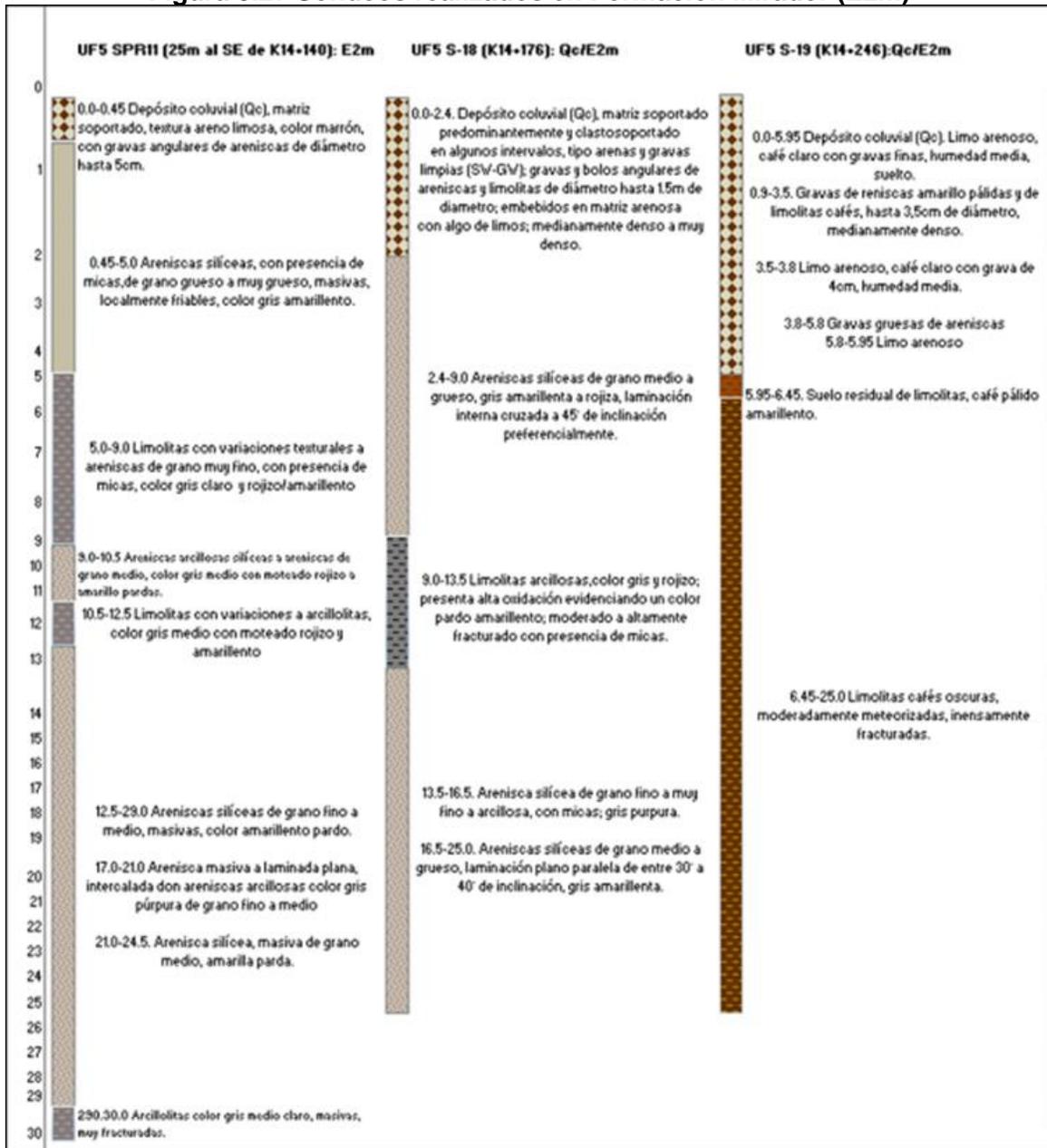
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La Figura 5.27 muestra los sondeos realizados sobre esta unidad litológica, que se caracterizan por presentar una cobertura de depósitos coluviales de 1-5 m de espesor; corresponde a una interestratificación de areniscas silíceas, que pueden variar de grano fino a grano grueso, con micas, de espesores entre 3- 16 m, con capas de limolitas y arcillolitas con presencia de micas, de 1-4 m de espesor, color gris claro a rojizo.

- Formación Carbonera (E2c)

Esta unidad litológica tiene un pequeño cubrimiento de 264,16 ha (4,6%) del área de influencia del proyecto; en el área de intervención tiene un cubrimiento de 11,17 ha (3,76%), distribuidos así: acceso a ZODMEs (4,19 ha/1,41%), ZODMEs (6,98 ha/2.35%).

Figura 5.27 Sondeos realizados en Formación Mirador (E2m)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIOTICO \5.1.1- Geología \ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- **Holoceno**
 - Depósitos Cuaternarios

Comprende depósitos coluviales, depósitos aluviales, terrazas aluviales y abanicos aluviales. En la Tabla 5.5 presentada al final de este numeral se relacionan los tramos de la vía identificados, con el cruce a través de estas unidades de carácter superficial.

- Depósitos coluviales (Qc)

Estos depósitos se identifican a lo largo de toda el área de influencia del proyecto, asociados a las laderas del relieve de montañas que caracteriza el área de estudio. Corresponden principalmente a depósitos de corta distancia, asociados a deslizamientos y en menor proporción flujos de escombros.

De acuerdo con (INGEOMINAS, 1973), los grandes depósitos cuaternarios que se identifican en el área de influencia del proyecto están asociados a actividad tectónica en la Orogenia Andina, durante el Mioceno-Plioceno, con una regresión marina y un ambiente depositacional continental. En la fase final se presentó la sedimentación de depósitos cuaternarios de origen aluvial y coluvial, conos de deyección y escasas terrazas fluviales, cuyas edades van del Pleistoceno al Holoceno.

- Abanicos aluviales (Qaa, Qat, Qat1, Qat2)

Estos depósitos cuaternarios son comunes a lo largo del área de influencia del proyecto. Se presentan de dimensiones variadas, y algunos de ellos evidencian varios eventos, los cuales pudieron ser cartografiados como Qat1 y Qat2. En Tabla 5.5 se identificaron los puntos de cruce del área de intervención con estos depósitos cuaternarios. La Figura 5.28 muestra un ejemplo de estos depósitos cuaternarios que caracterizan el área de influencia del proyecto.

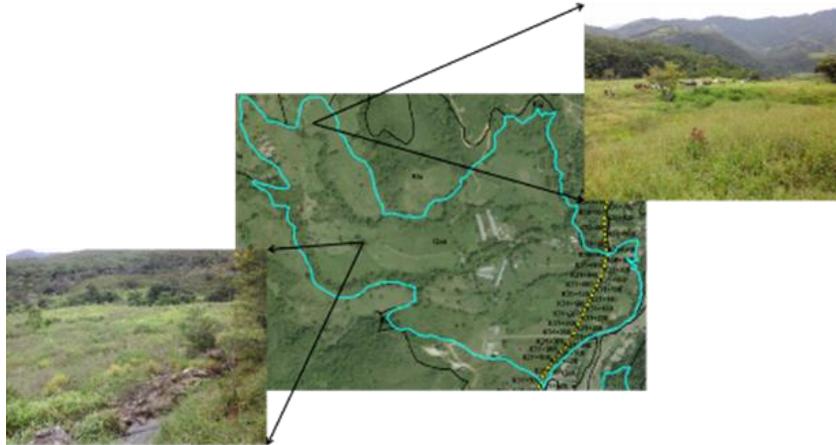
Figura 5.28 Abanico terraza margen izquierda río Pamplonita, sector La Donjuana



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google earth, 2017

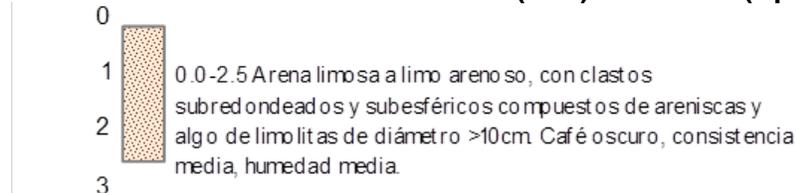
En Figura 5.29 se muestra el abanico aluvial que cruza el área de intervención entre K30+560 a K31+480; en sondeo realizado en esta unidad de depósitos cuaternarios se identifica una textura arena limosa a limo arenosa, con clastos de areniscas y algo de limolitas, consistencia media, color café oscuro, Figura 5.30.

Figura 5.29 Panorámica de abanico aluvial entre K30+563 a K31+480



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

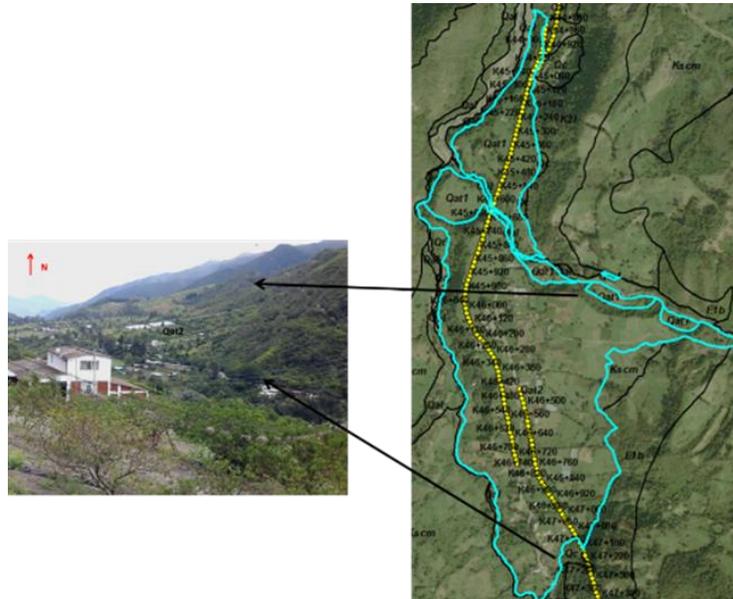
Figura 5.30 Sondeo realizado en abanico aluvial (Qaa) UF4 AP46 (Aprox. K30+600)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo \5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

En Figura 5.31 se muestra el abanico terraza que cruza la vía entre K44+800 a K47+100.

Figura 5.31 Panorámica de abanico terraza entre K44+891 a K47+100



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Depósitos de terrazas (Qt, Qt1, Qt2)

El sector norte del área de influencia del proyecto se caracteriza por la presencia de grandes depósitos de terrazas aluviales sobre las que se asientan los municipios de Los Patios y Chinácota. Son depósitos de gran magnitud y desarrollo de escarpes de terraza hasta 150 m de altura, asociados a una depositación fluvio torrencial con alta carga de sedimentos, principalmente tamaño grava; estas gravas cubrieron toda la superficie a niveles distintos a medida que los ríos comenzaron a incisar los macizos rocosos. La incisión fue el resultado del descenso del nivel base relacionado con la subsidencia del nivel del mar o por el levantamiento tectónico regional (INGEOMINAS, 2009).

Entre el K0+00 y K13+760, aproximadamente, se cruza a través de la denominada Terraza de Los Patios, ubicada en la margen derecha del río Pamplonita, sobre la cual está asentado el municipio Los Patios. Esta terraza mantiene una altura constante de 38 m por encima de la llanura aluvial, con un gradiente de 1,5°. Sobre la actual vía Cúcuta – Pamplona, en la ladera externa del K11+680, se observó afloramiento de esta terraza compuesto de clastos subredondeados a subangulares de areniscas, matriz arena gruesa, diámetro entre 15-40cm, no muestran orientación de clastos.

Fotografía 5.21 Afloramiento de Terraza Los Patios, ladera externa de K11+680



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Aproximadamente entre K15+900 y K17, el proyecto vial cruza en la base de la gran terraza aluvial denominada Terraza de Chinácota. Esta terraza tiene una longitud de 14,5 km, desde el sector Campoalegre en la cabecera de la quebrada Iscalá hasta el río Pamplonita frente al Corregimiento La Donjuana. Tiene un ancho que varía entre 500 m y 1000 m; tiene un espesor estimado de 120 m y ha rellenado un valle profundo aún más profundo que el valle actual. El gradiente de su superficie es 3° bajando de una altura de 1400 a 800 m. El depósito está compuesto de flujos detríticos torrenciales con clastos muy grandes hasta de tamaño métrico, angulares a subangulares y en menor proporción subredondeados. Son polimícticos y su composición refleja las rocas de las formaciones cretácicas y jurásicas que afloran en la cabecera de la cuenca de drenaje; predominan clastos de cuarzo-arenitas (Fotografía 5.22).

Fotografía 5.22 Composición de terraza de Chinácota



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Los flujos detríticos torrenciales constituyen el mayor volumen del depósito, pero se intercalan con gravas fluviales de cantos rodados bien redondeados muchas veces con cierta imbricación, indicando que no se trata solo de flujos torrenciales como sugiere Usselman (1979). Se ha notado una estratificación en estos horizontes y niveles que indican la presencia de canales de drenaje. Casi todo el depósito parece clasto-soportado, sin embargo, ciertos horizontes deben tener bastante material fino y arcilloso, por la presencia de acucludos, donde el agua subterránea brota sobre un determinado nivel impermeable. En general, la superficie de la terraza presenta un plano bien uniforme pero cerca de Chinácota se presentan tres niveles escalonados de terrazas muy poco profundos erosionados por la quebrada Iscalá (Fotografía 5.23).

Fotografía 5.23 Plano de terraza, Terraza de Chinácota

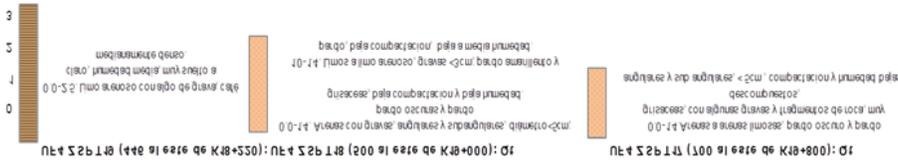


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

No se observan otras evidencias de deformación o en la superficie de la terraza, lo cual es sorprendente porque se encuentra en una zona por donde pasan las principales fallas y donde se conectan distintos sistemas de fallas, inclusive Boinet et al., (1985) mencionan la presencia de la Falla Chinácota, sin presentar ningún indicio en superficie para corroborarlo (INGEOMINAS, 2009). Esta unidad de la terraza aluvial de Chinácota está conformada en sus primeros 3 m de profundidad, por suelos limo arenosos, muy sueltos de espesor 0,5-2,5 m, y arenas a arenas limosas con gravas angulares y subangulares de diámetro <0,5 cm, pardo oscuras, de compactación y humedad bajas, espesor 0,5-1,5 m, Figura 5.32.

Figura 5.32 Sondeos realizados en Terraza aluvial de Chinácota (Qt)





Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIÓTICO 5.1.1- Geología \ANEXO B_SPT)

– Depósitos aluviales (Qal)

Se observan a todo lo largo del área de influencia del proyecto, como depósitos recientes, angostos asociados al río Pamplonita y algunos de sus afluentes. En general, están conformados por un predominio de gravas y cantos rodados sueltos, móviles, y en menor proporción arenas sueltas. La extensión de estos depósitos está controlada por un relieve montañoso que conforma las márgenes del río Pamplonita, Fotografía 5.24 y Fotografía 5.25.

Fotografía 5.24 Cauce activo y depósitos aluviales recientes, quebrada La Teca



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.25 Depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita, aproximadamente en K30+100



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La Tabla 5.5 muestra un resumen de los depósitos cuaternarios identificados en el área de intervención, ya sea por trabajo de campo o por fotointerpretación, por lo que no todos cuentan con descripción de campo.

Tabla 5.5 Depósitos cuaternarios en área de influencia

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	13+120	13+160	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,89 ha	
Depósito coluvial	Qc	13+240	13+340	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,31 ha	
Depósito coluvial	Qc	Norte de K13+380	Norte de K13+450	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,23 ha	
Terraza aluvial	Qt2	14+340	14+411	Área estimada de la terraza por fotointerpretación: 7,17 ha	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	14+437	14+565	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,45 ha.	
Depósito coluvial	Qc	14+794	14+826	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,401 ha.	
Depósito coluvial	Qc	14+960	15+269	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 4,65 ha	
Depósito coluvial	Qc	15+360	15+537	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 2,93 ha.	
Minería de carbón	Mc	15+551	15+710	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 3,38 ha.	
Terraza aluvial	Qt	15+914	15+924	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,46 ha	
Depósito aluvial	Qal	15+940	16+005	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,73 ha	
Depósito coluvial	Qc	16+540	16+650	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 2,36 ha.	
Depósitos aluviales	Qal	16+900	16+960	Depósitos aluviales del río Pamplonita, suprayacen rocas sedimentarias de la Formación colón - Mito Juan. Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,25 ha.	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	17+140	18+195	La vía pasa por la corona de deslizamiento activo, inestable. Área estimada del depósito por fotointerpretación: 13,89 ha.	
Depósito coluvial	Qc	18+347	18+700	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 4,71 ha.	
Depósito coluvial	Qc	18+760	18+880	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,49 ha.	
Depósito coluvial	Qc	18+927	19+380	Depósito de ladera, superficial; se desarrolla en shale muy fracturado y suelto, altamente inestable. Área estimada del depósito por fotointerpretación: 2,33 ha.	
Depósito coluvial	Qc	19+474	19+700	Depósito de ladera, superficial; se desarrolla en shale muy fracturado y suelto, altamente inestable. Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,23 ha.	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Terraza aluvial	Qt1	19+740	20+760	Área estimada de la unidad de terraza 99,39 ha.	
Depósito coluvial	Qc	20+760	20+900	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 8,54 ha.	
Terraza aluvial	Qt1	20+960	21+115	Terraza aluvial en margen derecha del río Pamplonita. Área estimada de la unidad de terraza 7,17 ha.	
Terraza aluvial	Qt2	21+140	21+249	Terraza aluvial en margen izquierda del río Pamplonita. Área estimada de la unidad de terraza 99,39 ha.	
Depósito coluvial	Qc	21+249	21+340	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 2,48 ha.	
Depósito coluvial	Qc	21+985	22+031	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,03 ha.	
Depósito coluvial	Qc	22+182	22+294	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 3,47 ha.	
Depósito coluvial	Qc	22+700	22+910	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 1,71 ha.	
Depósito coluvial	Qc	23+380	25+000	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 25,57 ha	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	25+080	25+160	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 4,39 ha.	
		25+629	25+840	Terraza aluvial en margen derecha del río Pamplonita. Área estimada de la unidad de terraza 31,87 ha. Espesor: 7,5m (Sondeo UF4-S29)	
Depósito aluvial	Qal	25+870	26+440	Depósito aluvial en margen izquierda del río Pamplonita. Área estimada del depósito 9,37 ha. Espesor: 7-13 m (Sondeos UF4-S33 y UF4-S34). Estribos de puente proyectado	
Terraza aluvial	Qt1	27+235	27+640	Terraza aluvial en margen izquierda del río Pamplonita. Área estimada del depósito 0,99 ha.	
Depósito coluvial	Qc	27+640	28+080	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 30,32 ha.	
Depósito coluvial	Qc	28+188	28+233	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,35 ha	
Abanico aluvial	Qaa	28+540	28+606	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 0,31 ha.	
Depósito coluvial	Qc	28+670	28+826	Área estimada del depósito por fotointerpretación 0,082 ha.	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	28+830	29+337	Área estimada del depósito por fotointerpretación 8,59 ha.	
Depósito coluvial	Qc	59+560	29+820	Área estimada del depósito por fotointerpretación 2,81 ha Espesor mayor de 3 m (Apiques UF4-AP40 y UF4-AP41)	
Terraza aluvial	Qt	30+372	30+563	Área estimada de terraza aluvial 7,18 ha	
Abanico aluvial	Qaa	30+563	31+480	Área estimada del depósito por fotointerpretación 91,21 ha Espesor: 17m (sondeo UF4-S43)	
Depósitos aluviales	Qal	31+480	31+546	Área estimada del depósito por fotointerpretación 7,41 ha.	
Depósito aluvial	Qc	32+033	32+220	Área estimada del depósito por fotointerpretación 7,57 ha. Espesor 14m (UF4-S47).	
Terraza aluvial	Qt	32+220	32+345	Área estimada de terraza aluvial por fotointerpretación 2,743 ha. Espesor >1,5 m (UF4-AP50).	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Abanico aluvial	Qaa	32+372	33+082	Área estimada del depósito por fotointerpretación 42,03 ha. Espesor >34m (UF4-S50).	
Depósitos aluviales	Qal	33+260	33+380	Área estimada del depósito por fotointerpretación 37,73 ha. Espesor >3m (UF4-AP-53) – 21m (UF4-S54).	
Terraza aluvial	Qt1 Qt2	33+376	34+637	Dos niveles de terrazas aluviales Área estimada por fotointerpretación de terrazas aluviales 8,17 ha. Espesor >3m.	
Depósito coluvial	Qc	34+637	35+030	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 21,84 ha	
Abanico aluvial	Qaa	35+030	35+460	Área estimada del depósito por fotointerpretación 26,52 ha.	
Depósito coluvial	Qc	35+460	35+780	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,83 ha	
Abanico aluvial	Qaa	35+933	36+260	Área estimada del depósito por fotointerpretación 6,13 ha Espesor 15 m (UF3-ZS84)	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	36+260 37+020 37+400	36+430 37+140 37+800	Área estimada del depósito por fotointerpretación 18,06 ha Espesor: 43m (UF3-S04)	
Depósito aluvial	Qal	37+140	37+400	Área estimada del depósito por fotointerpretación: 37,73 ha	
Depósito coluvial	Qc	37+920	38+220	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,41 ha	
Depósito aluvial	Qal	38+280	38+460	Área estimada del depósito por fotointerpretación 37,73 ha	
Depósito coluvial	Qc	38+460	38+620	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,39 ha Espesor 10m (UF3-S07)	
Depósitos aluviales	Qal	38+620	38+780	Área estimada del depósito por fotointerpretación 19,47 ha	
Depósito coluvial	Qc	38+760	38+946	Área estimada del depósito por fotointerpretación 0,76 ha	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	39+092 39+700	39+311 40+230	Área estimada del depósito por fotointerpretación 4,46 ha	
Depósito coluvial	Qc	40+380	40+700	Área estimada del depósito por fotointerpretación 0,72 ha	
Depósito coluvial	Qc	41+120	41+744	Área estimada del depósito por fotointerpretación 4,54 ha Espesor 4m (UF3-SPR07)	
Depósito coluvial	Qc	41+811	41+920	Área estimada del depósito por fotointerpretación 0,98 ha	
Depósito coluvial	Qc	42+260	42+440	Área estimada del depósito por fotointerpretación 0,98 ha	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	43+220	43+490	Área estimada del depósito por fotointerpretación 3,09 ha Espesor 13m (UF3-S13)	
Abanico terraza	Qat	44+450	44+490	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,38 ha	
Depósito coluvial	Qc	44+680	44+770	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,91 ha	
Depósito coluvial	Qc	44+930	45+000	Área estimada del depósito por fotointerpretación 2,76 ha.	
Abanico terraza	Qat1 Qat2	45+000	47+120	Área estimada del depósito por fotointerpretación 101,92 ha. Espesor 6-29 m (UF3-S28, UF3-S29, UF3-S31)	
Depósito coluvial	Qc	47+589	47+780	Tramo túnel Área estimada del depósito por fotointerpretación 17,56 ha Espesor: 7m (UF3-S34)	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Depósito coluvial	Qc	48+073	48+120	Tramo túnel Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,10 ha Espesor 4m (UF3-S36)	
Depósito coluvial	Qc	48+140	48+330	Tramo túnel Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,10 ha Espesor 6,5m (UF3-S33).	
Minería de carbón	Mc	48+244	48+287	Área estimada 0,14 ha.	
Depósito coluvial	Qc	48+542	48+709	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,27 ha	
Depósito coluvial	Qc	48+816	49+148	Área estimada del depósito por fotointerpretación 7,3 ha	

Tipo	Símb.	Abscisa		Descripción	Foto
Terraza aluvial	Qt	49+148	49+217.3	Área estimada del depósito por fotointerpretación 1,50 ha	

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Depósitos antrópicos
 - Rellenos antrópicos (Rt)

Dentro de esta categoría se identificaron obras realizadas sobre la vía como medidas de control de socavación del río Pamplonita, como se observa en cercanías al K25+650, Figura 5.33.

Figura 5.33 Llenos para control de erosión cercanos al paso de la vía



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Áreas de actividad minera (Mc, Mmc)

Dentro del área de influencia del proyecto se identificaron cuatro frentes de explotación de carbón y tres de materiales de construcción, ver Figura 5.34, Fotografía 5.26.

Figura 5.34 Mina de carbón entre K15+556 y K15+710



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.26 Mina de carbón entre K48+244 a K48+287



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.35 Acopio de materiales de construcción entre K31+480 a K31+840, margen izquierda río Pamplonita



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

5.1.1.3.2 Geología estructural local

- **Aptitud estructural**

Dentro del área influencia de las UF3-4-5 se midieron datos estructurales (rumbo y buzamiento) de varias familias de discontinuidades en 146 puntos, ver Tabla 5.6 y Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO C_Estaciones Geomecánicas.

Tabla 5.6 Datos estructurales en el área de influencia UF3-4-5

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacio do (m)	Contín. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
Est. 181		239 m al W de K12+840	1165089	1344192	Estratific.	94	28	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas y limolitas, moderadamente meteorizada
					Diaclasa 1	188	86	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	286	67						
241		213 m al W de K12+900	1.165.091	1.344.140	Estratific.	115	55	<0.06	>20	>5	Seco	No existe	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa	3	90		1.0-3.0	0.1-1.0		Duro (Óxido de hierro)	
Est. 180	Fuera del área de intervención	165 m al W de K12+940	1165123	1344108	Estratific.	123	39	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arcillolita gris, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	243	67	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	330	66						
Est. 177		196 m al W de K12+980	1165076	1344075	Estratific.	123	28	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arcillolita, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	214	77	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	333	82						
Est. 178		161 m al W de K13+060	1165081	1343989	Estratific.	102	35	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca fina, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	216	81	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	286	69						
EG-CP-G1-006A	Zodme Tramo K13+000-K14+413	266 m al E de K13+200	1165462	1343891	Estratific.	95	30	0.6-2.0	>20	<1	Fluido continuo		Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.
					Diaclasa 1	180	78						
					Diaclasa 2	238	85						
					Diaclasa 3	300	45						
IT-PC-008-G2		291 m al E de K13+140	1165502	1343915	Estratific.	82	42						Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.
					Diaclasa 1	305	62						
					Diaclasa 2	80	87						
Est. 179		K13+360	1165046	1343818	Estratific.	100	36	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arcillolitas y limolitas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	304	72	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	212	80						
Est. 176	Tramo K13+000-K14+413	148 m al W de K13+080	1165087	1343969	Estratific.	99	32	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arcillolita, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	323	63	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	244	74						
240		118 m al W de K13+240	1.165.053	1.343.825	Estratific.	85	21	<0.06	>20	>5	Seco	Roca triturada (duro)	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
Est. 169		K13+920	1164670	1343479	Estratific.	107	22	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	349	59	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	286	64						
Est. 170		54 m al NW de K13+920	1164629	1343479	Diaclasa 1	104	22	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas, moderadamente meteorizada.
					Diaclasa 2	335	76					Diaclasas en el mismo sentido de la pendiente.	
Est. 175		K13+920	1164665	1343468	Estratific.	96	20	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	180	75	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	210	83						
239	Tramo K13+000-K14+413	K13+960	1.164.627	1.343.446	Estratific.	120	25	<0.06	>20	1.0-5.0	Seco	No existe	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa	10	72	0.06-0.2		>5			
					Diaclasa	39	90	<0.06					
Est. 171		K14+300	1164421	1343248	Estratific.	100	29	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	20	81	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	233	75						

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
EG-CP-G1-007		421 m al SE de K14+160			Estratific.	80	20	0.6-2.0	>20	<1	Ligeram. húmedo		Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.
					Diaclasa 1	246	77						
					Diaclasa 2	290	65						
					Diaclasa 3	254	53						
					Diaclasa 4	58	46						
					Diaclasa 5	255	40						
					Diaclasa 6	57	40	0.2-0.6	1.0-3.0				
EG-PC-003-G2		340 m al SE de K14+200	1164679	1342969	Estratific.	117	47	0.6-2.0	>20	<1	Seco		Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.
					Diaclasa 1	32	90	0.2-0.6	1.0-3.0				
					Diaclasa 2	270	65	>2					
Est. 172	Fuera del área de intervención	228 m al N de K14+420	1164301	1343396	Diaclasa 3	305	77					Areniscas, moderadamente meteorizada	
					Diaclasa 4	80	36	0.6-2.0			Ligeram. húmedo		
Est. 173		138m al N de K14+440	1164304	1343293	Estratific.	98	42	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas, moderadamente meteorizada
					Diaclasa 1	59	82	0.2-0.6	<1				Estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.
EG-CP-G1-008		328 m al s de K14+540	1164233	1342792	Diaclasa 2	331	68						Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.
					Estratific.	136	45	0.6-2.0	>20	<1	Húmedo		
					Diaclasa 1	197	80	0.2-0.6					
					Diaclasa 2	180	83						
					Diaclasa 3	257	65						
					Diaclasa 4	213	65						
234		107 m al N de K14+680	1.164.079	1.343.159	Estratific.	335	40	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco	No existe	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
233		69m al N de K14+960	1.163.811	1.343.088	Estratific.	140	30	<0.06	>20	Cerrada	Seco	No existe	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
237		K14+280	1.164.433	1.343.249	Estratific.	292	50	<0.06	>20	1.0-5.0	Seco	No existe	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, dato anómalo porque en general, el área se presenta como contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
Est. 168	Tramo K14+413-K15+930	51 m al N de K14+820	1163951	1343083	Estratific.	100	42	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca y arcilla; moderadamente meteorizada.
					Diaclasa 1	350	56	0.2-0.6	<1				
Est. 167		65 m al N de K14+940	1163826	1343093	Diaclasa 2	62	71						Estratos de arenisca y arcilla; moderadamente meteorizada
					Estratific.	91	44	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	
Est. 174		86 m al N de K14+700	1164061	1343132	Diaclasa 1	277	41	0.2-0.6	<1				Areniscas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Estratific.	117	39	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	
Est. 166		56 m al N de K14+960	1163802	1343076	Diaclasa 1	221	73	0.2-0.6	<1				Areniscas, moderadamente meteorizada.
					Diaclasa 2	341	65						
					Estratific.	91	45	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	
					Diaclasa 1	78	81	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	279	45						

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones	
838 (NOMBRE EN GPS)	Tramo K14+413-K15+930	K15+160	1.163.638	1.342.927	Estratific.	295	64	0.2-0.6	>20	>5 (Muy abierta)	Seco	Blando/<5	Areniscas con estratificación inclinada, capas muy delgadas de limolita gris; no meteorizadas.	
					Diaclasa 1	24	61	0.6-2.0	10-20.0					
					Diaclasa 2	308	30	0.2-0.6	3.0-10.0					
Est. 165	Tramo K15+920 – K17+160	K16+020	1162926	1342524	Estratific.	200	37	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas masivas de grano fino a medio, intercaladas con lutitas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
Est. 164		49 m al N de K16+110	1162839	1342547	Diaclasa 1	26	32	0.2-0.6	<1					
					Estratific.	219	56	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno		Areniscas masivas de grano fino a medio, intercaladas con lutitas; moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
Est. 164	49 m al N de K16+110	1162839	1342547	Diaclasa 1	336	55	0.2-0.6	<1						
				Diaclasa 2	104	65								
230	Fuera área intervención	52 m al N de K16+120	1.162.820	1.342.551	Estratific.	90	34	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco	Roca triturada (medio duro)	Como relleno también se identifica arena y caliza	
Est. 132_2	Tramo K16+740 – K20+940	K17+760	1161980	1341164	Estratific.	273	34	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a muy fino con intercalaciones de capas delgadas de limolitas y arcillolitas grises. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
Est. 162		90 m al W de K19+320	1161569	1339804	Estratific.	260	26	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca y lutitas. Moderadamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa 1	339	88	0.2-0.6	<1					
					Diaclasa 2	166	33							
Est. 163		39 m al W de K19+320	1161518	1339848	Estratific.	241	30	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas centimétricas amarillentas de grano fino, juntas de continuidad más de 2 m de separación abiertas varios centímetros, rellenas de arcilla o vacías. Moderadamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa 1	350	69	0.2-0.6	<1					
					Diaclasa 2	90	59							
Est. 161B		K19+410	1161552	1339720	Estratific.	258	28	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca, lutitas de grano fino y lutitas negras fósiles. Moderadamente meteorizada Estratificación en contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa 1	160	70	0.2-0.6	<1					
					Diaclasa 2	121	71							
Est. 133		K19+430	1161576	1339705	Estratific.	278	29	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a muy fino con intercalaciones de capas delgadas de limolitas y lutitas carbonosas. Ligeramente meteorizadas. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes. Zona de influencia de falla de dirección NW-SE.	
					Diaclasa 1	126	80	0.2-0.6	<1					
Est. 132		K19+460	1161582	1339660	Estratific.	280	12	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a muy fino con intercalaciones de capas delgadas de limolitas y arcillolitas grises. Ligeramente meteorizadas.	
365 (NOMBRE EN GPS)		57 m al E de K19+500	1161638	1339640	Estratific.	281	61						Areniscas, calizas y lutitas meteorizadas. Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.	
					Diaclasa 1	257	44							
	Diaclasa 2				210	74								
	Diaclasa 3				175	60								
Est. 129	K19+620	1161560	1339516	Estratific.	286	26	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalación de limolitas, areniscas de grano fino y lutitas fisiles. Muy alterada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.		
Est. 161	K19+640	1161530	1339498	Estratific.	45	8	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lutitas negras fósiles calcáreas. Moderadamente meteorizada. Estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.		
				Diaclasa 1	155	83	0.2-0.6	<1						
				Diaclasa 2	343	65								

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contín. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
208	Tramo K16+740 – K20+940	K19+640	1161537	1339494	Estratific.	28	8	<0.06	3.0-10.0	0.1-1.0	Seco	No existe	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes. Evidencia de volcamiento La roca fractura de forma prismática y permite volcamiento.
					Diaclasa	95	90	0.06-0.2	1.0-3.0	>5			
					Diaclasa	180	90			0.1-1.0			
207	Tramo K16+740 – K20+940	K19+710	1161550	1339427	Estratific.	108	20	<0.06	<1	Cerrada	Seco	No existe	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa	1	60	0.06-0.2					
Est. 160	Tramo K16+740 – K20+940	K19+730	1161541	1339401	Estratific.	312	52	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalación de lutitas y areniscas. Moderadamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes
					Diaclasa 1	54	84	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	124	56						
Est. 130	Fuera del área de intervención, ladera contraria al trazado de la vía	270 m al E de K19+860	1161873	1339287	Estratific.	121	33	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lodolitas silíceas (chert) de color gris oscuro a negro, muy plegadas. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
215		273 m al E de K19+900	1.161.874	1.339.253	Estratific.	224	45	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco	Roca triturada (medio duro)	Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
Est. 131	Fuera del área de intervención, ladera contraria al trazado de la vía	272 m al E de K19+900	1161874	1339252	Estratific.	101	43	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lodolitas silíceas (chert) de color gris oscuro a negro, muy plegadas. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	234	60	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	256	38						
Est. 159	Tramo K20+940 – K21+256	130 m al E de K20+960	1161637	1338326	Estratific.	28	56	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Moderadamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	187	43	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	88	82						
Est. 158	Tramo K20+940 – K21+256	K21+000	1161367	1338321	Estratific.	92	46	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Moderadamente meteorizada. Estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	176	83	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	356	84						
Est. 157	Tramo K20+940 – K21+256	K21+080	1161324	1338248	Estratific.	116	65	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Moderadamente meteorizada. Estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	15	80	0.2-0.6	<1				
Est. 156	Tramo K20+940 – K21+256	K21+360	1161370	1337963	Estratific.	118	66	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Moderadamente meteorizada. Estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	25	26	0.2-0.6	<1				
Est. 155	Tramo K21+256- K30+372	K21+440	1161347	1337888	Estratific.	121	61	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con intercalaciones de capas delgadas de areniscas de grano fino. Moderadamente meteorizada. Zona de influencia de fallamiento de dirección NS, estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	17	82	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	337	45						
Est. 128	Tramo K21+256- K30+372	K21+480	1161328	1337865	Estratific.	118	62	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Ligeramente meteorizadas. Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	27	74	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	325	48						
Est. 127	Fuera del área de intervención	80 m al sur de K21+560	1161258	1337741	Estratific.	99	53	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas de grano fino a medio con lodolitas gris oscura hacia el techo. Ligeramente meteorizadas. Margen derecha del río Pamplonita, ladera contraria a la ubicación del área de intervención. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	210	75	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	299	38						
Est. 126	Fuera del área de intervención	68 m al S de K21+600	1161209	1337752	Estratific.	111	49	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Margen derecha del río Pamplonita, contraria a la ubicación del área de intervención. Ligeramente meteorizada Contrapendiente estructural.
					Diaclasa 1	16	68	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	212	47						

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones		
Est. 154	Tramo K21+256-K30+372	K21+700	1161124	1337827	Estratific.	138	81	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas de grano grueso con intercalaciones de capas delgadas de areniscas de grano fino. Moderadamente meteorizada. Zona de influencia de fallamiento de dirección NS, estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.		
					Diaclasa 1	209	53	0.2-0.6	<1						
					Diaclasa 2	306	69								
Est. 153		K21+760	1161064	1337828	Estratific.	110	65	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa 1	8	64	0.2-0.6	<1						
					Diaclasa 2	201	84								
206		K21+760	1161055	1337853	Estratific.	108	58	0.06-0.2	>20	0.1-1.0	Seco	No existe		Areniscas cuarzosas de grano fino a medio, con lentes de lodolitas negras. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa	1	56		3.0-10.0						
					Diaclasa	115	45		1.0-3.0						
Est. 121		63 m al sur de K21+840	1160982	1337770	Estratific.	109	42	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		Areniscas cuarzosas masivas de grano medio a grueso. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
					Diaclasa 1	277	42	0.2-0.6	<1						
					Diaclasa 2	1	66								
Est. 122		K21+840	1160989	1337824	Estratific.	111	64	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		Intercalaciones de arenisca de grano fino a medio, limolitas grises y calizas. Ligeramente meteorizada.	
	Diaclasa 1				201	81	0.2-0.6	<1							
	Diaclasa 2				17	53									
Est. 123	K21+900	1160908	1337838	Estratific.	104	57	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas de grano medio con intercalaciones de limolitas grises. Moderadamente meteorizada. Zona de influencia de fallamiento de dirección NS, estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.			
Est. 152	K21+920	1160899	1337849	Estratific.	202	52	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalaciones de arenisca de grano fino a medio, limolitas grises y calizas. Ligeramente meteorizada.			
				Diaclasa 1	317	55	0.2-0.6	<1							
				Diaclasa 2	106	63									
Est. 124	K21+980	1160848	1337891	Estratific.	145	45	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalaciones de calizas grises con limolitas grises oscuras. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.			
Est. 125	K22+100	1160754	1337971	Estratific.	40	17	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.			
				Diaclasa 1	254	66	0.2-0.6	<1							
				Diaclasa 2	194	73									
201	K22+320	1160592	1338095	Estratific.	65	48	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco	No existe	Zona de cizalla			
				Diaclasa	315	73	0.2-0.6	<1							
				Contacto	59	90	0.06-0.2	<1	>5	Seco	Roca triturada (medio_duro)				
202	61 m al N de K22+440	1160469	1338180	Contacto	206	68						Roca triturada (blando)			
				Contacto	38	70									
				Zona de Cizalla	268	40									
Est. 151	K22+440	1160732	1337988	Estratific.	183	18	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalaciones de limolitas grises y calizas. Moderadamente meteorizada. Zona de influencia de fallamiento de dirección NS, estratificación desfavorable a la estabilidad de taludes.			
				Diaclasa 1	280	70	0.2-0.6	<1							
				Diaclasa 2	21	66									
EG-PC-005-G2	K22+580	1160340	1338132	Estratific.	292	53	0.2-0.6	1.0-3.0	<1	Seco					
				Diaclasa 1	34	90	0.6-2.0								
				Diaclasa 2	128	20	>2								
				Diaclasa 3	75	40		>20							
Est. 150	K22+660	1160264	1338121	Diaclasa 1	57	69	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Roca granítica. Diaclasas con buzamiento en el sentido contrario a la pendiente, favorable para la estabilidad de taludes. Moderadamente meteorizada.			
				Diaclasa 2	313	78									

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)	Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones		
Est. 149	Tramo K21+256-K30+372	39 m al SE de K23+180	1159888	1337839	Diaclasa 1	100	69	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Roca granítica. Moderadamente meteorizada. Diaclasas con buzamiento en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable para la estabilidad de taludes		
					Diaclasa 2	7	72							
Est. 148		48 m al W de K23+340	1159790	1337698	Diaclasa 1	63	71	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco			
					Diaclasa 2	163	61							
Est. 147		K23+600	1159743	1337456	Diaclasa 1	160	83	0.2-0.6	<1	1.0-5.1	Seco		Ninguno	
					Diaclasa 2	95	35							
205		K23+610	1.159.755	1.337.453	Estratific.	115	90	0.06-0.2	<1	0.1-1.0	Seco		No existe	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.
Est. 146		K24+520	1159581	1336567	Diaclasa 1	41	72	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco		Ninguno	Mezcla de gravas, cantos y bloques decimétricos en fracción fina. Muy alterada. Diaclasas con buzamiento en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable para la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 2	139	59							
					Diaclasa 3	259	38							
Est. 147A	K24+560	1159576	1336599	Diaclasa 1	281	38	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Ninguno			
				Diaclasa 2	115	49								
				Diaclasa 3	32	80								
Est. 120	K25+600	1159598	1335509	Estratific.	290	22	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Intercalación de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso con lutitas negras y limolitas grises duras. Ligeramente meteorizada Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.		
Est. 119	K26+320	1159640	1334798	Estratific.	261	22	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Areniscas líticas de grano fino de color café. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.		
				Diaclasa 1	48	83	0.2-0.6	<1						
				Diaclasa 2	145	83								
194	Fuera del área de intervención	180 m al E de K25+440	1159812	1335680	Estratific.	112	47	0.2-0.6	3.0-10.0	0.1-1.0	Seco	No existe	Margen izquierda río Pamplonita, contraria al trazado de la vía	
					Diaclasa	35	90	0.06-0.2	<1	>5				
					Diaclasa	90	90	<0.06	>20	>5				
					Estratific.	94	39	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		
Est. 118		240 m al E de K27+300	1159976	1333862	Diaclasa 1	192	80	0.2-0.6	<1					
					Diaclasa 2	39	39							
Est. 117		254 m al E de K27+360	1159960	1333800	Estratific.	85	38	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		Lodolitas silíceas (chert) de color gris oscuro. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Estratific.	87	53	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno		
					Diaclasa 1	227	62	0.2-0.6	<1					
Est. 115		223 m al E de K27+600	1159903	1333575	Diaclasa 2	346	58							
Est. 116	203 m al E de K28+220	1159708	1332985	Estratific.	108	53	0.06-0.2	1.0-3.0	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lutitas de color gris azulado con fisibilidad, deformación y fracturada. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.		
				Diaclasa 1	28	64	0.2-0.6	<1						
				Diaclasa 2	209	68								
Est. 114	Tramo K21+256-K30+372	K28+100	1159528	1333102	Estratific.	268	34	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca, Moderadamente meteorizada Estratificación contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
Est. 113		K28+160	1159517	1333041	Estratific.	206	15	0.2 - 0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lutitas físis, intercaladas con areniscas de grano fino a medio. Moderadamente meteorizada. Estratificación contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
Est. 145		K28+180	1159528	1333083	Diaclasa 1	149	78	0.2-0.6	<1	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano medio a grueso, cuarzosas, con matriz feldespática. Moderadamente meteorizada.	
				Diaclasa 2	285	67								
				Diaclasa 3	66	72								

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
Est. 144	Tramo K21+256-K30+372	K28+460	1159509	1332743	Estratific.	268	34	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	90	65	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	303	84						
Est. 143		K28+510	1159499	1332694	Estratific.	254	54	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	66	43	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	285	72						
Est. 143ª		K29+400	1159506	1331879	Estratific.	270	30	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	82	74	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	188	79						
Est. 112		K29+440	1159455	1331789	Diaclasa 1	355	90	0.2 - 0.6	<1	<1	Seco	Ninguno	Arenisca de grano medio a grueso, cuarzosa, con matriz feldespática. Ligeramente meteorizada
					Diaclasa 2	84	87						
					Diaclasa 3	99	30						
Est. 142	K29+480	1159440	1331757	Estratific.	252	45	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Lutitas y arenisca, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	82	53	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	1	80							
Est. 141	K29+506	1159420	1331735	Estratific.	261	42	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano medio. Muy alterada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	84	52	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	326	78							
Est. 140	K29+680	1159404	1331563	Estratific.	271	35	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca de grano medio cuarzosa. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	180	85	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	111	58							
Est. 111	Fuera del área de intervención,	268 m al E de K29+700	1159669	1331556	Estratific.	95	59	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Vertiente oriental del río Pamplonita, en ladera opuesta a la vía. Lutitas fisiles.
					Diaclasa 1	4	74	0.2 - 0.6	<1				
					Diaclasa 2	185	74						
Est. 138	Tramo K21+256-K30+372	K30+050	1159291	1331220	Estratific.	273	49	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Alternancia de shale y lodolitas negras con niveles de arenisca, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	91	59	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	13	77						
Est. 110		K30+092	1159276	1331177	Estratific.	275	33	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Shale y lodolitas negras, con niveles de areniscas, dispuestos en estratos de espesor decimétricos. Ligeramente meteorizadas. Estratificación contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	175	83	0.2 - 0.6	<1				
					Diaclasa 2	4	79						
Est. 137		K30+130	1159269	1331143	Estratific.	265	42	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Alternancia de shale y lodolitas negras con niveles de arenisca, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	13	72	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	111	60						
Est. 136		K30+160	1159259	1331115	Estratific.	275	37	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Calizas y lutitas moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.
					Diaclasa 1	169	76	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 2	66	55						
Est. 109	K30+200	1159249	1331075	Estratific.	265	36	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Lutitas grises fisibles y calizas competentes, moderadamente meteorizada. Estratificación contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	90	40	0.2-0.6	<1					
Est. 135	K30+240	1159244	1331033	Estratific.	285	33	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Calizas fósiles y lutitas, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	177	67	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	60	66							

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
Est. 100	Tramo K21+256-K30+372	K30+360	1159221	1321589	Estratific.	110	32	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Limolitas grises y areniscas de grano fino. Ligeramente meteorizadas.
					Diaclasa 1	289	61	0.2 - 0.6	<1				
					Diaclasa 2	234	79						
Est. 108	K30+360	1159216	1330923	Estratific.	94	89	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Limolitas grises y calizas fosilíferas, moderadamente meteorizada. Estratificación desfavorable a la pendiente, dato anómalo.	
				Diaclasa 1	14	52	0.2 - 0.6	<1					
				Diaclasa 2	355	50							
334 (NOMBRE EN GPS)	Tramo K30+372-K42+440	K30+630	1159036	1330730	Estratific.	1	71						
					Diaclasa 1	241	80						
					Diaclasa 2	105	44						
Est. 74	K42+380	1159263	1319676	Estratific.	110	59	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca gris masiva de grano fino. Ligeramente meteorizadas. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	4	86	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	79	64							
Est. 76	K42+400	1159230	.319.675	Estratific.	106	55	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca gris masiva de grano fino. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	1	85	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	100	70							
Est. 75	15 m al NNW de K42+440	1159243	1319681	Estratific.	199	26	>2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Arenisca gris masiva de grano fino. Inalterada.	
				Diaclasa 1	4	86	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	349	84							
Est. 73	32 m al W de K42+500	1159190	1319639	Estratific.	120	46	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca gris masiva de grano fino. Muy alterada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	29	88	0.2 - 0.6	<1					
				Diaclasa 2	49	54							
Est. 77	18 m al SW de K42+580	1159173	1319562	Estratific.	109	48	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca gris masiva de grano fino. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	19	88	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	329	74							
Est. 82	K42+655	1159206	1319496	Estratific.	100	48	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca gris, masiva de grano fino. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	314	60	0.2 - 0.6	<1					
				Diaclasa 2	215	69							
				Diaclasa 3	284	32							
78	K42+780	1.159.856	1.323.954	Estratific.	255	32	0.06-0.2	<1	>5	Seco	Duro (Roca triturada)	Estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.	
				Diaclasa 1	102	20	0.2 - 0.6	<1					
				Diaclasa 2	202	82							
Est. 78	K42+780	1159259	1319378	Estratific.	288	88	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a medio. Moderadamente meteorizada. Estratificación anómala respecto al comportamiento del macizo rocoso, N72E/88W.	
				Diaclasa 1	102	20	0.2 - 0.6	<1					
				Diaclasa 2	202	82							
Est. 79	K42+850	1159265	1319313	Estratific.	95	24	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a medio. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	102	43	0.2-0.6	<1					
				Diaclasa 2	215	80							
Est. 80	K42+886	1159268	1319275	Estratific.	119	34	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a medio. Ligeramente meteorizada Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
				Diaclasa 1	32	72							
				Diaclasa 2	354	62	0.2-0.6	<1					

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones	
Est. 81	Tramo K42+440-K44+900	K42+907	1159273	1319255	Estratific.	115	73	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca de grano fino a medio. Ligeramente meteorizada Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
					Diaclasa 1	205	61	0.2-0.6	<1					
EG-CP-G1-010	Fuera del área de intervención	282 m al E de K43+000	1159571	1319182	Estratific.	100	60	0.2-0.6	>20	<1	Ligeram. húmedo		Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.	
					Diaclasa 1	290	62							
					Diaclasa 2	355	77							
					Diaclasa 3	80	40							
Est. 84	K43+500	1159350	1318679	Estratific.	58	77	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa masiva de grano medio, moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	253	87	0.2 - 0.6	<1						
Est. 83	47 m al W de K43+890	1159301	1318256	Estratific.	132	72	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	32	87	0.2 - 0.6	<1						
Est. 86	64 m al W K44+060	1159299	1318113	Estratific.	136	30	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa de grano medio a grueso, intercalada con estratos de lutita. Moderadamente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	294	75	0.2 - 0.6	<1						
Est. 88	K44+120	1159326	1318066	Estratific.	118	19	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa de grano medio a grueso, masiva. Moderadamente. Meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	226	88	0.2 - 0.6	<1						
Est. 87	59 m al W de K44+160	1159272	1318027	Estratific.	130	50	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa de grano medio a grueso, masiva. Moderadam. Meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	255	62	0.2 - 0.6	<1						
Est. 89	K44+160	1159306	1318028	Estratific.	149	31	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa de grano medio a grueso, masiva. Ligeramente meteorizadas. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.		
				Diaclasa 1	209	80	0.2 - 0.6	<1						
62	Tramo K44+900-K46+737. Zodme	576 m al E de K44+180	1159899	1318011	Zona de Cizalla	215	40	<0.06	1.0-3.0	0.1-1.0	Seco	Oxido hierro	Zona de influencia de fallas, estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes. Plano de falla con relleno de roca triturada y óxidos de hierro; se observan estrías de falla	
					Estratific.	180	39	0.06-0.2						No existe
Est. 85	Tramo K42+440-K44+900	K44+200	1159331	1317990	Estratific.	120	28	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa masiva de grano medio a grueso. Ligeramente meteorizada. Contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de cortes en la vía.	
					Diaclasa 1	273	85	0.2 - 0.6	<1					
Est. 90	Tramo K42+440-K44+900	K44+500	1159341	1317685	Estratific.	173	31	>2	>20	01-may	Seco	Ninguno	Intercalación de areniscas de grano fino con arcillolitas deleznales. Muy alterada.	
					Diaclasa 1	202	87	0.2 - 0.6	<1					

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)	Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones	
69	Tramo K42+440-K44+900. Acceso a ZODME	377 m al E de K44+640	1159742	1317565	Diaclasa 3	312	72					Zona de influencia de fallas.	
					Estratific.	107	66	0.06-0.2	>20	1.0-5.0	Flujo		Blando (Limo)
68	Fuera del área de intervención	542 m al E de K44+720	1.159.911	1.317.472	Diaclasa	8	70					Zona de influencia de fallas, estratificación en el mismo sentido de la pendiente, desfavorable a la estabilidad de taludes.	
					Estratific.	172	21	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco		No existe
PC-CP-G1-PR85+400	Fuera del área de intervención	305 m al E de K44+740	1.159.676	1.317.441	Estratific.	165	45					Estratificación de contrapendiente estructural, favorable a estabilidad.	
					Estratific.	145	40	0.2-0.6	>20	0.1-1.0	Seco		Duro/<5mm
628 (NOMBRE EN GPS)	Fuera del área de intervención	308 m al E de K44+740	1159301	1318147	Diaclasa 1	115	60		3.0-10.0			Contrapendiente estructural. Moderadamente meteorizada	
					Diaclasa 2	36	86						
614 (NOMBRE EN GPS)	Tramo K42+440-K44+900	K44+750	1159344	1317442	Estratific.	12	44	<0.06	>20	1.0-5.0	Seco	Blando/<5mm	Altamente meteorizada
					Diaclasa 1	135	68						
239 (NOMBRE EN GPS)	Tramo K48+200-K49+217,3	K44+820	1161004	1313654	Diaclasa 2	215	51					Zona de influencia de falla.	
					Estratific.	268	40	0.06-0.2	>20	Cerrada			
232 (Nombre en GPS)	Fuera del área de intervención		1.161.079	1.313.403	Diaclasa 1	4	80						
					Diaclasa 2	86	71						
59	Tramo K44+900-K46+737. Acceso a Zodme	428 m al E de K45+560	1159537	1316649	Estratific.	104	21	<0.06	>20	Cerrada	Seco	No existe	Intercalaciones de areniscas, lutitas y lodolitas grises oscuras. Zona de influencia de fallas, estratificación contrapendiente, favorable a la estabilidad de taludes
					Estratific.	120	24	<0.06	>20	Cerrada	Seco	No existe	
58	Fuera del área de intervención	441 m al E de K45+640	1159527	1316593	Diaclasa	165	90		3.0-10.0				
					Estratific.	325	41	<0.06	>20	0.1-1.0	Seco		No existe
57	Fuera del área de intervención	239 m al E de K45+760	1159545	1316469	Estratific.	80	40	0.06-0.2	>20	<1	Seco	Ninguno	Rocas de la Formación Colón – Mito Juan (Kscm), Intercalaciones de estratos de arcillolitas grises, areniscas de grano fino, grises y carbón (dentro de drenaje). Moderadamente meteorizada
					Estratific.	83	42						
EG-33	Fuera de área de intervención	345 m al E de K46+500	1159574	1315795	Estratific.	90	38						
					Estratific.	92	35						
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Estratific.	87	36					Estratos de arenisca de grano fino a medio, cuarzosa, presencia de lentes de arcillolita gris angulosa. Estratificación en contrapendiente estructural, con estratificación dominante N5W-NS/32-45E. al este del tramo del túnel	
					Diaclasa 2	254	81	0.6-2.0	<1				
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Diaclasa 2	261	76						
					Diaclasa 2	255	85						
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Estratific.	85	32	0.06-.2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	
					Estratific.	50	41						
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Estratific.	50	40						
					Estratific.	90	35						
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Estratific.	85	45						
					Diaclasa 1	200	75	0.06-0.2	<1	>5	Ligeram. Húmedo		Arcilla
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Diaclasa 1	200	77						
					Diaclasa 1	198	72						
EG-30	Fuera de área de intervención	949 m al E de K47+120	1160387	1315222	Diaclasa 2	345	80	0.2-0.6	10.-20.0	<1	Seco	Ninguno	
					Estratific.	85	32	0.06-.2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)	Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacia do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones	
EG-32	Fuera de área de intervención	1,5Km al E de K47+160	1160540	1315186	Diaclasa 2	340	77					Estrato de areniscas de grano fino gris claro, intercalado hacia la base con arcillolitas gris oscuro a negras. Moderadamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, con estratificación dominante NS/42-50E.	
					Estratific.	90	44	0.06-0.2	>20	<1	Seco		Ninguno
					Estratific.	85	42						
					Estratific.	83	42						
					Estratific.	92	48						
					Diaclasa 1	190	87	0.2 - 0.6	<1	>5			
					Diaclasa 1	176	80						
					Diaclasa 1	178	84						
					Diaclasa 1	182	87						
					Diaclasa 2	264	81						
Diaclasa 2	240	73											
Diaclasa 2	258	76											
EG-31	Por fuera del área de intervención, al este del tramo del túnel	991m al E de K47+260	1160465	1315124	Estratific.	100	48	0.2 - 0.6	>20	<1	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca de grano fino color habano algo amarillento, intercaladas con estratos de arenisca de grano fino. Altamente meteorizada. Estratificación en contrapendiente estructural, con estratificación dominante N10W-N10E/20-55E.
					Estratific.	100	20						
					Estratific.	88	45						
					Estratific.	92	55						
					Estratific.	82	37						
					Estratific.	80	42						
					Diaclasa 1	265	33	0.6 - 2.0	1.0-3.0	>5			
					Diaclasa 1	270	40						
					Diaclasa 1	271	37						
					Diaclasa 2	225	45	0.2 - 0.6	<1				
Diaclasa 2	230	35											
EG-28	Al W del área de intervención, Tramo Túnel	103 m al W de K48+040	1159608	1314310	Estratific.	100	40	0.6-2.0	>20	1-5	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca de color habano, cuarzosa de grano fino. Estratificación en contrapendiente estructural, entre N2E-N10E/40-45E.
					Estratific.	97	44						
					Estratific.	98	42	0.2-0.6					
					Estratific.	99	43	0.6-2.0					
					Estratific.	92	45	0.2-0.6					
					Diaclasa 1	272	42	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 1	270	41						
					Diaclasa 1	280	42						
					Diaclasa 1	282	42						
					Diaclasa 1	266	40						
Diaclasa 2	210	78			>5								
Diaclasa 2	222	82											
EG-29	Al W del área de intervención, Tramo Túnel	53m al SE de K48+100	1159700	1314255	Estratific.	80	40	0.2-0.6	>20	01-may	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa de grano medio, color habano algo amarillento, con presencia de lentes de arcillolitas grisáceas
					Estratific.	75	40						
					Estratific.	78	41						
					Estratific.	87	46						
					Estratific.	92	43	0.06-0.2					
					Diaclasa 1	297	52	0.2-0.6	<1				
					Diaclasa 1	285	30						
					Diaclasa 1	290	45						
					Diaclasa 1	285	48						
					Diaclasa 2	360	75	0.6-2.0					

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espacio do (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
656 (NOMBRE EN GPS)	Fuera del área de intervención,	111 m al W de K48+100	1159773	1314109	Diaclasa 2	350	73						Rocas ligeramente meteorizadas.
					Diaclasa 2	342	80						
					Estratific.	260	33	0.6-2.0	>20	<1	Seco	Duro/<5mm	
					Diaclasa 1	340	60		1.0-3.0				
					Diaclasa 2	49	59						
657 (NOMBRE EN GPS)	Fuera del área de intervención,	115 m al W de K48+330	1159640	1314295	Estratific.	260	39	0.2-0.6	>20	1.0-5.0	Goteo	Blando/<5mm	Rocas ligeramente meteorizadas. Margen izquierda río Pamplonita, contraria al trazado de la vía
					Diaclasa 1	20	87		3.0-10.0				
					Diaclasa 2	115	53		<1	<0.1		Duro/<5mm	
EG-CP-G1-81+300	Fuera del área de intervención,	115 m al W de K48+330	1159777	1314415	Estratific.	90	52	0.6-2.0					Margen izquierda río Pamplonita, contraria al trazado de la vía
					Diaclasa 1	285	50						
					Diaclasa 2	355	85						
					Diaclasa 3	252	47						
EG-PC-001	Fuera del área de intervención,	62 m al NEE de K48+460	1159975	1313988	Estratific.	87	50	>2	>20	<1	Ligeramente húmedo		Contrapendiente estructural, favorable a la estabilidad de taludes. Margen izquierda río Pamplonita, contraria al trazado de la vía
					Diaclasa 1	305	47	0.6-2.0	3.0-10.0				
					Diaclasa 2	193	70	0.2-0.6					
					Diaclasa 3	265	85		1.0-3.0				
					Diaclasa 3	235	30						
EG-27	Tramo K48+200 – K49+217,3	K48+600	1159913	1313875	Estratific.	86	36	0.2 - 0.6	>20	01-may	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca de grano medio a fino, intercalados con arcillolitas moderadamente meteorizadas. Estratificación en contrapendiente estructural, favorable para la estabilidad de taludes, entre N7W – N2W/33-42E.
					Estratific.	90	33						
					Estratific.	85	42						
					Estratific.	92	40						
					Estratific.	83	37						
					Estratific.	88	40						
					Diaclasa 1	180	57	0.6-2.0	<1				
					Diaclasa 1	160	52						
					Diaclasa 1	168	46						
					Diaclasa 1	190	50						
					Diaclasa 2	283	48			>5			
					Diaclasa 2	262	53						
					Diaclasa 2	265	48						
EG-26	Tramo K48+200 – K49+217,3	48 m al SSW de K48+800	1160028	1313653	Estratific.	95	33	0.2-0.6	>20	<1	Seco		Estratos de arenisca de grano fino, color gris claro algo amarillento, intercalados con arcillolita gris oscuro, muy fisible. Estratificación dominante entre N8W – N5E/33-46E
					Estratific.	82	35						
					Estratific.	85	37						
					Estratific.	83	39						
					Estratific.	81	46						
					Diaclasa 1	280	42	0.6-2.0	<1	>5			
					Diaclasa 1	265	50						
					Diaclasa 1	270	54						
					Diaclasa 1	263	46						
					Diaclasa 2	355	65	0.2-0.6					

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Nombre	Tramo*	Abscisa	Coordenadas (X, Y)		Discont.	Dir. Buz.	Buz.	Espaciodo (m)	Contin. (m)	Apert. (mm)	Agua	Relleno (Naturaleza/ espesor, mm)	observaciones
					Diaclasa 2	350	60			1.0-5.0			
					Diaclasa 3	305	43	0.6-2.0					
EG-25	Por fuera del área de influencia.	K49+500	1160788	1313331	Estratific.	75	25	0.06 - 0.2	>20	1.0-5.0	Seco	Ninguno	Estratos de chert silíceo color gris con oxidaciones. Parte en forma de bloques
					Estratific.	73	23						
					Estratific.	78	14						
					Estratific.	80	30						
					Estratific.	83	22						
					Estratific.	81	20						
					Diaclasa 1	350	75	0.2-0.6	<1	>5			
					Diaclasa 1	352	81						
					Diaclasa 1	347	72						
					Diaclasa 1	345	73						

Fuente: Ayesa Ingeniería, 2018

Los puntos EG-26, EG-27, 656, EG-CP-G1-81+300, EG-28, EG-29, 657, EG-33 fueron medidos sobre la formación Barco (E1b) con estratificación inclinada (buzamientos de 40-50° aproximadamente). Sobre estos afloramientos se estima un ligero a moderado fracturamiento, asociado a dos y tres familias de discontinuidades en areniscas grises y amarillentas. Esta unidad se ve altamente influenciada por una falla transversal NEE, con evidencia en campo de fracturamiento en la misma dirección. Adicionalmente, se identificaron lineamientos fotogeológicos en el sentido del sistema de fallas Pamplona-Chitagá.

Los puntos EG-PC-001, 838 (Nombre en GPS), 233, 234, Est. 166, Est. 167, Est. 168, y Est. 174 fueron medidos sobre la formación Los Cuervos (E1lc), con estratificación inclinada y buzamientos de 45° aproximadamente; estos afloramientos se presentaron moderadamente meteorizados. Al igual que la formación Barco, esta unidad presentó un moderado fracturamiento, con dos a tres familias de discontinuidades producto de la falla transversal, sistema NEE, medidas en areniscas y limolitas.

Los puntos EG-30, EG-31 y EG-32 fueron medidos sobre la formación Girón (Jg), con buzamientos de 40°E, aproximadamente; con alta influencia estructural evidenciada por alto grado de fracturamiento asociado a la falla Pamplona, de dirección N-S, y lineamientos fotogeológicos transversales a esta, presentando dos y tres familias de discontinuidades en areniscas y lodolitas rojizas. En la margen izquierda del río Pamplonita, este cuerpo litológico se encontró enmarcado entre dos sistemas de fallas, uno de dirección NS a lo largo del río Pamplonita, que pone en contacto estas rocas sedimentarias del Jurásico con rocas sedimentarias cretácicas, como la formación Aguardiente (Kia) y formación Capacho (Kic). El contacto hacia el norte de este cuerpo sedimentario se presenta por fallamiento inverso de dirección NE, con rocas de la formación Capacho tal y como se logra ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos 57, 58, 59, 68, 62 fueron medidos sobre afloramientos de la formación Colón-Mito Juan (Kscm), con buzamientos de 30°SE; la roca se presenta con alto grado de meteorización, con estrías que indican la presencia de un plano de falla. Esta unidad litológica se encuentra altamente influenciada por una falla inversa de cabalgamiento y otra falla transversal a esta, ver ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos 69, EG-CP-G1-85+400, 614 (NOMBRE EN GPS), Est 130, Est. 131, Est. 132, Est. 132_2, Est. 133, Est. 160, 207, 215, 365 (NOMBRE EN GPS) fueron medidos en afloramientos de la formación La Luna (K2l), con intercalaciones de areniscas, lodolitas silíceas (chert) y arcillolitas con buzamientos entre 50-60°SSW, aproximadamente; se evidencia influencia de falla inversa de cabalgamiento y falla transversal a esta, ver ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos Est. 83, Est. 85, Est. 86, Est. 87, Est. 88, Est. 89, Est. 100, Est. 111, Est. 115, Est. 116, Est. 117, Est. 118, Est. 159, Est. 161_2, Est. 162, Est. 163, 628 (NOMBRE EN GPS) y 78 fueron medidos sobre afloramientos de la formación Capacho (Kic), con intercalación de areniscas, lodolitas y lutitas muy físciles y buzamientos de 30° con

direcciones variables entre SE y SW. Esta unidad litológica, a lo largo del área de influencia, evidencia alta influencia estructural, con presencia de estratos muy fracturados, que presentan tres y cuatro familias de discontinuidades, y fallas inversas y de rumbo sinistral; ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos EG-CP-G1-010, Est. 73, Est. 74, Est. 75, Est. 76, Est. 77, Est. 78, Est. 79, Est. 80, Est. 81, Est. 82, Est. 84, Est. 109, Est. 110, Est. 112, Est. 113, Est. 114, Est. 119, Est. 120, Est. 121, Est. 122, Est. 123, Est. 124, Est. 125, Est. 126, Est. 127, Est. 128, Est. 135, Est. 136, Est. 137, Est. 138, Est. 141, Est. 142, Est. 143, Est. 143_A, Est. 144, Est. 151, Est. 152, Est. 153, Est. 154, Est. 155, Est. 156, Est. 157, Est. 158, 206, 232 (NOMBRE EN GPS) fueron datos tomados en afloramientos de la formación Aguardiente (Kia), conformada por estratos de areniscas cuarzosas de grano medio y lutitas, altamente inclinados, en general con buzamientos $>45^{\circ}$ SE, entre las abscisas K42+860 a K42+380 y entre la K22+000 a la K21+000; y hacia el SW entre las abscisas K30+240 a K29+340. Esto debido a la afectación del sistema de fallas y lineamientos presentes en la zona, de sentido NS y transversales a esta; presentan tres familias de discontinuidades, ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos Est. 148, Est. 149, Est. 150 y EG-PC-005-G2 fueron medidos en rocas del granito de Durania (Tjgd), moderadamente meteorizado. El punto Est. 148 se encontró muy cerca de una falla de cabalgamiento, la cual hace parte del contacto de esta unidad con la unidad cretácica Aguardiente (Kia), ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF.

Los puntos EG-CP-G1-008, EG-PC-G1-007, EG-PC-003-G2, Est. 169, Est. 170, Est. 171, Est. 172, Est. 173, Est. 175, Est. 176, Est. 177, Est. 178, Est. 180, Est. 181, 237, 239, 240 y 241, fueron medidos sobre rocas de la formación Mirador (E2m), conformada por capas de areniscas moderadamente meteorizadas, cuya estratificación presenta buzamientos menores a $25-30^{\circ}$ SE; la roca se presenta altamente fracturada con varias familias de discontinuidades.

Los puntos IT-PC-008-G2 y EG-CP-G1-006A fueron medidos sobre afloramientos de la formación Carbonera (E2c), con dos y tres familias de discontinuidades, buzando 35° NEE, aproximadamente.

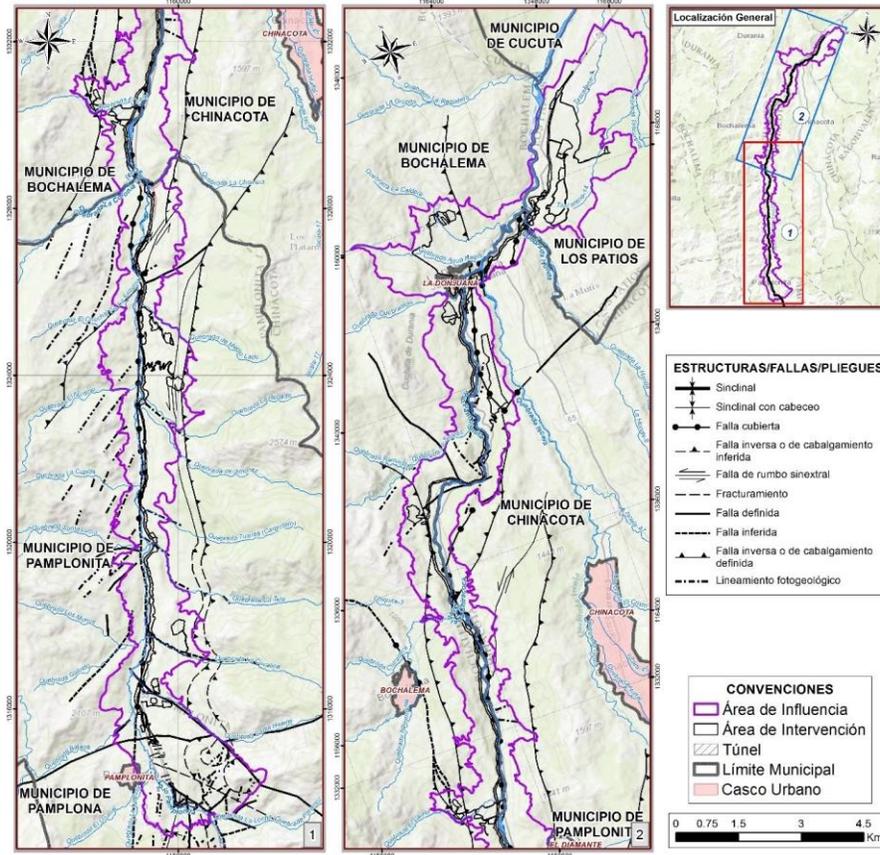
- **Fallas y Lineamientos Fotogeológicos**

La Figura 5.36 y el Mapa de Geología (plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF), muestran las fallas y lineamientos que afectan el área de influencia, los cuales se delimitaron a partir de cartografía regional, fotointerpretación (topografía lidar, imágenes de satélite y fotografías aéreas y comprobación en campo; además, se contó con información de ingeniería de detalle (Diseños). Como resultado de este análisis estructural se identificaron cuatro familias:

- i. Dirección NS a NNE-SSW
- ii. Dirección NE-SW

- iii. Dirección NE-E
- iv. Dirección NW-SE (falla de Labateca)

Figura 5.36 Estructuras geológicas regionales en área de influencia UF3-4-5



Fuente: Modificado de SGC, Mapa Geológico Planchas 110, 98, 99.

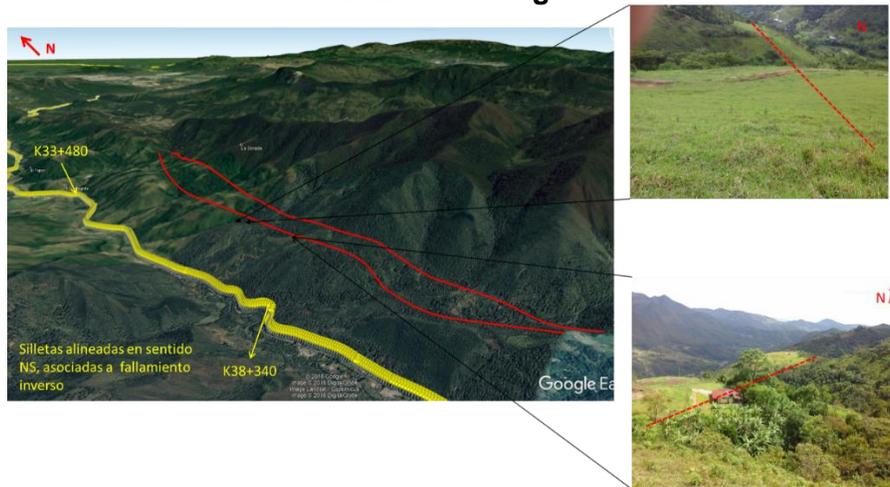
- **Fallas y Lineamientos N-S a NNE-SSW**

De mayor influencia sobre el área de estudio (UF3-4-5), pone en contacto rocas del Jurásico con rocas del Cretácico. Esta familia son fallas inversas de cabalgamiento de sentido sinistral. El trazo de ellas fue definido y determinado por la presencia de escarpes prominentes y continuos, además de cambios abruptos en la pendiente en ambos lados de los lineamientos marcados, y alineación de cuchillas, identificados por la topografía y fotointerpretación.

Esta familia afecta el corredor de la UF3-4-5 en un ancho aproximado de 4 km, identificando fallas y lineamientos con dirección NS a NNE-SSW, paralelos a la falla Pamplonita (PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2. Anexo 1 CARTOGRAFIA\D PDF). La zona

presenta alto fracturamiento y desarrolla abundantes deslizamientos y depósitos de materiales no consolidados en áreas de mayor pendiente, predominando los de tipo traslacional, asociados a laderas estructurales y laderas erosionales (contrapendiente estructural), además de la identificación de silletas alineadas en dirección N-S (ver Figura 5.37). Dicha familia afecta rocas principalmente del Cretácico, convirtiéndose en las más vulnerables a presentar los deslizamientos mencionados.

Figura 5.37 Silletas alineadas en sentido N-S, asociadas a fallamiento inverso de la Falla de Chitagá



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen: Google earth, 2017

Dentro de este mismo sistema de falla y lineamientos, se identifica hacia el norte del área de influencia, fallas y lineamientos de dirección NE-SW, de menor extensión. Este sistema de fallas cruza aproximadamente por el K35+500 del trazado vial, con una dirección NE-SW, afectando principalmente a las unidades cretácicas Aguardiente (Kia) y Capacho (Kic), Figura 5.38.

Figura 5.38 Fallas y lineamientos NE-SW

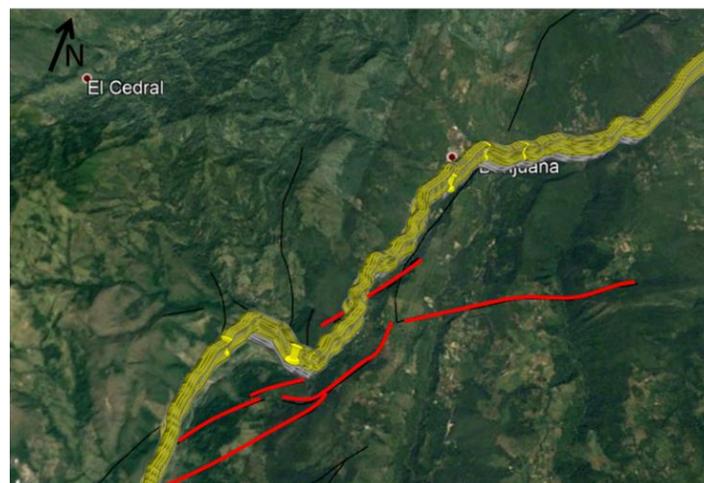


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen: Google earth, 2017

- **Fallas y Lineamientos NE-E**

Familia de fallas y lineamientos que dan continuidad a la falla de Boconó en Venezuela, transversal al sistema de fallas Pamplona-Chitagá; afecta rocas que van desde el Jurásico hasta el Paleógeno, Figura 5.39. Al oriente del área de influencia, este sistema de fallas separa el Neógeno (E1b, E1lc, E2m) del Cretáceo (Kia), con un gran desplazamiento horizontal de dichos bloques. En el área de influencia ocasionan un cambio fuerte de dirección del río Pamplonita, aproximadamente en el tramo de la vía entre K20+400 y K23+800.

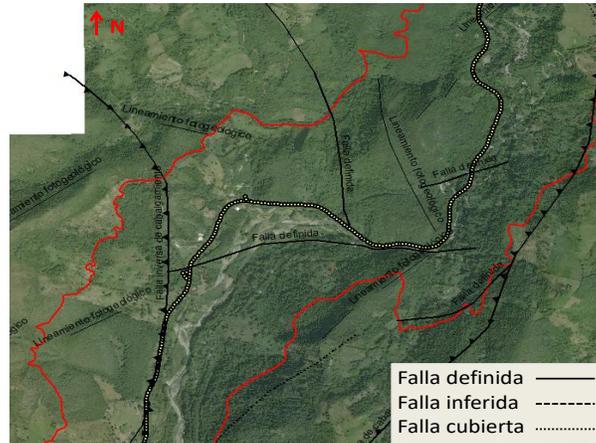
Figura 5.39 Fallas y lineamientos NE-E



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen: Google earth, 2017

Asociado a este sistema de fallas y al sistema de fallas de dirección N-S al cual corresponde al Falla Pamplonita, se explica el fuerte cambio de dirección del río Pamplonita, aproximadamente en el tramo K21+400 y K23+000, donde pasa de dirección NS a dirección EW, Figura 5.40.

Figura 5.40 Influencia estructural en cambio de dirección del río Pamplonita, NS a EW



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen: BingImage, sf.

- **Fallas y Lineamientos NW-SE (Falla de Labateca)**

Esta familia de fallas y lineamientos fotogeológicos, se encuentra asociada a una falla regional inversa que pone en contacto rocas cretácicas y jurásicas del Macizo de Santander al occidente y con rocas terciarias al Oriente (INGEOMINAS, 2001), terminando en el área de influencia de la UF3, intersectada por la falla del Río Pamplonita y una falla NE-E que condiciona el marco estructural de dicha unidad funcional, mostrándose un comportamiento diferente al sur y norte de dicha estructura, atravesando y afectando rocas desde el Jurásico hasta el Terciario, ver plano PMAC_007_EIA_MA_GR_001_SIG 1 y 2, Anexo 1 CARTOGRAFIA\ID PDF.

5.1.1.3.3 Sectorización Geológica

Se presenta la sectorización geológica para las tres unidades funcionales del proyecto, UF3, UF4 y UF5, analizando los rasgos geológicos, los procesos morfodinámicos y la caracterización del perfil de meteorización, que se presentan detallados la UF4 al observarse en terreno expuestos al aire; para las UF3 y UF5 no son evidentes por presentar zona cubiertas por depósitos recientes, que enmascaran los perfiles de meteorización para dichas zonas y no se pudo realizar su caracterización detallada, correlacionándose con los perfiles levantados para la UF4.

- **Sectorización Geológica UF-3**

El tramo vial de la UF3 se ha subdividido, en función de los rasgos geológicos observados, en los siguientes sectores:

Tabla 5-7. Sectorización geológica (Fuente: Elaboración propia).

ZONA HOMOGÉNEA	ABSCISAS
1	K34+000 – K42+100
2	K42+100 – K44+900
3	K44+900 – K47+300
4	K47+300 – 49+080

▪ **Zona Homogénea 1:**

Esta zona la caracterizan depósitos de edad reciente, entre los cuales se observan intercalaciones entre depósitos aluviales y depósitos de terraza aluvial, con pequeñas áreas ocupadas por depósitos coluviales, en general corresponde a un área de topografía plana asociada con la planicie aluvial del río Pamplonita, con zonas elevadas que corresponden a las terrazas y lóbulos asociados a los depósitos de origen coluvial. No se observan estructuras geológicas, sin embargo no se descarta su existencia, ya que estas estructuras quedan cubiertas por los depósitos recientes.

Inicia sobre depósitos aluviales de composición limo arenoso de humedad media alta, plasticidad media.

K34+460 a K34+990, proyectada sobre depósitos coluviales que suprayacen sedimentos de la formación Capacho (Kic), en un relieve inclinado (7-12%) a fuertemente inclinado (12-25%).

K34+820 a K35+060, en depósitos aluviales, margen derecha del río Pamplonita.

K38+406 a K38+433, sobre depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita y en K38+655 a K38+676, sobre depósitos aluviales en afluente al río Pamplonita.

▪ **Zona Homogénea 2:**

El trazado transcurre de una zona plana a una zona con relieve colinado, asociado con la ladera derecha del valle del río Pamplonita, litológicamente conformada por la presencia de rocas sedimentarias de edad cretácico de la Formación Colón Mito Juan, la cual es cubierta parcial y discordantemente por depósitos aluviales, depósitos de terraza y depósitos coluviales. Este sector presenta procesos de remoción en masa, y se observan coronas y cicatrices de deslizamientos.

Corresponde al paso por una secuencia sedimentaria de rocas cretácicas correspondientes a la Formación Aguardiente (K42+380 a K43+680), con coberturas de depósitos de ladera de espesores hasta de 13 m. Estas rocas sedimentarias se caracterizan en este tramo por presentar estratificación NE/46-59SE, favorable para la estabilidad de taludes que se conformen en este sector.

Entre K43+740 y K44+680, formación Capacho; en sondeo UF3-S17 se caracteriza por estratos de limolitas a areniscas de grano muy fino, con presencia de micas y óxidos de hierro, y vetas de cuarzo, color gris oscuro, moderadamente meteorizadas (III).

▪ **Zona Homogénea 3.**

El trazado transcurre a un área conformada por un depósito de abanico aluvial, el cual presenta una topografía elevada de superficie plana disectada por las corrientes hídricas actuales, esta zona presenta intercalaciones con depósitos aluviales recientes, depósitos coluviales y depósitos de terraza.

K44+400 a K44+510, en afluente del río Pamplonita, relieve fuertemente quebrado (25-50%). Escarpe de antiguo deslizamiento, de apariencia estable, correspondiente a un banco rocoso de 25 m de altura (UF3-S17), limolitas grises oscuras que gradan a areniscas de grano muy fino, moderadamente meteorizadas; con micas, óxidos de hierro y vetas de cuarzo; intercalada con arcillolitas limosas muy densas; meteorización leva a alta, físciles y altamente fracturadas. La orilla del cauce aflora la misma unidad litológica, correspondiente a 4,5 m de suelo residual compuesto de fragmentos de arcillolitas, medianamente denso a muy denso. Le siguen intercalaciones de arcillolitas moderadamente meteorizadas, localmente físciles, con presencia de óxidos de hierro, con limolitas arenosas, moderadamente meteorizadas, subfísciles.

Corresponde a un gran abanico terraza que evidencia la existencia de por lo menos dos eventos de depositación denominados Qat1 y Qat2, siendo el primero (Qat1), el más antiguo y el segundo (Qat2) el más reciente.

Apique realizado en K45+240 se identificaron las características del abanico terraza (Qat1), de textura limo arenosa, con presencia de raíces, fragmentos de roca

tamaño grava, cantos y bloques, con óxidos de hierro; color marrón, consistencia baja, humedad baja a alta, plasticidad alta,

▪ Zona Homogénea 4.

En la parte sur del trazado se observa un cambio litológico, hacia rocas sedimentarias de edad paleógeno de las formaciones Barco y Los Cuervos, las cuales se encuentran cubiertas hacia la parte baja de las laderas por depósitos aluviales, coluviales y conos de deyección producto de la erosión de las rocas del Paleógeno. En este sector se observan gran cantidad de procesos morfodinámicos.

En todos los sondeos realizados se observaron sedimentos de la formación Barco (E1b), consistentes en alternancia de areniscas, limolitas, y arcillolitas en estratos de espesor métrico. A nivel superficial se identificaron coberturas de depósitos coluviales.

Hacia el portal Norte del túnel, entre K47+200 y K47+220, la formación Barco se encuentra cubierta por depósitos coluviales, de espesor 6-6,5 m, que se caracterizan por ser clasto soportados con gravas y cantos de areniscas de grano fino a medio y arcillolitas de longitud hasta 4,6 cm; embebidos en matriz limo arenosa (hasta 4,8 m) y arcillo limosa (hasta 7,85 m), de consistencia firme a muy rígida (sondeo UF3-S32A, K47+120). En sondeos UF3-S32 y UF3-S33, los coluviones tienen un espesor de 3.5-6.5 m, matriz soportado, textura arcillosa con algo de arenas a arenosa, el varía de color gris parduzco a crema; gravas de areniscas masivas a laminadas, color gris a crema, diámetro <1 m; consistencia firme a densa.

Este tramo de la vía cruza a través de rocas sedimentarias cretácicas de las formaciones Barco (E1b) y Los Cuervos (E1c), ambas con coberturas de depósitos coluviales de dimensiones variables. Estas formaciones presentan una estratificación NS a NNW-SSE con buzamientos al este, desarrollando laderas de contrapendiente estructural, favorables para la estabilidad de taludes. A partir del portal de salida del túnel Pamplonita K48+200 a K48+334, se cruza por un depósito coluvial de espesor 4,5 m, está conformado por depósito matriz soportado, de textura arcillosa, muy plástica, gris, de consistencia firme; contiene fragmentos de roca tamaño grava, angulares, de composición arcillolitas y limolitas.

Entre K48+334 y K48+816, afloran rocas de la formación Barco (E1b), que se caracterizan por el desarrollo de suelos residuales de espesor hasta 2 m, cuya textura varía entre limo arcillosa a arenas finas, color café amarillento a marrón rojizo oscuro, humedad baja. Esta unidad litológica fue observada hasta profundidades de 30 m, compuesta por la intercalación de areniscas de grano fino color café claro, de espesores entre 4-6 m y arcillolitas, limolitas y lodolitas, de espesor 3-10 m, grado de meteorización varía de moderada a alto (III a IV), altamente fracturadas.

Entre K48+816 y K49+149 se cruza a través de rocas sedimentarias de la Formación Los Cuervos (E1lc), compuestas de arcillolitas altamente fracturadas, color gris oscuro a negro; alto grado de meteorización (IV), localmente ligeramente calcáreas y carbonosas. Presenta niveles de carbón negro, brillante, fractura concoidea, Figura 5.82. También se observa como intercalación de areniscas de grano muy fino, grises oscuras, moderadamente meteorizadas (grado III) de 1-3.5 m de espesor, intercaladas con limolitas arcillosas y arcillolitas limosas, grises oscuras a negras, de meteorización moderada a alta (III – IV), de espesor 1-2 m.

Considerando, además de la geología, los procesos morfodinámicos, la presencia de inestabilidades y las pendientes topográficas, para el área de la Unidad Funcional 3, las zonas homogéneas 1 y 3, se pueden considerar como zonas estables, por su parte la zona homogénea 2, se considera una zona moderadamente estable y por último la zona homogénea 4 se considera una zona inestable frente a deslizamientos superficiales.

- **Sectorización Geológica UF4**

En función de los rasgos geológicos observados, el tramo vial se ha subdividido, en tres zonas homogéneas:

Tabla 5.8 Zonas homogéneas

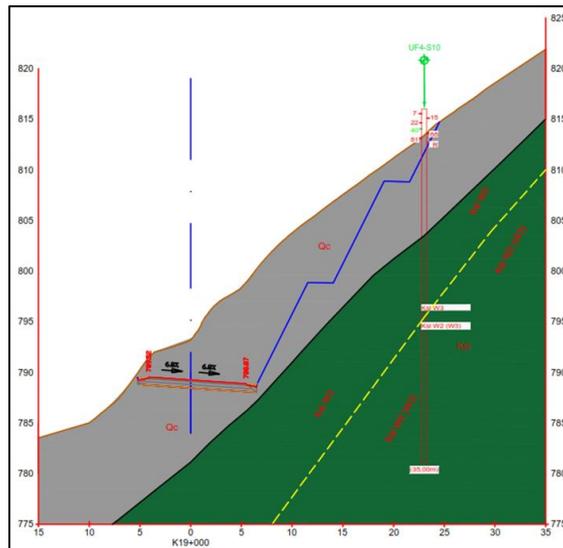
ZONA HOMOGÉNEA	ABSCISAS
1	K16+800 – K20+900
2	K20+900 – K25+000
3	K25+000 – 34+300

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado/ ECOGERENCIA/UVRP-SACYR, 2019

- **Zona Homogénea 1:**

El trazado discurre principalmente sobre depósitos cuaternarios de cauce aluvial, de terraza y de coluvión, además de los materiales pertenecientes a la formación Colón – Mito Juan.

Figura 5.41 Sección geológica con perfil de meteorización en la Zona Homogénea 1—K18+970.



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado/ ECOGERENCIA/UVRP-SACYR, 2019

Perfil de meteorización: En esta zona homogénea se aprecian principalmente los materiales correspondientes a las formaciones Capacho. La Luna y Colón Mito Juanque son por lo general una alternancia de arcillolitas, areniscas y shale de colores oscuros.

Un perfil de meteorización representativo de esta zona homogénea se puede apreciar a la altura del K 19+000 elaborado a partir de la información obtenida del sondeo UF4-S10.

En el metro más superficial se ha identificado un suelo residual limoarenoso de color marrón. Por debajo, hasta los 12.5 metros de profundidad se encuentra un depósito coluvial compuesto por gravas centimétricas a decimétricas en una matriz arenolimososa de color café. Entre los 12.5 y 20 metros de profundidad se aprecia una alternancia de arcillolitas calcáreas de color gris oscuro y areniscas calcáreas de color gris oscuro a negro con un índice de meteorización W3. A continuación se encuentra la alternancia de arcillolitas calcáreas de color gris oscuro y areniscas calcáreas de color gris oscuro a negro con shale de color negro con meteorización grado W2.

Estabilidad Geotécnica: El trazado discurre sobre un relieve moderadamente alomado, con pendientes suaves y frecuentes signos de inestabilidad superficiales.

▪ **Zona Homogénea 2:**

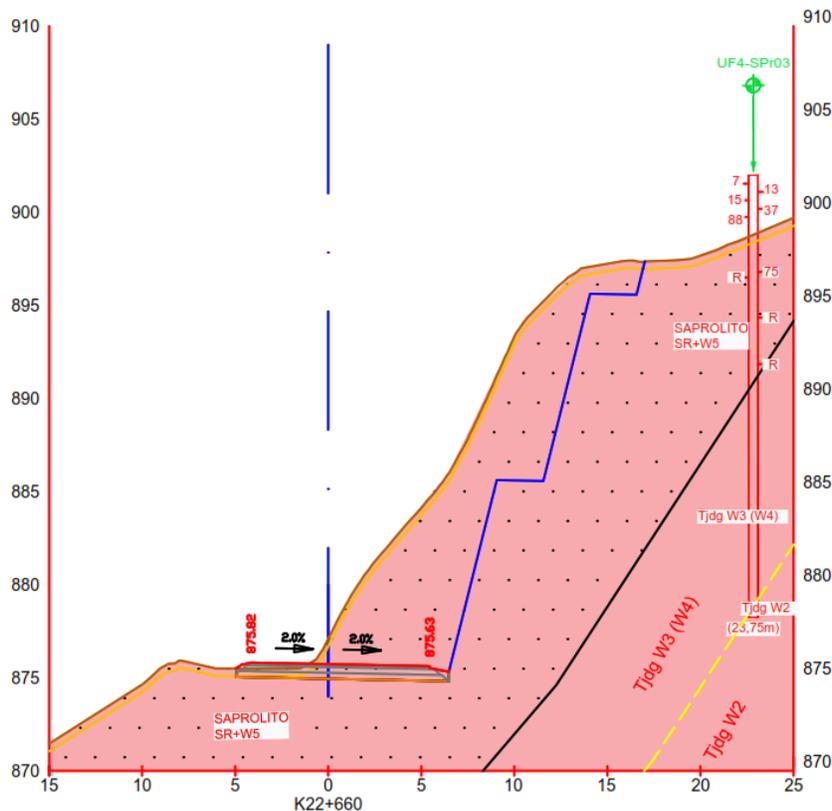
El trazado discurre principalmente sobre rocas ígneas graníticas correspondientes a la Fm. Granito de Durania (Tjgd), en menor proporción se aprecian rocas sedimentarias de la Fm. Capacho, La Fm. Aguardiente y la Fm. Tibu Mercedes.

Además de esto se aprecian depósitos cuaternarios de abanico aluvial, y de coluvión.

Hasta los once metros de profundidad está constituido por un suelo residual arenolimoso de color café con presencia de moscovitas W5, originado por la meteorización “in situ” de granito inferior. A continuación la roca se encuentra sana; hasta los 23 metros de profundidad meteorizada W3 – W4 y por debajo disminuye a grado W2.

Estabilidad Geotécnica: El trazado discurre sobre un relieve alomado, con pendientes moderadas a fuertes que en el sector no generan evidentes signos de inestabilidad superficiales.

Figura 5.42 Sección Geológica con perfil de meteorización en la Zona homogénea –K22+720

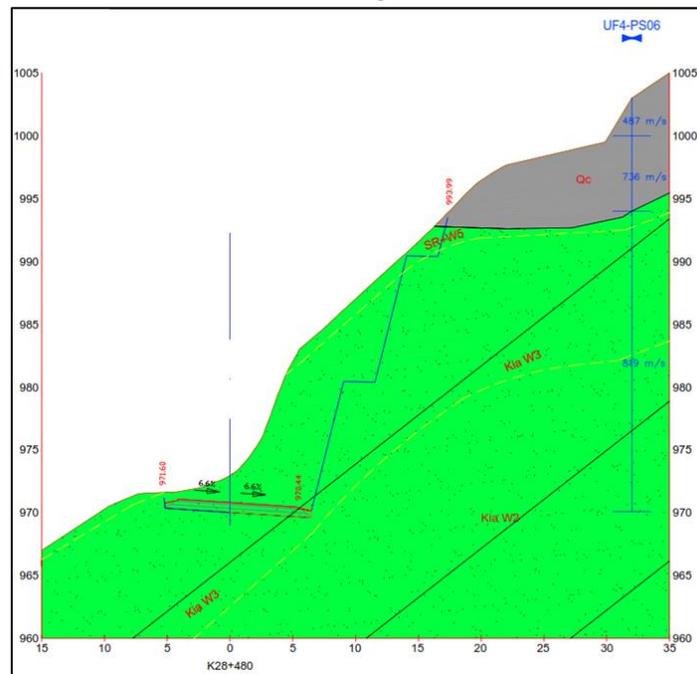


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado/ ECOGERENCIA/UVRP-SACYR, 2019

▪ **Zona Homogénea 3:**

El trazado discurre principalmente sobre depósitos cuaternarios de terraza, de coluvión y aluviales recientes. También hay sectores que transcurren sobre rocas sedimentarias de la Fm. Capacho y de la Fm. Aguardiente.

Figura 5.43 Sección Geológica con perfil de meteorización en la Zona homogénea 3-K26+800.



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado/ ECOGERENCIA/UVRP-SACYR, 2019

Como se puede observar, hasta los cuatro metros de profundidad se ha identificado un suelo residual limo-arenoso de color café claro con presencia de grava. A continuación, y hasta los nueve metros de profundidad que termina el sondeo, se recuperó arenisca de grano fino y color habano claro correspondientes a la Fm. Aguardiente (Kia) meteorizada W2 – W3.

Estabilidad Geotécnica: El trazado discurre sobre un relieve alomado, con pendientes suaves y frecuentes signos de inestabilidad superficiales.

La cartografía geológica se presenta en el Anexo para cada Unidad Funcional 3. DISEÑO\9. Geología\Perfil Longitudinal Diseño - Geología\UF\Volumen III. Geología – UF3,4,5\02. Anexos\Anexo_02

La prospección geológica de cada una de las estructuras, se existentes en el proyecto, se presenta en los Anexos para cada unidad funcional, Anexo 3. DISEÑO\2. Estabilidad de Taludes, Anexo 3. DISEÑO\7. Estructuras y Anexo 3. DISEÑO\10. Fundaciones.

- **Sectorización Geológica UF5**

En función de los rasgos geológicos observados, el tramo vial de la UF5 se ha subdividido, en tres sectores homogéneos:

Tabla 5-9. Sectorización geológica

ZONA HOMOGÉNEA	ABSCISAS
1	K10+900 – 13+900
2	K13+900 – 15+400
3	K15+400 – K17+160

(Fuente: Elaboración propia).

- **Zona Homogénea 1**

El trazado discurre principalmente sobre depósitos cuaternarios de terrazas altas y bajas (Qt1 y Qt2), además de algún sector sobre depósitos de cauce aluvial reciente.

Estratigrafía: En esta zona homogénea se aprecia una columna estratigráfica que comprende depósitos cuaternarios de terraza y de cause aluvial reciente. Los depósitos de terraza en este sector se caracterizan por ser materiales detríticos, heterométricos y muy consolidados que se separan en terrazas altas y bajas (Qt1 y Qt2); los depósitos aluviales recientes se caracterizan por ser materiales inconsolidados asociados a corrientes de agua recientes. Se observan también afloramientos de rocas sedimentarias asociadas con la Formación Carbonera (E2c), los cuales no afloran en el trazado previsto de la Unidad Funcional 5.

Perfil de meteorización: En esta zona homogénea se aprecian principalmente los materiales correspondientes a las terrazas aluviales, por lo cual no se puede apreciar un perfil de meteorización representativo en estos materiales.

Estabilidad Geotécnica: El trazado discurre sobre un relieve moderadamente alomado, con pendientes fuertes y pocos signos de inestabilidad superficiales; lo que evidencia que los depósitos de terraza en este sector tienen buenas condiciones de estabilidad. Se aprecian taludes verticales sin intervenciones que no muestran signos de inestabilidades.

▪ Zona Homogénea 2:

El trazado discurre principalmente sobre los materiales paleógenos correspondientes a las formaciones Los Cuervos y Mirador. También hay pequeños tramos en donde la vía transcurrirá sobre depósitos cuaternarios de coluvión, terraza y de cauce aluvial.

Estratigrafía: En esta zona homogénea se aprecia una columna estratigráfica que comprende los materiales paleógenos de la Formación Los Cuervos, Formación Mirador, depósitos cuaternarios de coluvión, de terraza y de cauce aluvial reciente. Los materiales correspondientes a las formaciones Los Cuervos y Mirador corresponden con intercalaciones de arcillolitas, limolitas y areniscas cuarzosas principalmente feldespáticas, de color blanco, bien seleccionadas, interestratificadas con capas de limolita gris y lodolitas. Los depósitos de terraza en este sector se caracterizan por ser materiales detríticos, heterométricos y muy consolidados. Los depósitos aluviales recientes se caracterizan por ser materiales inconsolidados asociados a corrientes de agua recientes.

Entre K14+607 y K15+930, se ha delimitado la formación Los Cuervos (E11c). Desarrolla suelos residuales de composición grava a limo con algo de arena a arcillas limosas, los fragmentos de roca son angulares a subangulares, sueltos. La formación Los cuervos está conformada por estratos de limolitas arenosas silíceas con leve contenido de micas, color gris medio, meteorización moderada (III), muy fracturadas, de espesor 8 m; varía a arcillolitas silíceas intercaladas con limolitas, color gris medio a oscuro; meteorización alta y hacia la base moderada ((IV-III), humedad media a baja, plasticidad media-alta, puede presentarse laminación cruzada y niveles delgados de carbón altamente fracturado.

▪ Zona Homogénea 3:

El trazado de la vía entre las abscisas K15+400 y el K17+160, se caracteriza por una topografía plana a levemente inclinada asociada con geoformas de origen aluvial, geológicamente este tramo discurre sobre depósitos cuaternarios, con medio a alto grado de consolidación, principalmente sobre depósitos de terraza aluvial, además tramos cortos se localizan sobre depósitos coluviales y depósitos aluviales recientes. En este tramo se observan pequeños afloramientos de la Formación Colón Mito Juan (Kscm).

Estratigrafía: En esta zona homogénea se aprecia una columna estratigráfica que de base posee depósitos de terraza conformados por materiales detríticos, heterométricos y muy consolidados, cubiertos parcialmente por depósitos aluviales recientes caracterizados por ser materiales inconsolidados asociados a corrientes de agua recientes y depósitos coluviales conformados por gravas, cantos y bloques angulares a subredondeados en matriz limo-arcillosa producto de la acumulación por acción de la gravedad de materiales producto de la erosión de las formaciones geológicas preexistentes. Si bien se menciona la Formación Colón Mito Juan, esta se encuentra totalmente cubierta por los depósitos recientes ya mencionados.

Esta unidad cuaternaria se observa suprayaciendo estratos delgados de lodolitas, de espesor 10 cm, interestratificados con areniscas de grano fino, micáceas, grises oscuros, compactos, con estratificación ondulada, meteorización moderada (grado III) y estratificación N32E/34SE, correspondiente a la formación Los Cuervos (E1lc). Entre K16+100 a K16+200 y K16+450 a K16+660, se espera cruzar por depósitos coluviales. La composición observada en sondeos realizados sobre este depósito, los cuales suprayacen rocas sedimentarias. Son depósitos matriz soportados, textura arena limosa con gravas y bolos polimícticos, subredondeados, de diámetro hasta 80cm; color marrón, consistencia firme a muy firme.

5.1.1.3.4 Descripción geológica por zonas homogéneas

El corredor del área de intervención se dividió de acuerdo con sus características litológicas, estructurales, geomorfológicas y topográficas similares, las cuales se detallan a continuación.

- **Tramo K10+900 a K13+020**

El trazado de la vía comienza en la abscisa K10+900, este tramo se determinó con base en su ubicación en la parte alta de la terraza aluvial de Los Patios (Qt1), en un relieve ligeramente ondulado (3-7%) a ondulado (7-12%), Fotografía 5.27. El plano de terraza aluvial (Qt1) está conformado por bloques de areniscas de grano fino, cuarzosas, micáceas,

blancas con alteraciones amarillo-rojizas, redondeados a subredondeados, de diámetro >1 m, Fotografía 5.28.

Fotografía 5.27 Panorámica de terraza Los Patios (Qt1)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.28 Terraza aluvial, parte baja del K12+260



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

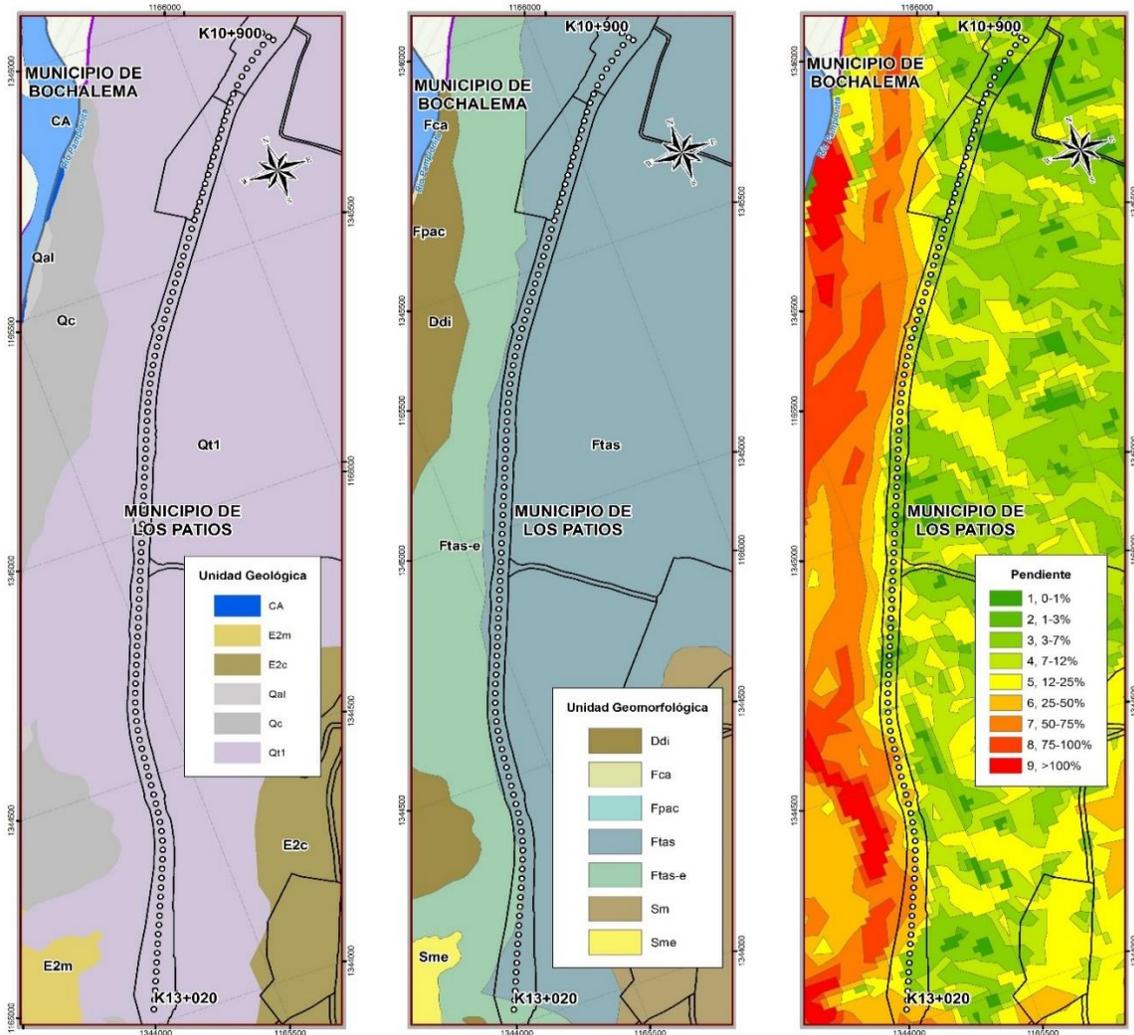
En cuanto a las unidades geomorfológicas, este tramo se ubica en la terraza de acumulación del municipio de Los Patios, entre K10+900 a K13+020 corresponde al plano de terraza (Ftas), Figura 5.44.

Los cortes sobre este terreno y taludes que se conformen pueden ser susceptibles de desarrollo de procesos erosivos como erosión en surcos y cárcavas, ocasionado por acción de acción de aguas de escorrentía y lavado de materiales finos.

- Obras proyectadas

Sobre este tramo se tiene proyectada la conformación de las ZODME 719 y 722, con sus respectivos accesos, en áreas ligeramente inclinadas (7-12%) a fuertemente inclinadas (12-25%), en las que no se esperan problemas de estabilidad ni de erosión.

Figura 5.44 Tramo K10+900 a K13+020



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

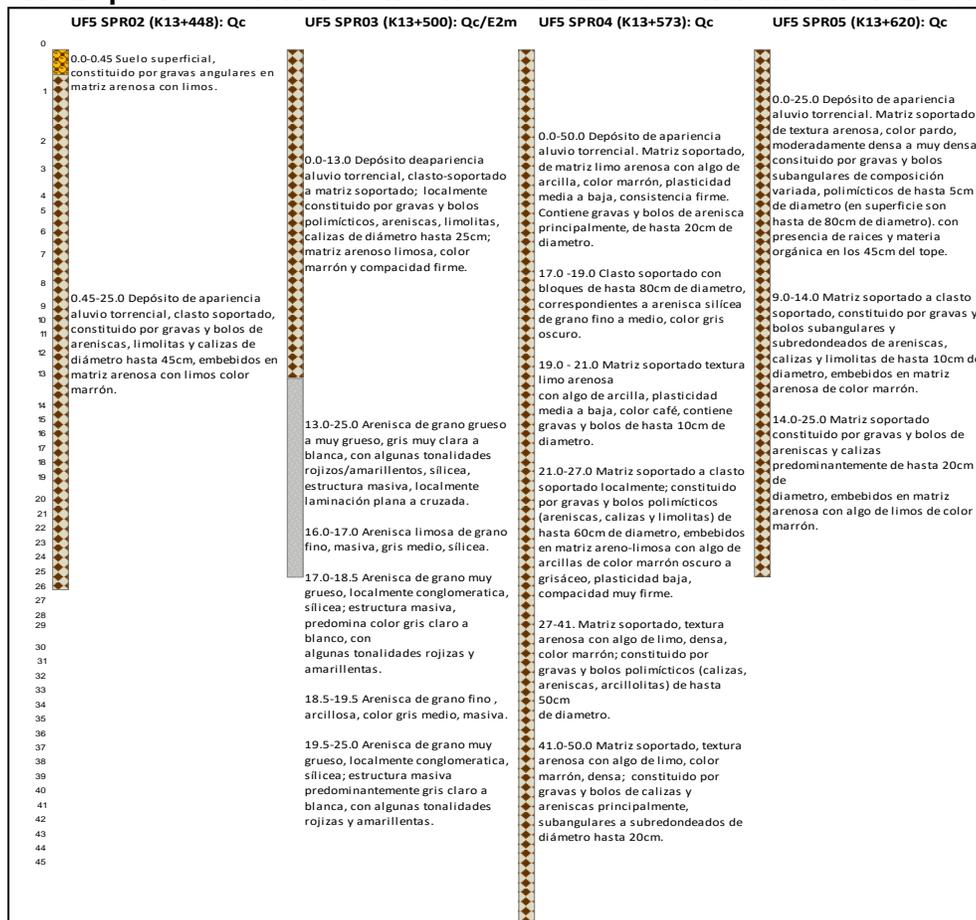
- **Tramo K13+000 a K14+413**

Este tramo de la vía corresponde al descenso del plano de terraza hacia la vía actual a través de una vertiente con pendientes entre fuertemente quebradas (25-50%), escarpadas (50-75%) hasta muy escarpadas (>75%).

Entre K14+310 y K14+410, se cruza por geoformas aluviales asociadas a un afluente del río Pamplonita; corresponden al cauce activo de la quebrada La Honda y terraza aluvial angosta ubicada en la margen izquierda de la mencionada quebrada, con una pendiente fuertemente quebrada (25-50%).

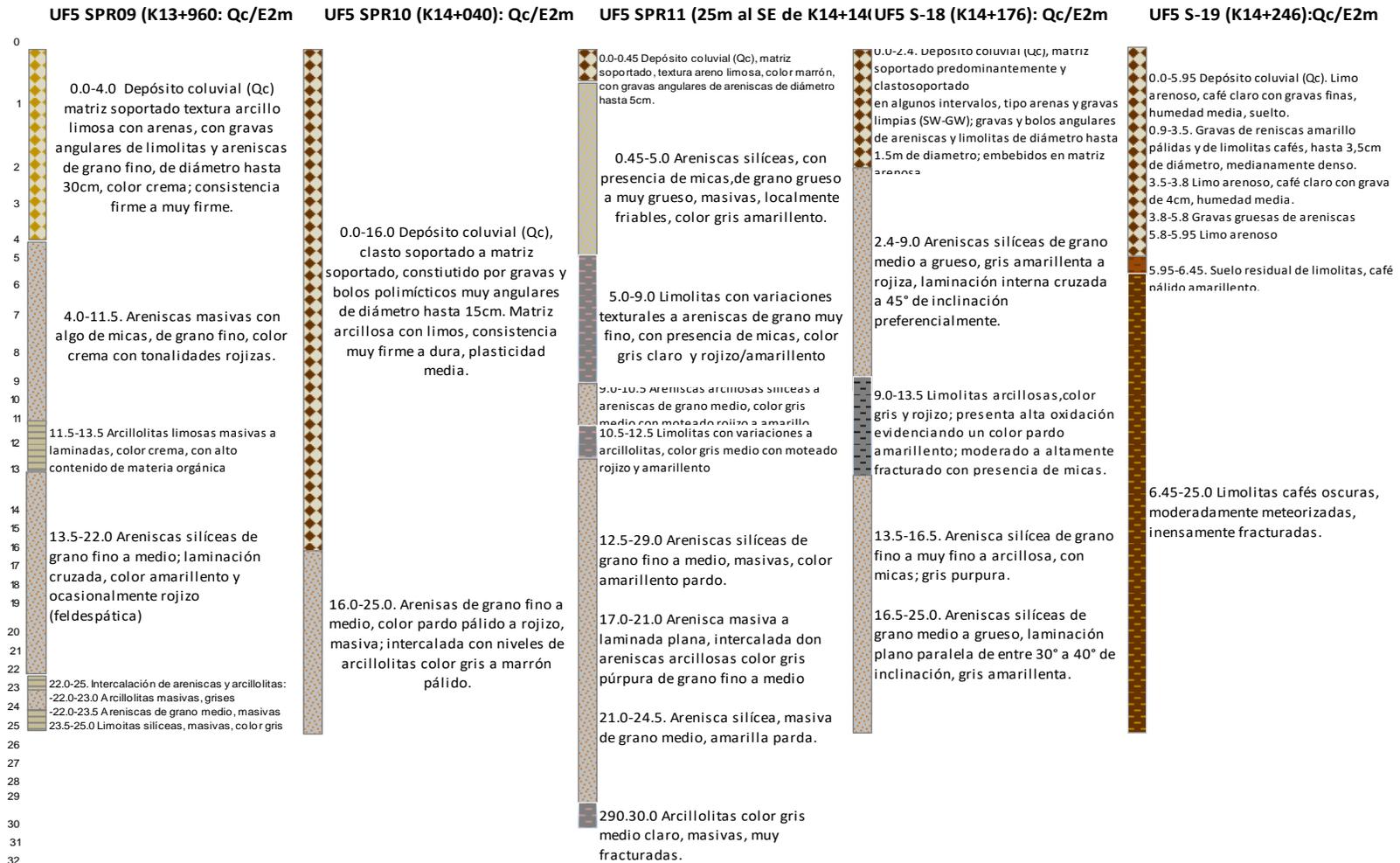
La geología que se cruza es de rocas sedimentarias de la Formación Mirador (E2m), conformadas principalmente por capas gruesas de areniscas cuarzosas, con abundantes coberturas de depósitos de ladera (Qc), que se estima serán intervenidas en las abscisas: K13+120 a K13+160, K13+240 a K13+340, K13+700 a K13+760, K13+855 a K13+890, K13+960 a K13+990, K14+010 a K14+140, K14+160 a K14+180, K14+210 a K14+260. La composición de los depósitos coluviales se observa Figura 5.45 y de la formación Mirador, en la Figura 5.46.

Figura 5.45 Depósitos coluviales en sondeos realizados en tramo K13+020 a K14+13



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIÓTICO 5.1.1- Geología \ ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Figura 5.46 Sondeos realizados en depósitos coluviales y sedimentos de la formación Mirador, tramo K13+020 a K14+413



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Con apoyo en los sondeos UF5-SPR09 – UF5-PR11, UF5-SPR18 – UF5-SPR19, la Formación mirador (E2m) se pudo caracterizar por estratos de areniscas de grano fino, masivas, con algo de micas, color crema con tonalidades rojizas y espesor 7-9 m, intercalados con limolitas con variaciones texturales a areniscas de grano muy fino, con micas, color gris claro y rojizo/amarillento de 4 hasta 18 m de espesor, ver Figura 5.46.

Esta unidad litológica conforma un relieve de meseta estructural (Sm) y escarpe de meseta (Sme), con estratos de rumbo NS a NW y buzamientos entre 20-30° al este; tiene asociados varios depósitos coluviales que evidencian la susceptibilidad al desarrollo a movimientos en masa

Figura 5.47 Sondeo UF5-S20, K14+380



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

▪ Obras proyectadas

- Entre el K13+446 y K13+622, se proyecta la construcción de un puente que pretende cruzar un drenaje, cuyas bases estarán ubicadas sobre sedimentos cuaternarios de la terraza aluvial de Los Patios, con espesores hasta de 50 m (UF5-SPR-02, UF5-SPR-03, UF5-SPR-04 y UF5-SPR-05); este depósito es matriz soportados a clasto soportado, constituido por gravas subangulares y subredondeadas de areniscas, calizas y limolitas, de diámetro hasta 10 cm, embebidos en matriz arenosa, moderadamente denso a muy denso.
- Un segundo puente está proyectado entre K13+760 y K14+040. Será construido sobre sedimentos de la terraza de Los Patios y rocas sedimentarias de la formación Mirador (E2m), con coberturas de depósitos coluviales de espesores. El material geológico identificado cerca del estribo norte del puente corresponde sedimentos de la terraza aluvial de Los Patios, con un espesor de por lo menos 32 m, varía de matriz soportado a clasto soportado, corresponde a una mezcla de gravas, arenas y limos, de plasticidad baja, humedad media, y consistencia baja a firme y muy firme. Contiene fragmentos de roca polimícticos de diámetro hasta 10 – 15 cm.

En la parte media del puente, se cruzará por un depósito coluvial de espesor 4 m (sondeo UF5-SPR-09), matriz soportado, de composición arcillosa y gravas de diámetro 30 cm, de consistencia firme a muy firme, que suprayace estratos de areniscas silíceas y masivas, de espesor 7 m, intercaladas con delgadas capas de arcillolitas masivas y limolitas silíceas, de espesores 1 – 2 m.

El estribo sur del puente se ubica sobre un depósito coluvial de 16 m de espesor, clasto soportado a matriz soportado, compuestos de gravas y bloques de roca, polimícticos, muy angulares, de diámetros hasta 15 cm, embebidos en matriz arcillosa con limos, de plasticidad media y consistencia muy firme a dura (sondeo UF5-SPR-10).

Estos materiales donde se proyecta la construcción del puente son susceptibles de movimientos en masa y erosión en cárcavas; requieren diseños geotécnicos, manejo de aguas de escorrentía y protección de las áreas expuestas a la acción erosiva.

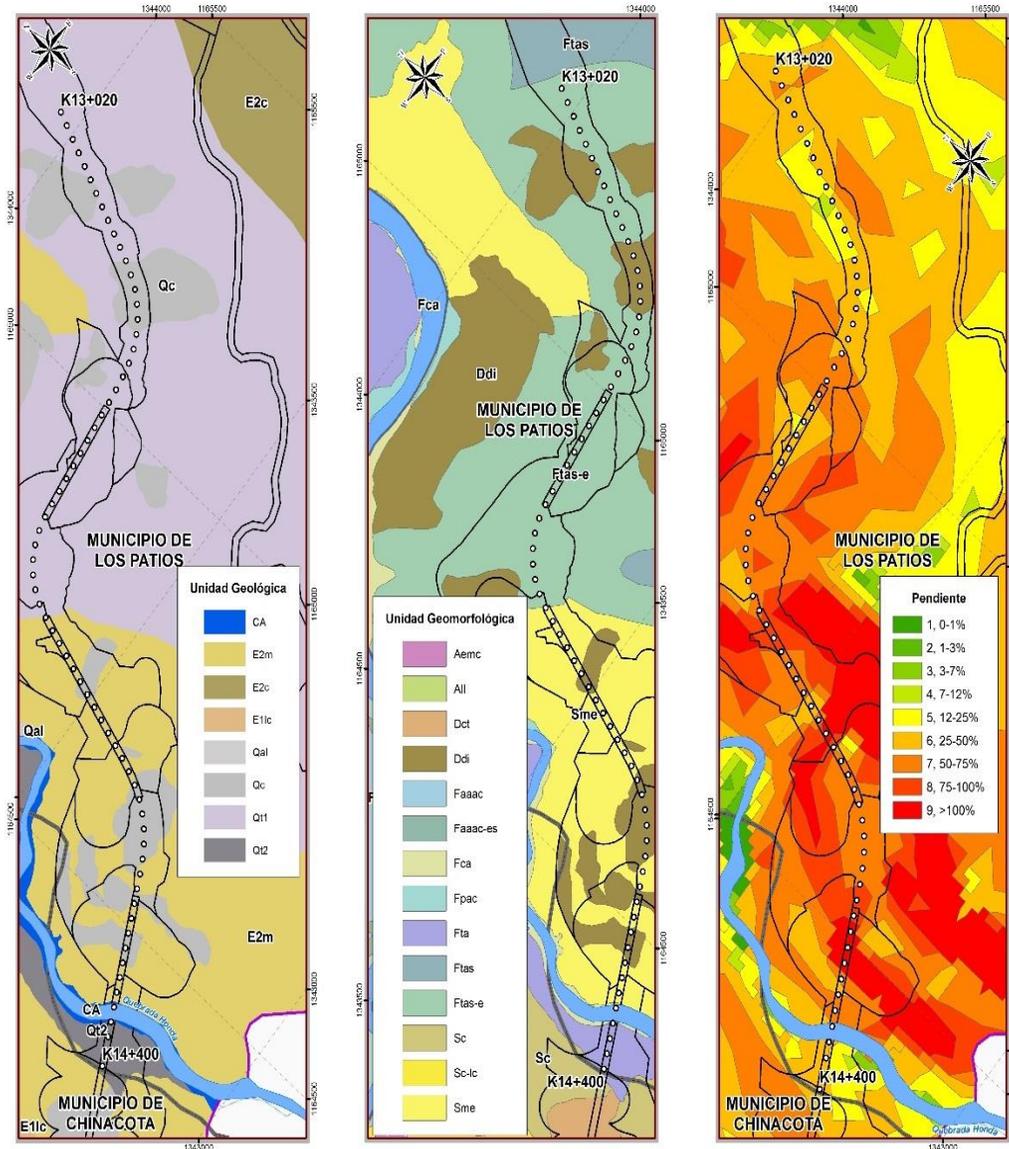
- El tercer puente que se proyecta construir en este tramo se localiza entre K14+180 y K14+560 sobre la quebrada La Honda, con una longitud de 380 m aproximadamente, inicia a media ladera del escarpe de plano de terraza, en una pendiente media del terreno escarpada (50-75%) a muy escarpada (>75%).

El estribo norte del puente se ubica a media ladera, en escarpe de meseta estructural, con estratificación NS a NW con buzamiento al este, cuya posición estructural favorece la estabilidad de los taludes en esta ladera. Comprende una cobertura de material coluvial de espesor 2 m, matriz soportado, constituido por gravas y fragmentos de roca angulares de areniscas y limolitas de hasta 5 cm de diámetro, embebidos en matriz arenosa con algo de limos, medianamente densa a muy densa (UF5-S18). Le siguen 23

m de rocas sedimentarias compuestas de estratos de 7 – 15 m de espesor, de areniscas silíceas de grano medio a grueso, intercaladas con capas de 4 m de limolitas arcillosas, moderada a altamente fracturadas con presencia de micas.

Hacia la parte central del puente (K14+260) se identificaron depósitos coluviales medianamente densos, de 1 - 6 m de espesor, que suprayacen suelos residuales de limolitas moderadamente meteorizadas, altamente fracturadas y oxidadas (UF5-S19). En el K14+400, se realizó sondeo UF5-S20 (Figura 5.44), donde se encontraron 16m de depósitos aluviales matriz soportados a clasto soportados, matriz arcillosa con abundante limo, humedad media, plasticidad alta, consistencia blanda a moderadamente firme, clastos de areniscas silíceas, de diámetro 2 – 5 cm. Este material aluvial suprayace rocas sedimentarias de composición arcillolitas, muy fracturadas, y oxidadas en planos de diaclasas con inclinaciones de 60° y de 45°, apertura <1mm, sin relleno; presentan planos de fricción 70° y 60°.

Figura 5.48 Tramo K13+000 a K14+413



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El extremo sur del puente se ubica sobre ladera estructural, con estratificación NS a NW y buzamientos entre 30 – 45° al este, cuya posición estructural es desfavorable para los taludes que en este sector se conformen. Los sondeos indican coberturas de depósitos coluviales de 12 – 14 m, que suprayacen rocas sedimentarias de la formación Mirador (E2m), de composición areniscas silíceas de grano fino, fracturadas, con planos de diaclasas a 40° y 55° (UF5-S21 y UF5-S22).

- **Tramo K14+413 a K15+930**

Se caracteriza por cruzar por rocas estratificadas en la margen derecha del río Pamplonita, en las formaciones Mirador, Carbonera y Los Cuervos; estas unidades de roca se presentan como cuestras (Sc), correspondientes a una ladera estructural de estratificación NE con buzamiento al SE y pendiente fuertemente quebrada (25-50%) y ladera contrapendiente de cuestra (SI-lc), Figura 5.49 y Figura 5.50.

Figura 5.49 Panorámica de cuestra (Sc) y ladera contrapendiente de cuestra (sc-lc)

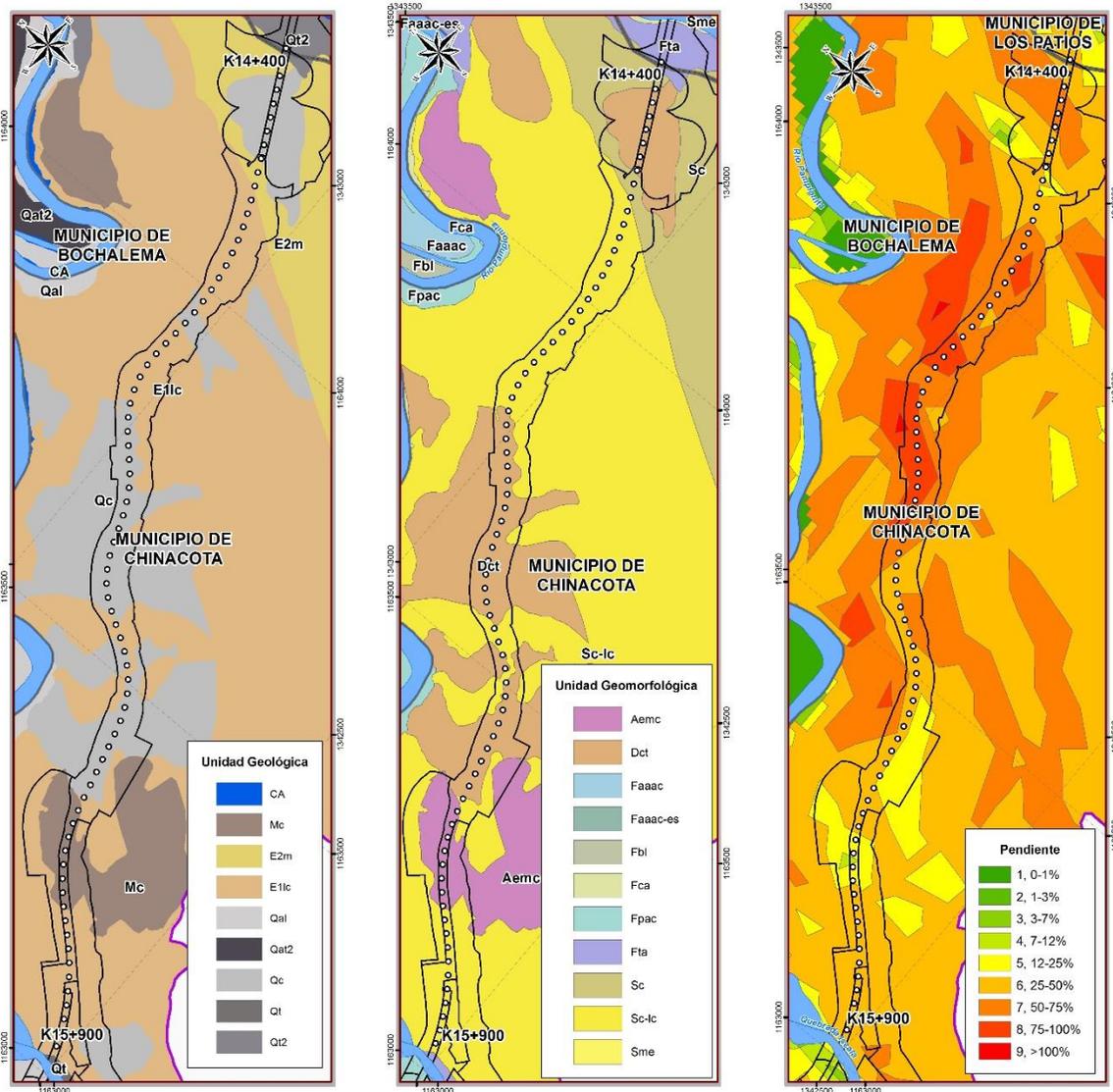


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Entre el K14+453 y K14+580 se identificó depósito coluvial de espesor 12-14m, que suprayace sedimentos de la Formación Mirador. Estos depósitos son una mezcla de fragmentos de roca tamaño grava de composición limos y areniscas, en matriz areno limosa, café medio a ocre; medianamente densa, humedad baja, plasticidad baja.

La Formación Mirador está compuesta de areniscas silíceas de grano fino, con capas delgadas de arcillolitas silíceas, color gris claro a medio, laminación cruzada, Figura 5.51. Este tramo de la vía será cruzado por una ladera estructural con buzamiento al este, cuyos cortes sobre el terreno serán susceptibles de deslizamientos planares.

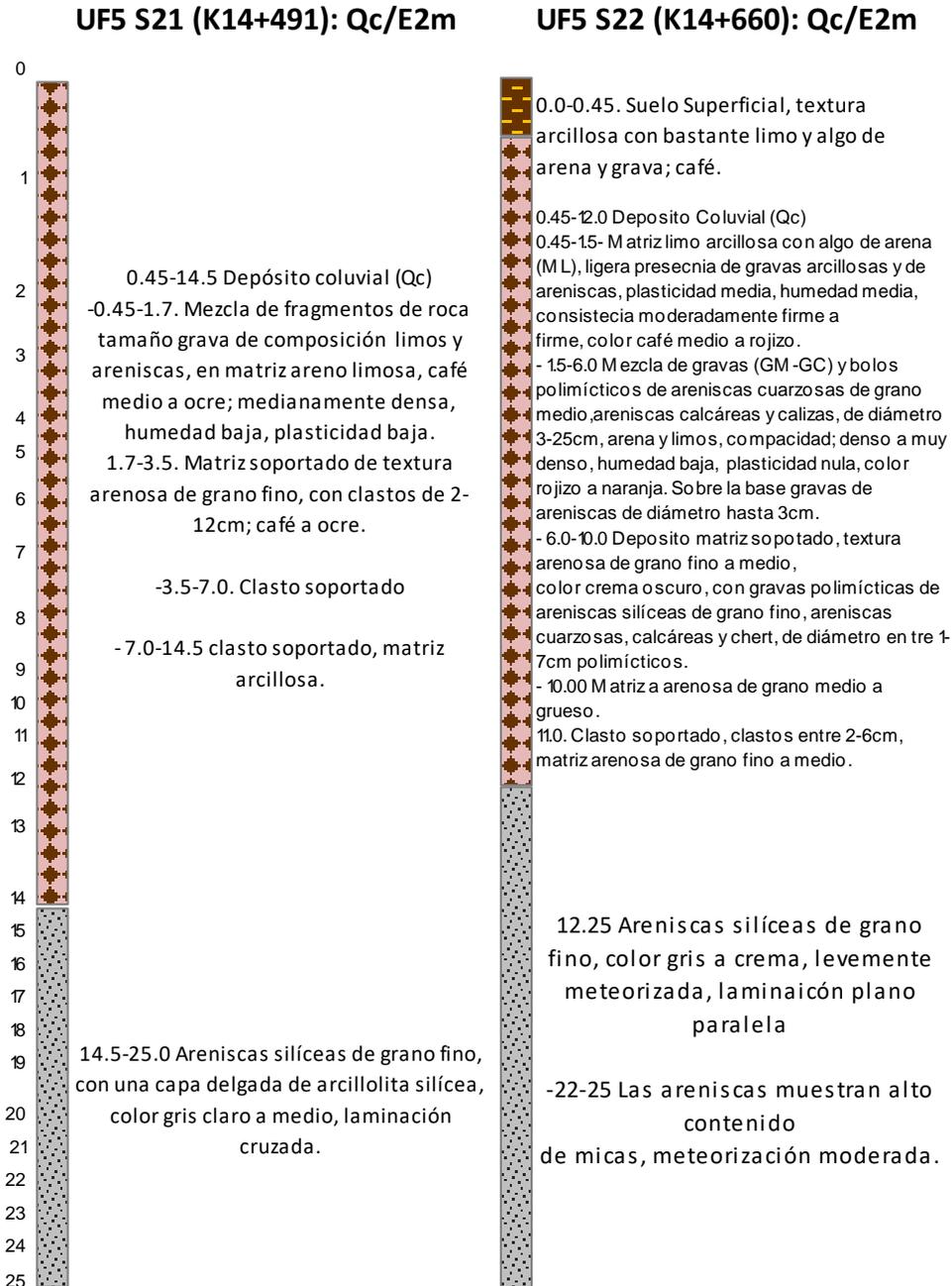
Figura 5.50 Tramo K14+413 a K15+930



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Entre K14+607 y K15+930, se ha delimitado la formación Los Cuervos (E1lc), cuya composición se puede observar en Figura 5.52. Desarrolla suelos residuales de composición grava a limo con algo de arena a arcillas limosas, los fragmentos de roca son angulares a subangulares, sueltos. La formación Los cuervos está conformada por estratos de limolitas arenosas síliceas con leve contenido de micas, color gris medio, meteorización moderada (III), muy fracturadas, de espesor 8 m; varía a arcillolitas síliceas intercaladas con limolitas, color gris medio a oscuro; meteorización alta y hacia la base moderada (IV-III), humedad media a baja, plasticidad media-alta, puede presentarse laminación cruzada y niveles delgados de carbón altamente fracturado.

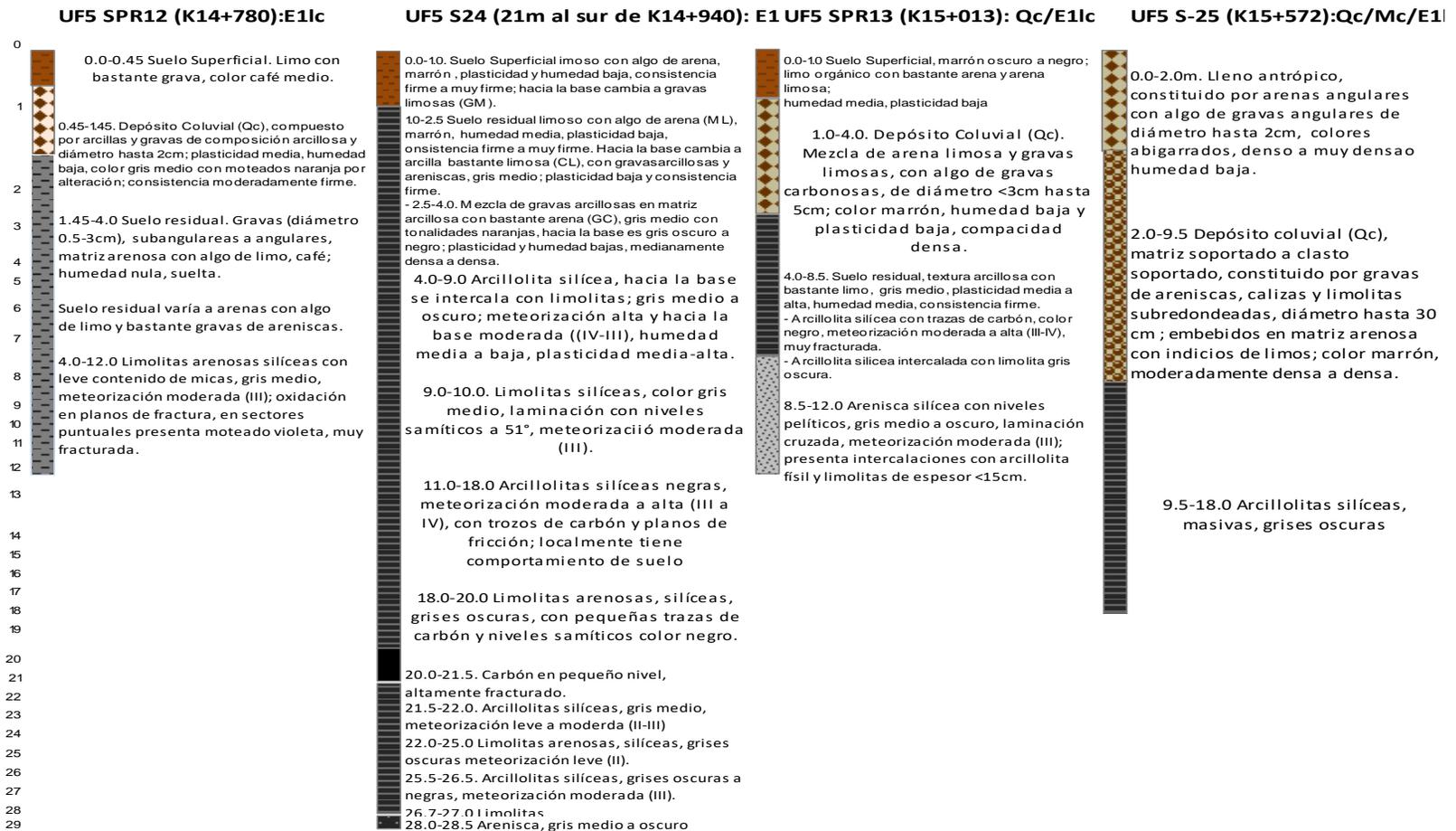
Figura 5.51 Depósitos coluviales y rocas de Formación Mirador (E2m) entre K14+491 y K14+600



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

A partir del K14+660 al K15+930, la vía cruzará por el contrapendiente estructural, lo cual favorece la estabilidad de los taludes.

Figura 5.52 Sondeos realizados en Formación Los cuervos (E1lc), entre K14+600 a K15+930)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- Obras proyectadas

Adicional a la vía se proyecta la construcción de un retorno, acceso veredal y vía industrial. Estas obras se construirán sobre la ladera de una contrapendiente estructural, de rocas sedimentarias de composición limolitas silíceas a arcillolitas silíceas, con delgados estratos de carbón, de la formación Los Cuervos (E1lc); la pendiente del terreno es escarpada (50-75%).

- **Tramo K15+920 a K17+160 (margen derecha río Pamplonita)**

Este tramo de la vía cruza a través de depósitos aluviales del río Pamplonita e incluye la base de la terraza aluvial de Chinácota.

En observaciones en la base de la terraza (sobre la vía actual), esta unidad corresponde a depósitos clasto soportados antiguos, de clastos subredondeados a subangulares en un 70%, de composición areniscas compactas color beige, de grano medio, y calizas grises oscuras, con mineralización de caliza, levemente meteorizados. Matriz (30%), textura arenosa de grano medio a limosa, con fragmentos de roca pardo claros, Fotografía 5.29.

Fotografía 5.29 Depósitos de terraza aluvial de Chinácota (Qt1)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

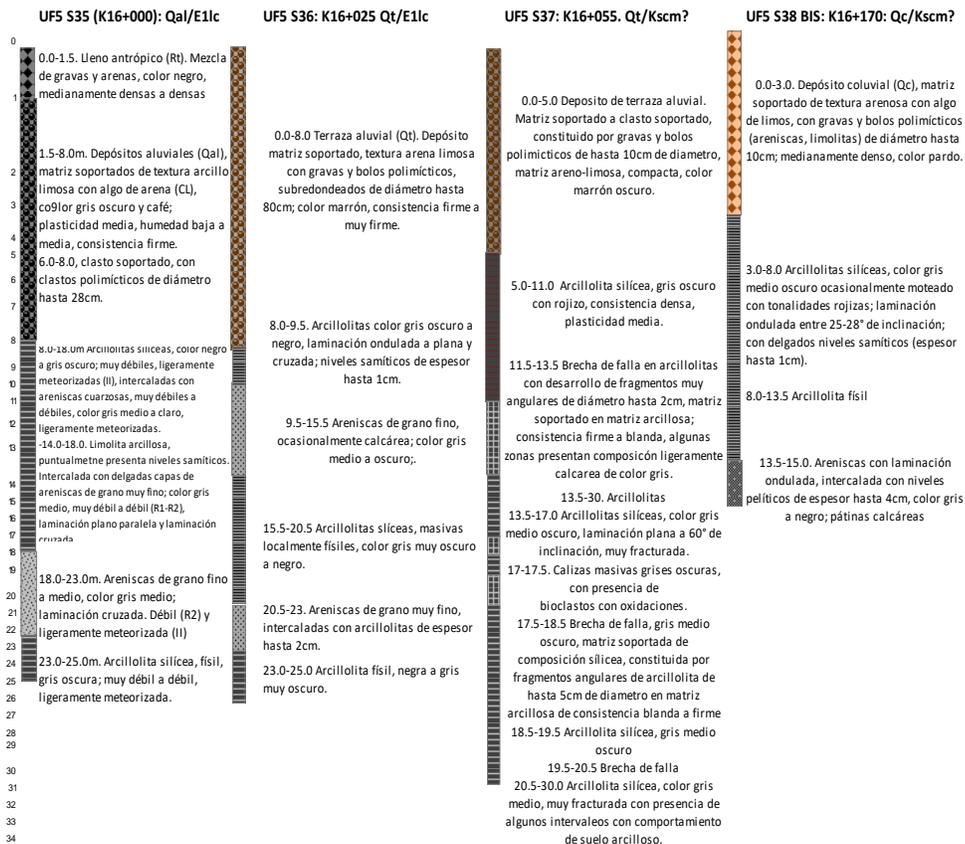
Esta unidad cuaternaria se observa suprayaciendo estratos delgados de lodolitas, de espesor 10 cm, interestratificados con areniscas de grano fino, micáceas, grises oscuras, compactas, con estratificación ondulada, meteorización moderada (grado III) y estratificación N32E/34SE, correspondiente a la formación Los Cuervos (E1lc), Fotografía 5.30. Entre K16+100 a K16+200 y K16+450 a K16+660, se espera cruzar por depósitos coluviales. En la Figura 5.53 se muestra la composición observada en sondeos realizados sobre este depósito, los cuales suprayacen rocas sedimentarias. Son depósitos matriz soportados, textura arena limosa con gravas y bolos polimícticos, subredondeados, de diámetro hasta 80cm; color marrón, consistencia firme a muy firme.

Fotografía 5.30 Estratos de Formación Los cuervos (E1lc) suprayacidos por terraza aluvial de Chinácota (Qt1), abajo del K16+140 aproximadamente



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.53 Sondeos realizados en escarpe de terraza de Chinácota, entre K16+00 y K16+170)



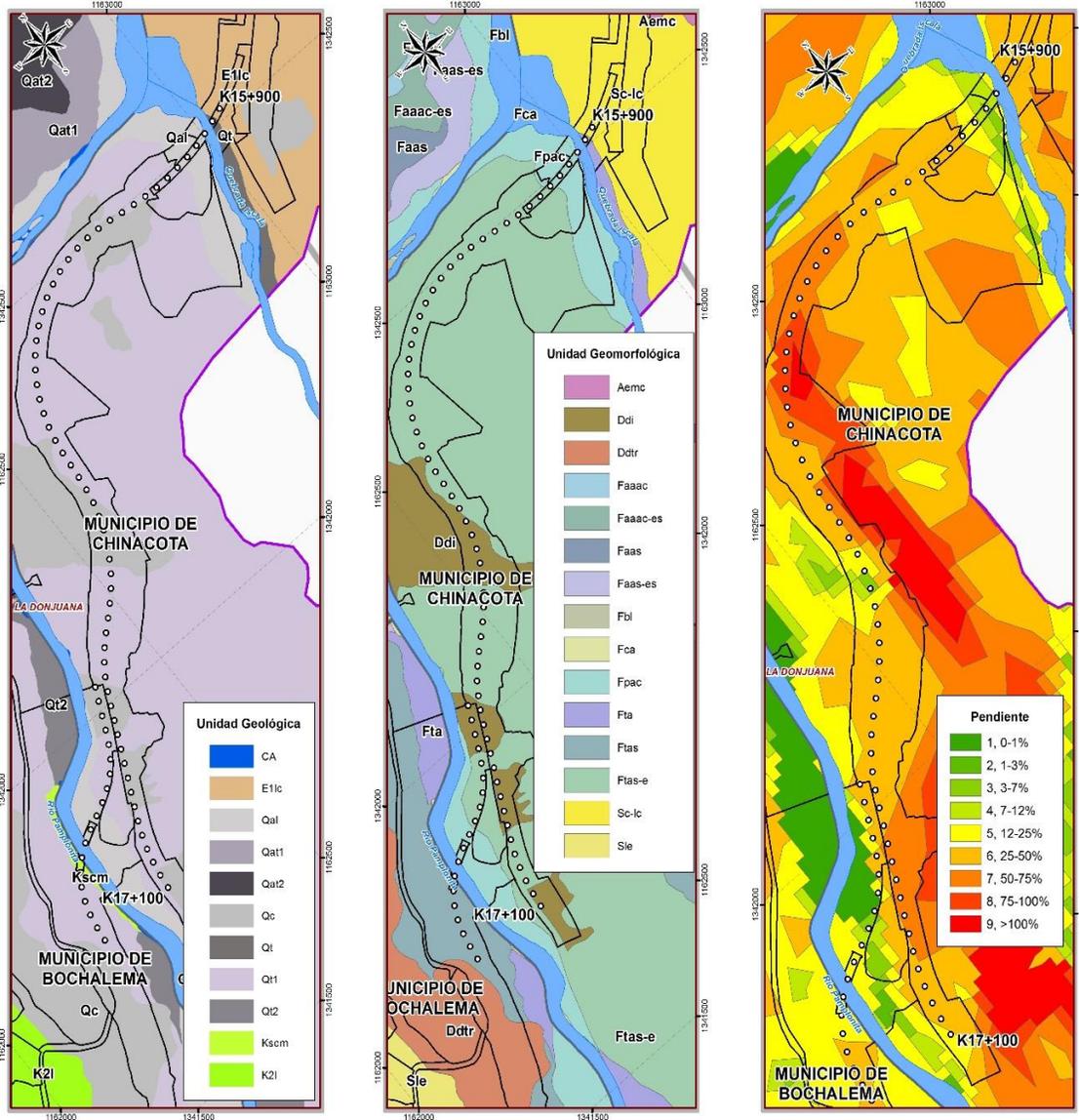
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Las unidades geomorfológicas que cruza el área de intervención en este tramo son: K15+930 a K16+010: Cauce aluvial de afluente al río Pamplonita (Fca) y Plano aluvial confinado (Fpac).

K16+010 a K17+160. Escarpe de terraza (Fta-e) con superposición de Conos de deslizamiento indiferenciado (Ddi).

La pendiente media del terreno es fuertemente quebrada (25-50%) y en menor proporción fuertemente ondulada (12-25%) y muy escarpada (>75%), ver Figura 5.54.

Figura 5.54 Tramo K15+920 a K17+160



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Obras proyectadas

Se proyecta la construcción de un puente sobre el río Pamplonita, entre K15+820 y K16+040, con una extensión de 220 m. Sobre la margen derecha del río, se cruzará por sedimentos aluviales de espesor 10 -13 m, clasto soportados a matriz soportados, compuestos por clastos de areniscas, limolitas, calizas y rocas intrusivas de diámetro hasta 45 cm, embebidos en matriz areno limosa de color marrón, densa. Suprayacen rocas sedimentarias de composición dominante arcillolitas silíceas oscuras de espesor entre 10 –

120

17 m, intercaladas con capas de areniscas silíceas de espesores entre 1 – 8 m (sondeos UF5-S29, UF5-S30, UF5-S32, UF5-S33).

Sobre la margen izquierda, el terreno se caracteriza por el paso de depósitos aluviales de espesor 5 m, clasto soportados, polimícticos, constituidos por clastos subangulares de diámetro hasta 72 cm, embebidos en matriz arenosa densa; suprayacen capas gruesas (espesor 20 m) de arcillolitas con laminación ondulada a cruzada e intercalaciones de areniscas grises de grano medio, de espesores hasta 30 cm.

El extremo sur del puente se construirá sobre una terraza aluvial de espesor 5 – 8 m, matriz soportada, compuesta de clastos subredondeados de roca, polimícticos, de diámetro hasta 80 cm, embebidos en matriz areno limosa, firme a muy firme. Esta unidad de terraza aluvial suprayace rocas sedimentarias compuestas de arcillolitas interestratificadas con areniscas y limolitas, de espesores entre 2 – 5 m.

En el K16+040, el sondeo UF5-S37 identificó arcillolitas silíceas, grises oscuras, con un espesor de 25 m, con presencia de brecha de falla de espesor entre 1 – 2 m, que puede estar asociado al trazo de la falla de dirección NE – SW, cercano a este sitio. Este apoyo del puente requiere un manejo especial, para prever pérdida de soporte del estribo, debido a malas condiciones geotécnicas.

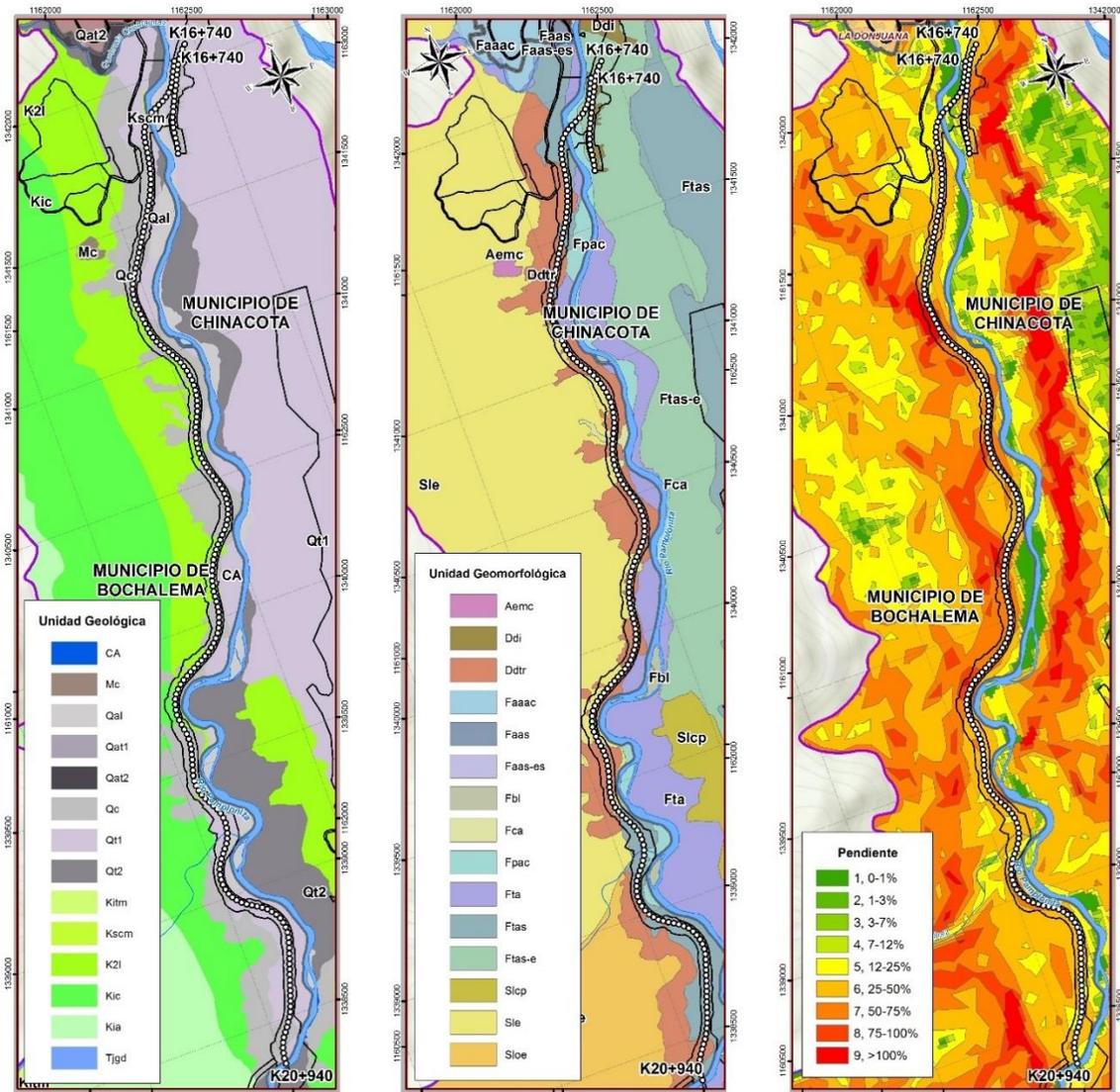
- **Tramo K16+740 – K20+940 (margen izquierda río Pamplonita)**

Comprende la margen izquierda del río Pamplonita, y el paso por depósitos aluviales y una terraza aluvial, entre K16+740 a 17+388 (Figura 5.55). En sondeo UF4-S01 y UF-S04 se describen las características físicas de los depósitos aluviales, en K16+954 y K17+000, respectivamente, Figura 5.56.

Los depósitos aluviales están compuestos de clastos de areniscas, calizas y limolitas subredondeadas a redondeadas, de diámetro hasta 55 cm, embebidos en matriz arenosa, color marrón oscuro, medianamente densas a densas, espesor 2.

En sondeo UF4-S04 se identifica un depósito de terraza de espesor 8 m, compuesto de limos arenosos, grises oscuros, con clastos heterométricas, grises oscuros, altamente fracturados, de composición calizas, areniscas, granitos. Estos depósitos suprayacen sedimentos cretáceos de la formación Colón Mito Juan (Kscm), Figura 5.56.

Figura 5.55 Tramo K16+740 a K20+940

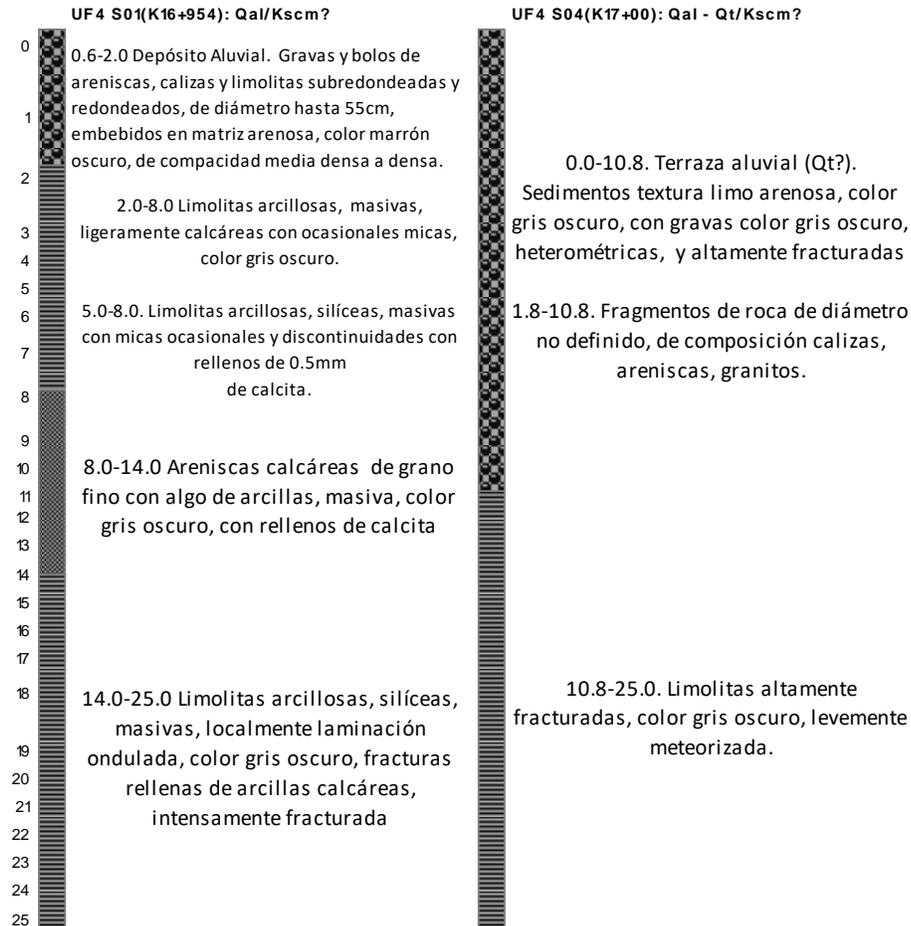


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Entre el K16+984 y K17+000, se ha delimitado la formación Mito Juan, la cual se observa como capas de areniscas calcáreas de grano fino con algo de arcillas, masivas, color gris oscuro, con rellenos de calcita, espesor 6 m, con limolitas arcillosas, silíceas, masivas, localmente con laminación ondulada, color gris oscuro, fracturas rellenas de arcillas calcáreas, intensamente fracturada, de espesor 11m.

Entre K17+000 a K17+200 y K17+300 a K17+400, se cruza a través de terrazas aluviales del río Pamplonita, y entre K17+200 a K17+300 y K17+400 a K19+665, se cruza a través de depósitos de ladera que cubren rocas sedimentarias de la formación La Luna, cuyas características litológicas se describen en el sondeo UF4-S10, ver Figura 5.57.

Figura 5.56 Sondeos entre K16+954 y K17+000



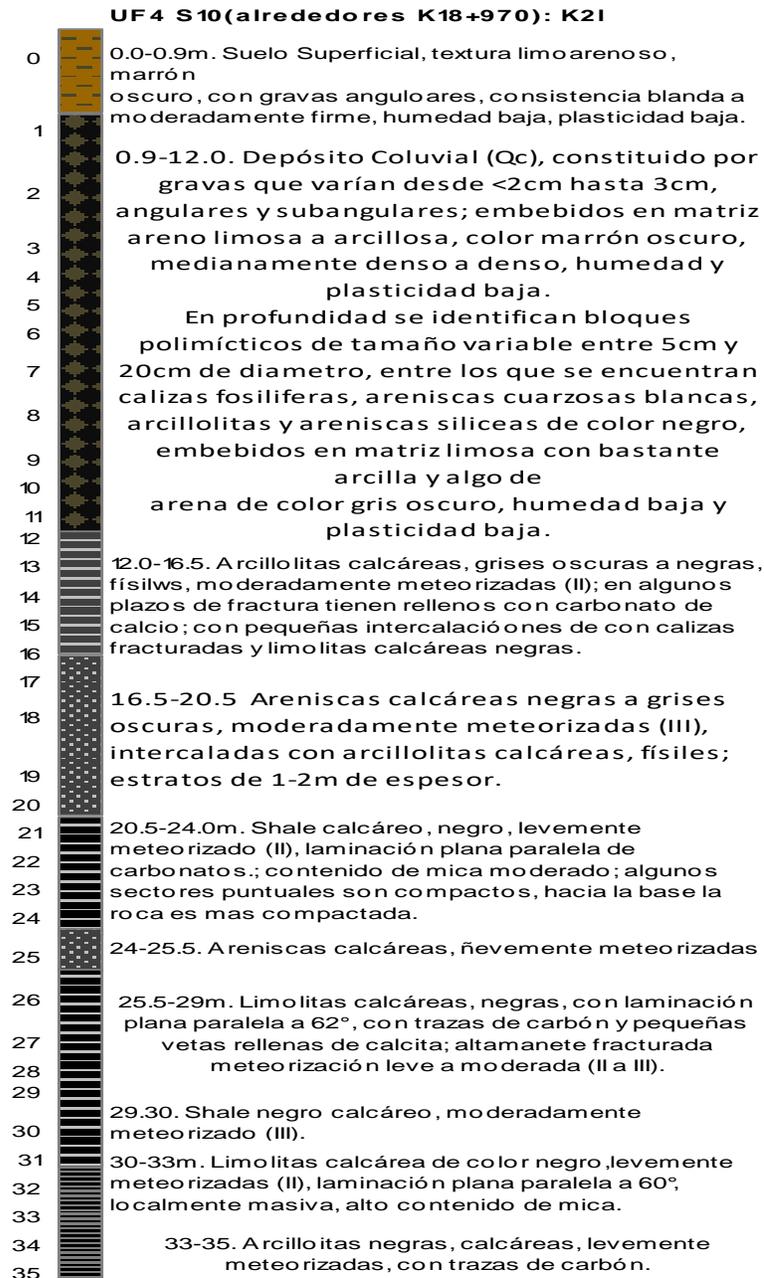
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Se caracteriza por una cobertura de 11 m de coluvión, compuesto de gravas entre 2-3 cm de diámetro, angulares y subangulares, embebidos en matriz areno limosa a arcillosa, color marrón oscuro, medianamente denso a denso, humedad y plasticidad baja. En profundidad se identifican bloques polimícticos de diámetro entre 5-20 cm de composición calizas fosilíferas, areniscas cuarzosas blancas, arcillolitas y areniscas silíceas color negro, embebidos en matriz limosa con bastante arcilla y algo de arena gris oscura, humedad baja y plasticidad baja.

La formación La Luna (K2I) está compuesta de estratos de arcillolitas calcáreas, grises oscuras a negras, físciles, moderadamente meteorizadas (II), con planos de fractura rellenos con carbonato de calcio y con pequeñas intercalaciones de calizas fracturadas y limolitas calcáreas negras. Areniscas calcáreas negras a grises oscuras, moderadamente meteorizadas (III), intercaladas con arcillolitas calcáreas, físciles. Shale calcáreo, negro,

levemente meteorizado (II), laminación plana paralela de carbonatos; contenido de mica moderado; algunos sectores puntuales son compactos, hacia la base la roca es más compactada, Figura 5.57.

Figura 5.57 Sondeo UF4-S10, alrededores de K18+970



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Entre K19+240 a K20+940, se cruza por zona de contacto entre rocas sedimentarias cretáceas de las formaciones Capacho (Kic) y La Luna (K2l), con intercalación de lutitas grises oscuras, muy fracturadas y areniscas de grano fino con características físicas similares, predominio de lutitas altamente fracturadas y alta susceptibilidad a movimientos en masa, Fotografía 5.31. Esta zona presenta abundante cobertura de depósitos de ladera, y es de pendiente fuertemente quebrada (25-50%) a escarpada (50-75%), Fotografía 5.32.

Fotografía 5.31 Afloramiento de estratos de areniscas y lutitas altamente fracturadas, al parecer de la Formación Capacho (Kic)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.32 Panorámica de Formación Capacho (Kic), aproximadamente en K17+700



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Las siguientes son las unidades geomorfológicas que cruza este tramo de la vía:

Entre K16+740 a K17+388 se cruza por el cauce activo del río Pamplonita (Fca), Plano aluvial confinado (Fpac) y terraza de acumulación (Fta), Figura 5.55 y Fotografía 5.33. Estas son geoformas angostas, controladas por las laderas que conforman el relieve de montañas estructurales que caracteriza las márgenes del río Pamplonita, con pendientes fuertemente onduladas (12-25%).

Fotografía 5.33 Terraza de acumulación (Fta) que cruza la vía en el tramo K16+984 – K17+140

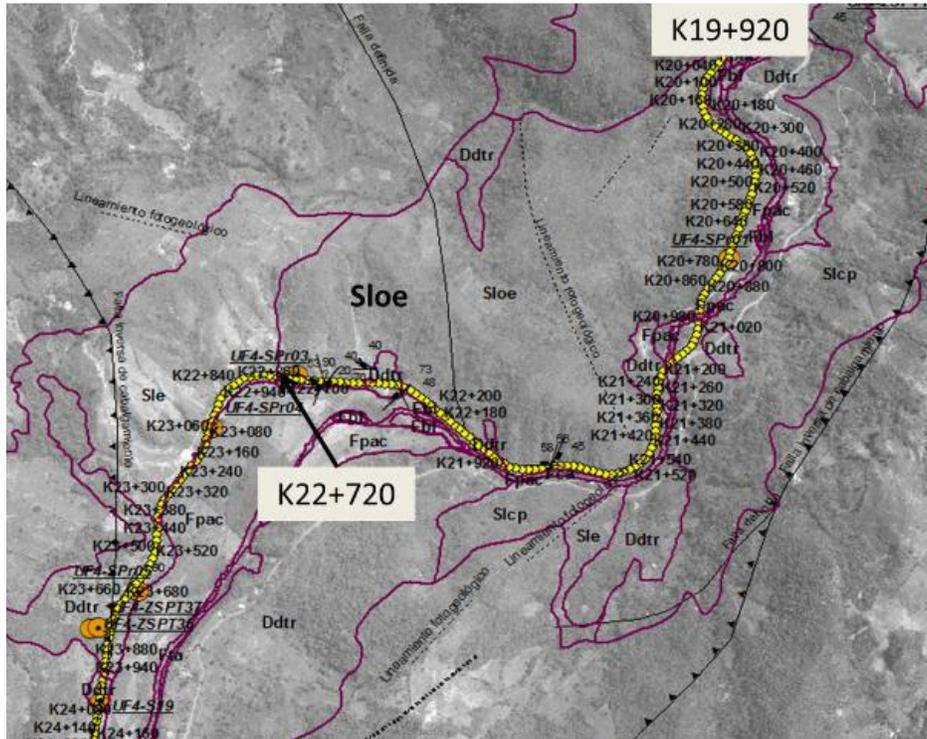


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Entre K17+388 a K19+742, la vía cruza por un paisaje de laderas estructurales asociadas a la estratificación de rocas sedimentarias de la Formación La Luna, cuya estratificación buza en sentido NE – E y la pendiente varía entre fuertemente quebrada (25-50%) hasta escarpada (50-75%), Figura 5.55. Los cortes en este tramo de la vía serán en su mayor parte desfavorables para la estabilidad del terreno, por la susceptibilidad a deslizamientos planares.

Entre K19+742 a K20+940 se cruza por terrazas de acumulación (Ftas), las cuales se encuentran haciendo parte de un paisaje de laderas estructurales (Sloe) asociado a un cambio morfológico en la secuencia sedimentaria, al parecer por influencia estructural de un sistema de fallas de dirección NNW-SSE, que igualmente afecta la dirección del río Pamplonita, ver Figura 5.58

Figura 5.58 Cambio morfológico en zona de influencia estructural que afecta la dirección del río Pamplonita y desarrolla un relieve lomerío estructural (Sloe) en el tramo K19+920 a K22+720



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Obras proyectadas
- En este tramo se proyecta la adecuación de ZODME 405 y ZODME 407 y adecuación de acceso a ZODME´s, ver 5.1.1.4.
- Puente entre K16+930 y K17+000. El estribo norte de este puente se ubicará sobre rocas sedimentarias de composición limolitas arcillosas, masiva, ligeramente calcáreas ocasionalmente con micas, espesores de 6 – 11 m, intercaladas con arenisca de grano fino a muy fino con niveles arcillosos silíceos, puntos calcáreos (formación Colón – Mito Juan), ver UF4-S01 (Anexo 5.1.1 Geología).

El estribo sur se ubicará una terraza aluvial del río Pamplonita, margen izquierda, con un espesor de 11 m, compuesta de limos arenosos con gravas gruesas de areniscas, limolitas y calizas, medianamente densos. Estos sedimentos suprayacen suelos residuales de espesor >25 m, de limolitas algo calcáreas, levemente meteorizadas, altamente fracturadas, de la formación Colón – Mito Juan (UF4-S-04).

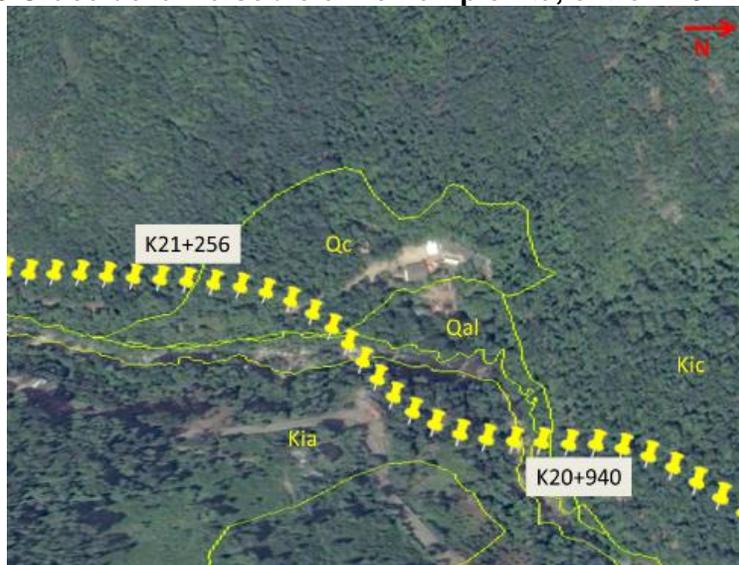
El potencial efecto erosivo en este sector corresponde a socavación del río en las bases del puente.

- **Tramo K20+940 a K21+256**

Corresponde a un cruce de la vía sobre el río Pamplonita, donde ambos márgenes del río se desarrollan en rocas sedimentarias, de las formaciones Capacho (Kic) y Aguardiente (Kia).

- Obras proyectadas
 - Puente entre K20+900 a K21+000, cruce sobre río Pamplonita. Sobre la margen izquierda del río se cruza un depósito aluvial (Qal) de un ancho aproximado de 13 m, el cauce del río tiene un ancho de 7 m¹; sobre la margen derecha, entre K20+951 a K21+098, se estima que la vía cruzará a través de rocas de la formación Capacho (Kic).
 - Puente entre K21+116 a K21+145, cruce sobre río Pamplonita. Se proyecta un segundo cruce a través del río Pamplonita, ver Figura 5.59.

Figura 5.59 Cruce de la vía sobre el río Pamplonita, entre K20+40 a K21+140



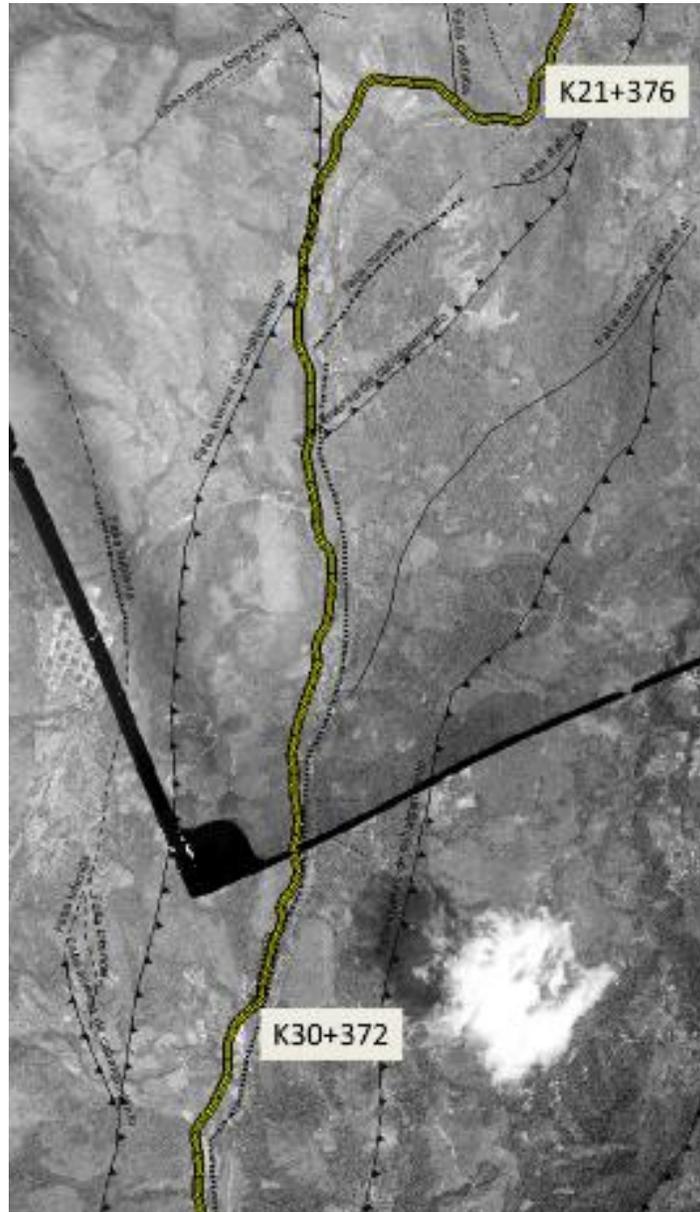
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen Google Earth, 2017

- **Tramo K21+256 a K+30+372**

Este tramo de la vía está proyectado sobre la margen izquierda del río Pamplonita; esta zona presenta una variada litología, correspondiente principalmente a rocas sedimentarias de las formaciones Aguardiente (Kia), Tibú – Mercedes (Kitm), y un pequeño tramo cruza por rocas intrusivas del Granito de Durania (Tjgd). En cuanto a la influencia estructural, es paralelo a algunas estructuras regionales, de dirección predominante NNE-NS, que corresponden en su mayoría a fallas inversas de cabalgamiento, ver Figura 5.60.

¹ Medido sobre la imagen Ortofoto mosaico, LIDAR.

Figura 5.60 Influencia estructural en tramo K21+376 a K30+372



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

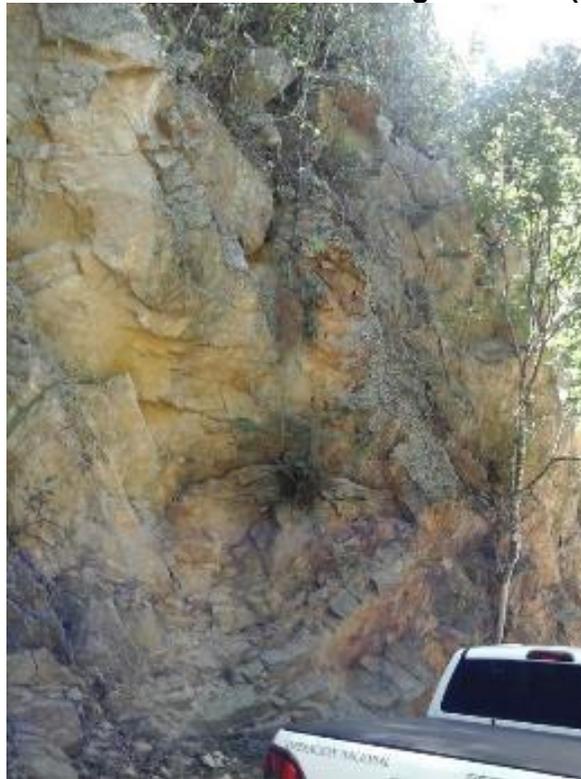
A continuación, se hace una descripción por subtramos de las características litológicas.

- K21+256 a K22+168, K23+380 a K25+140, K26+440 a K30+372 Formación Aguardiente (Kia)

Esta unidad litológica está representada con afloramientos de areniscas grises pálidas, compactas, grano medio, meteorización leve, estratificación N18E/58SE, en posición similar

a los taludes a desarrolla y desfavorable para su estabilidad, Fotografía 5.34. En Figura 5.61 se observa la formación Aguardiente (Kia) con espesores entre 6-30 m, de composición areniscas silíceas de grano grueso y medio, color gris claro, areniscas cuarzosas color blanco a beige de grano medio a muy grueso, en intervalos pequeños disminuye el tamaño de grano, presenta tonalidades rojizas por alteración mineral; levemente meteorizada (grado II).

Fotografía 5.34 Afloramiento Formación Aguardiente (Kia), K21+780



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

– K22+168 a K22+440 Formación Tibú – Mercedes (Kitm)

Esta unidad litológica se observa como intercalación de estratos gruesos de areniscas calcáreas, de grano fino, color gris oscuro, espesor 50cm – 1,5m y lodolitas calcáreas, grises oscuras, espesor 50cm. La roca se encuentra muy fracturada y desarrolla pequeños depósitos de ladera no cartografiados. Presenta estratificación N25W/48NE, favorable para la estabilidad de taludes, pues se observa en contra de la pendiente; es continua (>10m), capas muy juntas (<5cm), plano de forma ondulada y rugosa, ligeramente abierta (<0.5cm), sin relleno y secas, Fotografía 5.35.

Figura 5.61 Sondeos en Formación Aguardiente entre K24+010 y K24+900



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Fotografía 5.35 Rocas de la Formación Tibú – Mercedes (Kitm), (K22+320 aprox.)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Aproximadamente en el K22+440 se identificó contacto entre rocas de la formación Tibú – Mercedes con rocas del Granito de Durania; es un contacto discordante, con orientación N64W/68SW, ver Fotografía 5.36.

Fotografía 5.36 Contacto entre Formación Tibú – Mercedes (Kitm) y Granito de Durania (Tjgd)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- K22+440 a K23+380. Granito de Durania (Tjgd)

Esta unidad litológica se identificó entre K22+440 y K23+380. En los afloramientos se observó la roca como suelo residual y moderadamente meteorizada (grado VI y III); se

presenta muy fracturada con alta influencia estructural, asociado a fallamiento de dirección dominante NS a NW-SE. Es común observar coberturas de depósitos coluviales que suprayacen esta unidad litológica, ver Fotografía 5.37.

Fotografía 5.37 Granito de Durania (Tjgd) con una cobertura coluvial



0,0-2,5m Depósito coluvial (Qc)
Matriz 80%, textura areno limosa, color café claro, con fragmentos angulares de rocas de composición granítica, faneríticas, meteorización alta (grado IV), diámetro 5-10cm.

2,5-3,0m Granito de Durania (Tjgd)
Suelo residual (meteorización grado VI), textura arenosa gruesa, color pardo rojizo.

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En K22+600 se observó afloramiento de esta unidad litológica, de composición granítica, con presencia de moscovita y venas de cuarzo de ancho 10 cm, textura granular, meteorización moderada (grado III), Fotografía 5.38.

Fotografía 5.38 Afloramiento de Granito de Durania (Tjgd), K22+600



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la Figura 5.62 se observan sondeos realizados en esta unidad litológica, los cuales se caracterizan por el desarrollo de suelos residuales de espesor entre 12-15 m, de textura arena gruesa a arena limosa con cuarzo, moscovita, de color café claro a café amarillento. En profundidad puede observarse la roca con meteorización moderada (grado III), con oxidaciones de color negro y venillas de cuarzo lechoso.

Figura 5.62 Sondeos en Granito de Durania (Tjgd), entre K22+660 y K23+020

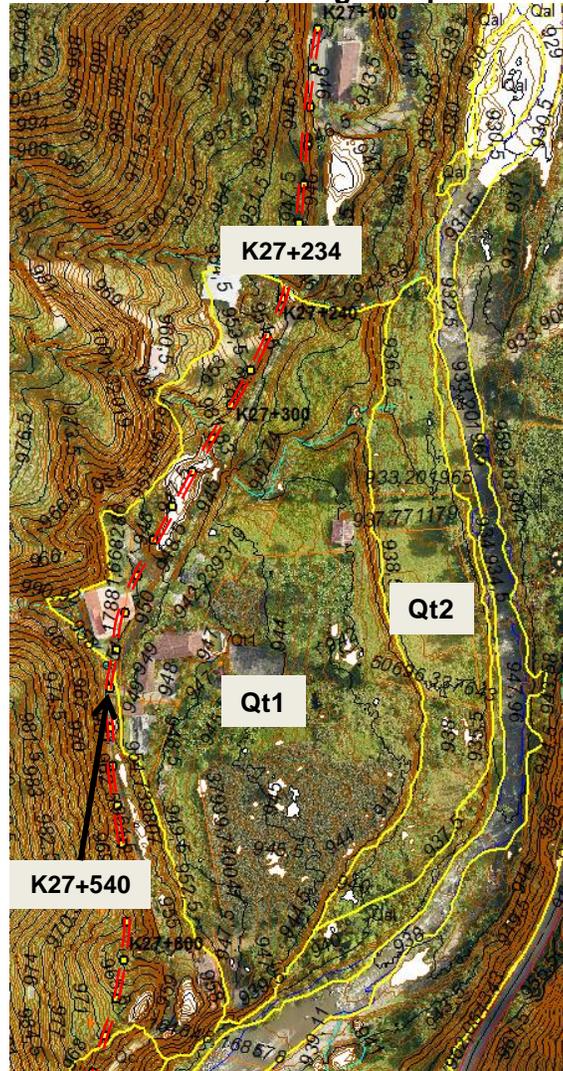


Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- K22+940 a K23+380, K24+260 a K24+380, K25+160 a K26+480. Depósitos cuaternarios aluviales (Qal, Qt)

Entre K27+234 a K27+540, se cruza a través del nivel superior de dos niveles de terrazas aluviales (Figura 5.63).

Figura 5.63 Terrazas aluviales, margen izquierda río Pamplonita



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- K25+844 a K25+865. Cauce activo Rio Pamplonita

Cruce del río Pamplonita.

El trazado de la vía cruza un pequeño tramo a través de depósitos aluviales y depósitos de terraza aluvial del río Pamplonita. Son depósitos de relieve fuertemente ondulado (12-25%) a fuertemente quebrado (25-50%).

La unidad geomorfológica dominante en este tramo es de laderas estructurales (Sle) y lomos (SI) entre K26+400 - K30+372. El relieve de lomos es una prominencia topográfica de forma elongada en sentido NS, fuertes pendientes desde fuertemente quebrada (25-

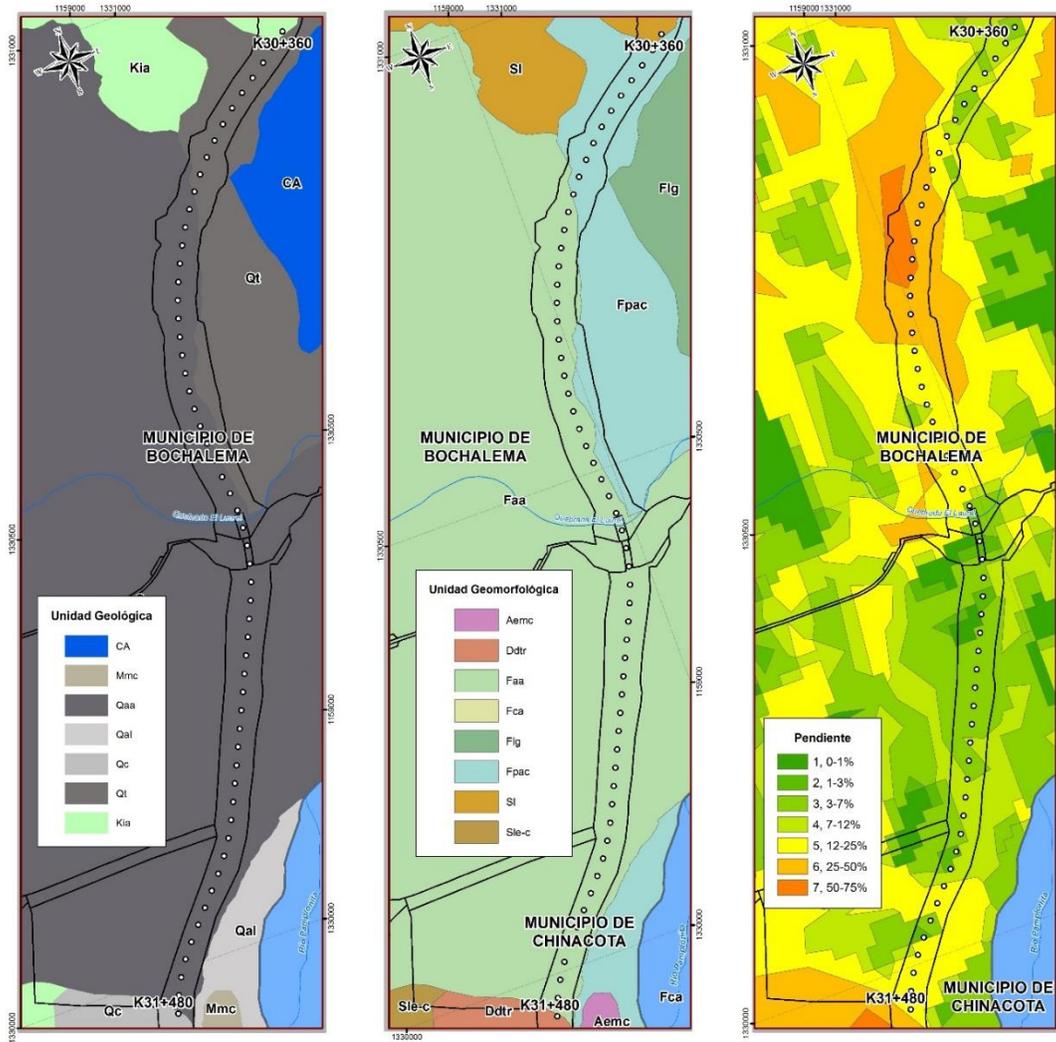
50%) hasta muy escarpada (>75%), cimas angostas y subredondeadas, con influencia estructural marcada, ocasionada por fallas paralelas, tanto al este como al oeste.

El relieve general de este tramo de la vía varía entre pendientes fuertemente quebradas (25-50%) a escarpadas (50-75%), en menor proporción fuertemente ondulada (12-25%) a ligeramente onduladas (3-7%).

- Obras proyectadas
- ZODME´s 426, 429, 454
- Puente entre K25+593 y K25+642, sobre el río Pamplonita. Se proyecta este cruce sobre un tramo recto y angosto del río. El estribo ubicado sobre la margen izquierda del río se instalará sobre depósitos aluviales del río y sobre la margen derecha, se instalará sobre una terraza aluvial de espesor 7 m, matriz soportado compuesto de clastos polimícticos, subangulares a redondeados, de diámetro hasta 60 cm, embebidos en matriz arenosa con indicios de limos, medianamente densos a densos. A partir de 8 m de profundidad se presentan areniscas silíceas con presencia de micas, masivas, grises oscuras, de grano medio a fino, leve a moderadamente meteorizadas, con discontinuidades a 80°, que parecen corresponder a formación Aguardiente (Kia), (Sondeo UF4-S29).
- Un segundo puente sobre el río Pamplonita entre K25+840 y K25+889, también está proyectado sobre un tramo recto y angosto del río, cuyo estribo norte se ubica en la misma terraza aluvial mencionada en el puente anterior, y el estribo sur, se proyecta sobre depósitos aluviales (Qal) de la margen izquierda del río.
- Puente entre K26+092 y K26+140, sobre afluente del río Pamplonita. Ambos estribos se ubican en depósitos aluviales (Qal), con espesores entre 7 – 13 m, de composición arena fina con limo, humedad media a baja, medianamente denso. Le subyacen estratos de 13 – 15 m de espesor, grises oscuras, levemente meteorizadas, moderadamente fracturadas, de la Formación capacho (Kic).
- Otras obras son: acceso veredal en K22+750 y en K23+440, retorno en K25+700, reposición carretera Bochalema K27+150.
- **Tramo K30+372 a K42+440**
 - Subtramo K30+372 a K33+080

Este subtramo corresponde al paso a través de dos grandes abanicos aluviales, el primero de ellos se cruza entre K30+372 y K31+480 y se observa en Figura 5.64; este sector comprende un relieve de pendiente ligeramente inclinado (3-7%) a fuertemente inclinado (12-25%), Fotografía 5.39. En Figura 5.65 se muestra que este depósito cuaternario presenta una textura areno limosa a limo arenosa, con clastos redondeados de areniscas y algo de limolitas de diámetro >10 cm.

Figura 5.64 Tramo K30+372 a K31+480



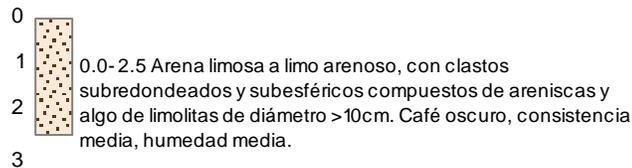
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.39 Abanico aluvial aproximadamente en K31+280, parte media y baja



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

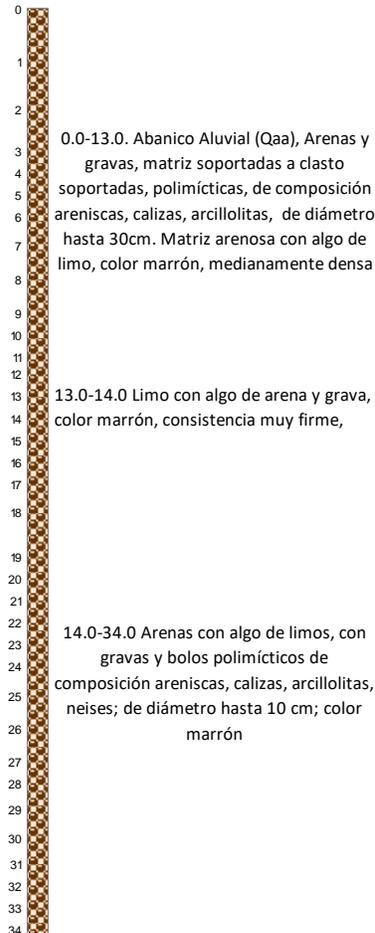
Figura 5.65 Apique realizado en abanico aluvial, aproximadamente K32+600



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

El segundo abanico aluvial se cruza entre K32+372 y K33+060, cuyas características físicas se observan en sondeo UF4-S40, ver Figura 5.66; corresponde a un depósito de por lo menos 34 m de espesor, matriz soportado a clasto soportado, de textura arenosa con gravas polimícticas, que varían en profundidad a limos con algo de arena y grava y arenas con algo de limos, consistencia medianamente densa a muy firme.

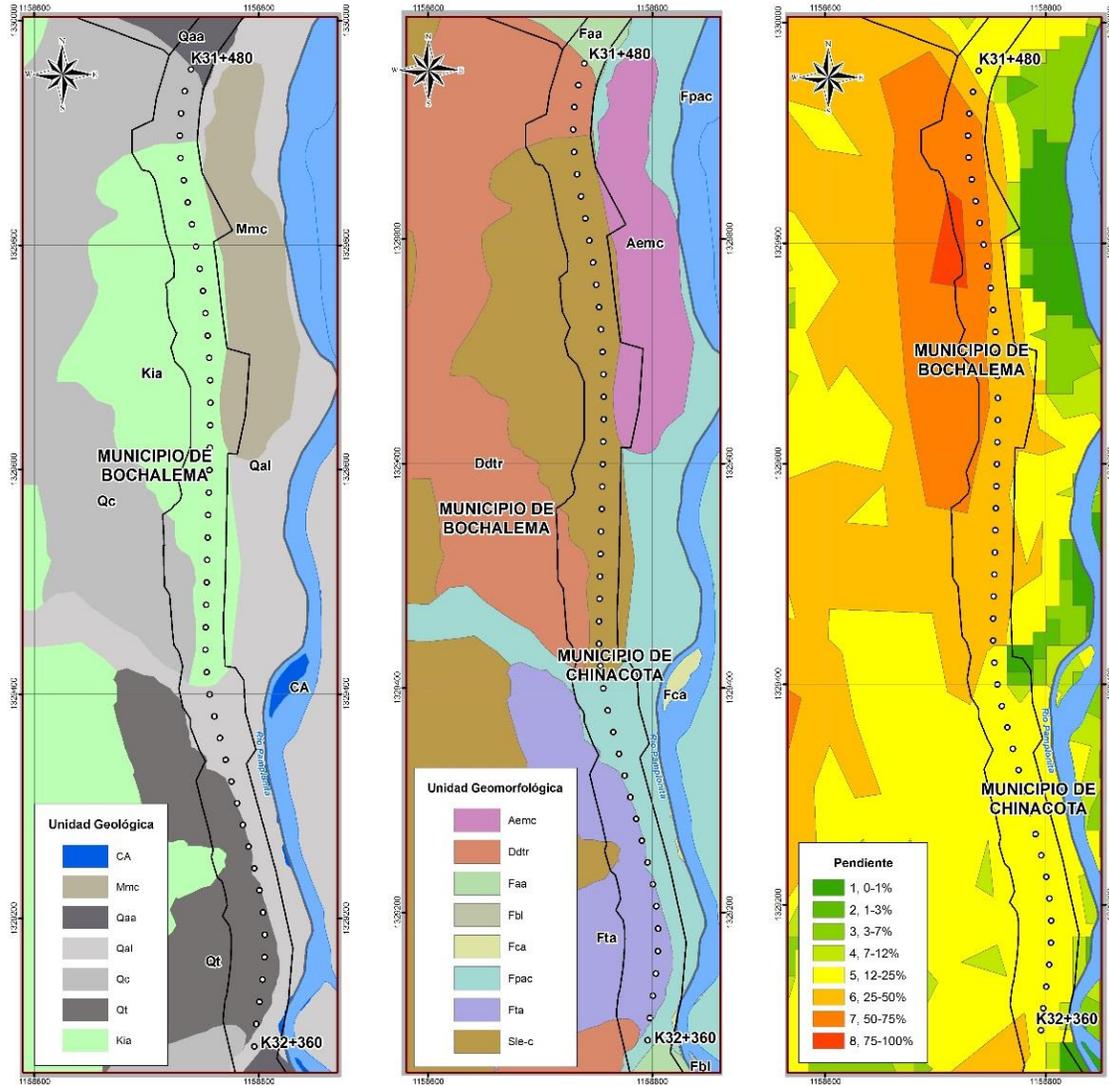
Figura 5.66 Sondeo UF4-S50, en abanico aluvial (Qaa), aproximadamente K30+730



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Entre K31+480 y 32+372, se cruza por área de cambio morfológico entre montañas estructurales de la formación Aguardiente, cuya unidad geomorfológica corresponde a laderas estructurales de cuesta (Sle-c) y depósitos aluviales del plano aluvial confinado (Fpac) del río Pamplonita. Pendientes dominantes fuertemente inclinado (12-25%) a fuertemente quebrado (25-50%) y en menor proporción escarpado (50-75%), Figura 5.67.

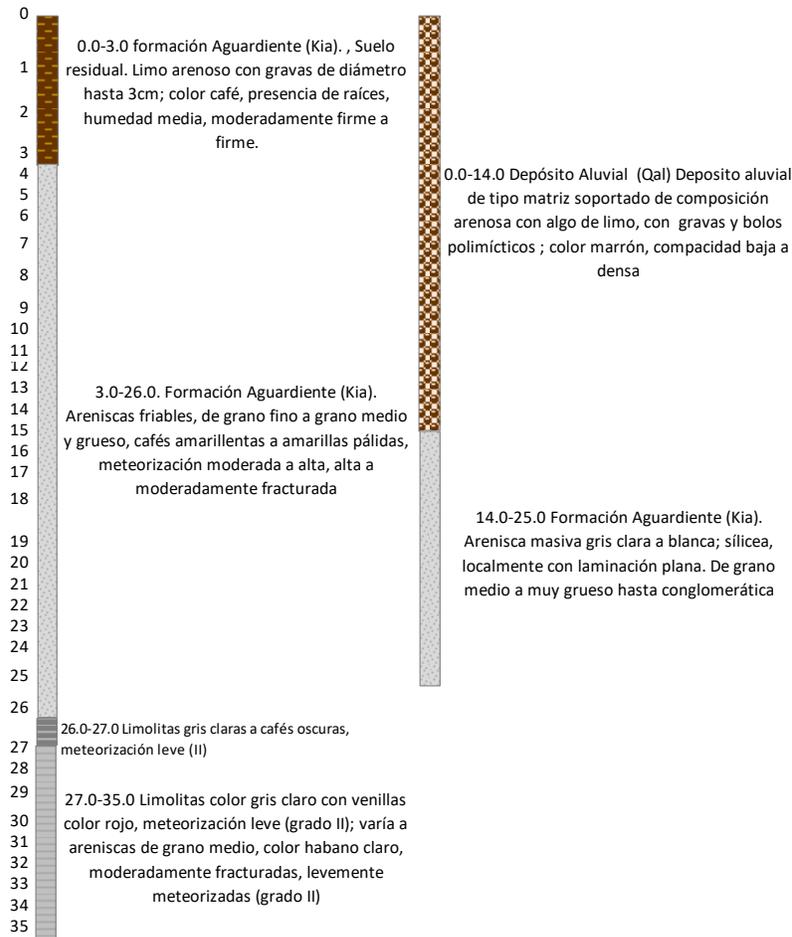
Figura 5.67 Subtramo K31+480 a K32+372



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Este tramo se caracteriza de acuerdo con la información obtenida de los sondeos que se relacionan en la Figura 5.68, por la presencia de depósitos aluviales de espesores hasta 16m, que suprayacen rocas sedimentarias de la formación Aguardiente; estas últimas se observaron como suelos residuales (grado meteorización VI) hasta la roca levemente meteorizada (grado II).

Figura 5.68 Sondeos realizados en tramo K31+900 a K32+020, depósitos aluviales (Qal) y Formación Aguardiente (Kia)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

▪ Subtramo K33+080 a K42+440

Este sector corresponde al paso de la vía a través de depósitos aluviales y depósitos de ladera, cercanos al cauce activo del río Pamplonita. La Tabla 5.10 relaciona las características de los cruces que realiza la vía en este sector.

Tabla 5.10 Descripción de diferentes unidades litológicas y depósitos cuaternarios

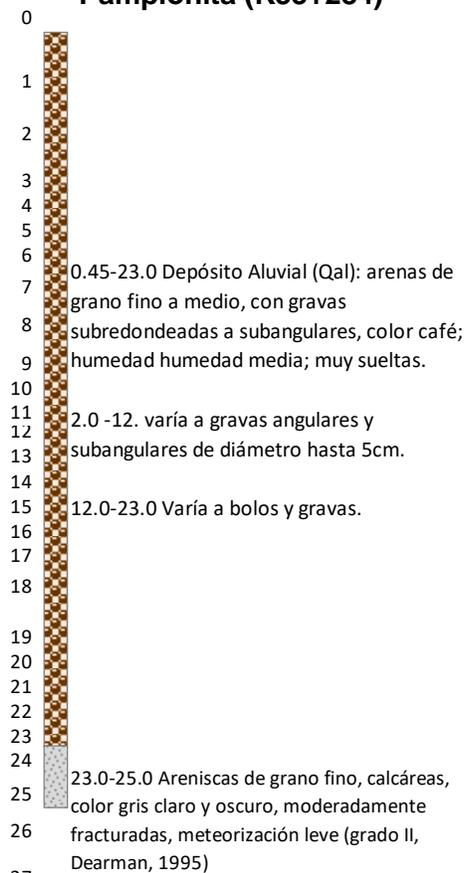
Abscisa		Unidad litológica	Descripción
K33+080	K33+233	Formación Capacho (Kic)	Este sector hace parte de la base de la subunidad geomorfológica de escarpe de línea de falla, la cual corresponde a un relieve de montaña elongada en dirección NE-SW, con predominio de pendientes fuertemente quebradas (25-50%).
K33+233	K33+252	Cruce del río Pamplonita	Tramo recto del río en una extensión aproximada de 240m, con una orientación NNE – SSW; tiene un ancho aproximado de 12m en el sitio de paso de la vía.
K33+252	K33+780	Depósitos aluviales (Qal)	Margen derecha río Pamplonita, cruce sobre plano aluvial confinado. En sondeo UF4-AP56 (K33+350) este depósito aluvial tiene un espesor mínimo de 3m, compuesto de arenas color café claro, de consistencia media, humedad media. En Figura 5.69 se estima un espesor de 23m que suprayace areniscas de grano fino y calcáreas.
K33+780	K34+714	Terraza aluvial (Qt2, Qt1)	Este tramo comprende el cruce por dos niveles de terrazas aluviales, cuyas características físicas se describen en Figura 5.70. Fotografía 5.40 Terraza aluvial (Qt1), aprox. K34+400  Fuente: CONCOL – AECOM, 2018
K34+714	K35+035	Depósitos coluviales	Depósitos de ladera, provenientes de paisaje de montañas estructurales, en rocas sedimentarias cretácicas, con pendientes desde planas (0-1%) hasta fuertemente inclinadas (12-25%).
K35+035	K35+460	Abanico aluvial (Qaa)	Abanico aluvial, de altura 10m, pendiente 70°; en gps 170 se puede presentar una mezcla con Qc, pendiente suave: 0-5°.
K35+460	K35+780	Depósitos coluviales (Qc)	Depósitos de ladera que suprayacen rocas sedimentarias, pendientes fuertemente onduladas (12-25%) a fuertemente quebradas (25-50%), Fotografía 5.41. Fotografía 5.41 Depósitos coluviales, alrededor de K35+813  Fuente: CONCOL – AECOM, 2018
K35+780	K36+260	Abanico aluvial (Qaa)	Depósito de abanico aluvial de espesor hasta 15m; corresponde a mezcla de grava, arena y limo, matriz arenosa, color café;

Abscisa		Unidad litológica	Descripción
			diámetro hasta 4-2cm, humedad baja, densa. Entre 2.0-6.0m, matriz soportada con clastos entre 4-10cm de diámetro, polimícticos principalmente de areniscas rojizas de grano fino; entre 6.0-6.5m, matriz arenosa con algo del limo y algunos clastos de areniscas, consistencia medianamente densa, ver Figura 5.71.
K36+260	K36+431	Depósitos coluviales (Qc)	Cruce sobre depósitos cuaternarios tanto aluviales como coluviales, debido a que la vía por la transición de estas unidades superficiales
K36+431	K37+400	Depósitos aluviales (Qal)	Depósito de origen aluvial que localmente puede presentar coberturas de depósitos coluviales, provenientes de laderas colindantes, ver Figura 5.72.
K37+400	K37+780	Depósitos coluviales (Qc)	Ver Figura 5.73.
K37+780	K37+920	Formación Aguardiente (Kia) y Terraza aluvial (Qt2)	Zona de contacto entre esta unidad litológica y depósitos de terraza aluvial.
K37+920	K38+220	Depósitos coluviales (Qc)	
K38+220	K38+340	Formación Aguardiente (Kia)	
K38+340	K38+945	Terrazas aluviales (Qt) – Depósitos coluviales (Qc) – Depósitos aluviales (Qal)	Se cruza intermitentemente por estos depósitos cuaternarios.
K38+945	K39+091	Formación Capacho (Kic)	Areniscas calcáreas color gris, con tonos de oxidación, fuertemente meteorizadas (grado IV) a moderadamente meteorizada (III), con una cobertura de depósitos de ladera de 7m de espesor, ver Figura 5.74. A nivel regional se observa estratificación en sentido NS con buzamiento al oeste; esta situación puede ser desfavorable para la estabilidad de taludes que se conformen sobre estas laderas.
K39+091	K40+220	Depósitos coluviales (Qc) – Depósitos aluviales (Qal)	Cruce a través de estos depósitos intercalados.
K40+220	K40+395	Formación Capacho (Kic)	
K40+395	K42+380	Depósitos coluviales (Qc), terrazas aluviales (Qt2)	Cruce intermitente de depósitos aluviales (Qt2) y depósitos de ladera (Fotografía 5.42) que suprayacen rocas de la formación Aguardiente (Kia), las cuales presentan estratificación N20E/32SE, favorable para la estabilidad de taludes en este tramo.

Abscisa	Unidad litológica	Descripción
		<p>Fotografía 5.42 Depósito coluvial, aprox. K40+670</p>  <p>Fuente: CONCOL - AECOM, 2018</p>

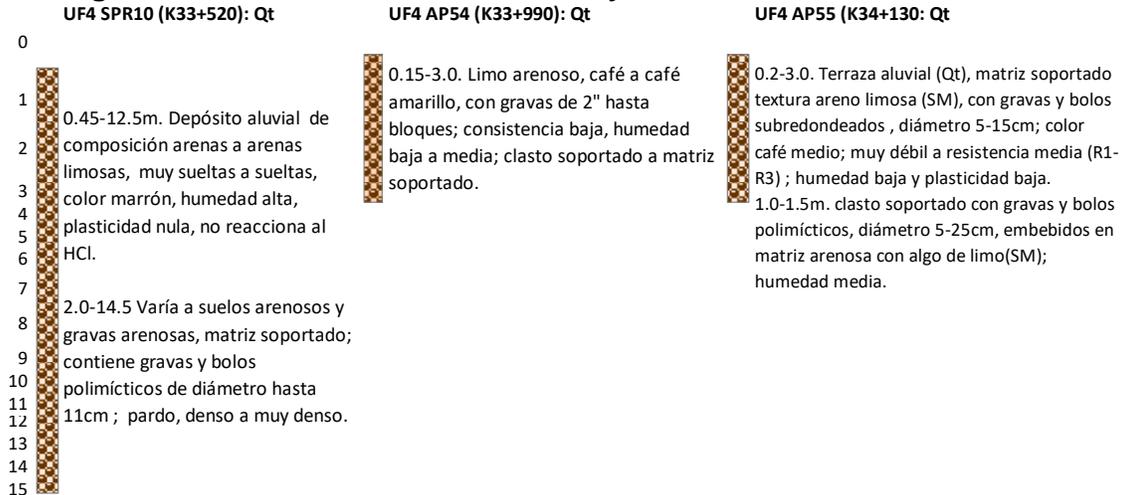
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.69 Sondeo UF4-S55, realizado en depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita (K33+284)



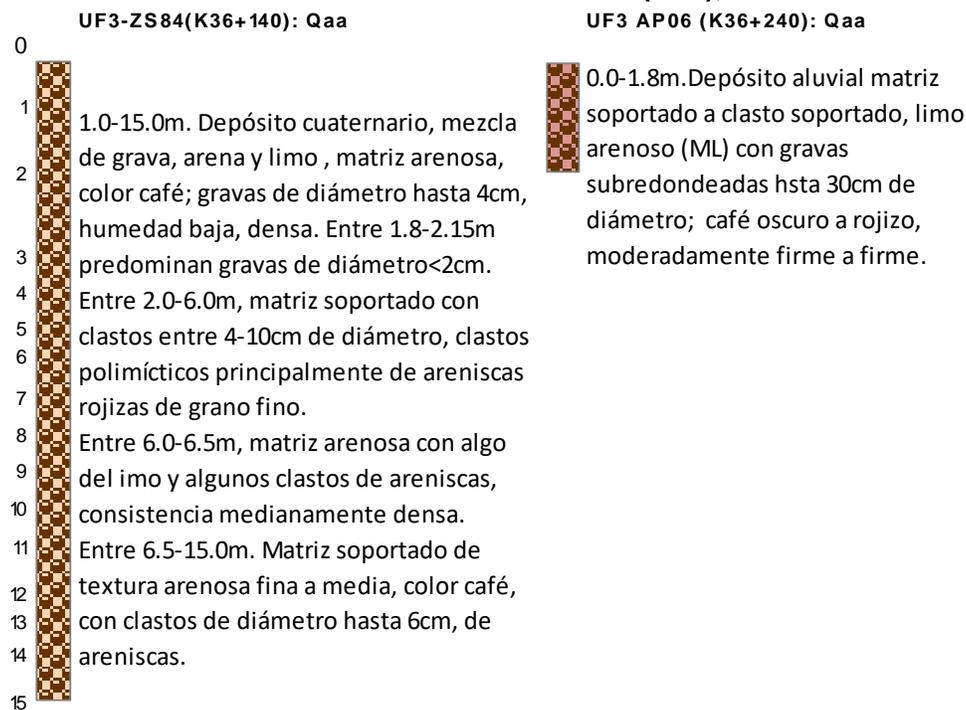
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Figura 5.70 Sondeos realizados en Qt2 y Qt1, entre K33+520 a K34+130



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

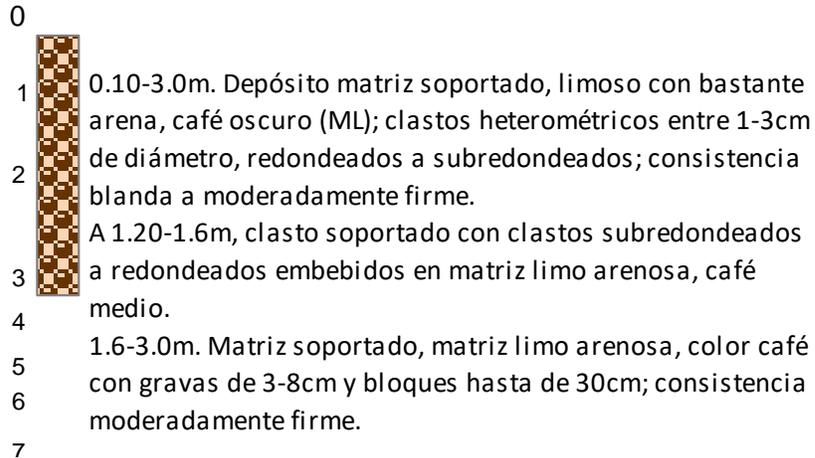
Figura 5.71 Sondeos realizados en abanico aluvial (Qaa), en K36+140 a K36+240



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

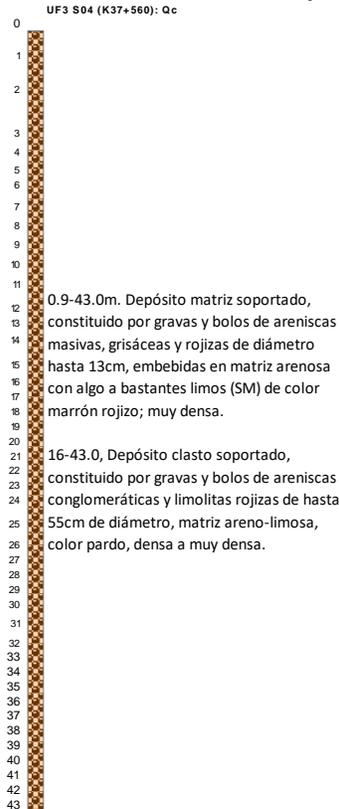
Figura 5.72 Sondeo UF3-AP08 (K36+900)

UF3 AP-08 (K36+900): Qt



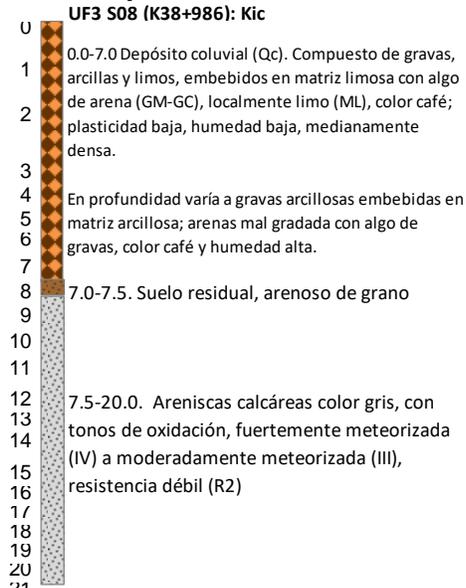
Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Figura 5.73 Sondeo UF3-S04 (K37+560)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Figura 5.74 Sondeo UF3 S08 (K38+986), Formación Capacho (Kic) con cobertura de depósitos de ladera



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- Obras proyectadas

A lo largo de este tramo se han proyectado las siguientes obras.

- Accesos veredales en K30+960, K41+240, K41+800.
- ZODMEs 908, 906, 337, 345 (ver numeral 5.1.1.4).
- Puente en K30+924 a K30+951. Se construirá sobre depósitos de abanico aluvial, de espesor 16 m (UF4-S43), compuestos de suelos arenosos a arenos limosos, de grano medio, compactación media a buena. Presenta fragmentos de roca polimícticos, principalmente de granitos, arcillolitas, areniscas y limolitas y minerales de cuarzo; subredondeados a redondeados y subangulares. Le subyacen calizas muy fracturadas, de espesor >3 m, con vetas carbonatadas, meteorización moderada. De relieve ligeramente inclinado (3-7%), de apariencia estable.
- Acceso a Polvorín y Polvorín, ubicado aproximadamente 250 m al oeste de K31+640. Ubicado en laderas estructurales de cuesta (Sle-c), en relieve de pendientes fuertemente inclinadas (12-25%).
- Puente en K32+724 a K32+750, sobre afluente al río Pamplonita. Se localiza sobre depósitos aluviales de espesor mayor de 34, matriz soportado a clasto soportado, constituido por clastos de areniscas, calizas, arcillolitas, neises, de diámetro hasta 30 cm, embebidos en matriz arenosa con algo de limos, color marrón, medianamente

densos. El relieve es inclinado (7-12%); sus estribos parecen estar ubicados en el plano inundable de esta quebrada.

- Puente en K33+225 a K33+274, sobre el río Pamplonita. Se ubica sobre un tramo ligeramente recto y angosto del río Pamplonita; la margen derecha del río está conformada por depósitos aluviales de espesor hasta de 23 m, que suprayacen areniscas calcáreas moderadamente fracturadas, levemente meteorizadas, de espesor >2 m (Sondeo UF4-S-55), de formación Aguardiente (Kia). El material aluvial corresponde: arenas finas a medias, clastos redondeados a subangulares, muy sueltos.
- Vía industrial, K33+280 a K33+380, ubicada sobre depósitos aluviales de espesor 23 m (UF4-S55) y terraza aluvial del río Pamplonita.
- Báscula, K34+320 a K34+620, proyectada sobre depósitos aluviales de composición limo arenoso de humedad media alta, plasticidad media.
- Báscula, y K34+460 a K34+990, proyectada sobre depósitos coluviales que suprayacen sedimentos de la formación Capacho (Kic), en un relieve inclinado (7-12%) a fuertemente inclinado (12-25%).
- Retorno, K34+820 a K35+060, en depósitos aluviales, margen derecha del río Pamplonita.
- Puentes en K38+406 a K38+433, sobre depósitos aluviales, margen derecha río Pamplonita y en K38+655 a K38+676, sobre depósitos aluviales en afluente al río Pamplonita.

- **Tramo K42+440 a K44+900**

Corresponde al paso por una secuencia sedimentaria de rocas cretácicas correspondientes a la Formación Aguardiente (K42+380 a K43+680), con coberturas de depósitos de ladera de espesores hasta de 13 m, Fotografía 5.43 y Figura 5.75. Estas rocas sedimentarias se caracterizan en este tramo por presentar estratificación NE/46-59SE, favorable para la estabilidad de taludes que se conformen en este sector.

Fotografía 5.43 Areniscas de la Formación Aguardiente (K42+800)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.75 Sondeo UF3-S11 en Formación Aguardiente



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

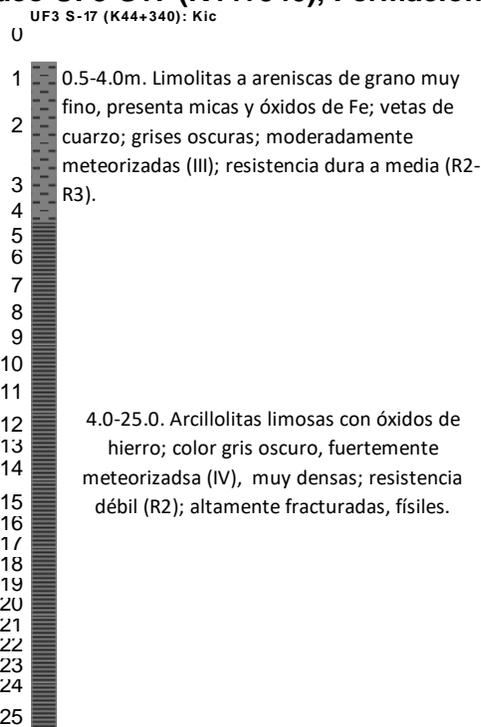
Entre K43+740 y K44+680, formación Capacho (Fotografía 5.44); en sondeo UF3-S17 se caracteriza por estratos de limolitas a areniscas de grano muy fino, con presencia de micas y óxidos de hierro, y vetas de cuarzo, color gris oscuro, moderadamente meteorizadas (III), ver Figura 5.76.

Fotografía 5.44 Formación Capacho (Kic), aproximadamente en K44+00



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.76 Sondeo UF3-S17 (K44+340), Formación Capacho (Kic)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Entre K44+680 y K44+920 aflora la Formación La Luna (K2l), Fotografía 5.45.

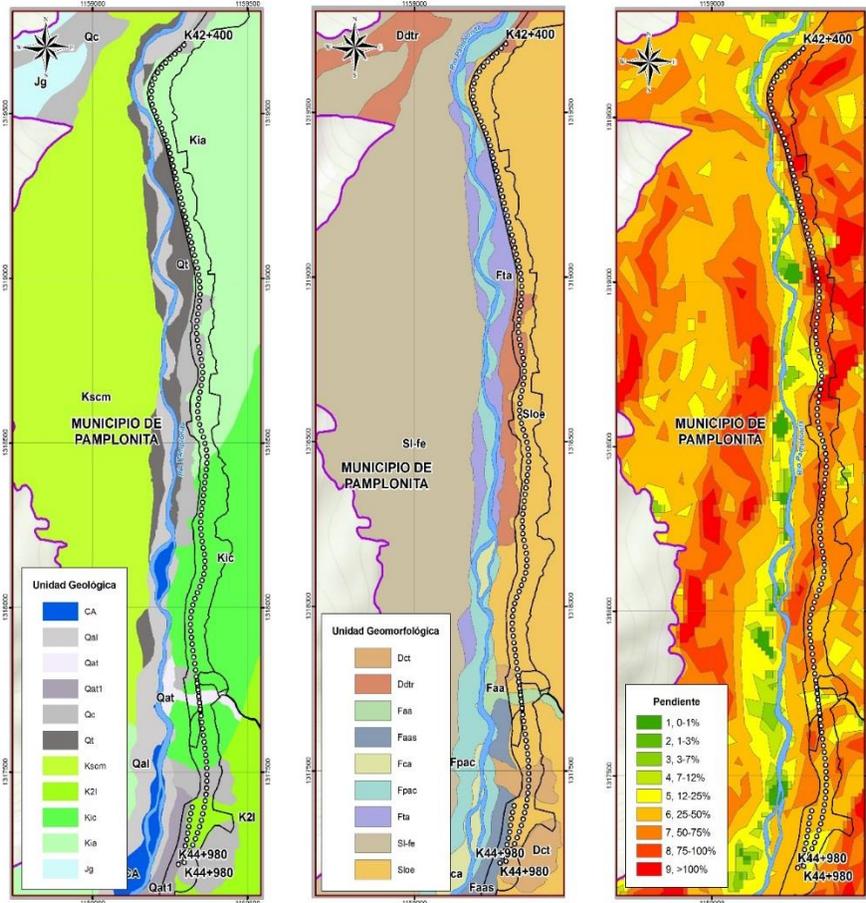
Fotografía 5.45 Formación La Luna (K2I), alrededores K44+840



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Este tramo de la vía cruza por un relieve de lomeríos estructurales (Sloe), con pendientes escarpadas (50-75% a muy escarpadas (>75%), ver Figura 5.77.

Figura 5.77 tramo K42+400 a K44+9280



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

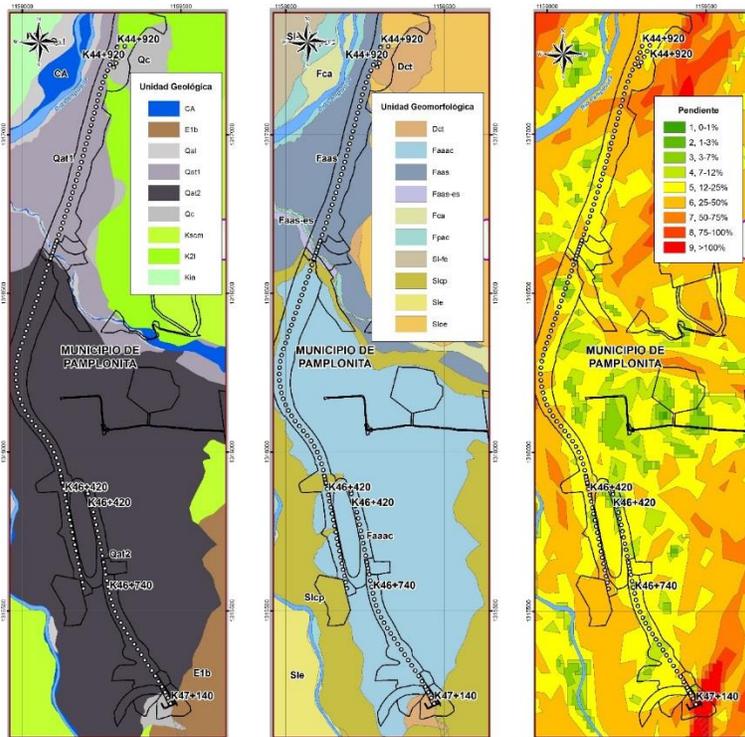
- Obras proyectadas
- Vía industrial en K44+400.

Puente en K44+400 a K44+510, en afluente del río Pamplonita. Sus estribos se ubican en relieve fuertemente quebrado (25-50%). El estribo norte se localiza en un escarpe de antiguo deslizamiento, de apariencia estable, correspondiente a un banco rocoso de 25 m de altura (UF3-S17), limolitas grises oscuras que gradan a areniscas de grano muy fino, moderadamente meteorizadas; con micas, óxidos de hierro y vetas de cuarzo; intercalada con arcillolitas limosas muy densas; meteorización leva a alta, físilas y altamente fracturadas. El estribo sur se ubica sobre la misma unidad litológica, correspondiente a 4,5 m de suelo residual compuesto de fragmentos de arcillolitas, medianamente denso a muy denso. Le siguen intercalaciones de arcillolitas moderadamente meteorizadas, localmente físilas, con presencia de óxidos de hierro, con limolitas arenosas, moderadamente meteorizadas, subfísilas.

- Tramo K44+900 a K46+737 y K46+420 a 47+140

Corresponde a un gran abanico terraza que evidencia la existencia de por lo menos dos eventos de depositación denominados Qat1 y Qat2, siendo el primero (Qat1), el más antiguo y el segundo (Qat2) el más reciente, Figura 5.78.

Figura 5.78 Tramo K44+928 a K46+737 y K46+420 a K47+140



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En apique realizado en K45+240 se identificaron las características del abanico terraza (Qat1), de textura limo arenosa, con presencia de raíces, fragmentos de roca tamaño grava, cantos y bloques, con óxidos de hierro; color marrón, consistencia baja, humedad baja a alta, plasticidad alta, ver Figura 5.79.

Figura 5.79 Sondeo UF3-S33 (K45+240), Abanico terraza (Qat1)

CA UF3- S33 (K45+240): Qat

- 0 0.15-3.0m. Depósito aluvio torrencial (Qat).
- 1 Limo-arenoso (SM) con presencia de raíces, fragmentos de roca tamaño grava, cantos y bloques, con óxidos de hierro; color marrón, consistencia baja, humedad baja a alta,
- 2 plasticidad alta.
- 3

Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIÓTICO 5.1.1- Geología \ ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Fotografía 5.46 Abanico terraza (Qat1), aproximadamente en K45+400



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el evento más reciente del abanico terraza (Qat2), se ha establecido su estratigrafía con base en apiques y sondeos, que se observan en Figura 5.80. Tiene un espesor de por lo menos 25-30m, de textura limo arenoso a arcilloso, con un espesor de 25-28,5m, con clastos subredondeados y subangulares heterométricos de areniscas, limolitas y arcillolitas; consistencia baja a moderadamente.

Este tramo de la vía cruza una unidad geomorfológica cuyo ambiente morfogenético es fluvial asociado al río Pamplonita y afluentes, que han desarrollado un abanico aluvial, con evidencia de por lo menos dos eventos de depositación y desarrollo de escarpes de terraza, denominados abanico aluvial actual (Faaac), escarpe de abanico aluvial actual (Faaac-es), abanico aluvial subreciente (Faas) y escarpe de abanico aluvial subreciente (Faas-es), Figura 5.78.

La pendiente varía de fuertemente inclinada (12-25%) a inclinada (7-12%) y en menor proporción escarpada (25-50%).

Figura 5.80 Sondeos UF3-S28 (K46+320) y UF3-S31 (K46+960), abanico terraza reciente (Qat2)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1- Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

- Obras proyectadas
 - Vía industrial, K45+540 a K45+560, K45+620 a K45+623,56. Se construirá sobre abanico terraza de pendiente fuertemente inclinada (12-25%).
 - Puente en K45+560 a K45+623,56. Ambos estribos se ubicarán sobre depósito de abanico terraza; cruzarán drenaje que parece estar controlado por la Falla Labateca, de dirección NW-SE y por tal motivo, es importante tener presente esta potencial influencia estructural en el momento de la construcción del túnel.
 - Puente en K46+353 a K46+388, sobre depósito de abanico terraza (Qat2), de espesor mayor de 25 m y compuesto de material arcilloso con presencia de fragmentos de roca

tamaño grava, poco a medianamente denso, a mayor profundidad se observan clastos subredondeados y subangulares de areniscas, limolitas y arcillolitas.

- Retorno en K46+380 a K46+700, en abanico terraza (Qat2) de condiciones similares a las mencionadas en párrafo anterior.
- Acceso veredal en K46+600, en abanico terraza (Qat2).
- Vía industrial en K47+080, en abanico terraza (Qat2).
- Área de trabajo portal de entrada túnel en K47+080 a K47+180, en depósito coluvial.
- **Tramo túnel: K47+140 a K48+200**

Este tramo de la vía se describe en forma detallada en 5.1.1.3.5.

- **Tramo K48+200 a K49+217,3**

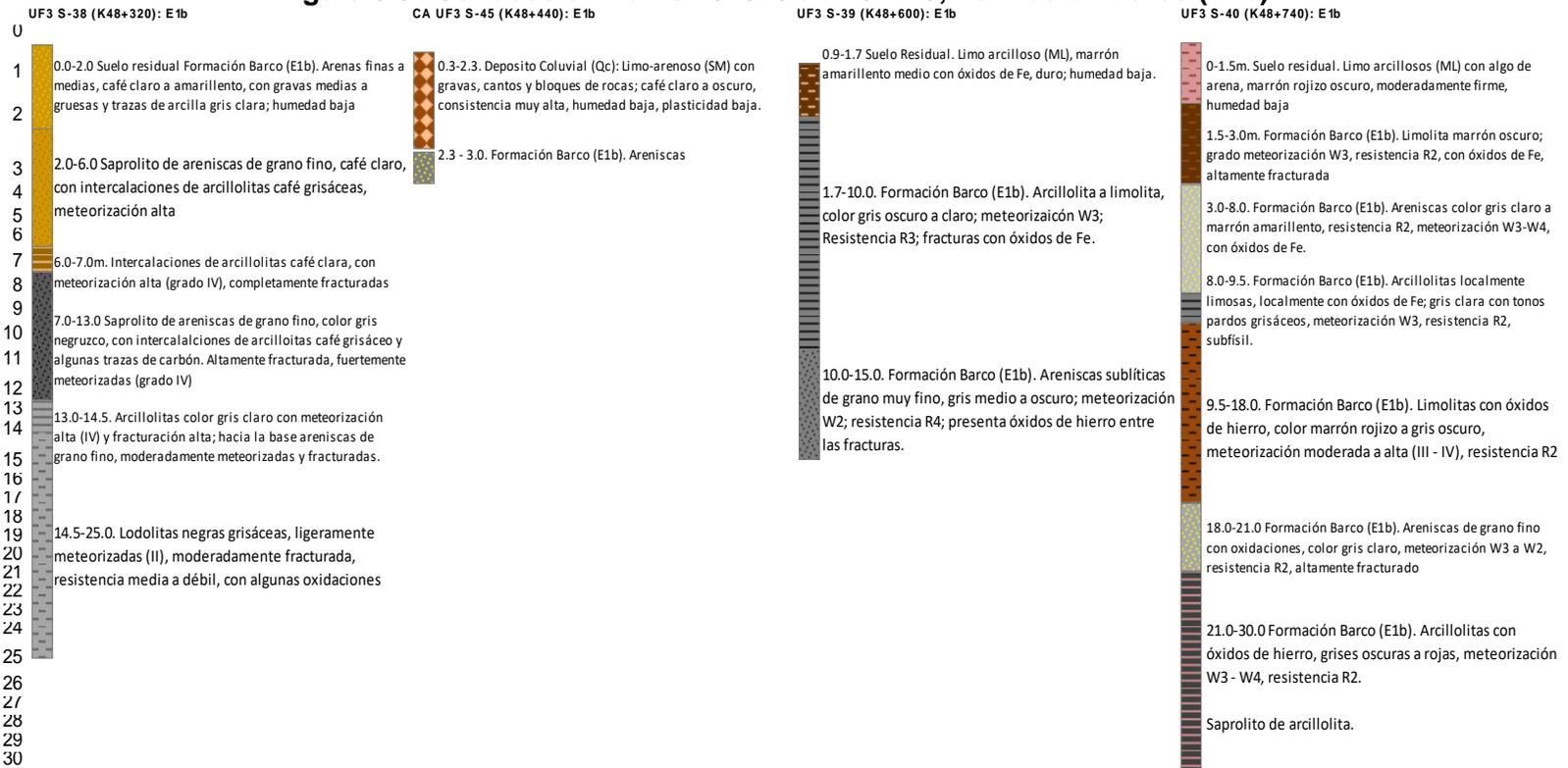
Este tramo de la vía cruza a través de rocas sedimentarias cretácicas de las formaciones Barco (E1b) y Los Cuervos (E1c), ambas con coberturas de depósitos coluviales de dimensiones variables. Estas formaciones presentan una estratificación NS a NNW-SSE con buzamientos al este, desarrollando laderas de contrapendiente estructural, favorables para la estabilidad de taludes. A partir del portal de salida del túnel Pamplonita K48+200 a K48+334, se cruza por un depósito coluvial de espesor 4,5 m (ver sondeo UF3-S37, Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos), está conformado por depósito matriz soportado, de textura arcillosa, muy plástica, gris, de consistencia firme; contiene fragmentos de roca tamaño grava, angulares, de composición arcillolitas y limolitas.

Entre K48+334 y K48+816, se estima el cruce a través de rocas de la formación Barco (E1b), que se caracterizan por el desarrollo de suelos residuales de espesor hasta 2 m, cuya textura varía entre limo arcillosa a arenas finas, color café amarillento a marrón rojizo oscuro, humedad baja. Esta unidad litológica fue observada hasta profundidades de 30 m, compuesta por la intercalación de areniscas de grano fino color café claro, de espesores entre 4-6 m y arcillolitas, limolitas y lodolitas, de espesor 3-10 m, grado de meteorización varía de moderada a alto (III a IV), altamente fracturadas, ver Figura 5.81.

Entre K48+816 y K49+149 se cruza a través de rocas sedimentarias de la formación Los Cuervos (E1c), compuestas de arcillolitas altamente fracturadas, color gris oscuro a negro; alto grado de meteorización (IV), localmente ligeramente calcáreas y carbonosas. Presenta niveles de carbón negro, brillante, fractura concoidea, Figura 5.82. También se observa como intercalación de areniscas de grano muy fino, grises oscuras, moderadamente meteorizadas (grado III) de 1-3.5 m de espesor, intercaladas con limolitas arcillosas y arcillolitas limosas, grises oscuras a negras, de meteorización moderada a alta (III – IV), de espesor 1-2 m, Figura 5.82.

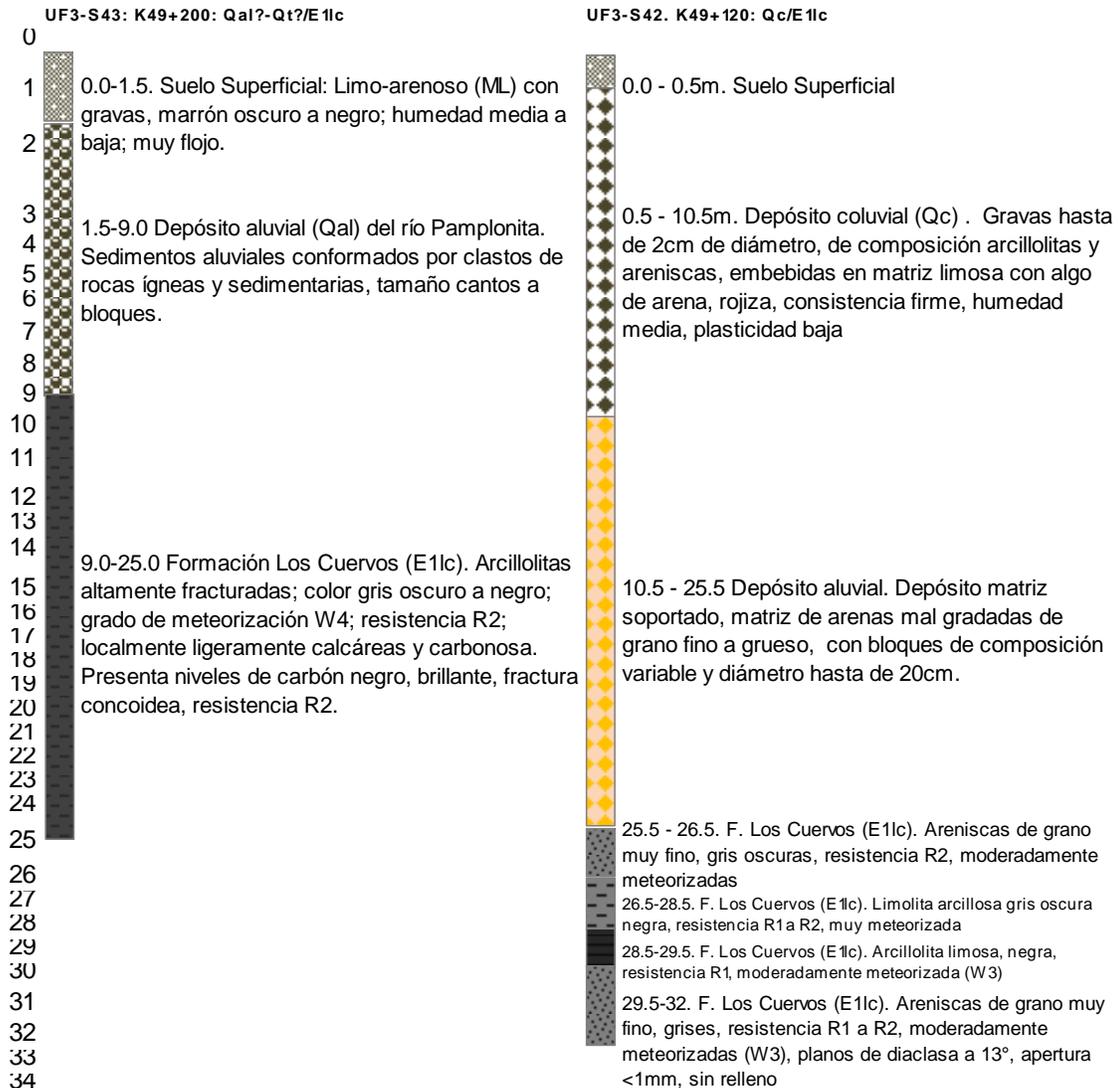
Este tramo puede tener coberturas de depósitos coluviales como el cartografiado entre K48+200 a K48+334, K48+542 a K48+712, K48+816 a K49+148. En apiques realizados en K48+840 (CAUF3-47) y K49+160 (CAUF3-48), se caracterizan por una matriz limo arenosa con presencia de raíces, gravas angulares, cantos y bloques de roca, color gris a gris oscuro, consistencia muy alta a alta, humedad baja, plasticidad baja, vetas amarillas, con un espesor observado de 3 m. En sondeo realizado en K49+120 (UF3-S42), el depósito coluvial está compuesto de gravas de diámetro hasta 2cm, de composición arcillolitas y areniscas, embebidas en matriz limosa con algo de arena, rojiza, consistencia firme, humedad media, plasticidad baja, Figura 5.82.

Figura 5.81 Sondeos en tramo 48+320 a K48+740, Formación Barco (E1b)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geología\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

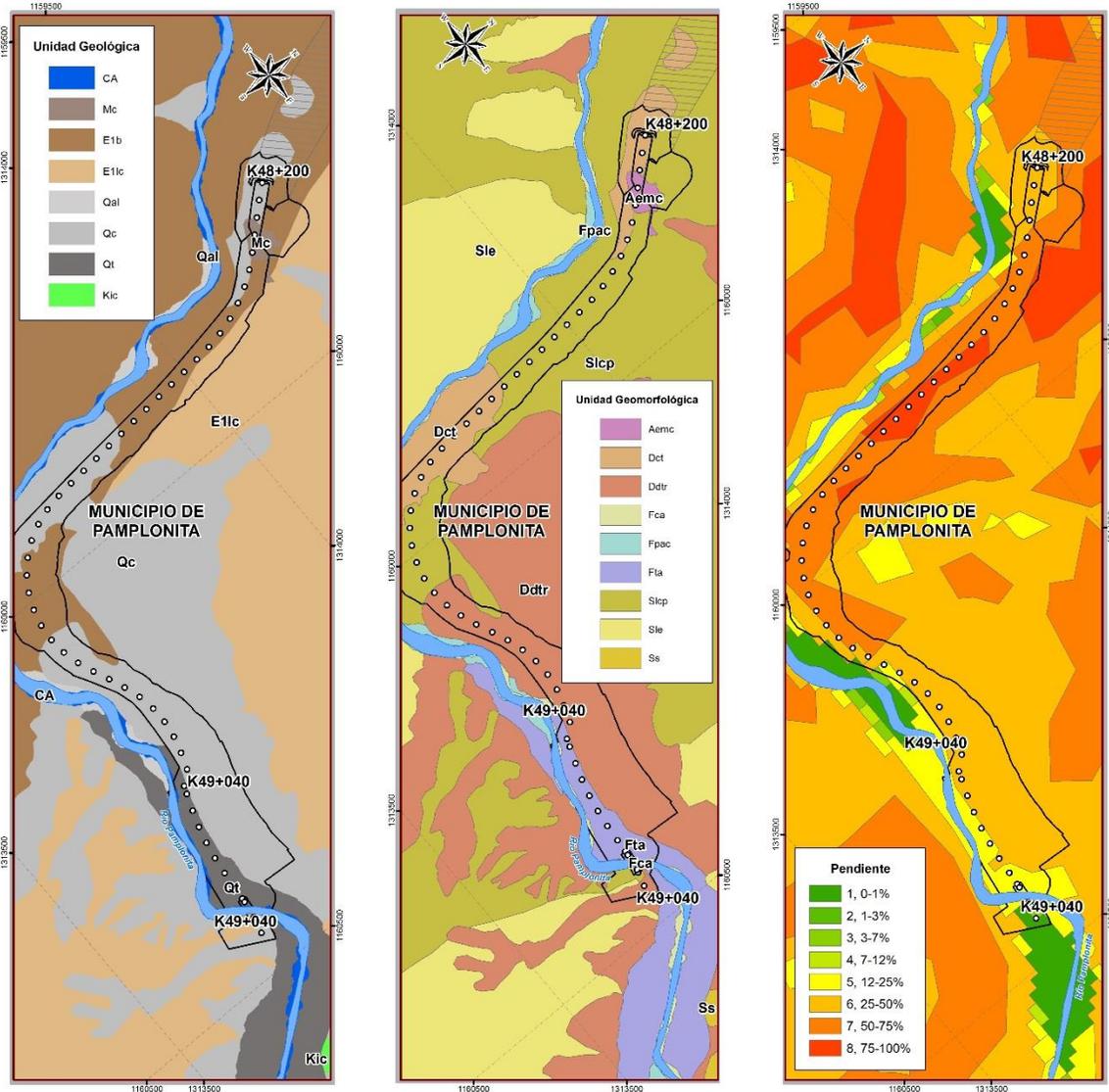
Figura 5.82 Sondeos UF3-S42 y UF3-S43 en rocas de la Formación Los cuervos (E1lc)



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIOTICO 5.1.1- Geología ANEXO A_Apiques y Sondeos)

Este tramo de la vía se localiza en un relieve de montañas estructurales, cuyas laderas conforman una contrapendiente estructural, denominado Ladera contrapendiente (Slcp), la pendiente del terreno es predominantemente escarpada (50-75%) a fuertemente quebrada (25-50%) y en menor proporción muy escarpada (75-100%), aproximadamente entre el K48+420 a K48+580, Figura 5.83.

Figura 5.83 Tramo K48+200 a K49+217,3



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- Obras proyectadas
 - Puente en K48+995,47 a K49+023,47. Los estribos de este puente estarán ubicados sobre depósitos aluviales de 8 m de espesor (margen derecha del río Pamplonita), compuestos de clastos de rocas ígneas y sedimentarias, que suprayacen estratos de arcillolitas grises oscuras a negras, altamente meteorizadas, y fracturadas, localmente calcáreas y carbonosas; en una profundidad de 16 m se identificó carbón, brillantes, de fractura concoidea; corresponde a la formación Los Cuervos (E1lc).

5.1.1.3.5 Tramo de construcción del túnel entre K47+140 a K48+200

La información que se presenta a continuación corresponde al resultado de los estudios de diseño realizados por Ingeniería e Infraestructura, SACYR – Unión vial Río Pamplonita, (Ingeniería e Infraestructura, s.f, págs. 126-133).

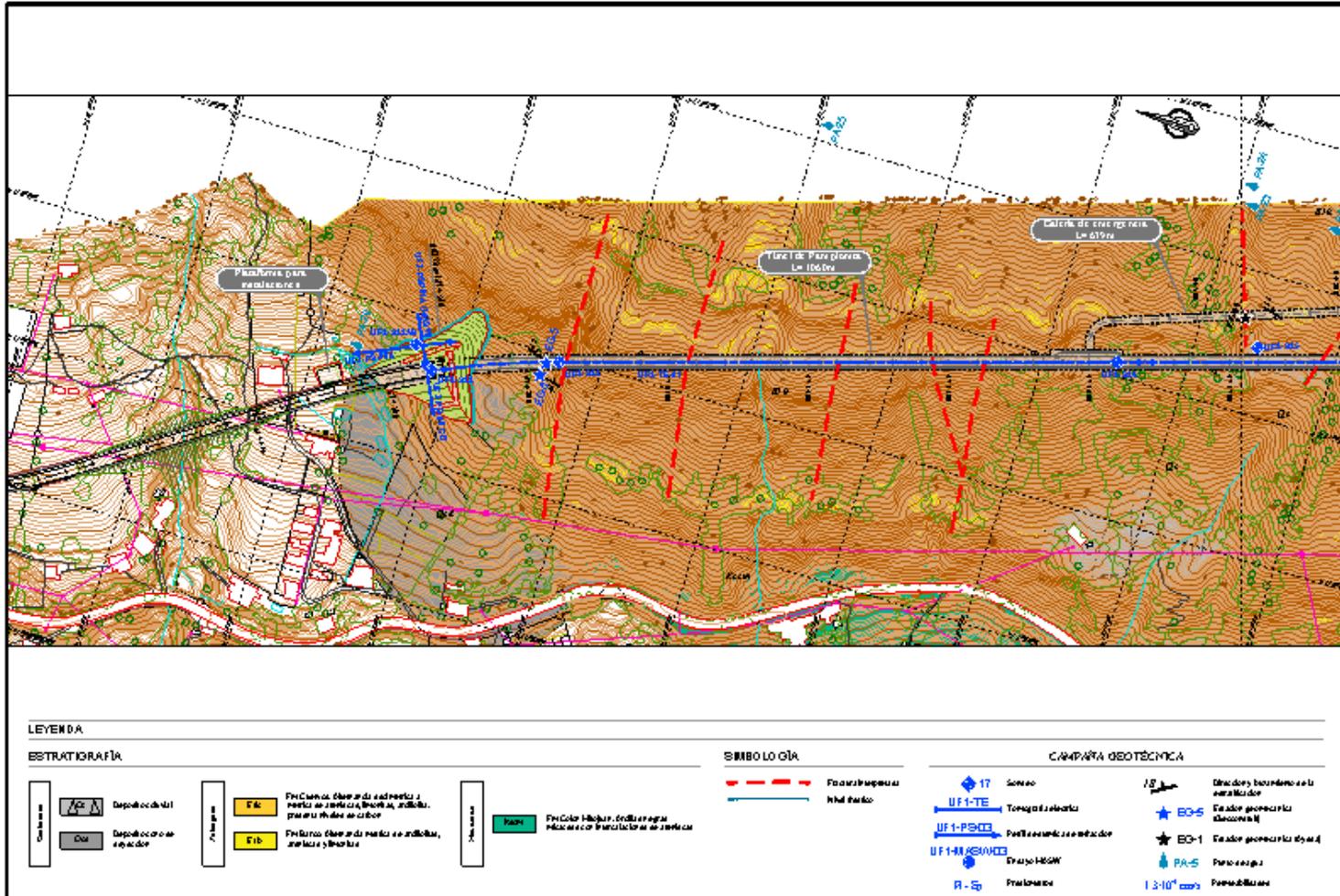
De acuerdo con las condiciones geológicas reconocidas en sondeos realizados en el tramo del túnel Pamplonita en el informe de la referencia, se presenta la geología detallada (Figura 5.84), la cual se realizó con apoyo en trabajo de campo y en la ejecución de 8 sondeos, 6 perfiles sísmicos (3 tomografías, 3 líneas sísmicas de refracción), ver Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO E_Túnel P.

- **Geología detallada tramo túnel (K47+140 a K48+200)**

En todos los sondeos realizados se observaron sedimentos de la formación Barco (E1b), consistentes en alternancia de areniscas, limolitas, y arcillolitas en estratos de espesor métrico. A nivel superficial se identificaron coberturas de depósitos coluviales, ver geología en planta (Figura 5.84 y Figura 5.85) y perfil geológico del túnel y galería de emergencia (Figura 5.84 a Figura 5.88 y Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO E_Túnel P).

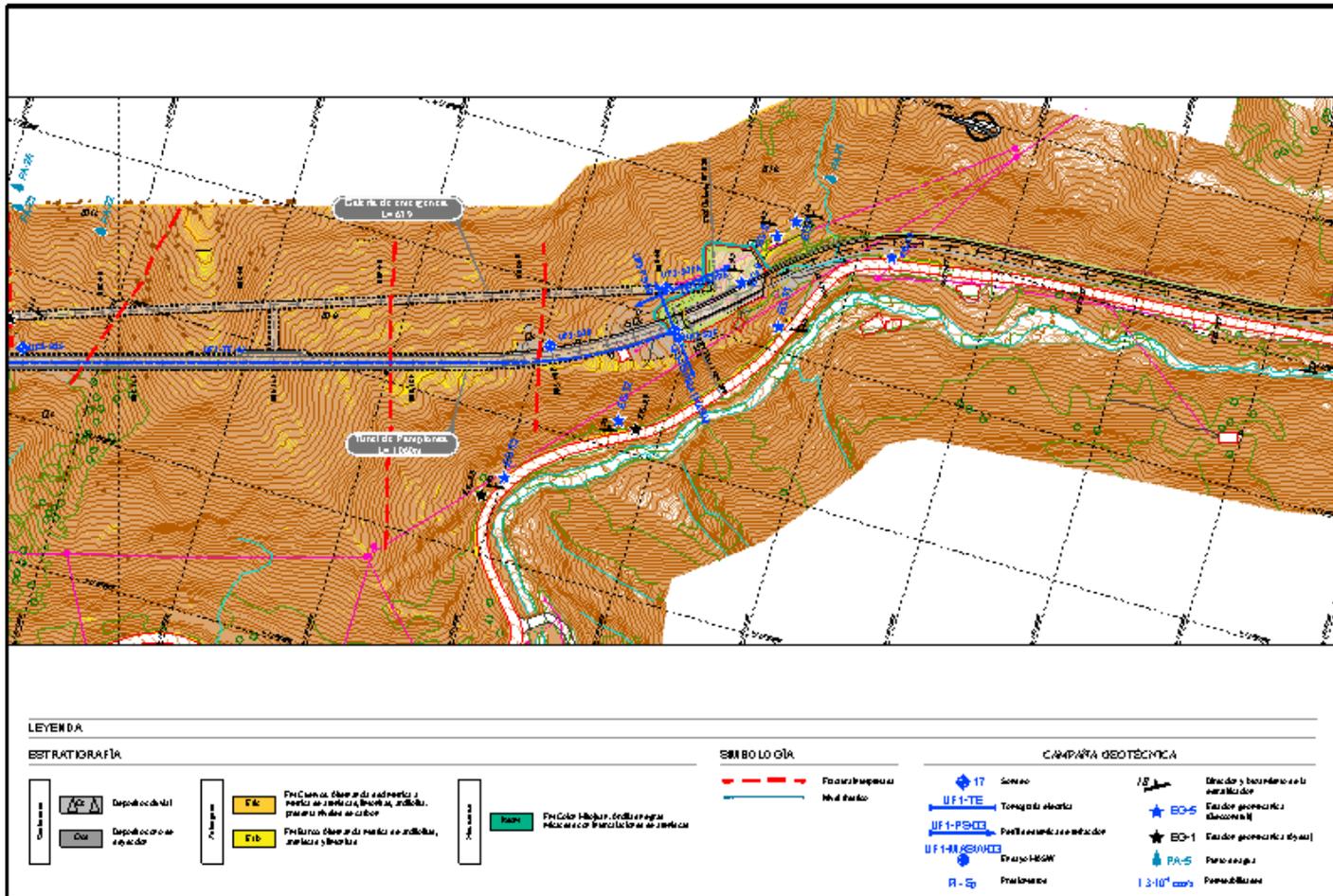
Hacia el portal Norte del túnel, entre K47+200 y K47+220 (Figura 5.90), la formación Barco se encuentra cubierta por depósitos coluviales, de espesor 6-6,5 m, que se caracterizan por ser clasto soportados con gravas y cantos de areniscas de grano fino a medio y arcillolitas de longitud hasta 4,6 cm; embebidos en matriz limo arenosa (hasta 4,8 m) y arcillo limosa (hasta 7,85 m), de consistencia firme a muy rígida (sondeo UF3-S32A, K47+120), Figura 5.90. En sondeos UF3-S32 y UF3-S33, los coluviones tienen un espesor de 3.5-6.5 m, matriz soportado, textura arcillosa con algo de arenas a arenosa, el varía de color gris parduzco a crema; gravas de areniscas masivas a laminadas, color gris a crema, diámetro <1 m; consistencia firme a densa.

Figura 5.84 Planta geológica de Túnel Pamplonita, K47+120 a K47+780



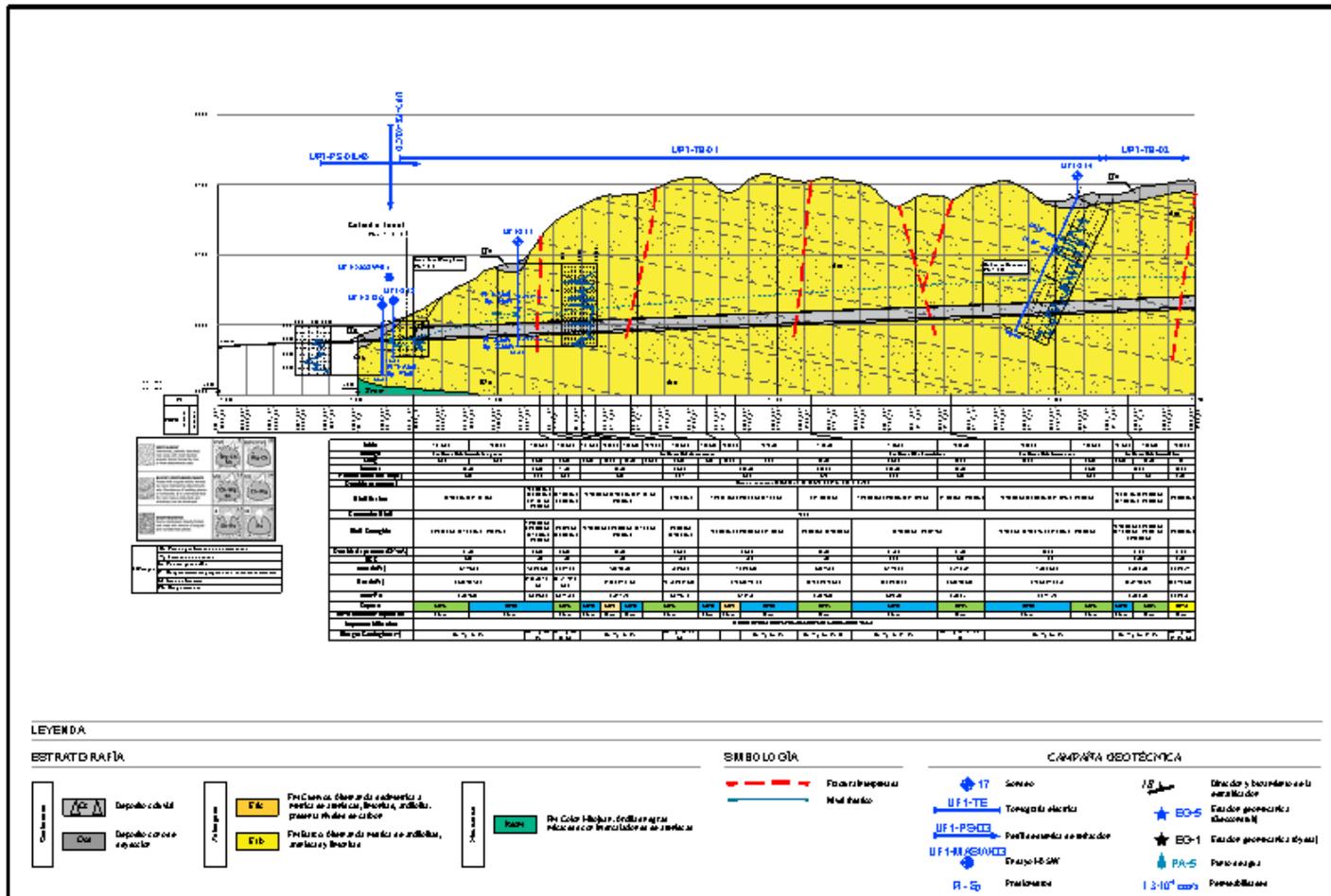
Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2019

Figura 5.85 Planta geológica de Túnel Pamplonita, K47+780 a K48+200



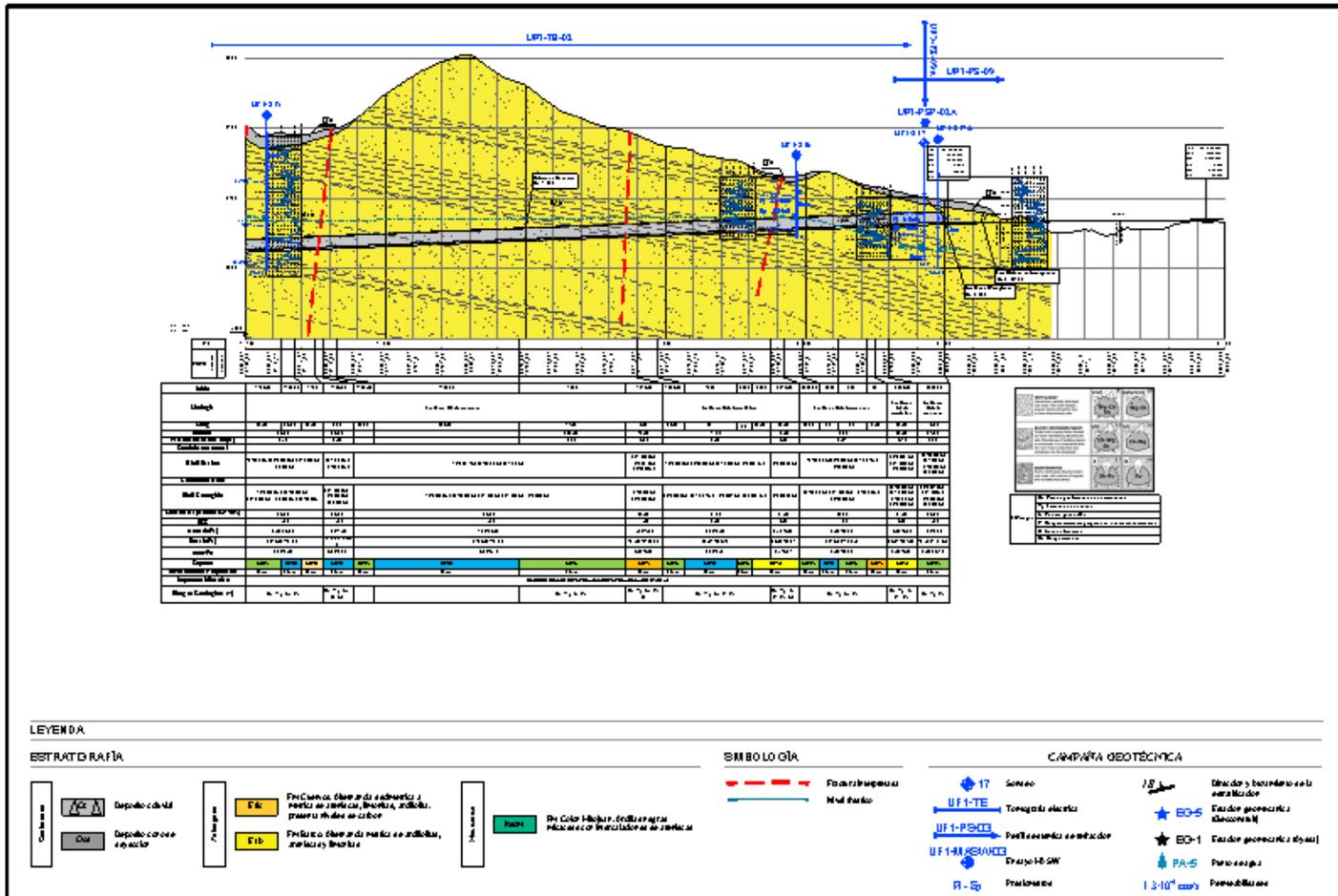
Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2019

Figura 5.86. Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+140 a K47+680)



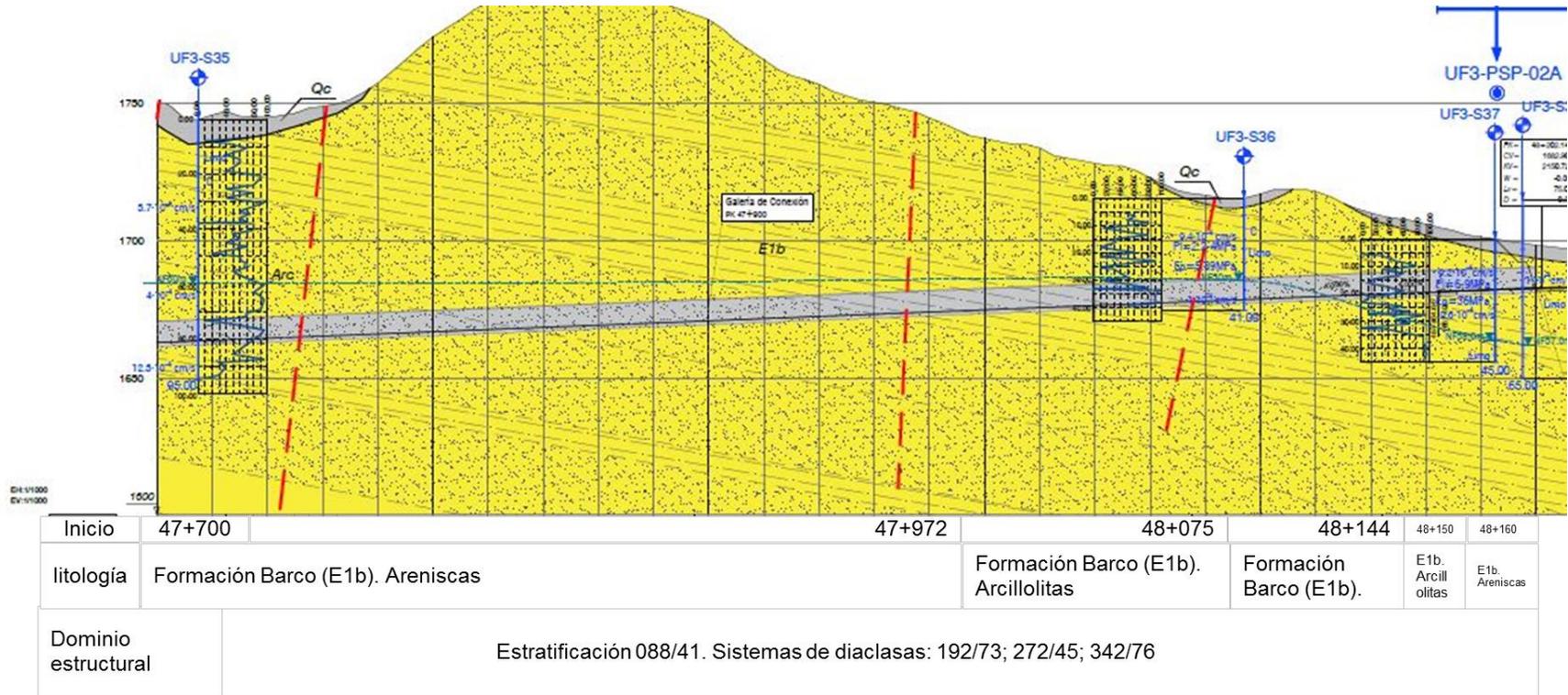
Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2019

Figura 5.87. Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+680 a K48+200)



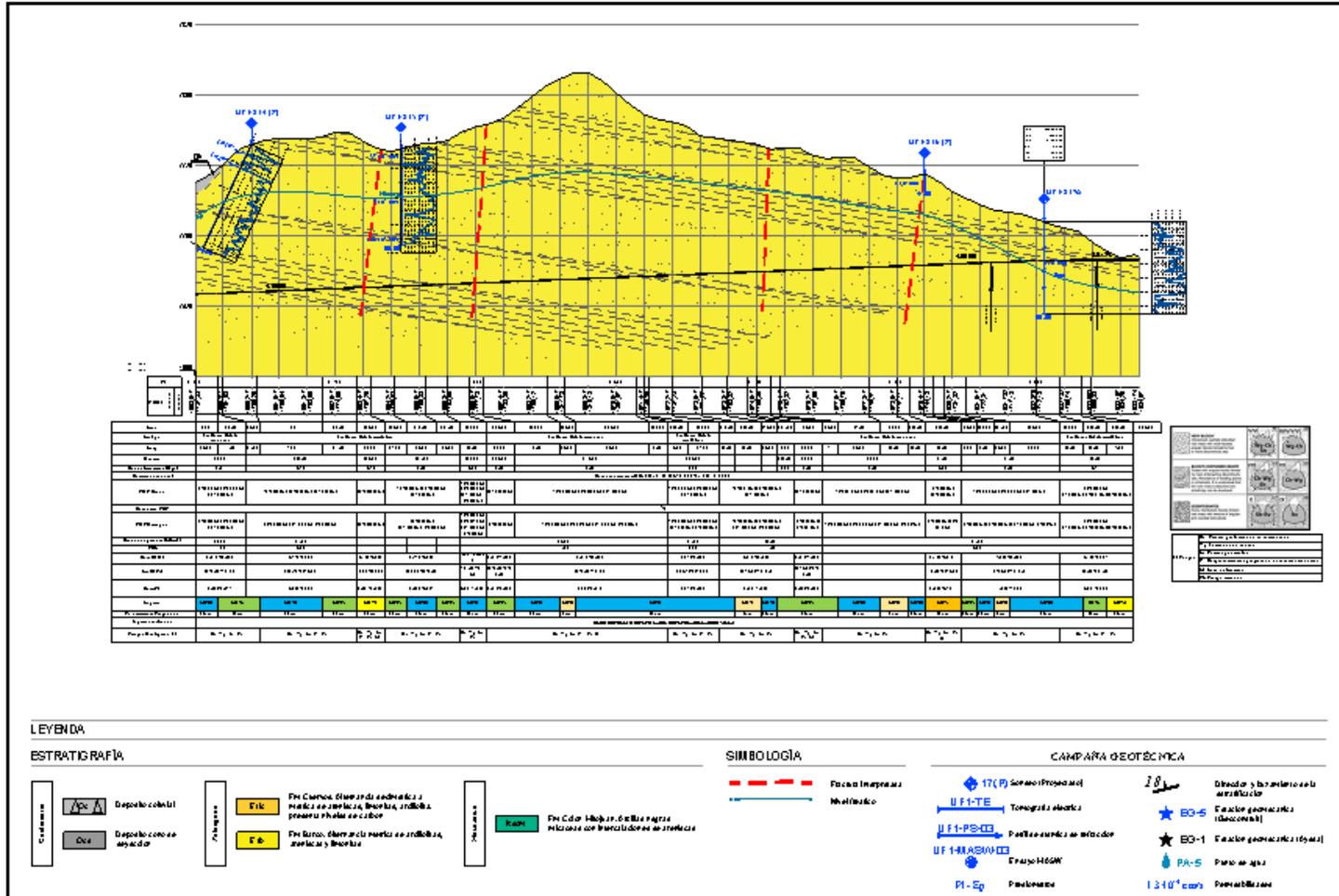
Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2019

Figura 5.88 Perfil geológico del Túnel Pamplonita (K47+680 a K48+200)



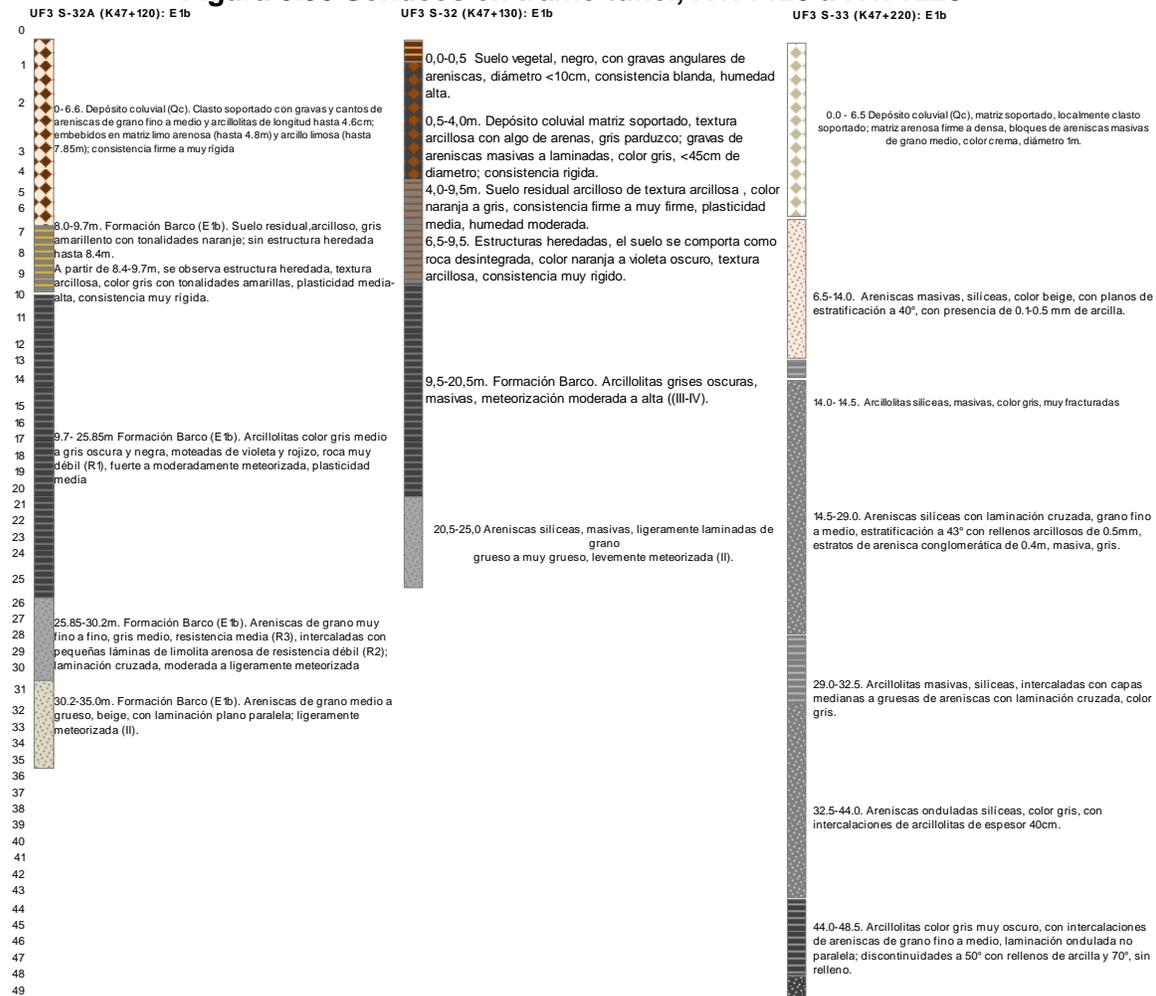
Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2019

Figura 5.89 Perfil geológico Galería de emergencia



Fuente: SACYR. Concesión Corredor Vial Pamplona – Cúcuta, Esquema de APP Contrato 002 de 2017. Planta Geológica, escala 1:1000, 2018.

Figura 5.90 Sondeos en tramo túnel, K47+120 a K47+220



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO E_Túnel P)

En la parte central del trazado del túnel (K47+585 a K47+780, Figura 5.84 a Figura 5.83), se identificaron depósitos coluviales (Qc) en superficie, compuestos por bloques de areniscas masivas correlacionables con rocas de la formación Barco. En sondeo UF3-S34 (K47+620) el coluvión tiene un espesor de 6,5 m, es de textura limo arcillosa, color gris con tonalidades cafés, consistencia blanda a moderadamente firme, plasticidad baja a media.

En sondeo UF3-S35 (K47+725), se observa otro coluvión de espesor 5,5 m, matriz soportado, matriz de textura areno limosa, color marrón rojizo, densa a muy densa, con gravas de areniscas y limolitas de diámetro <20cm; plasticidad baja a nula.

Los depósitos coluviales identificados en el tramo final del perfil geológico del túnel (K48+060 a K48+110 y K48+130 a K48+240) (Figura 5.88), se identifican en sondeos UF3-S36 (K48+100) y UF3-S37 (K48+190), Figura 5.91. Presentan un espesor de 3,8 m, son

matriz soportados con matriz arcillosa, plasticidad media a alta, consistencia firme, color gris, con gravas angulares de arcillolitas y limolitas abigarradas, diámetro <15 cm. Al igual que en la boca norte del túnel, en la boca sur se pueden presentar inestabilidades del material coluvial, durante la excavación del emboquille.

Figura 5.91 Sondeos entre K48+100 a K48+190, con brecha de falla



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACIÓN 5.1 MEDIO ABIOTICO \5.1.1- Geología \ANEXO E_ Túnel P)

El material parental a lo largo del túnel está conformado en un 100% por rocas de la formación Barco (E1b), tal como lo evidencia el total de sondeos realizados en este sector.

A nivel general, consiste en la alternancia de estratos de areniscas, limolitas, y arcillolitas, de espesor métrico. Los sondeos S36, S37 y S37A, presentan delgados niveles de brecha indicando posible presencia de falla; en los sondeos S32A, S32 y S33 (Figura 5.90) no se

evidencia afectación por fallamiento, ni litológica ni superficialmente. En el sondeo UF3-S35 (K47+725), se presenta un estrato muy extenso de areniscas.

Estructuralmente la formación Barco en todo el sector del túnel, presenta buzamiento N2W/41E, transversal a la dirección del túnel, y familias de diaclasas de dirección N78W/73SW, N2E/45NW y N72E/76NW.

5.1.1.4 Características litológicas y geomorfológicas de zonas de disposición de materiales de excavación, ZODME

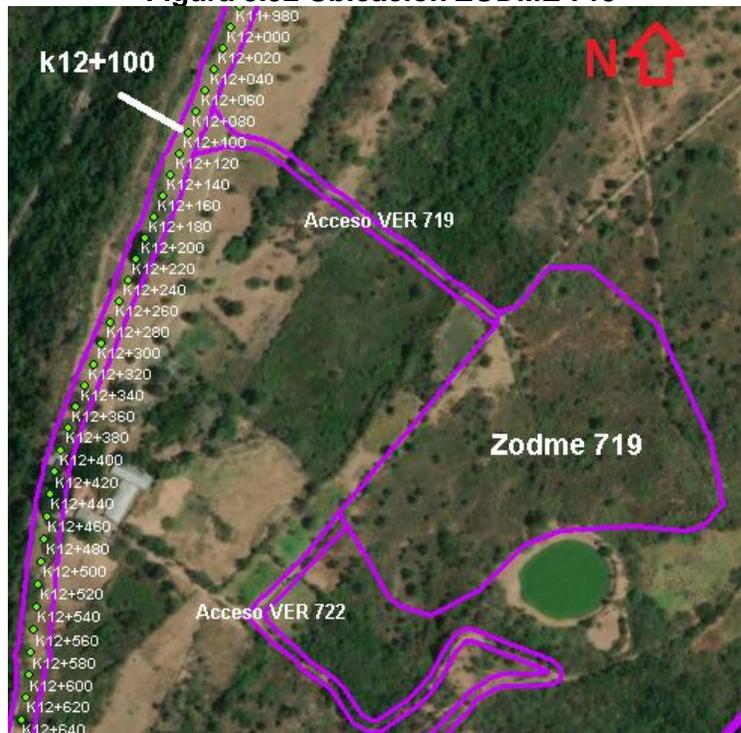
A continuación, se describen las características litológicas y geomorfológicas identificadas en las ZODMEs propuestas para las UF3 – 5.

5.1.1.4.1 ZODME 719

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Corozal del municipio de Los Patios; al sitio se accede por el carretable que desde la carretera Cúcuta – Pamplona conduce a dicha vereda, y se encuentra en inmediaciones del K12+100 del trazado de la vía (Figura 5.92), el área de intervención definida para esta ZODME es de 5,75 ha.

Figura 5.92 Ubicación ZODME 719



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; Imagen Google Earth, 2017

- **Características litológicas y geomorfológicas**

La ZODME se ubica en el plano de una amplia terraza fluviotorrencial (Qt), que no presenta afloramientos en el sitio, pero en el escarpe de la terraza se observa la composición de esta, correspondiente a un depósito clasto soportado, compuesto de bloques de areniscas de grano fino, cuarzosas, micáceas, blancas con alteraciones amarillo-rojizas, redondeados a subredondeados, de diámetro >1 m, con matriz de textura arena gruesa, Fotografía 5.47.

Fotografía 5.47 Características litológicas de terraza aluvial (Qt), sobre la cual se proyecta la ubicación de la ZODME 719



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En superficie la terraza aluvial muestra algunos bloques de rocas de diámetros >1 m, subredondeados, Fotografía 5.48. No se observaron evidencias de erosión, el terreno se presenta estable.

Fotografía 5.48 Terraza alta (Qt), bloques de rocas superficiales de diámetro >1 m



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El terreno de la ZODME es plano a ligeramente inclinado e irregular (0-7%), ver Fotografía 5.49.

Fotografía 5.49 Terreno plano a ligeramente inclinado, ZODME 719



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**

Predomina una vegetación densa y pastos altos (Fotografía 5.50); el sitio de la ZODME queda cercano a la casa principal de la hacienda, aunque en algunos sectores disminuye la densidad de la cobertura vegetal.

Fotografía 5.50 Predominio de vegetación densa, ZODME 719



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

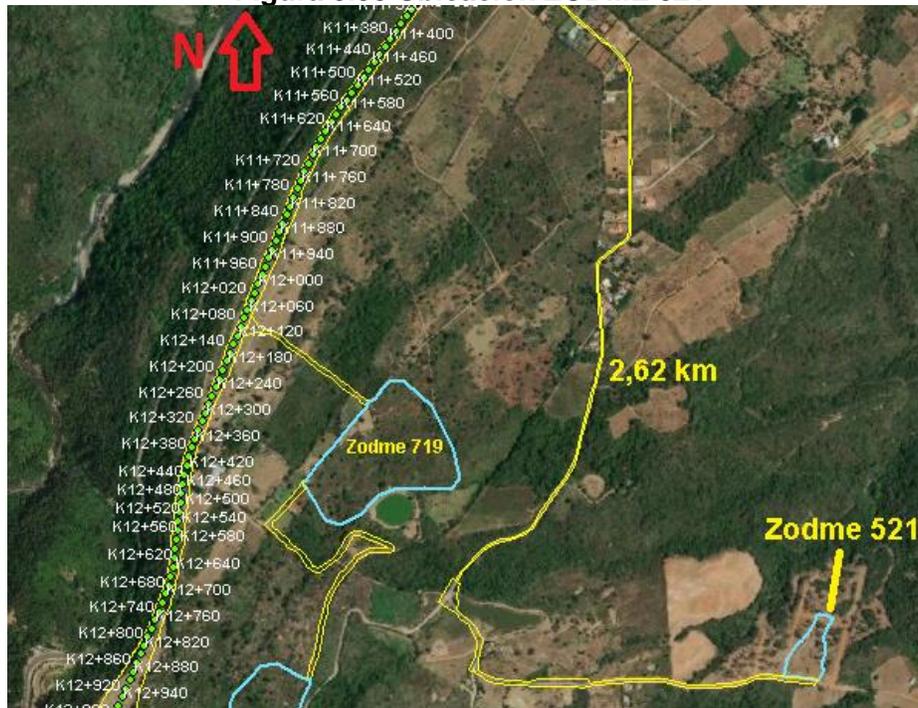
- i. Terreno estable, sin evidencias de procesos erosivos significativos.
- ii. Condiciones adecuadas de acceso, pues existe un carreteable que cruza el polígono proyectado.
- iii. Terreno amplio, con suficiente espacio para el depósito de materiales.

5.1.1.4.2 ZODME 521

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda California, Municipio de Los Patios. Al sitio se accede por el carreteable que desde la carretera Cúcuta – Pamplona conduce a dicha vereda, una distancia aproximada de 2,62 km, ver Figura 5.93. El área de intervención definida para este ZODME es de 0,80 ha.

Figura 5.93 Ubicación ZODME 521



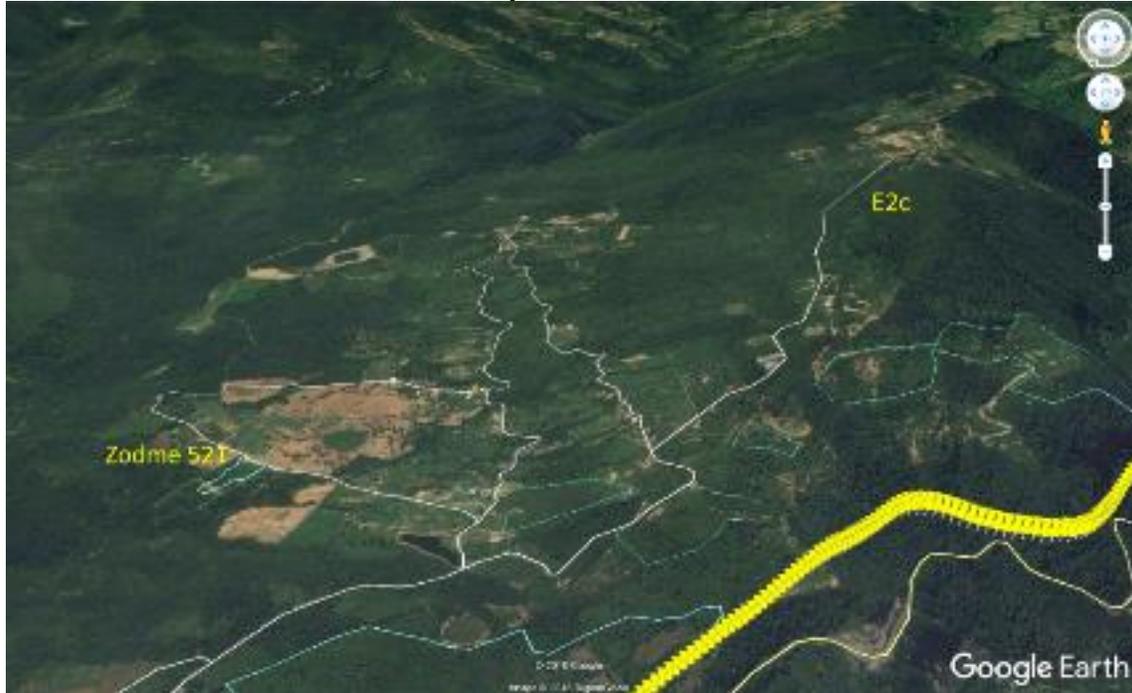
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

- **Características litológicas y geomorfológicas**

El sitio se localiza sobre depósitos coluvio aluviales que suprayacen un material parental que corresponde a sedimentos de la formación Carbonera, conformada por capas gruesas de lodolitas intercaladas con areniscas cuarzosas de grano fino, shales carbonosos y grandes mantos de carbón, y que en el área se presenta como una ladera estructural (Figura 5.94). La ZODME 521 se localiza sobre esta ladera estructural, suprayacida por una cobertura de sedimentos de origen coluvio aluvial, generados por influencia de los drenajes que se presentan en la ladera, Figura 5.95 y Fotografía 5.51.

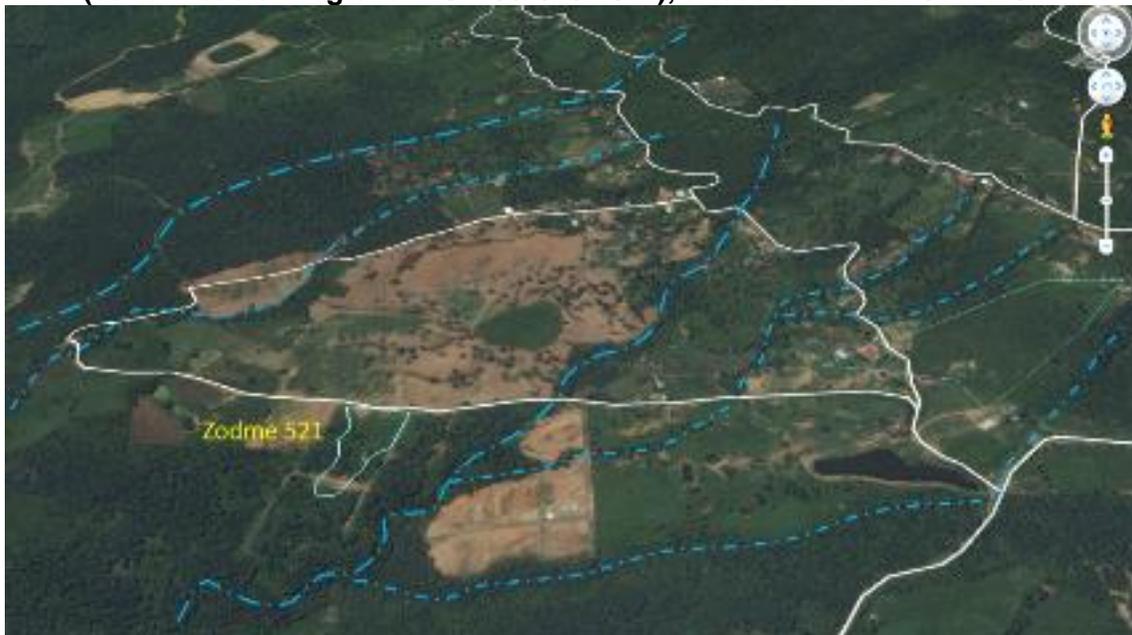
En el extremo norte de la ZODME, que corresponde también a la parte más baja del polígono, se observó un talud sobre la carretera con exposición de roca alterada, de composición arenisca, gris clara, de grano fino a medio, dura, con material lutítico gris y negro, en capitas de aproximadamente 10 cm de ancho, con partición en panelitas y shale, con estratificación subhorizontal; a nivel regional esta unidad litológica presenta una estratificación NS – N30E/25-40°E, Fotografía 5.52.

Figura 5.94 Ladera estructural en rocas de la Formación Carbonera (E2c), con cobertura de depósitos aluvio coluviales



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

Figura 5.95 Aporte de sedimentos coluvio aluviales a ladera estructural (estratificación regional NS-N30E/20-40°E), alrededores de ZODME 521



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

Fotografía 5.51 Depósito coluvio aluvial que suprayace suelo residual de sedimentos de la Formación Carbonera E2c



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.52 Talud de la carretera con exposición de arenisca y material lutítico, alterados, estratificación subhorizontal



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La subunidad geomorfológica sobre la cual se ubica la ZODME, corresponda a un plano de meseta, de relieve ligeramente inclinado (3-7%), con desarrollo de una ladera larga, amplia y suavemente inclinada.

- **Observaciones adicionales**

La ZODME se localiza en una densa cobertura de rastrojo bajo, seco y espinoso (Fotografía 5.53).

Fotografía 5.53 Cobertura de rastrojo bajo en ZODME 521



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- Aunque el polígono proyectado para la ZODME es de poca extensión, el sitio es amplio, de suave pendiente, amplia capacidad para la disposición de materiales y adecuada accesibilidad.
- Terreno estable, no se observaron procesos erosivos, ni de remoción en masa.
- No hay cuerpos de agua.

5.1.1.4.3 ZODME 722

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Corozal del Municipio Los Patios, al sitio se accede por el carreteable que desde la carretera Cúcuta – Pamplona conduce a dicha vereda, el mismo por el cual se accede al ZODME 521, a una distancia aproximada de 2,11 km de la carretera principal, Figura 5.96; el área de intervención definida para esta ZODME es de 2,53 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Las características litológicas y geomorfológicas son similares a las descritas en la ZODME 521; se localiza sobre depósitos coluvio aluviales que suprayacen un material parental que corresponde a sedimentos de la formación Carbonera. La ZODME 722 se localiza sobre una meseta estructural (estratificación entre N8W-N5E/30-42°E), suprayacida por una cobertura de sedimentos de origen coluvial ver Figura 5.97. Superficialmente, este depósito

está compuesto por areniscas cuarzosas, de grano fino, blancas con alteración amarillenta, duras y en menor proporción lodolitas verdosas, con diámetro promedio >1m, subredondeadas a redondeadas (Fotografía 5.54).

Figura 5.96 Ubicación ZODME 722



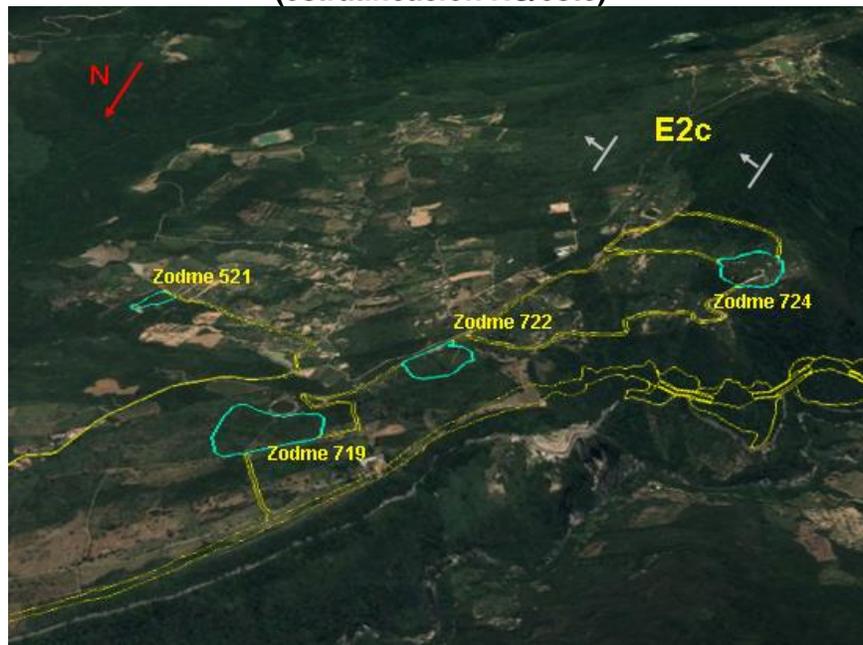
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

Fotografía 5.54 Depósito coluvial en ZODME 722



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.97 Meseta estructural sobre la cual se ubican ZODMEs 521, 722, 722 y 724 (estratificación NS/este)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

La subunidad geomorfológica sobre la cual se ubica la ZODME, corresponde a un plano de meseta, con desarrollo de una ladera larga, amplia e inclinada (<12%). No se observaron rasgos erosivos significativos; la condición de estabilidad es adecuada.

- **Observaciones adicionales**

Predomina una cobertura densa de rastrojo bajo y seco, con zonas en suelos desnudos (Fotografía 5.55).

Fotografía 5.55 Relieve y cobertura vegetal en el sitio del ZODME 722



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o Recomendaciones**

- Terreno estable y amplio, apto para disposición de materiales.
- No se observaron drenajes en el área de la ZODME
- Acceso adecuado.

5.1.1.4.4 ZODMEs 528, 530, 533

- **Ubicación y acceso**

Estas ZODMEs se ubican en la vereda La Selva, del Municipio Bochalema. El acceso se realiza a través del carreteable que desde La Donjuana conduce hacia la vereda La Selva, una distancia aproximada de 2,56km (Figura 5.98). Las áreas de intervención y las capacidades definidas para estas ZODME´s son las siguientes:

- ZODME 528: 2,32 ha
- ZODME 530: 2,78 ha
- ZODME 533: 3,09 ha

Figura 5.98 Ubicación ZODMEs 528, 530, 533



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

El área correspondiente a la ZODME 528, es poco extensa y se extiende hacia abajo del acceso. La ZODME 530 se divide en dos polígonos a partir de un carreteable, Figura 5.98.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

El material parental sobre el cual se proyectan las tres ZODMEs, corresponde a sedimentos de la formación Colón – Mito Juan (Kscm), compuesta de capas medias y gruesas de lodolitas grises oscuras a negras, algunos niveles calcáreos, micáceos, fosilíferos, laminación plano paralela, nódulos ferruginosos paralelos a la estratificación; en la parte superior, capas de lodolitas grises intercaladas con areniscas de grano fino (INGEOMINAS, 2011), Figura 5.99.

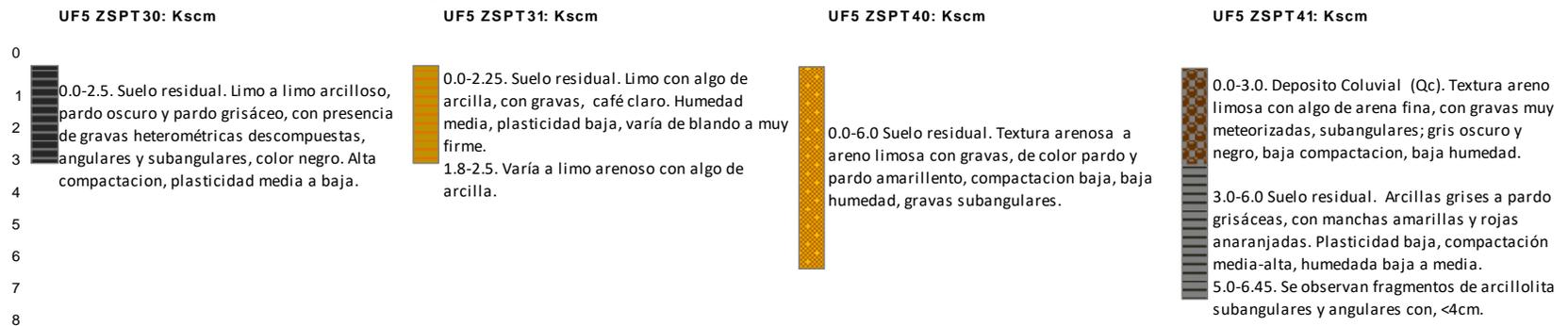
Figura 5.99 Panorámica de ZODMEs 528, 530 y 533 sobre lodolitas de la Formación Colón – Mito Juan



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

Los afloramientos en esta zona son escasos, sin embargo, se pudo establecer la composición del terreno con apoyo de los sondeos realizados en ZODMEs 528 y 530 (Figura 5.97), donde se observa suelo residual de espesor hasta 7 m, textura limo a limo arcillosa con variaciones a arenas y arenas limosas con presencia de gravas heterométricas, meteorizadas, angulares y subangulares, la compactación varía desde baja a alta, plasticidad media a baja. En ZODME 528 el sondeo UF5-ZSPT41 presenta una cobertura de 3 m de espesor, correspondiente a depósitos coluviales, de textura arenosa con algo de arena fina, baja compactación y baja humedad.

Figura 5.100 Sondeos realizados en ZODMEs 528 y 530



Fuente: Auscultar S.A.S., 2018 (Anexo 5. CARACTERIZACION\5.1 MEDIO ABIOTICO\5.1.1-Geologia\ANEXO A_Apiques y Sondeos)

En el sector occidental de la ZODME 528 se observaron concreciones limolíticas y fragmentos de roca de lutitas y chert (Fotografía 5.56) que, de acuerdo con la morfología del sitio, se espera que la roca se encuentre a poca profundidad.

Fotografía 5.56 Concreciones de limolitas y fragmentos de roca de composición lutitas y chert, el sector occidental de ZODME 528



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En ZODME 530 se observaron algunos fragmentos de roca tipo limolita amarillenta, litología que puede asociarse a la Formación Colon-Mito Juan (Kscm), Fotografía 5.57.

Fotografía 5.57 Afloramiento de limolitas observadas en ZODME 530, asociadas a sedimentos de la Formación Colón – Mito Juan (Kscm)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la parte baja de la ZODME 533 se observó material coluvial con bloques de areniscas grises claras, de grano fino, con oxidaciones amarillas; los bloques son de diámetro <0,5cm, angulares a subangulares (Fotografía 5.58); no se observaron afloramientos de roca.

Fotografía 5.58 Parte baja de ZODME 533



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el sector oriental de la ZODME 528 se cruza por una zona con un drenaje intermitente, con presencia de material coluvial afectado por retrabajo aluvial (Fotografía 5.59).

Fotografía 5.59 Material coluvio aluvial en el sector oriental de ZODME 528



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La unidad geomorfológica en la cual se ubican las ZODMEs 528, 530 y 533, corresponde a una zona de talus, resultado de la disposición de material coluvial sobre lodolitas de la formación Colón – Mito Juan, en un contrapendiente estructural (Figura 5.99). El material coluvial en la zona de ubicación de las ZODME's, es de poco espesor, tal como lo confirman los sondeos realizados, donde dicho material coluvial se observa en forma localizada; a nivel regional corresponde a depósitos de deslizamientos que se han desarrollado a lo largo de las laderas de contrapendiente. En alrededores de estas ZODME's, el relieve es de montañas estructurales.

La ZODME 528 se localiza en un relieve colinado, con pendientes fuertemente onduladas (12-25%), y depresiones angostas (Fotografía 5.60). En el recorrido realizado por el sector occidental, se evidenció erosión en surcos y cárcavas incipientes y algo de patas de vaca

(Fotografía 5.61), en grado de erosión ligero; en general el terreno se presenta estable, con espacio suficiente y condición adecuada para el depósito de materiales.

Fotografía 5.60 Relieve en alrededores y sitio del ZODME 528



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.61 Rasgos erosivos en el sector occidental de ZODME 528



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el polígono oriental de la ZODME 530 la morfología varía de colinada con pendientes fuertemente onduladas (12%-25%) a onduladas (7-12%) y en el occidental la pendiente es plana (0-3%) a ligeramente inclinada (3-7%).

En el polígono de la ZODME 533, el relieve es ondulado (7-12%) con geoformas subredondeadas y localmente morfologías semi deprimidas (Fotografía 5.62). En general en el sitio se presentan laderas afectadas por sucesivas cárcavas pequeñas, terracetos, patas de vaca y suelos desnudos incipientes con una susceptibilidad a la erosión baja a moderada. El terreno se presenta estable con suficiente espacio y condición adecuada para el depósito de materiales.

Fotografía 5.62 Aspecto del relieve en la parte alta de ZODME 533



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**

- En las ZODME 528 y 533 se requiere conformar un acceso de ingreso, lo cual puede disminuir el área útil disponible.
- En la parte alta de la ZODME 533, hay un lago artificial y en la zona baja, se observa un drenaje, por fuera del polígono.

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- Terrenos estables y amplios, aptos para la adecuación de ZODMEs.
- Las ZODME 528 y 533 requieren la adecuación de acceso de ingreso.

5.1.1.4.5 Zodme 724

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda California del Municipio Los Patios, al sitio se accede por el carreteable que desde la carretera Cúcuta – Pamplona conduce a dicha vereda, el mismo por el cual se accede a la ZODME 722, en un recorrido adicional de 1 km, Fotografía 5.63 y Figura 5.101; es un carreteable en buen estado. El área de intervención definida para esta ZODME es de 3,07 ha.

Fotografía 5.63 Acceso a ZODME 724



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Figura 5.101 Ubicación ZODME 724



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Se localiza parcialmente en sedimentos de terraza aluvial que suprayacen a la Formación carbonera (E2c). Esta ZODME se localiza sobre una meseta estructural con pendiente fuertemente inclinada (12-25%) a escarpada (25-50%), cuya estratificación varía entre N10W-N7E/20-47E, con desarrollo de laderas en contrapendiente estructural. Esta unidad litológica es suprayacida por sedimentos fluvio torrenciales de la terraza Los Patios.

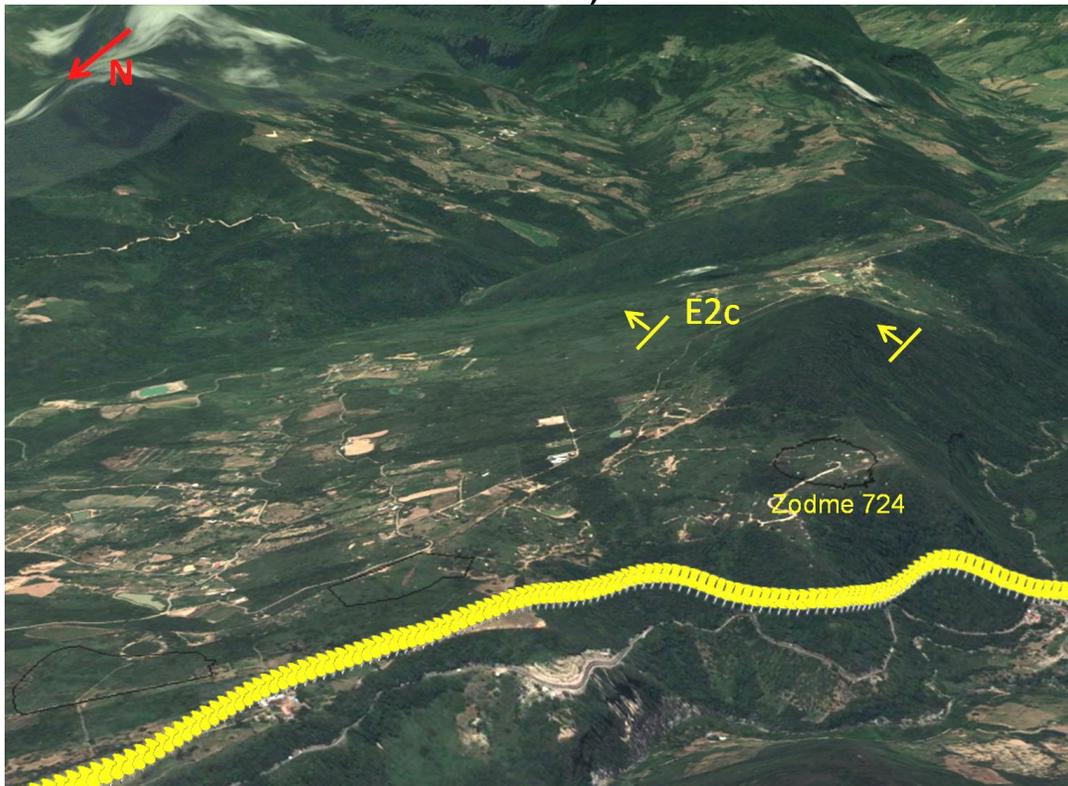
Hacia el límite sur de la ZODME se identifican escarpes erosivos de fuerte pendiente entre escarpado (50-75%) a muy escarpado (>75%), los cuales deben ser protegidos de obras aledañas, Figura 5.102.

La subunidad geomorfológica sobre la cual se ubica la ZODME, corresponde a un plano de meseta, con desarrollo de una ladera larga, amplia e inclinada (<12%). No se observaron rasgos erosivos significativos; la condición de estabilidad es adecuada.

- **Conclusiones y/o Recomendaciones**

- i. Terreno amplio.
- ii. Acceso adecuado.

Figura 5.102 Ubicación de ZODME 724 sobre meseta estructural (estratificación NS/este)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

5.1.1.4.6 ZODME 405

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Naranjales del Municipio de Bochalema, se accede por el carreteable que se desprende desde la carretera a Durania y conduce hacia el occidente, una distancia aproximada de 1,41km. El área de intervención definida para esta ZODME es de 5,67 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Este sitio se localiza sobre rocas sedimentarias de la formación La Luna (K2I), compuestas por calizas grises en capas delgadas fosilíferas, lodolitas calcáreas color gris, con grandes concreciones elipsoidales y discoidales, capas planas paralelas de chert, lodolitas silíceas y capas fosfáticas (INGEOMINAS, 2011). Hacia el occidente y límite superior de la ZODME esta unidad litológica se presenta en contacto con la Formación Capacho (Kic), constituida por lutitas grises a negras, calizas grises, masivas y fosilíferas en la parte inferior y superior (INGEOMINAS, 2011).

Figura 5.103 Ubicación ZODME 405



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

En campo no se pudieron observar estas unidades litológicas, ni la zona de contacto, debido a la densa cobertura vegetal y falta de exposición de materiales (Fotografía 5.64); sin embargo, durante el recorrido efectuado sobre el área de ZODME no se evidenció presencia de materiales coluviales, solo se observó en la zona inferior fragmentos de material lutítico posiblemente pertenecientes a la formación La Luna (K2I).

Fotografía 5.64 Relación entre unidades litológicas Kic / K2I en ZODME 405



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En sondeos realizados dentro del área de esta ZODME, se perforó hasta profundidades de 2,0 – 2,5 m, y se encontró suelo residual de textura limo pardo oscuro a pardo grisáceo, con trazas de arena y grava, subangulares a angulares, con tamaño <2 cm, alto grado de meteorización, compactación media a baja, humedad baja.

El relieve es de montañas estructurales que desarrollan la subunidad laderas estructurales con buzamiento regional NS/este; son laderas irregulares y complejas, se observa también una sucesión de fillos de fuertes pendientes, algunos de los cuales presentan en las partes altas, cárcavas incipientes pero activas (Fotografía 5.64, Fotografía 5.65).

Fotografía 5.65 Cárcavas en la parte alta de los fillos del ZODME 405



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la parte baja de la ZODME la morfología varía de suavemente ondulada a semiplana; no se observan materiales coluviales, ni evidencias de erosión (Fotografía 5.66), el terreno se presenta estable con espacio suficiente y condiciones adecuadas para el depósito de materiales.

Fotografía 5.66 Zona baja de ZODME 405



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**

- i. Esta ZODME requiere el desarrollo de ingreso.
- ii. Densa cobertura vegetal, (rastrojo alto y arbustos) y cultivos de habichuela y aguacate.

- **Conclusiones y recomendaciones**

- i. El terreno se presenta estable, con espacio suficiente y condiciones adecuadas para el depósito de materiales.

5.1.1.4.7 ZODME 407

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Naranjales del Municipio de Bochalema, 800 m al sur de la ZODME 405; se accede por el carreteable que se desprende desde la carretera a Durania y conduce hacia el occidente, una distancia aproximada de 0,8 km. El área de intervención definida para esta ZODME es 1,03 ha.

Figura 5.104 Ubicación ZODME 407



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google Earth, 2017

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Al igual que la ZODME 405, se localiza sobre rocas sedimentarias de la formación La Luna (K2l); entre las ZODME 405 y 407 se observaron fragmentos rocosos lutíticos y chert; no se evidenciaron rasgos de erosión, el terreno es de apariencia estable, y se en condiciones adecuadas para la disposición de materiales, Fotografía 5.67.

Fotografía 5.67 Vista de la zona inferior del ZODME 407



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En esta ZODME se realizaron los sondeos UF4-ZSPT25 y UF4-ZSPT26, que corresponden a suelo residual de espesor observado hasta 2-2,5 m, de textura limo arcillosa, color gris oscuro y pardo grisáceo, de media a buena compactación, baja plasticidad, baja humedad, con presencia de gravas y fragmentos de roca subangulares y angulares, color negro y de tamaño < 6 cm.

El relieve es de montañas estructurales y el polígono de la ZODME presenta pendientes fuertemente onduladas (25-50%), Fotografía 5.68; existen depresiones donde se observan algunos bloques de roca de caliza negra micrítica, de grano fino, con venillas y costras blancas calcáreas, de tamaño variable, angulares a subangulares (Fotografía 5.69).

Fotografía 5.68 Relieve fuertemente ondulado en ZODME 407



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.69 Bloques de roca en depresiones del terreno



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- i. Terreno estable
- ii. Acceso óptimo y cercano a la vía

5.1.1.4.8 ZODME 402

- **Ubicación y acceso**

Esta ZODME se ubica en la vereda El Caney, municipio de Chinácota; se accede aproximadamente 0,95 km por el carreteable que se deriva de la vía Cúcuta – Pamplona, conduce a dicha vereda y llega a la cabecera municipal de Chinácota; el área de intervención definida para esta ZODME es de 34,74 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Terreno plano, hace parte de la terraza de Chinácota (Qt2). El carreteable transcurre a lo largo de todo el borde oriental del polígono, el área para el ZODME se alarga en sentido norte – sur, es angosta en sentido este-oeste.

Hacia el norte del polígono se observa una concentración de bloques que desciende hacia el norte, son bloques de areniscas blancas y grises claras, de grano fino a grueso con oxidaciones amarillas y naranjas; algunos presentan superficies porosas, son angulares a subangulares, rugosos, con diámetros promedios de 1 m y bloques de menor tamaño (Fotografía 5.70); los bloques son utilizados para la construcción de cercados de piedra.

Fotografía 5.70 Sector norte de ZODME 402 con abundantes bloques rocosos



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Hacia la parte media del polígono proyectado, hay notoria disminución en la cantidad y tamaño de los bloques (Fotografía 5.71) y al sur del polígono, aparecen nuevamente abundantes bloques (Fotografía 5.72).

El terreno se presenta estable, con suficiente espacio para el depósito de materiales y facilidades de accesibilidad.

Fotografía 5.71 Sector intermedio de ZODME 402, disminución de bloques superficiales de rocas



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.72 Sector sur de ZODME 402 con predominio de abundantes bloques



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y recomendaciones**

- Terreno amplio y estable.
- Condiciones adecuadas de acceso.

5.1.1.4.9 ZODME 426

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Calaluna, municipio de Bochalema; actualmente se accede por el carreteable que se desprende desde el puente El Raizón, una distancia aproximada de 1,81 km, sobre la margen occidental del río Pamplonita; tiene un área aproximada de 8,41 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

El material parental en esta zona corresponde a areniscas de la formación Aguardiente (Kia); el área de la ZODME presenta una cobertura coluvial, con bloques en cantidades que varían desde pocos a abundantes, de diámetro promedio entre 0,50 - 1,0 m, en algunos casos hasta 5,0 m, angulares a subangulares, rugosos y con estrías (Fotografía 5.73).

Figura 5.105 Ubicación ZODME 426 y 429



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen fotografía aérea R944-049, 1984

Fotografía 5.73 Características del material coluvial en ZODME 426



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En alrededores de la ZODME la morfología es de montañas estructurales con geoformas suavizadas por aportes de material coluvial (Fotografía 5.74), con cimas subredondeadas,

laderas cóncavas y convexas, de longitud >100m y pendientes fuertemente onduladas (12-25%); en la parte alta, la pendiente es fuertemente quebrada (25-50%) y se presentan subzonas intermedias y bajas donde la pendiente disminuye llegando a ser hasta subhorizontal, hay también presencia de varias hondonadas (Fotografía 5.75).

Fotografía 5.74 Montañas estructurales en alrededores del ZODME 426 (indicado por la flecha)



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.75 Zonas de pendientes suaves en la parte baja de la ZODME



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

No se observaron evidencias de erosión; el terreno se presenta estable con suficiente espacio para el depósito de materiales.

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- i. Terreno estable.

5.1.1.4.10 ZODME 429

- **Ubicación y acceso**

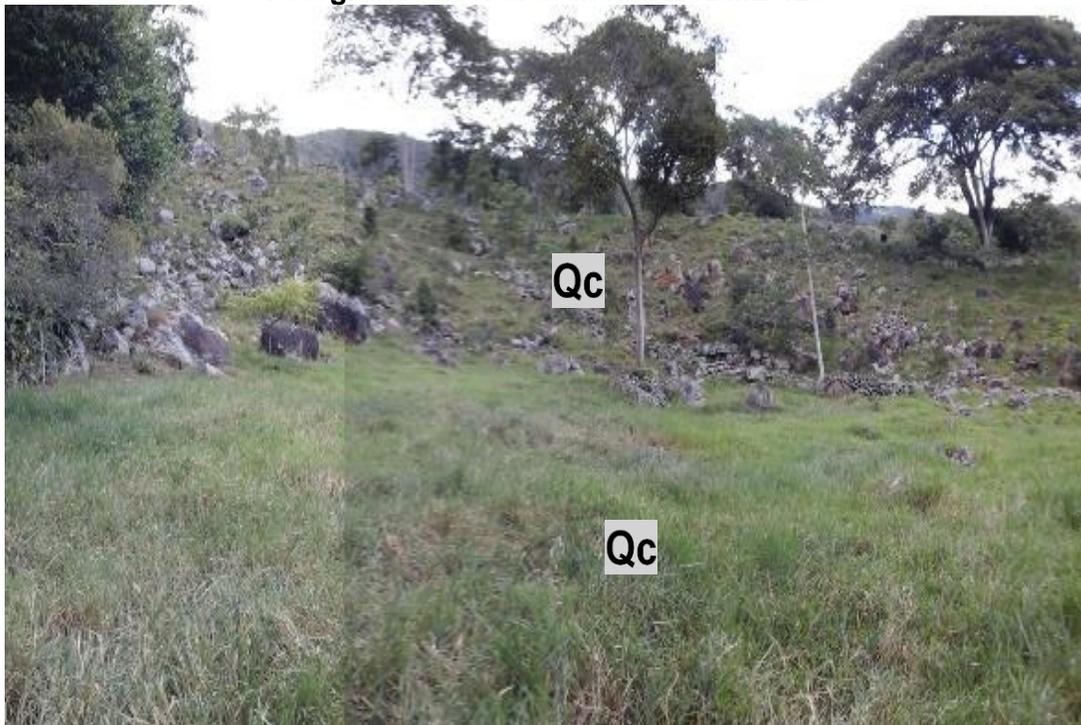
Se ubica en la vereda Calaluna, Municipio de Bochalema; se accede por el carretable que se desprende desde el puente El Raizón una distancia aproximada de 1,91 km, sobre la margen occidental del río Pamplonita; tiene un área de 0,24 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

El material parental en esta zona corresponde a areniscas de la formación Aguardiente (Kia).

La unidad geomorfológica corresponde a conos de deslizamientos traslacionales (Dtr), con pendiente fuertemente quebrada (25-50%) en su parte superior (Fotografía 5.76) y alomada a ligeramente deprimida en su parte inferior (Fotografía 5.77), demarcando dos escalonamientos que se desarrollan sobre un depósito coluvial (Qc) de apariencia estable, tipo flujo de escombros, extenso, que se desprende desde la parte superior de la vertiente en dirección ladera abajo, afectando más del 75% del área de la ZODME; en la zona del desprendimiento por fuera de la ZODME, aflora la formación Aguardiente (Kia) conformada por areniscas blancas, de grano fino a medio, friable, con manchas grises y rojizas y costra de oxidación pardo amarillenta.

Fotografía 5.76 Parte alta de ZODME 429



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.77 ZODME 429 parte inferior



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

A nivel superficial, el depósito coluvial presenta un porcentaje de bloques entre de roca entre 30-40%, compuestos de areniscas de grano fino a medio, blancas, duras a friables, con diámetros hasta de 1 m, angulares a subangulares (Fotografía 5.78).

Fotografía 5.78 Depósito coluvial (Qc) en parte inferior de la ZODME



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el área proyectada para la ZODME se evidenciaron taludes afectados por procesos erosivos como cárcavas incipientes, terracetas, patas de vaca y suelos desnudos, en grado de erosión incipiente a moderado, que deberán ser tratados y estabilizados en la adecuación de la ZODME (Fotografía 5.79).

Fotografía 5.79 Procesos erosivos tipo cárcavas incipientes y suelos desnudos, que afectan área de ZODME 429



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y recomendaciones**

- El acceso carretable llega hasta la zona inferior de la ZODME.
- Las zonas afectadas por erosión en cárcavas, cicatrices de deslizamientos y susceptibilidad moderada a movimientos en masa, requieren implementación de medidas de estabilización, para asegurar la estabilidad del terreno en el área de la ZODME.

5.1.1.4.11 ZODME 908

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en la vereda Zarcuta, municipio Bochalema; su acceso se realiza a través de la vía existente que une esta vereda con la carretera Cúcuta – Pamplona, a 455 m del puente sobre el río Pamplonita, ver Figura 5.106; tiene un área aproximada de 2,01 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Esta ZODME se localiza en la base de un gran abanico aluvial, con un relieve plano (0-1%); es un terreno amplio y adecuado para la disposición de materiales de excavación; no muestra evidencias de procesos erosivos ni fenómenos de remoción en masa, Fotografía 5.80.

Figura 5.106 Ubicación ZODMEs 908, 906, 497 y 495



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen BingImage, sf.

Fotografía 5.80 ZODME 908 en la base de abanico aluvial



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

• **Observaciones adicionales**

- i. Cobertura vegetal de pastos.
- ii. En el extremo occidental, limita con las instalaciones de una explotación minera.
- iii. Fácil acceso y condiciones adecuadas.

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- i. Terreno amplio y estable.
- ii. Condiciones adecuadas de acceso.

5.1.1.4.12 ZODME 906

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en la vereda Zarcuta, municipio Bochalema; su acceso se realiza a través de la vía existente que une esta vereda con la carretera Cúcuta – Pamplona, a 805 m del puente sobre el río Pamplonita, ver Figura 5.106; tiene un área aproximada de 1,37 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Esta ZODME se localiza en la base de un gran abanico aluvial; a nivel superficial se observan bloques de roca de diámetro 0,5-1,5 m, de composición de rocas intrusivas máficas, levemente meteorizadas, micáceas, color gris oscuro, con tinte rosado, y areniscas compactas, estratificación paralela, blancas a rosadas (Kia), Fotografía 5.81.

Fotografía 5.81 Bloques de roca que componen abanico aluvial en ZODME 906



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La ZODME se ubica en la parte media de un abanico aluvial (Faaa), con un relieve inclinado (7-12%) a fuertemente inclinado (12-25%); no se observan procesos erosivos ni fenómenos de remoción en masa,

Fotografía 5.82 ZODME 906



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**
 - i. Cobertura vegetal de pastos.
 - ii. Fácil acceso.
- **Conclusiones y/o recomendaciones**
 - i. Terreno estable.

5.1.1.4.13 ZODME 497

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en la vereda Zarcuta, municipio Bochalema; su acceso se realiza a través de la vía existente que une esta vereda con la carretera Cúcuta – Pamplona, a 1,31 km del puente sobre el río Pamplonita, ver Figura 5.106; tiene un área aproximada de 1,84 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Esta ZODME se localiza en la parte media de un abanico aluvial. Es un terreno elongado en dirección E-W y angosto (ancho aproximado 100m y longitud 600m). Con una pendiente que varía entre ligeramente inclinado (3-7%) hasta fuertemente inclinado (12-25%). No se observan procesos erosivos ni fenómenos de remoción en masa, Fotografía 5.83.

Fotografía 5.83 ZODME 497



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el sondeo UF4-ZSPT38, el material que conforma este abanico aluvial corresponde a material matriz soportado, de textura limosa con algo de arcilla a limo arenosa y arenas finas y limosas, cafés oscuras a claras, con algo de gravas de diámetro hasta 2-3 cm, compactación entre blanda – firme, humedad media, espesor observado 4,5m; a nivel superficial se observan bloques de diámetro entre 1-1,5 m (Fotografía 5.83).

- **Observaciones adicionales**

El área de la ZODME es cruzada por un canal artificial, actualmente presenta cultivos temporales de tomate (Fotografía 5.84).

Fotografía 5.84 Canal que cruza ZODME 497 y cultivos en área de ZODME



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o Recomendaciones**

- i. Terreno estable
- ii. Requiere manejo de canal artificial existente.

5.1.1.4.14 ZODME 495

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en la vereda Zarcuta, municipio Bochalema; su acceso se realiza a través de la vía existente que une esta vereda con la carretera Cúcuta – Pamplona, a 1,47 km del puente sobre el río Pamplonita (Figura 5.106); tiene un área aproximada de 1,94 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Cerca del ápice del abanico aluvial, compuesto de bloques de roca superficiales de diámetro superficial 1,5-2,0 m, subredondeados, levemente meteorizados. Relieve de pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) a escarpadas (25-50%), de apariencia estable.

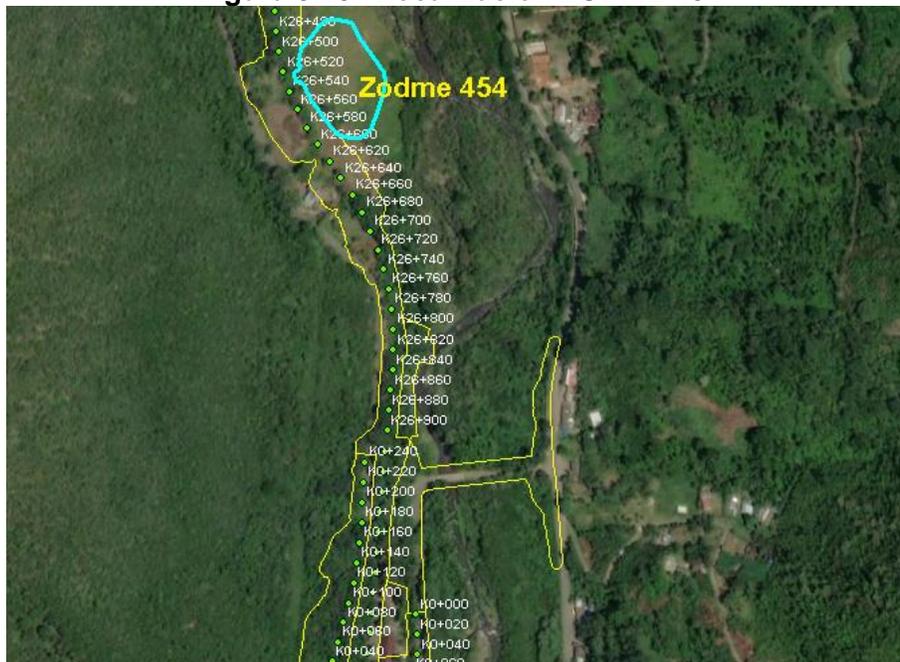
- **Observaciones adicionales**
 - i. Vegetación dominante pastos.
- **Conclusiones y/o recomendaciones**
 - i. Terreno estable.

5.1.1.4.15 Zodme 454

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda Peñaviva, municipio de Bochalema; se accede por el carreteable que se desprende desde el puente existente ubicado aproximadamente en el K26+960, una distancia aproximada de 645 m, sobre la margen izquierda del río Pamplonita; tiene un área de 0,69 ha. Ver Figura 5.107.

Figura 5.107 Localización ZODME 454



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Características litológicas y geomorfológicas

Esta ZODME se ubica sobre depósitos aluviales (Qal) y terraza aluvial de la margen izquierda del río Pamplonita; es un terreno de pendientes fuertemente inclinadas (12-25%) y en menor proporción ligeramente inclinada (3-7%) a inclinada (7-12%); es un terreno de apariencia estable. Se encuentra cerca del cauce activo del río Pamplonita.

Conclusiones y recomendaciones

- i. Acceso adecuado.
- iii. Terreno de apariencia estable.

5.1.1.4.16 ZODMEs 332 y 332C

- **Ubicación y acceso**

Se ubican en el municipio de Pamplonita, vereda El Pino, al este de la sede campestre de la Universidad de Pamplona, y su acceso se realiza por las instalaciones de esta sede de la universidad.

La ZODME 332 tiene un área de 1,60 ha y la ZODME 332C es de 1,91 ha. Su acceso se realiza por un camino existente en mal estado, con una longitud de 616 m para acceder a ZODME 332 y 451 m para acceder desde ZODME 332 hasta 332C, ver Figura 5.108.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Las ZODMEs 332 y 332C cruzan transversalmente una secuencia sedimentaria de edad cretácica a jurásica, correspondiente a formación Aguardiente (Kia), formación Capacho (Kic) y formación Girón (Jg), ver Figura 5.109.

Figura 5.108 Ubicación ZODMEs 332 y 332C



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen BingImage, sf

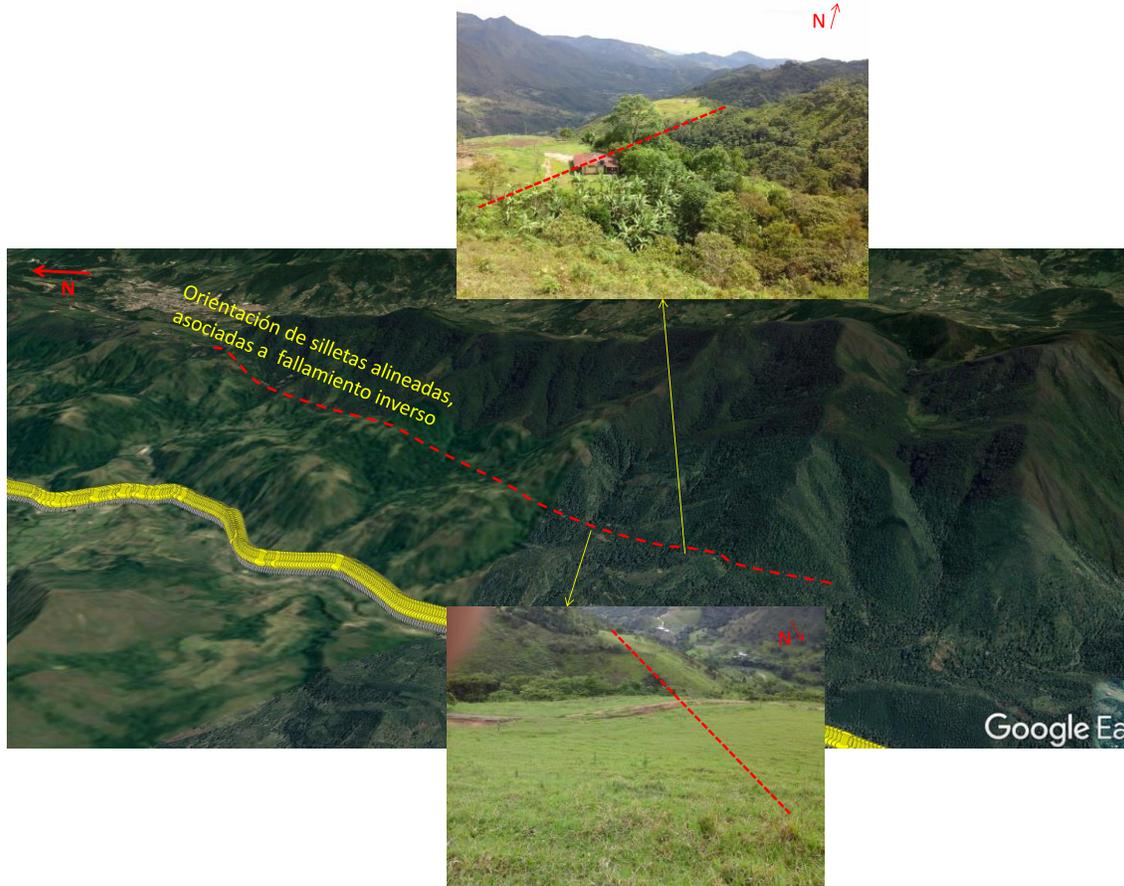
Figura 5.109 Unidades estratigráficas que cruza ZODMEs 332 y 332C



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen BingImage, sf

Esta región tiene alta influencia estructural, debida a la presencia de fallas de rumbo y fallas de cabalgamiento de dirección NNE-SSW, como la falla Chitagá, que ponen en contacto fallado las rocas de la formación Capacho y Girón con las formaciones Girón y Bocas (Jb). Este sistema de fallas presenta como evidencia de falla, silletas alineadas en dirección NS, las cuales corresponden a los terrenos de interés para disposición de materiales de excavación, como es la parte superior de la ZODME 332C, alineada con la ZODME 345, que también corresponde a una silleta (Figura 5.110).

Figura 5.110 Evidencias de falla Chitagá (dirección NS), relacionadas con la presencia de silletas alineadas



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google earth, 2017

La ZODME 332C es de relieve quebrado (12-25%), pero amplia y apta para la disposición de materiales de excavación, aproximadamente con una longitud 250 m, ancho 50 m, pendiente 15-25°, Fotografía 5.85.

Fotografía 5.85 ZODME 332, parte alta

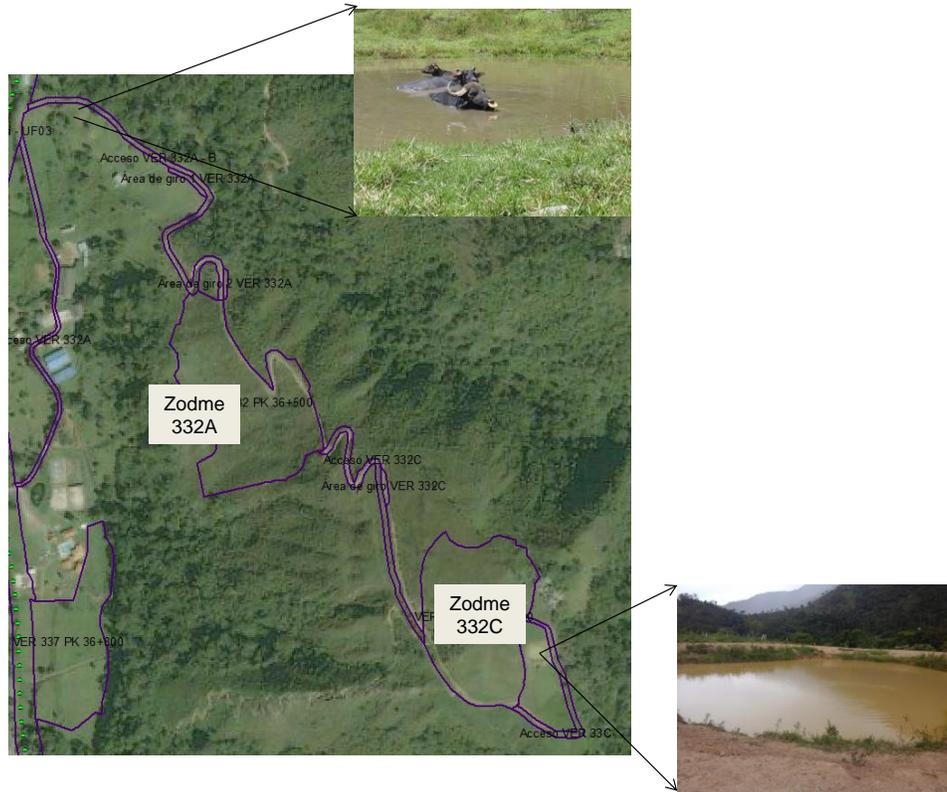


Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**

Iniciando el acceso a la ZODME 332, se identificó un reservorio de agua antrópico utilizado en un criadero de búfalos, propiedad de la universidad; además, por fuera del área de la ZODME 332C se presenta un jagüey, que ha sido tenido en cuenta para su protección, ver Figura 5.111.

Figura 5.111 ZODME 332



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El acceso que a las ZODMEs requiere adecuación (Fotografía 5.86).

Fotografía 5.86 Acceso que requiere adecuación



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- Los accesos a las ZODMEs 332A y 332C requieren adecuación.
- No se observan procesos erosivos significativos ni fenómenos de remoción en masa que indiquen problemas actuales de inestabilidad del terreno.

- **ZODME 337**

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en el municipio de Pamplonita, vereda El Pino, al este del tramo K36+880 – K37+040 del trazado de la vía. Su acceso se realiza por las instalaciones campestres de la Universidad de Pamplona. El área de la ZODME es de forma rectangular en dirección NS, ubicada entre la parte baja de un depósito coluvial. Tiene un área aproximada de 2,07 ha.

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Este sitio se ubica sobre depósitos de ladera que hacen parte del piedemonte de un relieve de montañas estructurales; relieve ondulado a fuertemente ondulado (0-20%), longitud 180 m, ancho 150 m, aproximadamente, Fotografía 5.87.

Fotografía 5.87 Relieve ondulado de ZODME 337



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

No se presentan procesos erosivos ni fenómenos de remoción en masa.

- **Observaciones adicionales**

Adecuadas condiciones de acceso.

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- i. Terreno amplio y estable
- ii. No presenta inconvenientes por acceso

5.1.1.4.17 ZODME 345

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda La Palmita, municipio Pamplonita. Su acceso se realiza aproximadamente a partir del K37+740 del trazado de la vía; actualmente es un carreteable en muy mal estado, con una longitud aproximada de 2,40 km, ver Figura 5.112 y Fotografía 5.88. El área de intervención en esta zona es de 7,21 ha..

Figura 5.112 Ubicación ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen BingImage, sf.

Fotografía 5.88 Acceso a ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Al igual que en la ZODME 332, para llegar a esta ZODME (345) se cruza transversalmente una secuencia sedimentaria de edad cretácica a jurásica, correspondiente a formación Aguardiente (Kia), formación Capacho (Kic) y formación Girón (Jg), ver Figura 5.112.

La ladera por la cual se accede a la ZODME presenta depósitos de vertiente, con una pendiente de 30°, afectada por sobrepastoreo, grado ligero. Estos depósitos son matriz soportados, con un 95% de matriz arenosa a arcillo arenosa, medianamente compacta, color café claro a rojizo, 2% de raíces; fragmentos de roca (5%), subredondeados a subangulares, de composición areniscas rojizas micáceas, con estratificación paralela, limolitas rojizas con mineralización de moscovita micro cristalina, diámetro entre 4-15 cm, con espesor observado 2-5 m, es un depósito antiguo; superficialmente se observan bloques de roca de diámetro entre 0,8-1,5 m, de composición areniscas de grano grueso, compactas, color beige, meteorización leve a alta (grado II - IV), Fotografía 5.89.

Fotografía 5.89 Depósitos de ladera sobre rocas sedimentarias, acceso a ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Esta región tiene alta influencia estructural, debida a la presencia de fallas de rumbo y fallas de cabalgamiento del sistema de fallas de Chitagá (dirección NNE-SSW), que ponen en contacto fallado las rocas de las formaciones Capacho y Girón con las formaciones Girón y Bocas (Jb). Este sistema de fallas presenta como evidencia de falla, silletas alineadas en dirección NS, las cuales corresponden a los terrenos de interés para disposición de materiales de excavación, como es la ZODME 345 y la parte superior de la ZODME 332 (Figura 5.110).

A lo largo de la vía de acceso se presentan cárcavas de grandes dimensiones (Fotografía 5.90) y deslizamientos activos en roca triturada, y con meteorización alta (IV), de espesor 15-20 m, en material rojizo, longitud 80 m, altura 15 m, pendiente 70°, aproximadamente (Fotografía 5.91).

Fotografía 5.90 Cárcavas a lo largo de actual vía de acceso a ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.91 Deslizamiento en acceso a ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Esta ZODME presenta un relieve escalonado, por lo menos con dos niveles aptos para disposición de materiales:

Un primer nivel ubicado en el costado oriental de la ZODME, corresponde a la parte más alta, con una pendiente media de 7-10°, ancho 60 m, longitud 200 m, aproximadamente; el terreno es ondulado, amplio y estable, apto para disposición de materiales; un segundo nivel sobre el costado occidental de la ZODME, tiene una longitud de 150 m, ancho 60 m, pendiente 7-10°, aproximadamente, sobre depósitos de ladera, de apariencia estable y sin procesos morfodinámicos evidentes; Figura 5.113.

Figura 5.113 ZODME 345, ubicación de ZODME 345



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google earth, 2002

● **Conclusiones y/o recomendaciones**

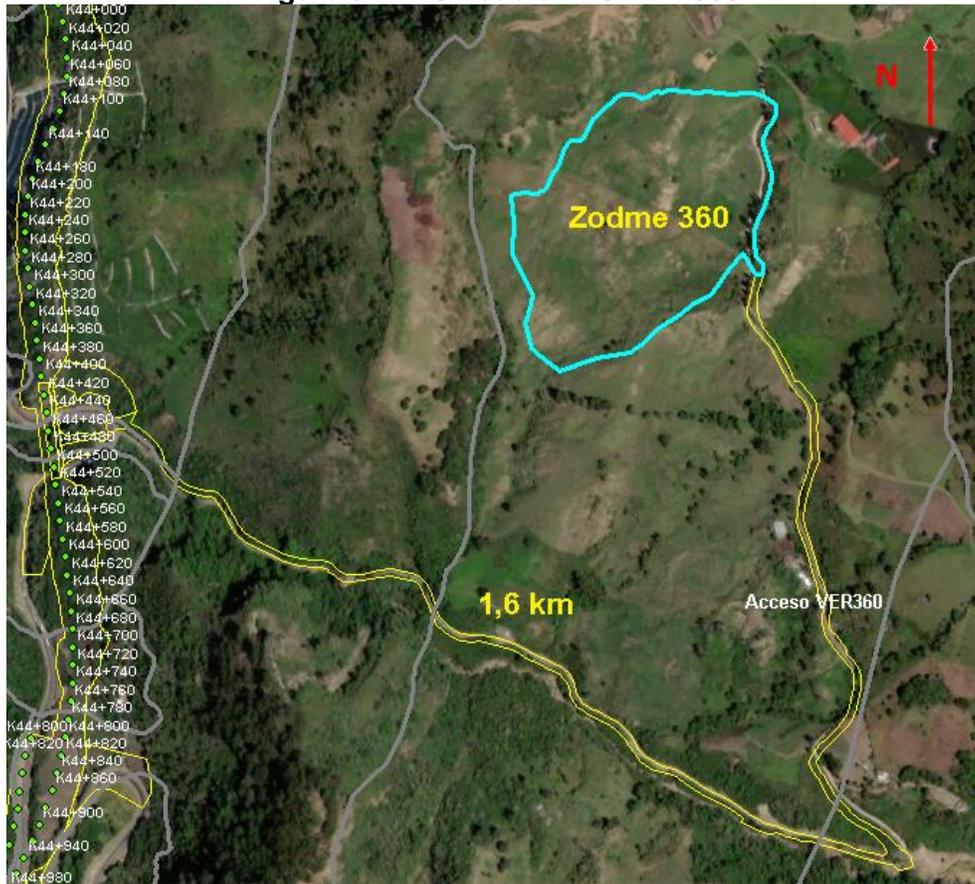
- i. El acceso a la ZODME tiene una longitud aproximada de 2,40 km y requiere adecuación, debido al mal estado en que se encuentra.

5.1.1.4.18 ZODME 360

- Ubicación y acceso

Se ubica en la vereda San Antonio, municipio Pamplonita; se accede a ella a través de un carreteable paralelo a la quebrada La Cucalina, una distancia aproximada de 1km, a partir del cual se toma un desvío de 600 m en dirección S-N, hasta llegar al sitio de ZODME propuesto, Figura 5.114. Tiene un área de 6,24 ha.

Figura 5.114 Ubicación ZODME 360



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Fotografía aérea C2413-009

El acceso a esta ZODME se realiza a través de una vía estrecha y en mal estado, que además presenta deslizamientos activos en los cortes de la vía, y evidencian susceptibilidad a erosión y socavación, Fotografía 5.92. Paralela a esta vía se ha identificado una falla inferida de dirección NW-SE a lo largo de la quebrada Cucalina, la cual manifiesta abundantes deslizamientos en las márgenes de la quebrada y evidencia de avenidas torrenciales, Fotografía 5.94.

Fotografía 5.92 Cortes en la vía de acceso a ZODME 360



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.93 Acceso a ZODME 360



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Este sitio se localiza sobre rocas sedimentarias de la formación Colón – Mito Juan (Kscm), con una cobertura de depósitos coluviales, de espesor observado 1 m, matriz soportado, matriz (70%), arenosa limosa, medianamente compacta, color café claro; fragmentos de roca (30%) angulares, diámetro 3-5 cm, composición areniscas de grano medio, compactas, meteorización moderada (grado III), algo calcáreas, con mineralización, Fotografía 5.94.

Fotografía 5.94 Depósitos coluviales en ZODME 360



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Este sector, es de uso pecuario, afectado por patas de vaca en grado moderado a severo, se presentan movimientos en masa activos asociados a terracetas, relieve fuertemente quebrado (20-25°), Fotografía 5.95. Estas evidencias de movimientos del terreno serán estabilizadas, de acuerdo con el diseño propuesto en la ZODME.

Fotografía 5.95 Pequeños deslizamientos asociados a sobrepastoreo



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Localmente pueden observarse pequeños afloramientos del material parental, correspondiente a lodolitas grises oscuras, altamente fracturadas; se identificó plano de falla plano N55W/40SW y estratificación EW/39S, Fotografía 5.96.

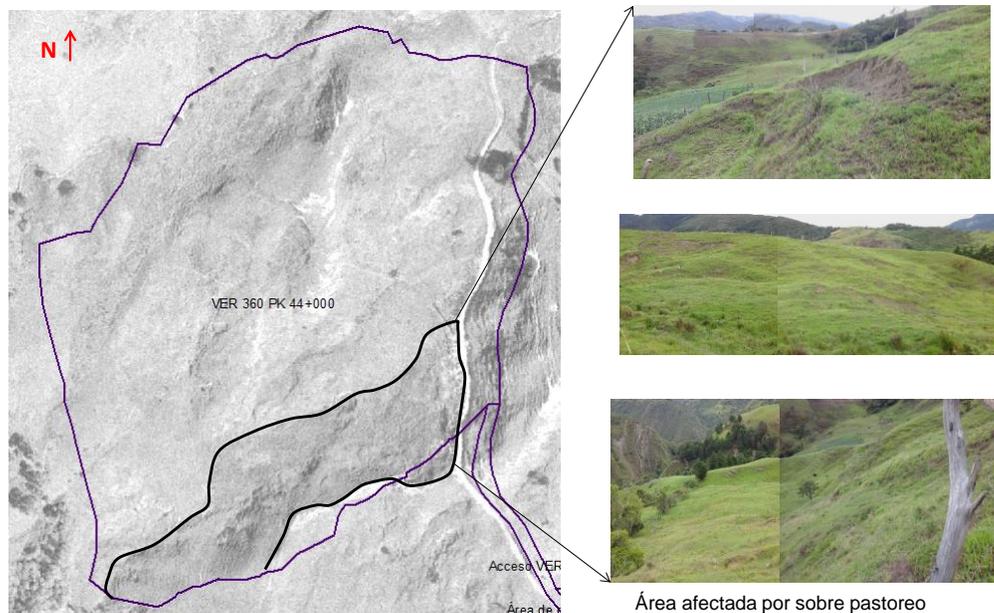
Fotografía 5.96 Afloramiento de lodolitas altamente fracturadas



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En el extremo sur de la ZODME el terreno evidencia asentamientos, con un relieve escalonado y cicatrices de deslizamientos activos, ocasionados por sobrepastoreo; se desarrollan en lutitas. Esta zona es de alta susceptibilidad a movimientos en masa y debe ser previamente estabilizada con un manejo de aguas superficiales y subsuperficiales; esta área es aproximadamente: longitud 60 m, ancho 60 m, pendiente 25°, Figura 5.115.

Figura 5.115 Área inestable en extremo sur de ZODME 360



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La unidad geomorfológica en que se ubica esta ZODME corresponde a lomeríos estructurales, de laderas irregulares escalonadas, cimas subangulares y angostas, laderas cóncavas.

- **Conclusiones y/ recomendaciones**

- El acceso a la ZODME requiere adecuación, debido a que se encuentra en mal estado, es muy angosto y se localiza en área susceptible a movimientos en masa y avenidas torrenciales.
- Presenta afectación moderada a severa por sobrepastoreo, con desarrollo de movimientos en masa, sobre depósitos de ladera en el extremo norte y lutitas muy fracturadas en el extremo sur. Este último sector de considerado susceptible a movimientos en masa, y el diseño de la ZODME incluye un tratamiento previo de estabilización y manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.

5.1.1.4.19 ZODME 362

- **Ubicación y acceso**

Se ubica en la vereda San Antonio, municipio Pamplonita; se accede a ella a través de un carreteable paralelo a la quebrada Santa Elena, una distancia aproximada de 300 m, a partir del cual se toma un desvío de 250 m en dirección S-N, en camino de herradura hasta llegar al sitio de ZODME propuesto, Figura 5.116. Tiene un área de 1,66 ha.

Figura 5.116 Ubicación ZODME 362



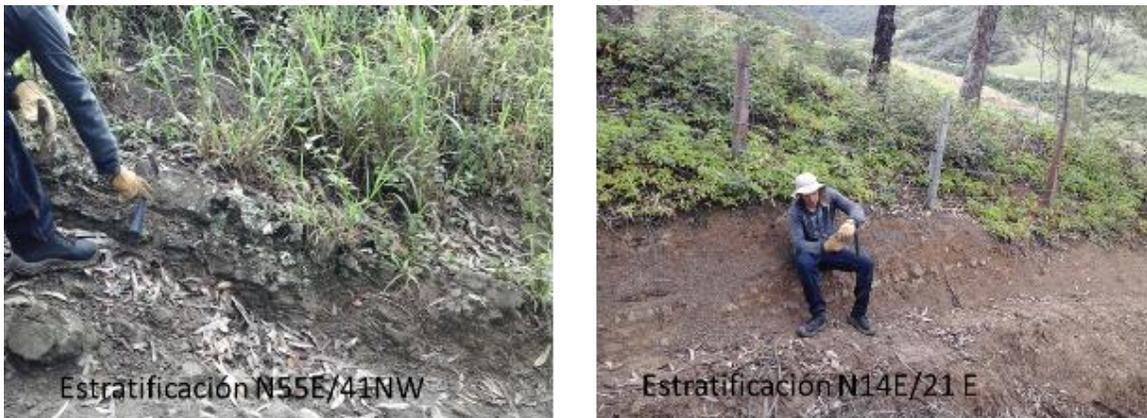
Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Fotografía aérea C2413-009

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Esta ZODME se localiza en medio de rocas sedimentarias de la formación Colón – Mito Juan (Kscm) y formación La Luna (K2I); en el área de la ZODME, esta secuencia sedimentaria presenta una cobertura de depósitos de ladera.

En el acceso a la ZODME se observaron afloramientos de sedimentos de la formación Colón – Mito Juan, compuestos de areniscas de grano fino, moderadamente meteorizadas (grado III), color pardo oscuras, compactas, de espesor medio 20 cm, intercaladas con lutitas pardo oscuras, moderadamente meteorizadas (grado III), de espesor 8-10 cm; estratificación N55E/41NW a N14E/21E (Fotografía 5.97); en general la estratificación tiende a ser hacia el oriente, en contrapendiente, aunque puede observarse localmente estratificación al NW.

Fotografía 5.97 Afloramiento de formación Colón – Mito Juan (Kscm), acceso a ZODME 362



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Esta ZODME se localiza sobre depósitos de ladera. La unidad geomorfológica es de lomeríos estructurales, que se caracterizan por laderas de longitud media (100-500 m), convexas, cimas subredondeadas y angostas, pendientes escarpadas (50-75%). La ZODME 362 es amplia, con una longitud aproximada de 300 m, ancho 150 m, pendiente quebrada (15-20%), de relieve escalonado, afectada por patas de vaca en bajo grado, Fotografía 5.98.

Fotografía 5.98 ZODME 362



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- La ZODME 362 es amplia, de apariencia estable.
- Requiere la adecuación de aproximadamente 250 m de vía.

5.1.1.4.20 ZODME 367

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en el municipio Pamplonita, vereda San Rafael; su acceso se realiza mediante un desvío de la carretera principal, aproximadamente en el K46+240, en una distancia de 250 m aproximadamente; este acceso se encuentra en adecuadas condiciones (Figura 5.117). La ZODME tiene un área aproximada de 1,59 ha.

Figura 5.117 Ubicación ZODME 367



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Se ubica en un gran abanico terraza, que evidencia por lo menos dos eventos, por la presencia de dos niveles, claramente diferenciables. La ZODME 367 se ubica en el nivel superior (Qat2). Es un terreno amplio y plano a ligeramente plano (<3%), con presencia de bloques superficiales de diámetro 8-1,5 m, subangulares. No se observan procesos erosivos, de apariencia estable, Fotografía 5.99.

Fotografía 5.99 ZODME 367



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

- **Observaciones adicionales**

Uso pecuario y cultivos transitorios.

- **Conclusiones y/o recomendaciones**

- Terreno amplio y estable
- Adecuadas condiciones de acceso

5.1.1.4.21 ZODME 377

- **Ubicación y acceso**

Se localiza en el municipio Pamplonita, vereda San Rafael, en el costado occidental de la vía Cúcuta – Pamplona. La ZODME tiene un área aproximada de 1,01 ha.

Figura 5.118 ZODME 377



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019; imagen Google earth, 20179991

- **Características litológicas y geomorfológicas**

Este sitio se ubica en la parte basal del abanico terraza (Qat2), en inmediaciones de la margen derecha del río Pamplonita. En este sitio se identificó un depósito de ladera, cuyas características se observan en Fotografía 5.100, tiene una pendiente fuertemente inclinada (17-20%),

Fotografía 5.100 Depósitos de ladera identificados en ZODME 377



Espesor 73cm. Capa orgánica. Suelo arcilloso, café oscuro, medianamente duro.

Espesor 1,4m. Depósito de ladera, matriz soportado; matriz (60%) arcillosa, gris clara con manchas naranjas a ocre; fragmentos de roca de composición areniscas de grano fino (40%), moderadamente meteorizada (grado III), compactas, color pardo.

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Fotografía 5.101 ZODME 377



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En la parte baja de la ZODME, el terreno es pendiente inclinada (12%), y corresponde a una terraza aluvial del río Pamplonita, angosta. El área de la ZODME finaliza al terminar esta terraza aluvial.

Fotografía 5.102 terraza aluvial del río Pamplonita, en ZODME 377



Espesor 40cm. Capa orgánica. Textura arcillo limosa, café oscuro, con algunos clastos redondeados de roca, de composición areniscas, color pardo oscuro, meteorización alta (grado IV).

Espesor 45 cm. Depósito de terraza aluvial, 60% de matriz arcillosa, color café medio, medianamente dura, clastos subangulares a subredondeados polimícticos (areniscas, neises graníticos faneríticos), diámetro entre 2-20cm, meteorización alta (grado IV); eventuales bloques de roca de diámetro entre 2-2,5m

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Hacia el sur de la ZODME se observan antiguos procesos de remoción en masa, estabilizados mediante cinco líneas de gaviones. En este predio se presentaron grietas en la terraza, pero el proceso se estabilizó mediante las obras geotécnicas hechas en épocas pasadas, Fotografía 5.103.

Fotografía 5.103 Extremo sur de ZODME 377



Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

• Conclusiones y/o recomendaciones

- i. La ZODME se ubica en un terreno amplio, con evidencias de inestabilidad en el pasado, pero mediante la implementación de obras de estabilización, ha sido recuperado.
- ii. Se encuentra aproximadamente a 50m del cauce activo del río Pamplonita, requiere medidas de protección del río.

En la Tabla 5.11 se presenta un resumen de las ZODME's identificadas en las Unidades Funcionales 3, 4 y 5, y las conclusiones de sus características litológicas y geomorfológicas.

Tabla 5.11 ZODMEs definidas en UF3-4-5

ZODME	Área (ha)	Resumen
719	5,75	Estable Condiciones adecuadas de acceso Terreno amplio.
521	0,80	Estable Adecuadas condiciones de acceso No se observan drenajes
722	2,53	Estable Adecuadas condiciones de acceso No se observan drenajes
724	3,07	Estable Condiciones adecuadas de acceso Terreno amplio
533	3,09	Estable Requiere adecuación de acceso de ingreso
530	2,78	Estable
528	2,32	Estable Requiere adecuación de acceso de ingreso
405	5,67	Estable
407	1,03	Estable Adecuadas condiciones de acceso
402	34,74	Terreno amplio y estable. Condiciones adecuadas de acceso.
426	8,41	Estable
429	0,24	Zonas afectadas por erosión en cárcavas, cicatrices de deslizamientos y susceptibilidad moderada a movimientos en masa, requieren implementación de medidas de estabilización, para asegurar la estabilidad del terreno en el ZODME.
495	1,94	Terreno estable Revisar que el tramo de acceso a la ZODME requiere ser construido y al parecer requiere un cruce por un cuerpo de agua.
454	0,69	Terreno estable. Adecuadas condiciones de acceso
497	1,84	Terreno estable Requiere manejo de canal artificial existente.
906	1,37	Estable
908	2,01	Estable Condiciones adecuadas de acceso.
332 y 332C	1,60 y 1,91	No se observan procesos erosivos significativos, ni fenómenos de remoción en masa actuales que evidencien inestabilidad del terreno. Requiere adecuación de acceso.
337	2,07	Estable y amplio Condiciones adecuadas de acceso
345	7,21	Requiere adecuación de acceso en mal estado
360	6,24	Requiere adecuación de acceso a la ZODME. Extremo sur de la ZODME se considera susceptible a movimientos en masa, y el diseño de la ZODME incluye un tratamiento previo de estabilización y manejo de aguas superficiales y subsuperficiales.
362	1,66	ZODME de apariencia estable. Requiere la adecuación de acceso.
367	1,59	Terreno amplio y estable.

ZODME	Área (ha)	Resumen
		Adecuadas condiciones de acceso.
377	1,01	Se ubica en un terreno amplio, estabilizado mediante obras geotécnicas. Se encuentra aproximadamente a 50m del cauce activo del río Pamplonita, requiere medidas de protección del río.

Fuente: Aecom – Concol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019