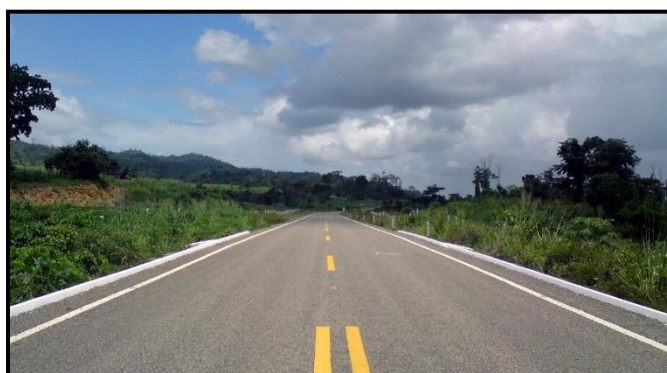
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

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 1 VARIANTE PAMPLONA
CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO



		
---	--	---

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

<p>Revisado Por:</p>	<p>Aprobado Por:</p>	<p>Página 1</p>
----------------------	----------------------	-----------------

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

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 conceptuales.....	1
5.1.1.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria	1
5.1.1.1.2 Fotointerpretación	1
5.1.1.1.3 Etapa de Campo	2
5.1.1.1.4 Informe y Mapas anexos	2
5.1.1.2 Geología Regional.....	2
5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional.....	2
5.1.1.2.2 Unidades Estratigráficas	6
5.1.1.2.3 Geología Estructural	12
5.1.1.2.4 Fotointerpretación	16
5.1.1.2.5 Unidades Geológicas	22
5.1.1.2.6 Geología estructural local.....	53
5.1.1.2.7 Descripción geológica por zonas homogéneas	53
5.1.1.2.8 Zona de construcción del túnel de Pamplona.....	55
5.1.1.2.9 Caracterización geológica y geomorfológica de ZODMES	61
5.1.2 Geomorfología.....	88
5.1.2.1 Aspectos conceptuales.....	88
5.1.2.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria	89
5.1.2.1.2 Interpretación de imágenes aéreas	89
5.1.2.1.3 Trabajo de campo	89
5.1.2.1.4 Informe y Mapas anexos	89
5.1.2.2 Área de Influencia	89
5.1.2.2.1 Morfometría.....	92
5.1.2.2.2 Morfogénesis	93
5.1.2.2.3 Unidades y Subunidades Geomorfológicas.....	95
5.1.2.2.4 Morfodinámica.....	103
5.1.3 Paisaje	115
5.1.3.1 Unidades de paisaje local.....	115
5.1.3.2 Descripción del proyecto frente al componente paisajístico.....	115
5.1.3.3 Unidades geomorfológicas	116
5.1.3.4 Unidades de cobertura de la tierra.....	116
5.1.3.5 Determinación de las unidades de paisaje	117

5.1.3.5.1	Subsistema Agropecuario en Crestones Mcr-Cap.....	119
5.1.3.5.2	Subsistema Bosques y vegetación natural en Crestones Mct-Nbv.....	119
5.1.3.5.3	Subsistema Agropecuario en Valle coluvio aluvial Mlm-Cap	120
5.1.3.5.4	Subsistema infraestructura y trasporte de zonas antropizadas ZA-Cit.....	121
5.1.3.5.5	Unidades de paisaje en el área de intervención	121
5.1.3.6	Evaluación y análisis del paisaje	121
5.1.3.6.1	Calidad visual del paisaje	122
5.1.3.6.2	Capacidad de absorción o fragilidad visual	127
5.1.3.6.3	Accesibilidad visual	130
5.1.3.7	Sitios de interés paisajístico	133
5.1.3.7.1	Las Tres Cruces.....	134
5.1.3.7.2	Naciente Cristo Rey Parte Alta.....	134
5.1.3.7.3	Laguna de Borrero	135
5.1.3.8	Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales.....	136
5.1.4	Suelos y uso de la tierra	136
5.1.4.1	Descripción de las unidades cartográficas de suelo y sus componentes taxonómicos	137
5.1.4.1.1	Consociación	137
5.1.4.1.2	Asociación de suelos.....	137
5.1.4.1.3	Complejo de suelos.....	137
5.1.4.1.4	Disociación o Grupo Indiferenciado.....	138
5.1.4.2	Suelos del paisaje de Montaña.....	140
5.1.4.2.1	Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos – MME	140
5.1.4.2.2	Consociación Ustic Dystropepts – MMK.....	141
5.1.4.2.3	Consociación Lithic Ustic Humitropepts. – MMA	141
5.1.4.2.4	Consociación Fluventic Eutropepts - MRI.....	142
5.1.4.2.5	Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención	142
5.1.4.3	Capacidad de uso del suelo	143
5.1.4.3.1	Capacidad de uso del suelo en el área de intervención.....	145
5.1.4.4	Uso actual del suelo	146
5.1.4.4.1	Ganadería – Pastoreo extensivo (PEX).....	150
5.1.4.4.2	Conservación	151
5.1.4.4.3	Agroforestal.....	152
5.1.4.4.4	Forestal.....	152
5.1.4.4.5	Uso actual del suelo en el área de intervención	153
5.1.4.5	Conflicto de uso del suelo.....	154
5.1.4.5.1	Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A)	154
5.1.4.5.2	Conflictos por subutilización (S)	154
5.1.4.5.3	Conflictos por sobreutilización (O).....	155
5.1.4.5.4	Conflictos de uso del suelo en el AI.....	156
5.1.4.5.5	Conflictos de uso del suelo en el área de intervención	157
5.1.4.6	Análisis de vulnerabilidad del Suelo asociado al túnel.	158
5.1.4.6.1	Clase VIe-1	158
5.1.4.6.2	Clase VIIe-5	158
5.1.4.6.3	Clase VIII	159

5.1.5	Hidrología.....	160
5.1.5.1	Fuentes de información	161
5.1.5.1.1	Cartografía	161
5.1.5.1.2	Información de fuentes oficiales	161
5.1.5.1.3	Información Hidrológica.....	161
5.1.5.2	Caracterización hidrológica del área de influencia	162
5.1.5.2.1	Sistemas lóticos y lénticos del área de influencia	162
5.1.5.2.2	Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia y respectiva clasificación de acuerdo con la estructura IDEAM	168
5.1.5.2.3	Identificación de zonas de recarga	172
5.1.5.2.4	Descripción de la red hidrográfica	173
5.1.5.2.5	Morfometría de cuencas.....	174
5.1.5.2.6	Régimen hidrológico	176
5.1.5.2.7	Análisis de precipitación.....	178
5.1.5.2.8	Caudales máximos.....	180
5.1.5.2.9	Caudales medios	193
5.1.5.2.10	Caudales mínimos.....	194
5.1.5.2.11	Dinámica fluvial	196
5.1.6	Calidad del Agua	198
5.1.6.1	Cuerpos de Agua Continentales	198
5.1.6.1.1	Monitoreo de caracterización fisicoquímica y Bacteriológica del agua.....	198
5.1.6.1.2	Metodología de Análisis	201
5.1.6.1.3	Resultados	202
5.1.6.1.4	Índices de calidad ambiental del agua.....	237
5.1.6.1.5	Índices de contaminación	248
5.1.7	Usos del agua	257
5.1.7.1	Usos Actuales y Proyectos	258
5.1.7.2	Inventario de usos y usuarios del agua.....	260
5.1.7.2.1	Captaciones	263
5.1.7.2.2	Vertimientos	265
5.1.7.3	Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR.....	268
5.1.7.4	Demanda actual de las fuentes a intervenir	270
5.1.7.5	Conflictos por uso.....	271
5.1.7.5.1	Análisis de frecuencia de caudales mínimos	271
5.1.7.6	Índices de calidad ambiental del uso del agua.....	276
5.1.7.6.1	Índice de Uso del Agua (IUA)	276
5.1.7.6.2	Índice de regulación Hídrica (IRH).....	282
5.1.7.6.3	Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento.....	284
5.1.8	Hidrogeología	288
5.1.9	Geotecnia.....	289
5.1.9.1	Geotecnia para tramo túnel	289
5.1.9.1.1	Materiales afectados por la excavación del túnel	289
5.1.9.1.2	Metodología para el análisis de resultados.....	292
5.1.9.1.3	Sectorización geotécnica del túnel	306
5.1.9.2	Geotecnia para Unidad Funcional 1	313
5.1.9.3	Modelación de Variables	316
5.1.9.3.1	Litología (SL).....	316

5.1.9.3.2	Geomorfología (SG)	319
5.1.9.3.3	Hidrogeología (SH)	322
5.1.9.3.4	Cobertura de la tierra (SC)	323
5.1.9.3.5	Densidad de drenajes (SD)	327
5.1.9.3.6	Densidad de Fallas Geológicas (SF)	329
5.1.9.3.7	Pendientes del Terreno (SP)	332
5.1.9.3.8	Morfodinámica (SE)	336
5.1.9.4	Susceptibilidad General del Terreno (ST)	340
5.1.9.5	Factores detonantes	344
5.1.9.5.1	Precipitación (FP)	344
5.1.9.5.2	Sismicidad (FS)	348
5.1.9.6	Amenaza geotécnica del terreno (ZG)	352
5.1.9.7	Descripción geotécnica del corredor vial	356
5.1.9.7.1	Sector del K56+300 al K 56+500	357
5.1.9.7.2	Sector del K56+500 al K 56+760	357
5.1.9.7.3	Sector del K56+760 al K 57+240	357
5.1.9.7.4	Sector del K57+240 al K 57+400	357
5.1.9.7.5	Sector del K57+400 al K 57+700	357
5.1.9.7.6	Sector del K57+700 al K58+880	357
5.1.9.7.7	Sector del K58+880 al K 59+660	357
5.1.9.7.8	Sector del K59+660 al K 60+260	358
5.1.9.8	Conclusiones	358
5.1.10	Atmósfera	359
5.1.10.1	Meteorología	359
5.1.10.1.1	Ubicación de las estaciones	359
5.1.10.1.2	Temperatura	361
5.1.10.1.3	Presión atmosférica promedio mensual (mb)	365
5.1.10.1.4	Precipitación media diaria, mensual y anual	366
5.1.10.1.5	Humedad relativa	373
5.1.10.1.6	Viento	374
5.1.10.1.7	Radiación solar (Irradiación solar o insolación)	378
5.1.10.1.8	Nubosidad	381
5.1.10.1.9	Evaporación	382
5.1.10.1.10	Zonificación de la evaporación	384
5.1.10.1.11	Clasificación climática	385
5.1.10.2	Identificación de fuentes de emisiones	387
5.1.10.2.1	Fuente fijas puntuales	388
5.1.10.2.2	Fuentes fijas dispersas o difusas	391
5.1.10.2.3	Fuentes lineales	392
5.1.10.2.4	Fuentes móviles	394
5.1.10.2.5	Potenciales receptores	394
5.1.10.3	Calidad del Aire	396
5.1.10.3.1	Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas	397
5.1.10.3.2	Análisis y evaluación de la calidad de aire	397
5.1.10.4	Ruido	415
5.1.10.4.1	Inventario de fuentes generadoras de ruido	416
5.1.10.4.2	Monitoreo de Evaluación de Ruido	419

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 5.1. Información geológica recopilada.....	1
Tabla 5.2 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1	23
Tabla 5.3 Datos estructurales dentro del área de influencia de la UF1 (Coordenadas Planas Gauss-Kruger origen Bogotá).....	44
Tabla 5.4 Unidades Geomorfológicas en el área de influencia de la UF1	90
Tabla 5.5 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos	92
Tabla 5.6 Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1	103
Tabla 5.7 Agrupación de unidades geomorfológicas.....	116
Tabla 5.8 Agrupación de coberturas de la tierra.....	116
Tabla 5.9 unidades de paisaje en el AI	117
Tabla 5.10 Unidades de paisaje en el área de intervención	121
Tabla 5.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980).....	122
Tabla 5.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual y puntaje	123
Tabla 5.13 Promedio de evaluación de calidad visual de unidades de paisaje en el AI..	123
Tabla 5.14 Distribución de la calidad visual en el AI	124
Tabla 5.15 Calidad visual del paisaje en el área de intervención	127
Tabla 5.16 Factores del paisaje determinantes de capacidad de absorción visual CAV	127
Tabla 5.17 Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje.....	128
Tabla 5.18 Promedio de evaluación de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje	128
Tabla 5.19 Capacidad de absorción en el AI.....	128
Tabla 5.20 Capacidad de absorción en el área de intervención	130
Tabla 5.21 Clasificación de visibilidad en el AI y área de intervención	133
Tabla 5.22 Ubicación de puntos de muestreo de suelos	137
Tabla 5.23 Leyenda de unidades cartográficas de suelos asociados al AI.....	139
Tabla 5.24 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención	143
Tabla 5.25 Capacidad de uso del suelo en el AI	144
Tabla 5.26 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención.....	146
Tabla 5.27 Uso actual del suelo en el AI	149
Tabla 5.28 Uso actual del suelo en el área de intervención	153
Tabla 5.29 Matriz de determinación de conflicto de uso del suelo	156
Tabla 5.30 Conflicto de uso del suelo en el AI	156


	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.31 Conflicto de uso del suelo en el área de intervención.....	158
Tabla 5.32 Clases agrológicas asociadas al túnel.....	158
Tabla 5.33 CRA y Fertilidad natural de UCS asociadas al túnel.....	159
Tabla 5.34 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis Hidrológico asociado a la zona en estudio	161
Tabla 5.35 Inventario de fuentes lólicas identificadas durante los recorridos	163
Tabla 5.36 Clasificación de cuencas hidrográficas de acuerdo con la estructura IDEAM transversales al área de influencia UF1	169
Tabla 5.37 Área a Intervenir por Microcuenca	171
Tabla 5.38 Área total, área intervenida y efectiva de las cuencas configuradas por el tejido urbano	171
Tabla 5.39 Parámetros morfométricos insumos para definir el Tiempo de Concentración	174
Tabla 5.40 Valores interpretativos del factor de forma	175
Tabla 5.41 Factor de forma de las cuencas del área de influencia de la UF1	176
Tabla 5.42 Tiempo de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1.....	177
Tabla 5.43 Precipitación máxima en 24 horas	179
Tabla 5.44 Área de la cuenca aferente a la estación Don Juana Automática – 16017020 vs. Sector de la cuenca del río Pamplonita asociado al área de influencia de la UF1	180
Tabla 5.45 Suelos que conforman las cuencas transversales al área de influencia UF1	181
Tabla 5.46 Clasificación Hidrológica de las unidades de suelos asociadas a las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1	182
Tabla 5.47 Clasificación de los usos del suelo según la clasificación hidrológica de suelos - SCS.....	183
Tabla 5.48 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III	184
Tabla 5.49 Valores de la CN por cuenca.....	185
Tabla 5.50 Valores de las curvas IDF estación ISER PAMPLONA (mm/h)	188
Tabla 5.51 Caudales Máximos (m³/s) de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1.....	189
Tabla 5.52 Generalidades de la estación	190
Tabla 5.53 Caudales medios (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1	193
Tabla 5.54 Caudales mínimos (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1	195
Tabla 5.55 Características de los Puntos de Muestreo de Agua, Fuentes Superficiales	200
Tabla 5.56 Metodologías de Análisis	201
Tabla 5.57 Descripción de los puntos de monitoreo.....	204
Tabla 5.58 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos	206
Tabla 5.59 Resultados de Parámetros In Situ	208
Tabla 5.60 Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad	210
Tabla 5.61 Escala de OD y su relación con la calidad del agua	210
Tabla 5.62 Escala de pH y su relación con la calidad del agua.....	214
Tabla 5.63 Codificación y nomenclatura de los puntos de muestreo analizados	217
Tabla 5.64 Estándares de calidad de agua para parámetros físicos-químicos en laboratorio de acuerdo diversos usos del agua	218

Tabla 5.65 Resultados de parámetros fisicoquímicos puntos de monitoreo	219
Tabla 5.66 Escala de Mineralización en Agua de acuerdo con la Alcalinidad	222
Tabla 5.67 Clasificación de la Dureza por CaCO ₃ en el Agua (OMS).....	226
Tabla 5.68 Escala de clasificación de la calidad de agua, con base en la DBO	227
Tabla 5.69 Escala de clasificación de calidad de agua, con base en la DQO	228
Tabla 5.70 Criterios de calidad de agua por coliformes para diversos usos	233
Tabla 5.71 Resultados de parámetros microbiológicos	234
Tabla 5.72 Clasificación del Agua según el Índice de Langelier	237
Tabla 5.73 Índice de Saturación o de Langelier – ISL en los cuerpos de agua monitoreados	238
Tabla 5.74 Capacidad buffer en cuerpos de agua superficial analizados	239
Tabla 5.75 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas	240
Tabla 5.76 Calificación de la Calidad del Agua según los valores que tome el ICA	242
Tabla 5.77 Resultados – índice de calidad del agua	243
Tabla 5.78 Categorías y Rangos del IACAL.....	246
Tabla 5.79 Índice de Calidad del Agua en los cuerpos de agua monitoreados	246
Tabla 5.80 Clasificación de índices de contaminación	249
Tabla 5.81 Clasificación ICOTRO	256
Tabla 5.82 Clasificación de Usos del agua para el tramo 6 de la cuenca Río Pamplonita, que hace parte de la UF1	258
Tabla 5.83 Objetivos de calidad, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	260
Tabla 5.84 Inventario de Usos del agua.....	262
Tabla 5.85 Inventario de captaciones	264
Tabla 5.86 Inventario de vertimientos	266
Tabla 5.87 Concesiones de agua otorgadas por CORPONOR	269
Tabla 5.88 Demanda hídrica sectorial, Cuenca del río Pamplonita	271
Tabla 5.89 Caudales mínimos mensuales probables para cada periodo de retorno	273
Tabla 5.90 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje enero.....	274
Tabla 5.91 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje febrero.....	274
Tabla 5.92 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje junio	275
Tabla 5.93 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje julio	275
Tabla 5.94 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje agosto	275
Tabla 5.95 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje diciembre	275
Tabla 5.96 Categoría y descriptos del IUA.....	278
Tabla 5.97 Rangos y Categorías índice de uso de agua.....	279
Tabla 5.98 Clasificación del IUA en la subzona hidrográfica del río Pamplonita.....	279
Tabla 5.99 Valores y categorías del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita	281
Tabla 5.100 Categoría y descriptos del IRH.....	283
Tabla 5.101 Clasificación del IRH en el área de estudio	283

Tabla 5.102 Valores y categorías del IRH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del río Pamplonita	283
Tabla 5.103 Relación para categorizar el IVH, ENA 2010	285
Tabla 5.104 Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH, ENA 2014	285
Tabla 5.105 Valores y categorías del IVH en la subzona hidrográfica del río Pamplonita. ENA 2010	287
Tabla 5.106 Valores y categorías del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita correspondiente al área de influencia de la UF1	287
Tabla 5.107 Valores α	294
Tabla 5.108 Clasificación del índice RMR de Bieniawski, 1989	300
Tabla 5.109 Corrección del índice RMR de Bieniawski, 1989 en función de la orientación	300
Tabla 5.110 Influencia de la parametrización en el GSI	301
Tabla 5.111 Corrección por orientación de las discontinuidades	307
Tabla 5.112 Sectorización del Túnel	308
Tabla 5.113 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	316
Tabla 5.114 Valores de susceptibilidad por litología	316
Tabla 5.115 Valores de susceptibilidad por geomorfología	320
Tabla 5.116 Valores de susceptibilidad por hidrogeología	322
Tabla 5.117 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra	324
Tabla 5.118 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes	327
Tabla 5.119 Ponderación de fallas según su tipo	330
Tabla 5.120 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas	330
Tabla 5.121 Valores de susceptibilidad por pendientes	334
Tabla 5.122 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos	337
Tabla 5.123 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno	342
Tabla 5.124 Intervalos de categoría de precipitación	345
Tabla 5.125 Intervalos de categorías de sismicidad	350
Tabla 5.126 Categorías para la zonificación geotécnica	353
Tabla 5.127 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica	356
Tabla 5.128 Estaciones del IDEAM seleccionadas	359
Tabla 5.129 Amplitud térmica	365
Tabla 5.130 Amplitud entre la precipitación media diaria y diaria máxima	368
Tabla 5.131 Estaciones IDEAM para análisis de precipitación total anual	369
Tabla 5.132 Estaciones meteorológicas utilizadas para la determinación de isoyetas y zonificación pluviométrica UF1	371
Tabla 5.133 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM	385
Tabla 5.134 Rangos de la clasificación climática de Lang, con seis (6) provincias de humedad	385
Tabla 5.135 Inventario general de fuentes de emisión UF 1	389
Tabla 5.136 Potenciales receptores en el área de influencia de la UF 1	396
Tabla 5.137 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1	401
Tabla 5.138 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2	401
Tabla 5.139 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3	402
Tabla 5.140 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire	403
Tabla 5.141 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación.	410
Tabla 5.142 Índices de calidad de Aire acumulados para SO ₂ en los puntos evaluados	411



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.143 Índices de calidad de Aire acumulados para PM10 en estaciones	412
Tabla 5.144 Inventario fuentes de emisión de ruido	417
Tabla 5.145 Puntos de medición de ruido ambiental.....	419
Tabla 5.146 Datos generales de la medición. Parámetros del estudio	421
Tabla 5.147 Equipos utilizados para la medición	421
Tabla 5.148 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido.....	422
Tabla 5.149 Descripción de puntos de monitoreo de ruido	423
Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día hábil- horario diurno	426
Tabla 5.151 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA ...	427
Tabla 5.152 Resultados corregidos horario nocturno día hábil.....	431
Tabla 5.153 Resultados corregidos horario diurno día no hábil.....	434
Tabla 5.154 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil.....	435

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5.1 Ubicación del área de estudio dentro de la Cuenca de la Cordillera Oriental	6
Figura 5.2 Geología Regional. Plancha 110-Pamplona.....	7
Figura 5.3 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca de la Cordillera Oriental	10
Figura 5.4 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)	15
Figura 5.5 Sistema de fallas sobre el área de influencia de la UF1	17
Figura 5.6 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se evidencia la unidad sedimentaria de mayor dureza (formación Aguardiente)	18
Figura 5.7 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se detallan los cuerpos coluviales producto de procesos de remoción y solifluxión...	18
Figura 5.8 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detalla el gran cuerpo coluvioaluvial a lo largo de la quebrada San Antonio.	20
Figura 5.9 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se marcaron las estructuras (fallas y lineamientos) presentes en el área.	21
Figura 5.10 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detallan en línea azul los depósitos coluviales principalmente correspondiendo al cauce del río Pamplonita y en línea amarilla los depósitos de terraza en zonas aledañas a esta corriente fluvial.	21
Figura 5.11 Planta geológica Túnel de Pamplona (Portal oriental). Parte I K58+745 a K59+400.....	56
Figura 5.12 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II. K59+400 a K60+075.....	52
Figura 5.13 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Portal Occidental). Parte III K59+800 a K60+075.....	52
Figura 5.14 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Oriental). Parte I.....	57
Figura 5.15 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II.....	58
Figura 5.16 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Occidental). Parte III.....	59
Figura 5.17 Ubicación y Acceso a ZODME 156, donde se detallan los puntos 16, 17 y 18 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica.....	63
Figura 5.18 Área y Acceso a ZODME 148, donde se detallan los puntos 1, 2, 3 y 4 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica.....	66
Figura 5.19 Ubicación y Acceso a ZODME 144, donde se detallan los puntos 11, 20 y 22 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica.....	75
Figura 5.21 Ubicación del área y acceso a ZODME 118.....	78

Figura 5.22 Ubicación y Acceso a ZODME 121, donde se detallan los puntos 23, 24, 27 y 28 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área	81
Figura 5.23 Ubicación y Acceso a ZODME 124, donde se detallan los puntos del GPS (puntos verdes) que consistieron en el levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área	84
Figura 5.24 Area y Acceso a ZODME 131, donde se detallan los puntos 35 y 39 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área	86
Figura 5.25 Procesos morfodinámicos fotografía aérea de 1992 (K56+300 a K57+500)	108
Figura 5.26. Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K56+300 a K57+500)	108
Figura 5.27. Procesos morfodinámicos periodo 1992 (K57+500 a K58+500).....	111
Figura 5.28 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K57+500 a K58+500)	112
Figura 5.29 Procesos morfodinámicos periodo 1990 (K58+500 a K60+300).....	114
Figura 5.30 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K58+500 a K60+300)	114
Figura 5.31 Distribución espacial de las unidades de paisaje en el AI	118
Figura 5.32 Distribución porcentual de las unidades de paisaje en el AI	119
Figura 5.33 Distribución espacial de la calidad visual del paisaje en el AI.....	124
Figura 5.34 Distribución espacial de la capacidad de absorción del paisaje en el AI	128
Figura 5.35 Análisis de visibilidad en el AI	132
Figura 5.36 Ubicación espacial de la Laguna de Borrero	135
Figura 5.37 Unidades cartográficas de suelo en el AI	140
Figura 5.38 Capacidad de uso del suelo en el AI	145
Figura 5.39 Uso actual del suelo en el AI	150
Figura 5.40 Conflicto de uso del suelo en el AI	157
Figura 5.41 Ubicación de Laguna de Borrero respecto al área de influencia de la UF1 .	167
Figura 5.42 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia	170
Figura 5.43 Sector sin intervenir de la cuenca El Buque	172
Figura 5.44 Sector intervenido de la cuenca NN25	172
Figura 5.45 Zonas de recarga hídrica	172
Figura 5.46 Red hidrográfica de cuencas transversales al área de influencia de la UF1	173
Figura 5.47 Ejemplo de patrón de drenaje	174
Figura 5.48 Polígonos de Thiessen - Precipitación	178
Figura 5.49 Distribución Gumbel y Pearson III, precipitación máxima en 24 Horas.....	179
Figura 5.50 Unidades de suelos asociadas a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1.....	182
Figura 5.51 Usos del suelo en las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1 ..	183
Figura 5.52 CN II de las Cuencas	185
Figura 5.53 Curvas IDF, Estación ISER PAMPLONA – T _R 1,33, 2, 5 y 100 años.....	188
Figura 5.54 Distribución de Gumbel para los registros de caudal máximo de la estación Don Juana Automática.....	192
Figura 5.55 Histograma de los caudales máximos estación Don Juana Automática	192
Figura 5.56 Histograma de la precipitación media mensual (mm)	193
Figura 5.57 Histograma caudales medios	194
Figura 5.58 Fotografía C-2498-78.....	196
Figura 5.59 Ortofoto LIDAR año 2017.....	197
Figura 5.60 Imagen de Google Earth	197

Figura 5.61 omparación entre la Fotografía y Ortofoto LIDAR resolución 0,04m – Quebrada NN 25	198
Figura 5.62 Ubicación cartográfica de los puntos de monitoreo de calidad del agua	199
Figura 5.63 Valores de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales	209
Figura 5.64 Valores de Oxígeno Disuelto.....	212
Figura 5.65 Valores de pH	214
Figura 5.66 Valores de sólidos sedimentables	215
Figura 5.67 Valores de Temperatura	216
Figura 5.68 Valores de Acidez y alcalinidad.....	223
Figura 5.69 Valores de Turbiedad y SST	224
Figura 5.70 Valores de Color	225
Figura 5.71 Valores de Dureza cálcica y Dureza Total.....	226
Figura 5.72 Valores de DBO ₅ y DQO	228
Figura 5.73 Valores de Fósforo Total.....	229
Figura 5.74 Valores de nitrógeno Total	230
Figura 5.75 Valores de grasa y aceites.....	231
Figura 5.76 Valores de fenoles totales.....	232
Figura 5.77 Valores coliformes totales y coliformes fecales	236
Figura 5.78 Resultados – Índice de Calidad del Agua.....	244
Figura 5.79 Esquema para obtener las estimaciones de las cargas contaminantes.....	245
Figura 5.80 Ubicación cartográfica del IACAL para las subcuencas y tramo del río Pamplonita ubicados en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio y año seco.....	248
Figura 5.81 Clasificación ICOMI – Índice de contaminación por mineralización	251
Figura 5.82 Clasificación ICOSUS – Índice de contaminación por sólidos suspendidos	253
Figura 5.83 Clasificación ICOMO – Índice de contaminación por Materia Orgánica.....	256
Figura 5.84 Clasificación ICOPH	257
Figura 5.85 Ubicación cartográfica de las captaciones identificadas en las fuentes hídricas que serán interceptadas	263
Figura 5.86 Ubicación cartográfica de los vertimientos identificados en las fuentes hídricas que serán interceptadas	265
Figura 5.87 Curvas adimensionales de Qmin para diferentes Tr y mes de estiaje	274
Figura 5.88 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio	281
Figura 5.89 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicadas en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año seco	282
Figura 5.90 Ubicación cartográfica del IRH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita en el área de influencia físico-biótica de la UF1	284
Figura 5.91 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del Río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Medio.....	287
Figura 5.92 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Seco	288
Figura 5.93 Porcentajes de litologías por formación geológicas.....	291
Figura 5.94 Parámetros tipo para suelos cohesivos.....	292
Figura 5.95 Parámetros tipo para suelos granulares.....	293
Figura 5.96 Valores de la constante m _i para rocas intactas tomadas de la bibliografía ..	297

Figura 5.97 Valores del Módulo Relativo para diferentes litologías según Deere y Palmstrom y Singh	298
Figura 5.98 Ábaco para estimación del índice GSI en rocas fracturadas	303
Figura 5.99 Correlaciones empíricas entre el índice RMR y Q y el módulo de deformación in situ Em.	306
Figura 5.100 Porcentaje RMR básico a lo largo del túnel de Pamplona	312
Figura 5.101 Porcentaje RMR corregido a lo largo del tunel de Pamplona	312
Figura 5.102 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica ..	315
Figura 5.103 Susceptibilidad por litología.....	317
Figura 5.104 Mapa de susceptibilidad por litología	319
Figura 5.105 Susceptibilidad por Geomorfología.....	321
Figura 5.106 Mapa de susceptibilidad por geomorfología	321
Figura 5.107 Susceptibilidad por hidrogeología	322
Figura 5.108 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología	323
Figura 5.109 Susceptibilidad por cobertura de la tierra	326
Figura 5.110 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra	328
Figura 5.111 Susceptibilidad por densidad de drenajes	328
Figura 5.112 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes	329
Figura 5.113 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas.....	330
Figura 5.114 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas	332
Figura 5.115 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno	334
Figura 5.116 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno	336
Figura 5.117 Susceptibilidad por Morfodinámica.....	339
Figura 5.118 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica	341
Figura 5.119 Susceptibilidad general del terreno	342
Figura 5.120 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno	344
Figura 5.121 Factor detonante por Precipitación.....	346
Figura 5.122 Factor detonante por precipitación	347
Figura 5.123 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)	348
Figura 5.124 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta	349
Figura 5.125 Mapa de factor detonante por sismicidad.....	352
Figura 5.126 Distribución de amenaza geotécnica.....	354
Figura 5.127 Mapa amenaza geotécnica	355
Figura 5.128 Localización general de las estaciones IDEAM seleccionadas.....	360
Figura 5.129 Histograma temperatura media mensual multianual	362
Figura 5.130 Histograma temperatura máxima diaria promedio.....	363
Figura 5.131 Histograma temperatura mínima diaria promedio.....	363
Figura 5.132 Zonificación de la temperatura media anual, con base en el gradiente altitudinal	365
Figura 5.133 Zonificación de la presión atmosférica (mmHg).....	366
Figura 5.134 Localización de las estaciones IDEAM seleccionadas para el estudio de la precipitación	366
Figura 5.135 Histograma para la precipitación media diaria (mm).....	368
Figura 5.136 Histograma para la precipitación media mensual (mm).....	369
Figura 5.137 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación ISER Pamplona	370

Figura 5.138 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) - Estación Cacota	370
Figura 5.139 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación La Caldera.....	371
Figura 5.140 Zonificación pluviométrica e isoyetas (200mm)	372
Figura 5.141 Histograma de la humedad relativa mensual multianual	373
Figura 5.142 Zonificación de la humedad relativa e isohumas	374
Figura 5.143 Velocidad del viento (m/s) - Año 2008.....	375
Figura 5.144 Dirección del viento.....	377
Figura 5.145 Rosa de los vientos estación ISER PAMPLONA.....	377
Figura 5.146 Histograma de la radiación solar máxima y mínima año 2018 – Al UF1....	378
Figura 5.147 Radiación Solar Ene 2018.....	379
Figura 5.148 Radiación Solar Feb 2018.....	379
Figura 5.149 Radiación Solar Mar 2018.....	379
Figura 5.150 Radiación Solar Abr 2018	379
Figura 5.151 Radiación Solar May 2018	380
Figura 5.152 Radiación Solar Jun 2018	380
Figura 5.153 Radiación Solar Jul 2018	380
Figura 5.154 Radiación Solar Ago 2018.....	380
Figura 5.155 Radiación Solar Sep 2018.....	380
Figura 5.156 Radiación Solar Oct 2018	380
Figura 5.157 Radiación Solar Nov 2018.....	381
Figura 5.158 Radiación Solar Dic 2018.....	381
Figura 5.159 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL.....	381
Figura 5.160 Histograma Evaporación total mensual (mm/me)	383
Figura 5.161 Histograma del brillo solar (horas).....	384
Figura 5.162 Zonificación de la evaporación total	384
Figura 5.163 Rangos Altitudinales – Caldas	386
Figura 5.164 Denominación termal – Caldas	386
Figura 5.165 Provincias de humedad de Lang.....	387
Figura 5.166 Fuentes lineales de emisión.....	393
Figura 5.167 Puntos de monitoreo de calidad de aire	402
Figura 5.168 Valores medios diarios de PM-10 en estaciones 1,2 y 3	405
Figura 5.169 Valores medios diarios de NO ₂ en estaciones 1,2 y 3	406
Figura 5.170 Valores medios diarios de SO ₂ en estaciones 1,2 y 3	406
Figura 5.171 Medias horarias diarias de CO Estación 1	408
Figura 5.172 Medias horarias diarias de CO Estación 2	409
Figura 5.173 Medias horarias diarias de CO Estación 3	409
Figura 5.174 Índice de calidad de aire (ICA) SO ₂ estación 1,2 y 3	411
Figura 5.175 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3	413
Figura 5.176 Comparación estados excepcionales PM-10, estaciones 1,2 y 3	414
Figura 5.177 Comparación estados excepcionales SO ₂ , estaciones 1,2 y 3	414
Figura 5.178 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental UF 1.....	420
Figura 5.179 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil.....	428
Figura 5.180 Mapa de isófonas horario diurno día hábil.....	430
Figura 5.181 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil. Sector C y Sector D.....	431



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.182 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil.....	433
Figura 5.183 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil - Sector C vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales	434
Figura 5.184 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil	436
Figura 5.185 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil	437
Figura 5.186 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil.....	438


CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS


	Pág.
Fotografía 5.1 Afloramiento altamente meteorizado del Ortoneis. Coordenadas: Este: 1157392; Norte: 1308828.....	22
Fotografía 5.2 Saprolito de ortogneis color rosáceo. Abundante ortoclasa (feldespato potásico). Presencia de micas moscovitas y cuarzo, ubicado dentro del área de influencia de la UF1, en las coordenadas: Este: 1157410; Norte: 1309095.....	24
Fotografía 5.3 Afloramiento de la formación Girón (A) y coluvión presente sobre dicha unidad (B).....	27
Fotografía 5.4 Afloramiento moderadamente alterado y fracturado de la formación Tibú y Mercedes compuesto principalmente de calizas.....	28
Fotografía 5.5 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidencian secuencia de areniscas cuarzosas, con algo de matriz feldespática clara y algo rosada, en algunas partes deleznales.....	29
Fotografía 5.6 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidenciaron planos de canteras, compuesto de arenisca clara a gris, moderadamente meteorizada, con presencia de óxidos, con coordenadas Este: 1159034; Norte: 1309265.....	30
Fotografía 5.7 Diferentes afloramientos de la formación Aguardiente ubicados sobre el cerro donde se proyecta el túnel de Pamplona. Se observan secuencias de areniscas cuarzosas de grano medio, muy competentes y en algunas zonas de aspecto masivo, ligeramente alteradas y algunas inalteradas.....	31
Fotografía 5.8 Procesos de solifluxión plástica en suelos residuales de la formación Capacho. Coordenadas: Este: 1159379; Norte: 1309443.....	32
Fotografía 5.9 Bloques de roca arenisca provenientes del fracturamiento de estratos de la parte alta de la ladera (de la formación Aguardiente). Coordenadas: Este: 1159110; Norte: 1309450.....	32
Fotografía 5.10 Pequeño afloramiento altamente meteorizado de la formación Capacho dentro del área de influencia de la UF1, con coordenadas: Este: 1159676; Norte: 1308971, donde se observa el predominio de lutitas negras	33
Fotografía 5.11 Diferentes afloramientos de la formación Capacho. Se observan lutitas con niveles de areniscas, moderadamente alteradas.....	34
Fotografía 5.12 Afloramiento de la formación La Luna con estratificación delgada, moderadamente meteorizado, compuesto de lutitas negras y calizas grises. Coordenadas: Este: 1160200; Norte: 1309235.....	35
Fotografía 5.13 Afloramiento de la formación Colón-Mito Juan altamente meteorizado de capas de limolitas y lutitas gris oscuro, ubicado aproximadamente hacia el costado oriental del área de influencia en la margen izquierda del río Pamplonita.....	38

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Fotografía 5.14 Limolitas y lutitas negras correspondientes a la formación Colón-Mito Juan presentando un evidente plegamiento, ubicado cercano al costado oriental de la UF-1.....	39
Fotografía 5.15 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, hacia el portal occidental del túnel en dirección de Pamplona a Cúcuta. Coordenadas: Este 1158045; Norte: 1308923	41
Fotografía 5.16 Depósito coluvial entre las abscisas K58+880 y K58+860 aproximadamente del eje vial proyectado, compuesto de bloques de limolitas proveniente de las laderas. Coordenadas: Este 1158939; Norte: 1309525	41
Fotografía 5.17 Depósito coluvial matriz soportado sobre el eje de vía proyectado. Coordenadas: Este: 1159077; Norte: 1309459.....	42
Fotografía 5.18 Depósito Coluvial sobre la vía proyectada. Coordenadas: Este: 1159380; Norte: 1309446.....	44
Fotografía 5.19 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, entre las abscisas K58+280 y la K58+240 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500	44
Fotografía 5.20 Parte del gran depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectada. Abscisa K57+450-K57+400 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160993; Norte: 1312807	45
Fotografía 5.21 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K57+150-K57+060 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159660; Norte: 1308664	47
Fotografía 5.22 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+880-K56+700 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410	49
Fotografía 5.23 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+500-K56+130 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159739; Norte: 1308143	49
Fotografía 5.24 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K53+650-K53+600 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160664; Norte: 1309601	50
Fotografía 5.25 Vista del depósito coluvio aluvial aledaño al eje vial proyectado, sobre la formación Aguardiente.	51
Fotografía 5.26 Depósito aluvial en la margen del río Pamplonita. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292	52
Fotografía 5.27 Depósito aluvial que ha sido urbanizado	52
Fotografía 5.28 Cantera ubicada en la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612.....	53
Fotografía 5.29 Area proyectada para el ZODME 156. Coordenadas: Este: 1.155.870; Norte: 1.311.162.....	64
Fotografía 5.30 Afloramiento de Neis moscovítico con alta meteorización. Coordenadas: Este: 1156511; Norte: 1310497	64
Fotografía 5.31 Vía de acceso a ZODME 156. Afloramiento de Neis altamente meteorizado. Coordenadas: Este 1156944; Norte: 1308994.....	65
Fotografía 5.32 Area proyectada para ZODME. Coordenadas: Este: 1.156.610; Norte: 1.309.833	65

Fotografía 5.33 Afloramientos de Ortoneis (PDo) sobre el acceso al ZODME 148 (punto mas cercano dicho zodme), se nota el evidente bandeamiento en las capas de neis feldespático. Coordenadas: Este: 1156379; Norte: 1156379	67
Fotografía 5.34 Perfil de meteorización de Neis cuarzo feldespático sobre la vía de acceso al ZODME 148. Coordenadas: Este: 1156350; Norte: 1309683	69
Fotografía 5.35 Talud de la vía dondese detalla neis muy fracturado. Coordenadas Este: 1156367; Norte: 1309579	70
Fotografía 5.36 Evidencia de depósito de ladera en la margen interna de la vía. Coordenadas: Este: 1156367; Norte: 1309579	71
Fotografía 5.37 Afloramiento de Neis con orientación subhorizontal fracturado. Coordenadas: Este: 1156457; Norte: 1309451	71
Fotografía 5.38 Area de ZODME 144. Coordenadas: Este: 1.156.914; Norte: 1.308.926	73
Fotografía 5.39 Afloramiento de neis, altamente meteorizado donde observa el bandeamiento característico de dicha roca.	76
Fotografía 5.42 Area proyectada para el ZODME 118. Coordenadas: Este: 1.160.240; Norte: 1.312.011	77
Fotografía 5.43 Ladera donde se localiza el límite inferior del ZODME 118. Coordenadas: Este: 1160328; Norte: 1312207	79
Fotografía 5.44 lodolitas altamente fracturadas y meteorizadas. Coordenadas: Este: 1159550; Norte: 1311669	82
Fotografía 5.45 Vista de área para ZODME 121. Coordenadas: Este: 1.159.624; Norte: 1.311.770	82
Fotografía 5.46 Lutita altamente fracturada con estratificación en el mismo sentido de la pendiente (parte inferior del ZODME). Coordenadas: Este: 1159717; Norte: 1311739	83
Fotografía 5.47 Estratificación de lodolitas grises claras. Coordenadas: Este: 1159441; Norte: 1311204	83
Fotografía 5.48 Área proyectada para el ZODME 124. Coordenadas: Este: 1.159.380; Norte: 1.309.418	85
Fotografía 5.49 Vía de acceso al ZODME 124	85
Fotografía 5.50 Area proyectada del ZODME 131 Coordenadas: Este: 1.158.778; Norte: 1.309.956	87
Fotografía 5.51 Intercalación de areniscas y lodolitas de la formación Capacho, en la B) se observa un anticlinal tumbado. Coordenadas: Este: 1158967; Norte: 1309986	87
Fotografía 5.52 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159631; Norte: 1309243 .	94
Fotografía 5.53 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159763; Norte: 1309435 .	94
Fotografía 5.54 Unidad de Laderas estructurales (SDle) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo de deslizamiento rotacional y de soliflucción (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159684; Norte: 1309250	97
Fotografía 5.55 Unidad de Laderas Onduladas (SDlo) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de soliflucción (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410	98
Fotografía 5.56 Unidad de Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de	

solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500.....	99
Fotografía 5.57 Unidad de Laderas de contrapendiente (SDlcp) en montañas estructurales denudativas. Coordenadas: Este: 1158180; Norte: 1309348.....	99
Fotografía 5.58 Terraza de Acumulación (Fta) dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292.....	102
Fotografía 5.59 Flancos de Canteras (Afc) vistos sobre rocas de la formación Aguardiente dentro del área de influencia de la UF1	103
Fotografía 5.60 Deslizamiento menor activo en el K56+480	109
Fotografía 5.61 Deslizamiento menor activo en el K57+420	109
Fotografía 5.62 Deslizamiento activo en el K57+600	112
Fotografía 5.63 Escarpe de deslizamiento inactivo en el K57+955	113
Fotografía 5.64 Aspecto de aspecto estable en el K58+600, en donde no se observan procesos morfodinámicos en el área de intervención.	113
Fotografía 5.65 Cultivos de hortalizas.....	119
Fotografía 5.66 Ganadería extensiva	119
Fotografía 5.67 Vegetación secundaria en crestones	120
Fotografía 5.68 Ganadería extensiva en lomeríos	120
Fotografía 5.69 Vía Nacional	121
Fotografía 5.70 Vía veredal.....	121
Fotografía 5.71 Paisaje Mct-Nbv.....	125
Fotografía 5.72 Paisaje Mlm-Nbv.....	125
Fotografía 5.73 Paisaje Mlm-Cap.....	126
Fotografía 5.74 Paisaje ZA-Cit.....	126
Fotografía 5.75 Cantera.....	126
Fotografía 5.76 Mirador las tres cruces.....	134
Fotografía 5.77 Naciente Cristo Rey Parte alta	135
Fotografía 5.78 Fuente fija puntual -Restaurantes curva Los Adioses	390
Fotografía 5.79 Fuente fija puntual -Fábrica de bocadillos "El Príncipe".	390
Fotografía 5.80 Fuente fija puntual -Uso de leña para chimenea en vivienda rural	390
Fotografía 5.81 Fuente fija dispersa -Estación de servicio "Coomulpinort"	391
Fotografía 5.82 Fuente fija dispersa. Parqueadero de vehículos	392
Fotografía 5.83 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta	394
Fotografía 5.84 Potencial receptor, Sector curva Los Adioses	396
Fotografía 5.85 Asentamiento humano nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1.159.814 NORTE: 1.308.081	418
Fotografía 5.86 Área Urbana, Sector Universidad de Pamplona.....	418
Fotografía 5.87 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta.....	419

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.1 MEDIO ABIÓTICO

5.1.1 Geología

5.1.1.1 Aspectos conceptuales.

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. Este documento cumple con los requerimientos de los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en 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.

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, volcánica, por erosión y movimientos en masa. Para dicha caracterización fue necesario ejecutar lo siguiente:

5.1.1.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria

Revisión y análisis de la información geológica en diferentes entidades, como el Servicio Geológico Colombiano (SGC); y otros estudios geológicos y geotécnicos realizados en el área del proyecto y zonas aledañas, relacionados en la Tabla 5.1



Tabla 5.1. Información geológica recopilada

DOCUMENTO	AUTOR	FECHA
Plancha 110, Pamplona. Escala 1:100.000	SGC	versión digital 2010
Memoria del cuadrángulo H-13 Pamplona, Plancha 110-Pamplona-Colombia	SGC	1973
Consultoría especializada para la Estructuración Integral del corredor vial Pamplona-Cúcuta. Informe de Geología, Geotecnia y Suelos	Consorcio Estructuración Vial (Cev)	Agosto de 2016
Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita en Departamento del Norte de Santander. Caracterización y Diagnostico.	CORPONOR	2014
Cartografía geológica de diseños	AYESA	2018
Avance de exploración geotécnica de diseños (Perforaciones, apiques, estaciones geomecánicas y tomografías eléctricas del túnel y sobre la vía a cielo abierto)	AYESA	2018

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.1.1.2 Fotointerpretación

Consulta de la cartografía geológica de las planchas 1:100.000 del SGC con una cobertura del 100% del área de estudio. Tomando como base las imágenes de Google Earth, las imágenes de baseMap del Sistema de Información Geográfica (licencia de ArcGis 10.3), ortofoto del área (la cual abarcó 150m aproximadamente a cada lado del eje de vía proyectado y toda la longitud de la UF1) y fotografías aéreas (vuelo C-2413, foto No. 12,

 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

del año 1990) que comprendió toda el área de influencia de la UF1, se elaboró un previo análisis geológico y estructural utilizado para la visita de campo.

5.1.1.1.3 Etapa de Campo

Verificación de la cartografía geológica y geomorfológica, con el fin de complementar la caracterización litológica, estratigráfica, estructural y las condiciones de inestabilidad y susceptibilidad a movimientos en masa del terreno, así como la identificación de obras de geotecnia ya ejecutadas sobre la vía existente dentro del área de influencia de la UF1.

5.1.1.1.4 Informe y Mapas anexos

Complementando la información secundaria con el trabajo de campo se realizó la caracterización litológica y estratigráfica del área de influencia. Se presentó una caracterización detallada, a escala 1:10.000, plasmando toda la información con su respectivo análisis geológico y estructural, de acuerdo a 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”

5.1.1.2 Geología Regional

5.1.1.2.1 Marco Tectónico Regional

Como se observa en la


	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.1, tectónicamente, el área de estudio se encuentra sobre la cuenca de la Cordillera Oriental, la cual está en cercanías al límite oriental de una miniplaca tectónica, dinámicamente compleja, denominada Bloque Andes del Norte o Bloque Norandino, el cual está en un punto tripe de contacto bajo la influencia de los límites de las placas del Caribe y la Suramericana (SGC, 2011). 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 las placas está representado por una amplia y difusa zona de activa deformación. En la



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.1 se ilustra la división de provincias tectonoestratigráficas, teniendo que el área de estudio hace parte del cinturón orogénico de la cuenca de la Cordillera Oriental. La Cordillera Oriental (COR.) de Colombia es un cinturón orogénico bivergente cuya fase principal de levantamiento ocurrió después del Mioceno medio, mediante la reactivación e inversión tectónica de fallas normales de antiguas cuencas extensionales del Jurásico Superior y Cretácico Inferior. Estas cadenas montañosas están constituidas por un basamento Precámbrico y Paleozoico, con presencia local de plutones granitoides mesozoicos. Este basamento está suprayacido, por capas rojas mesozoicas y sedimentos marinos cretácicos y clásticos terciarios de espesor variable (


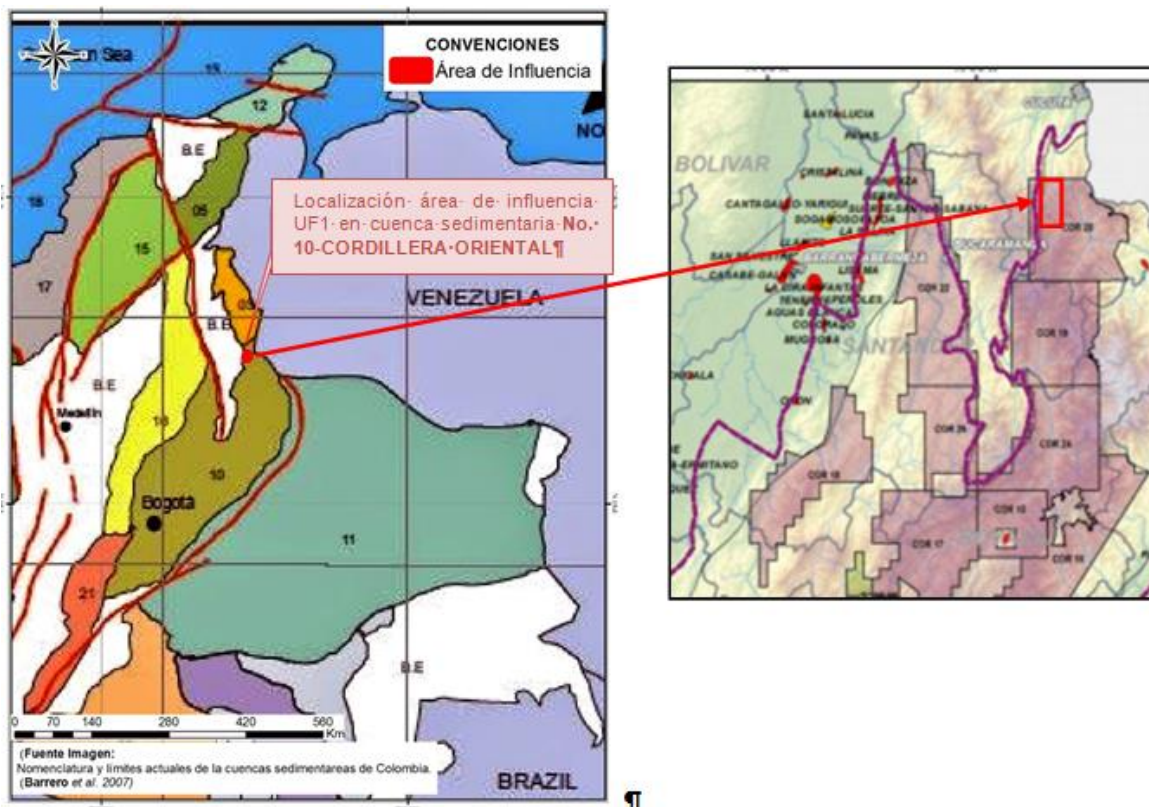
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.1).

Figura 5.1 Ubicación del área de estudio dentro de la Cuenca de la Cordillera Oriental



Fuente: (ANH, 2012)

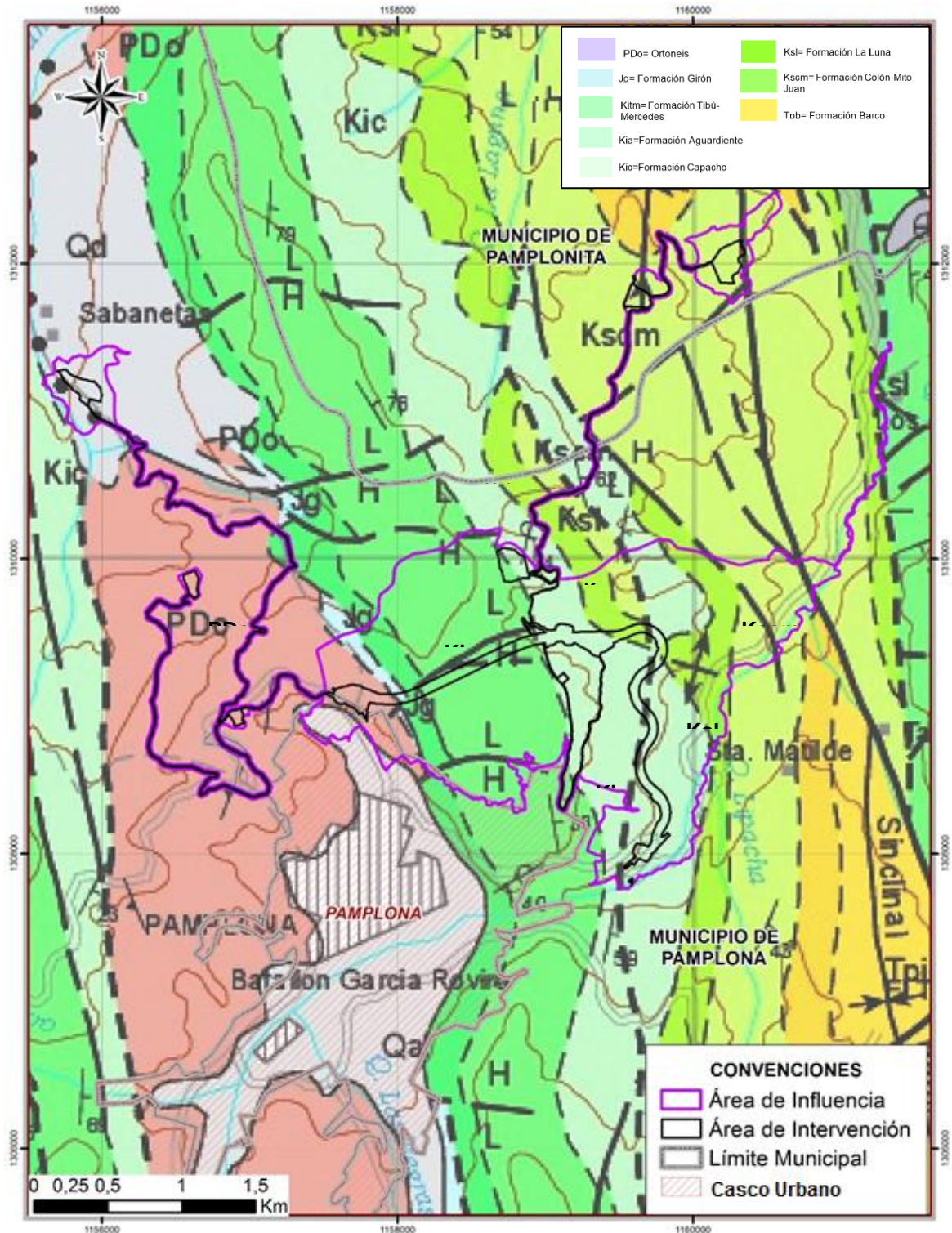
5.1.1.2.2 Unidades Estratigráficas

Se describen a continuación de la más antigua a más reciente las unidades geológicas en el área de estudio:

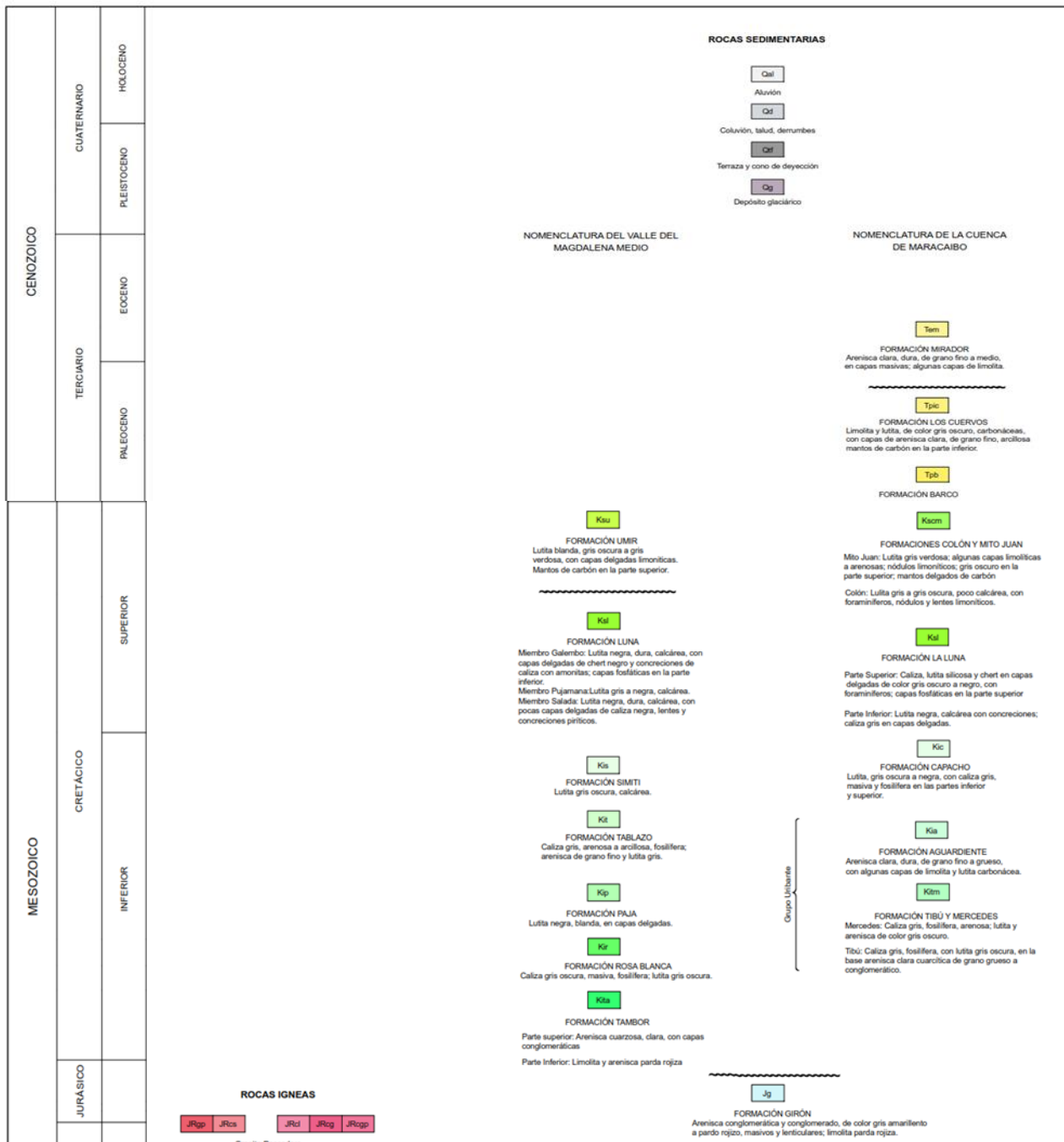
5.1.1.2.2.1 Ortoneis (PDo). Paleozoico

Cuerpo metamórfico de origen ígneo, con estructura néisica, aspecto masivo y composición félsica a intermedia. De acuerdo con el SGC (1973) esta unidad aflora al oeste de la falla de Las Mercedes poniéndola en contacto con rocas cretácicas y paleógenas de la cuenca del Catatumbo y hacia el sur sobre el Río Cucutilla. Macroscópicamente se observan unas rocas bandeadas, tamaño de cristales medios a gruesos con una orientación definida, compuesta por cuarzo, feldespato rosado, anfíboles y biotitas, con un origen cercano a rocas graníticas y granodioritas, en algunos sectores se observan los cristales de cuarzo y ortoclasa fracturados, lo cual evidencia procesos metamórficos secundarios, también se observan texturas migmatíticas tipo augen.

Figura 5.2 Geología Regional. Plancha 110-Pamplona



LEYENDA GEOLÓGICA



Fuente: Modificado de: Plancha 110-Pamplona (SGC, 1973).

Los contactos de la unidad generalmente son fallados, en otros puntos se indica contactos intrusivos con la Formación Silgará. La edad de esta unidad puede abarcar desde el Proterozoico superior al Paleozoico inferior. (SGC, 1973)

Esta unidad se presenta en un área hacia el extremo mas occidental del área de influencia de la UF1, en contacto fallado con la formación Girón (Jg). (ver Figura 5.2).

5.1.1.2.2.2 Formación Girón (Jg). Jurásico Superior

Inicialmente fue usado para designar a un conjunto grueso de areniscas, conglomerados y limolitas color marrón rojizo, que están ampliamente expuestas al oeste de Bucaramanga y toman el nombre de la población de Girón (SGC, 1973).

La formación Girón aflora en la parte oriental de la plancha 110 sector del Páramo de Cáchira, también al este de la falla de Gramalote la cual la pone en contacto con rocas cretácicas y paleógenas de la cuenca del Catatumbo (SGC, 1973), compuesta de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, micáceas, de color rojo a violeta, con intercalaciones de limolitas rojas, bastante fracturadas. También pueden encontrarse capas medias de arcillolitas, limolitas y conglomerados polimícticos, matriz soportados, con armazón compuesto por grava de regular selección y de forma angular. Las gravas son de cuarzo, feldespato y líticos y la matriz es de arena de grano medio cuarzosa.

De acuerdo con (SGC, 1973) se observa en la formación Girón tipos de estratificación cruzada que indican corrientes fuertes y constantes, características de ríos trenzados. También se mencionan alternancia de ambientes de pantanos y ríos meándricos en una región al parecer paradeltaica. Hacia la parte superior de la formación las características de la unidad indican un ambiente marino somero.

Como se observa en la plancha regional, dicha unidad se encuentra en una delgada franja hacia el occidente del área de influencia de la UF1 (ver Figura 5.2).

5.1.1.2.2.3 Formación Tibú y Mercedes (Kitm). Cretácico Inferior

La formación Tibú en el área de la concesión Barco presenta en la base areniscas guijosas de grano grueso compuestas por cuarzo y en menor cantidad feldespato y hacia el tope predominio de calizas densas, interestratificadas con shale y areniscas de grano fino; el contacto transicional con la suprayacente Formación Mercedes estaría marcado por la aparición de shales.

Según el (SGC, 1973), dada la afinidad litológica de estas formaciones que no permite diferenciarlas fácilmente; se toman como una sola unidad litoestratigráfica y según la descripción, está constituida en la parte inferior por lodolitas gris oscuras, calcáreas, areniscas cuarzosas de grano fino y algunas capas de conglomerado gris claro, calcáreo. 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 gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, en capas medianas a gruesas, que son más predominantes hacia el techo de la unidad.

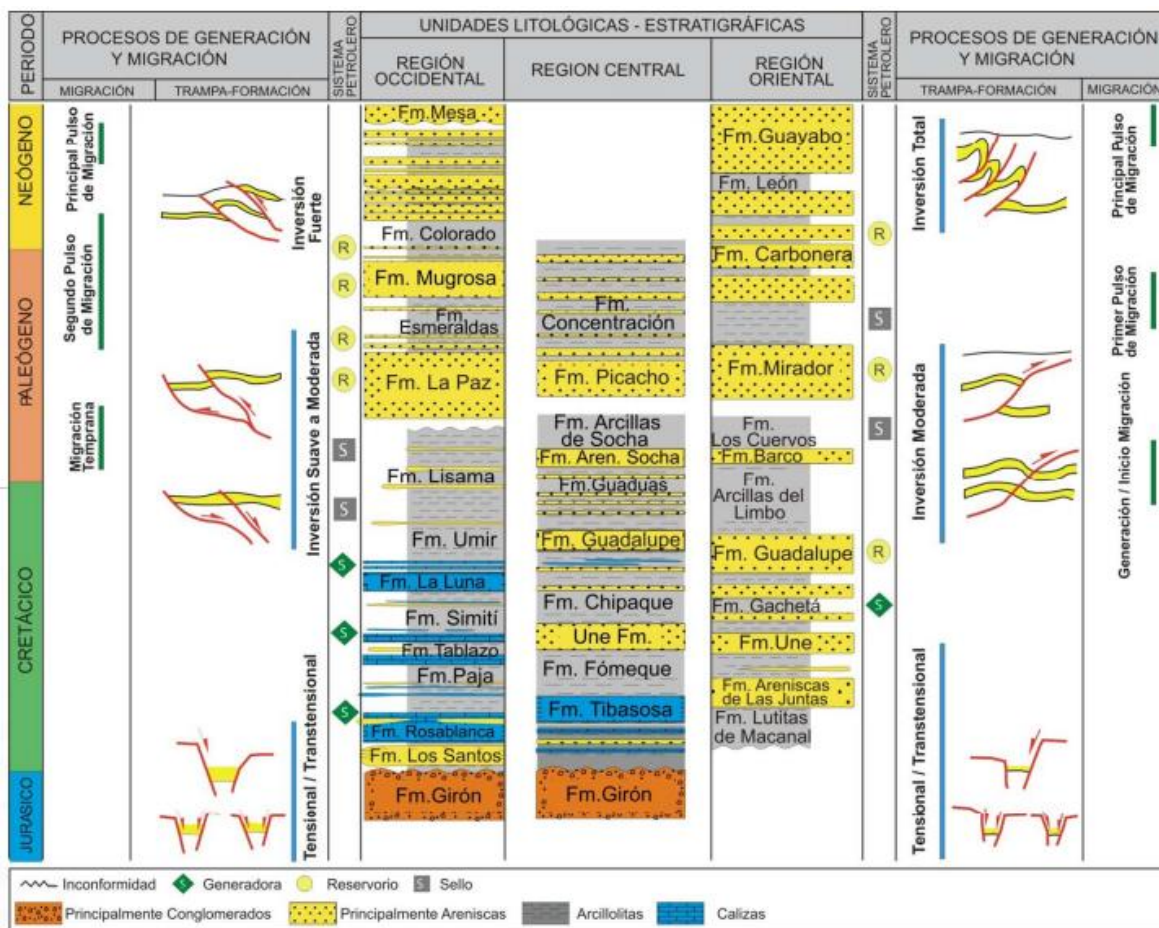
Los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas por la presencia de equinoideos y amonitas y se encuentra infrayaciendo concordantemente a la formación Aguardiente (SGC, 1973). Como se puede ver en la Figura 5.2 esta unidad

se muestra hacia el occidente del área de influencia de la UF1 en contacto con la formación Girón (Jg) y la formación Aguardiente (Kia).

5.1.1.2.2.4 Formación Aguardiente (Kia). Cretácico Inferior

Su localidad tipo se encuentra en el cerro denominado Filo del Aguardiente, Norte de Santander. Dicha localidad se compone de más de 200 m de arenisca glauconítica y calcárea, de grano grueso, gris o verde claro, extremadamente duras y estratificación cruzada (Figura 5.3). Se encuentran capas delgadas de shale negro carbonáceos y micáceos (SGC, 1973).

Figura 5.3 Columna estratigráfica generalizada de la cuenca de la Cordillera Oriental



Fuente: (ANH, 2012)

Esta unidad aflora al oriente de la falla de Las Mercedes, consta de areniscas cuarzosas de grano fino a grueso, con algunos niveles conglomeráticos, glauconíticos, de color gris a gris verdoso, amarillenta y blanca, micácea, dura, con estratificación cruzada y algunas intercalaciones de láminas de lodolitas grises a oscuras, micáceas (SGC, 1973).

Según SGC (1973), la formación Aguardiente se depositó en un ambiente litoral de playas y lagunas, aunque también lo relacionan más con un frente deltaico.

Como se evidencia en la Figura 5.2 esta unidad se encuentra al centro occidente del área de influencia de la UF1.

5.1.1.2.2.5 Formación Capacho (Kic). Cretácico Inferior

En general esta formación está compuesta de base a techo por shale negro en capas delgadas muy calcáreo y por calizas, shale gris oscuro no calcáreo con pocas intercalaciones de limolita y caliza gris arcillosa fosilífera y hacia el tope calizas masivas intercaladas con shale oscuro no calcáreo (SGC, 1973).

En la zona de estudio la formación Capacho se encuentra compuesta en la base por láminas de shales oscuros, micáceos, con algunos niveles de caliza arenosa, intercaladas con areniscas cuarzosas, de grano fino y calizas fosilíferas, en capas delgadas; la parte media se compone de areniscas cuarzosas, de grano fino, de color gris, 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.

Según el SGC (1973), la formación Capacho suprayace en forma concordante a la Formación Aguardiente e infrayace también en contacto concordante a la formación La Luna; los sedimentos de esta unidad se depositaron en un ambiente marino de aguas tranquilas, evidenciado por la presencia de glauconita y pellets fosfatizados.

Como se observa en la Figura 5.2 dicha unidad se encuentra en la zona centro oriental del área de influencia de la UF1.

5.1.1.2.2.6 Formación La Luna (Ksl). Cretácico Superior

Sucesión de calizas y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de calizas, aflorantes en la Quebrada La Luna al NW de Perijá, Zulía (Venezuela).

Se introduce el término en Colombia en las estribaciones orientales de la Serranía de Perijá, donde se compone de calizas carbonáceas y bituminosas, gris oscuras a negra, arenisca calcárea gris oscura de grano fino y lodolitas calcáreas, negras, fosilíferas con concreciones de caliza. Hacia el tope de la Formación predomina chert y hacia la base calizas y shale con concreciones (SGC, 1973) (ver Figura 5.3).

Dicha litología incluye una mezcla variable de arcilla, carbonato y chert que resultan en shales silíceos a calcáreos, calizas arcillosas a silíceas y porcelanitas a chert puro (SGC, 1973).

Hacia la zona oriental del área de influencia, se muestra una franja de la formación La Luna, tal y como se visualiza en la Figura 5.2.

5.1.1.2.2.7 Formación Colón-Mito Juan (Kscm). Cretácico Superior

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 Petrólea de la Concesión Barco (SGC, 1973)

En su sección tipo la formación Colón consiste casi totalmente de shale gris oscuro a negro, duro, localmente pirítico, conchoide e irregularmente fracturado. En el área de la Concesión Barco, la formación consta de shale gris a gris oscuro, ligeramente calcáreo, fósil, foraminífero, con nódulos y lentes delgados de arcilla “ironstone” marrón. La formación Mito Juan en el área de la Concesión Barco consiste de shales gris verdosos, shales limosos a arenosos que aumentan hacia arriba a limolita y arenisca de grano muy fino cerca del tope (SGC, 1973).

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 (Figura 5.3), grises, con algunos lentes de carbón y restos de plantas (SGC, 1973).

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 los carbones y que correspondería a la formación Catatumbo, el autor lo relaciona con un ambiente deltaico (transicional) con una marcada influencia continental (SGC, 1973)

Como se observa en la Figura 5.2 dicha formación se encuentra hacia el extremo más oriental (final del área de influencia de la UF1 en sentido de Pamplona a Cúcuta).



5.1.1.2.2.8 Depósitos Recientes

En el área de estudio se observan depósitos sedimentarios recientes que cubren discordantemente a las rocas cretácicas principalmente (Figura 5.3). Dentro de estos depósitos se pueden diferenciar: los coluviales y derrubios asociados a fallas los cuales fueron agrupados como una sola unidad (Qc), estos son producto de remoción en masa presentando una morfología ondulada contrastando con las áreas montañosas y se componen por sedimentos tamaño bloque a arcilla de diferente composición; los depósitos coluvio aluviales (Qca) se localizan a lo largo de algunos drenajes formando valles, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca, depósitos aluviales (Qal) siendo los más evidentes los del río Pamplonita compuestos por bloques, gravas y arenas.

5.1.1.2.3 Geología Estructural

La tectónica del área de trabajo se encuentra afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. En esta zona se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N- S. El cabalgamiento se caracteriza por ser en bloques y pliegues en dirección NNE-SSW (SGC, 1973).

El área de influencia, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectónica del macizo de Santander, considerada subprovincia geológica de la

 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Cretácico y rocas metamórficas de origen ígneo del Pre-Devónico (Paleozoico). En el borde este de dicho macizo predominan estructuras que en el tramo de vía continua hasta Cúcuta, pasando por los municipios de Málaga y Pamplona y ocupa la mayor parte del área de trabajo.

Las estructuras geológicas primarias son producto del sistema de fallas Pamplona - Chitagá y fallas satélites transversales a esta. Las estructuras geológicas secundarias en sentido este-oeste corresponden a fallas normales de esfuerzos tectónicos y de descompresión que están dispuestos perpendiculares a la topografía.

A continuación, se describe el principal sistema de fallas que afecta la zona

5.1.1.2.3.1 Sistema de fallas Pamplona-Chitagá

Dicho sistema se extiende de forma paralela a la falla de Morronegro (


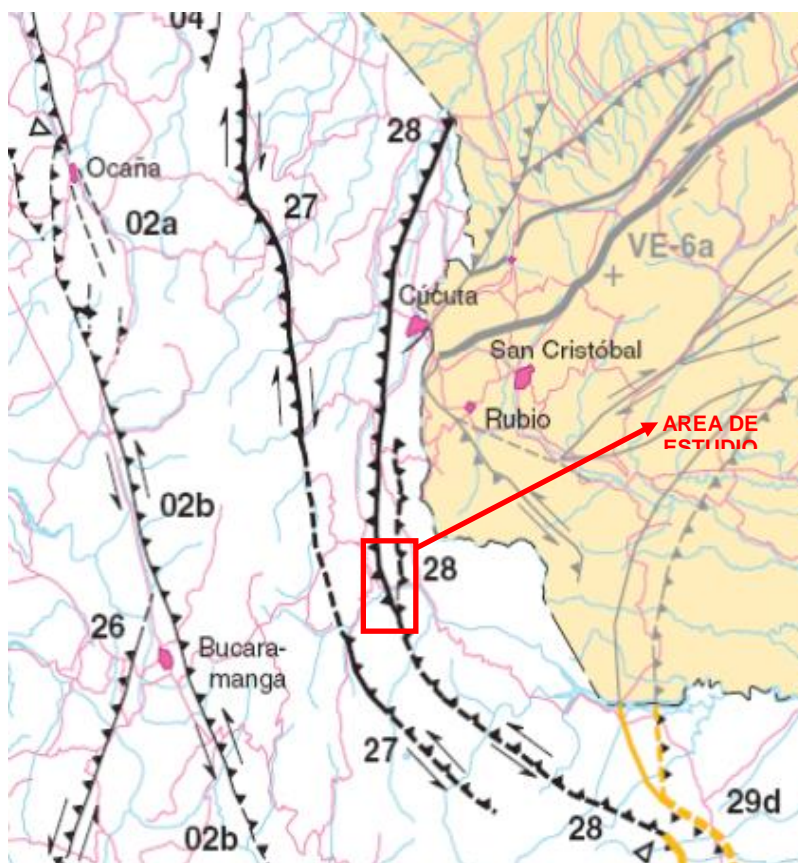
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.4). En el área de estudio, pone en contacto rocas del Cretáceo. Esta falla podría ser una extensión de la falla de Boconó en Venezuela. Su sentido de movimiento es sinistral (izquierda-lateral) y el trazo es marcado por escarpes prominentes continuos, cambios abruptos en la pendiente en ambos lados de la falla y alineación de cuchillas.

Es el sistema de fallas más grande y largo del flanco occidental del Macizo de Santander. Al este y noreste de Pamplona el sinclinal de Pamplonita bordea dicho sistema por el oeste y fallas inversas están incluidas en el patrón altamente complejo de fallas de esta área.

Figura 5.4 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)



Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

El sistema de fallas Pamplona-Chitagá afecta el macizo rocoso para el tramo vial de la UF1 (incluyendo el tramo del túnel), presentando alto fracturamiento y por ende generando deslizamientos de los materiales no consolidados en las zonas de pendiente alta. Este va en el mismo sentido del buzamiento y enmarca el río Pamplonita, afectando principalmente las unidades cretácicas y en menor proporción las unidades paleozoicas, pues afloran en menor magnitud. Varias de las estructuras del sistema, intersectan parte del corredor vial a cielo abierto, zona de cobertura y portales del túnel, aproximadamente en las abscisas K59+960 a la K59+900, K59+650, K59+590, K59+450, K58+880, K58+830, K58+300, K58+165 - K57+940, K57+870, K57+410, K56+990, K56+780 y K56+350, por lo que los afloramientos en el área de influencia se notan altamente fallados y cizallados. (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.3.2 Pliegues

Dentro del área de influencia de la UF1 hay presencia de un pliegue anticlinal definido, situado al oriente de una falla inferida del sistema de fallas Pamplona-Chitagá con una dirección NW-SE; su núcleo se encuentra conformado por la formación La Luna y sus flancos por la misma formación en contacto con la formación Mito Juan.

Cercano a la zona, en el área de traslape de esta unidad funcional con la UF2, se presenta influencia de un sinclinal de gran importancia, llamado Sinclinal de Pamplonita, el cual incluye rocas del Jurásico, Cretácico y Terciario hasta la formación Los Cuervos en la franja de rocas sedimentarias al oeste del sistema de fallas Pamplona-Chitagá (Figura 5.2). A causa del fallamiento complejo, el eje no está claramente definido, con excepción de las rocas del Terciario cerca de Pamplonita. Aunque las formaciones del Cretácico están expuestas al oeste del eje, la mayoría se hallan claramente falladas y la posición de los estratos parecen indicar una estructura sin ninguna relación a la de dicho sinclinal. La formación Aguardiente aflora al occidente del eje de dicho pliegue dentro del área de influencia de la UF1 como una sierra prominente con pequeños quiebres debido a fallas transversales en áreas aledañas de Pamplona. Fallas largas de rumbo cortan las secciones de shale negro de las formaciones suprayacentes a la formación La Luna, las cuales se reconocen en los desplazamientos y repeticiones resultantes de la formación La Luna.

En general, la geología estructural dentro del área de estudio de la UF1 tiene una orientación de Sur a Norte, al oeste del Río Pamplonita, poniendo en contacto formaciones del Jurásico y Cretácico con una vergencia al oeste (Figura 5.5).

5.1.1.2.4 Fotointerpretación

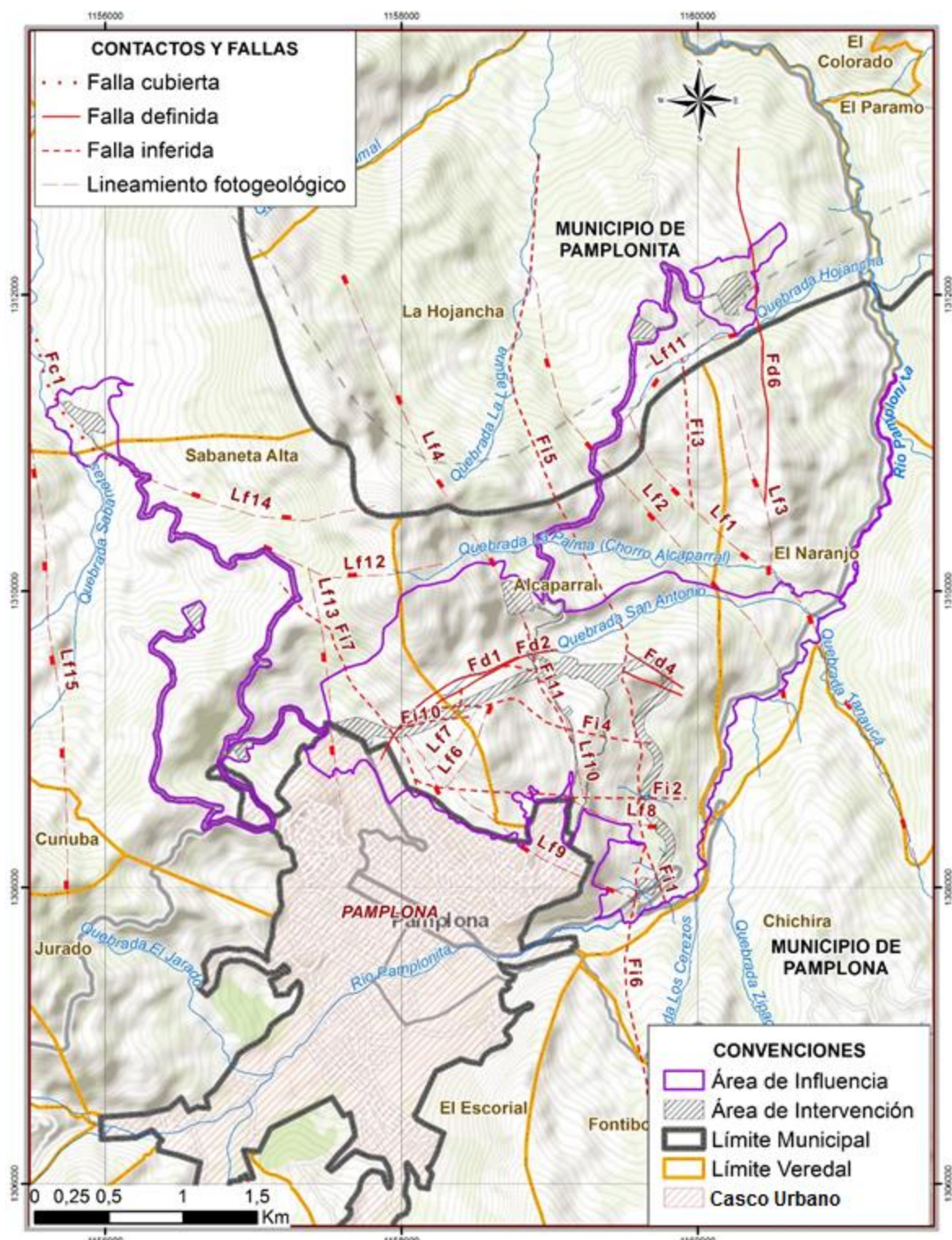
La fotointerpretación se ejecutó para reconocer la configuración geológica del subtramo de la UF1 Pamplona-Cúcuta, y así definir preliminarmente los contactos, estructuras y depósitos no cartografiados a escala 1:100.000.

La imagen aérea (ortofoto) que se usó fue en formato digital tomada como información base y secundaria, también se usaron algunas imágenes de Google Earth y Basemap de ArcGIS 10.3, así como la fotografía aérea que abarcó dicha área de influencia (vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990), herramientas que sirvieron de apoyo, para la interpretación y luego la corroboración o corrección de esta información con labores de exploración y levantamiento en campo.

En estas imágenes se definieron unidades sedimentarias que luego se cartografiaron con datos de campo, y donde se diferenciaron las unidades cretácicas más competentes de las menos competentes y depósitos recientes. Se identificó una unidad, muy evidente por su textura de roca de mayor resistencia y dura, abarcando el cerro ubicado hacia el centro occidente del área de influencia (línea de color verde, ver Figura 5.6).

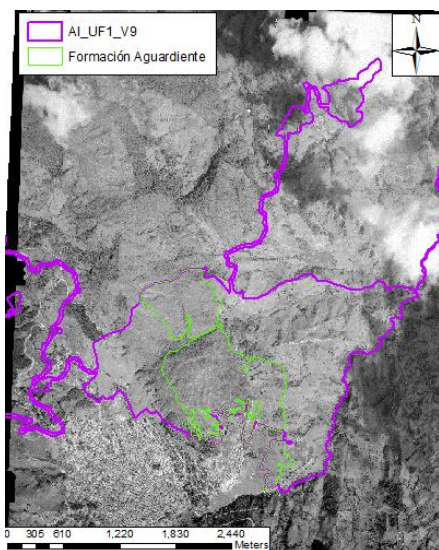
Hacia el oriente se notaron una gran cantidad de cuerpos coluviales debido a la remoción de masas de tipo rotacional, traslacional y de soliflucción (líneas negras) lo que da evidencia de la menor calidad de la unidad geológica, las cuales tienen predominio de rocas deleznales (como las lutitas) tal y como se observa en la Figura 5.7, además se muestra un cuerpo coluvial (1) donde se observó en las fotografías una serie de bloques en superficie producto del desprendimiento de rocas en contra de la pendiente del terreno.

Figura 5.5 Sistema de fallas sobre el área de influencia de la UF1



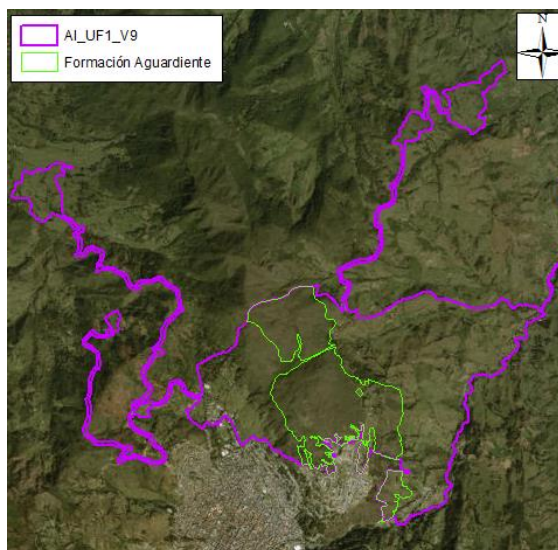
Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.6 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se evidencia la unidad sedimentaria de mayor dureza (formación Aguardiente)



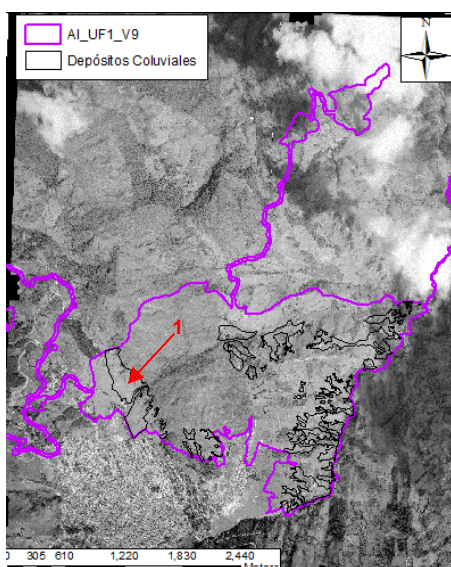
Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990

Fuente: Aecom-ConCol, 2018



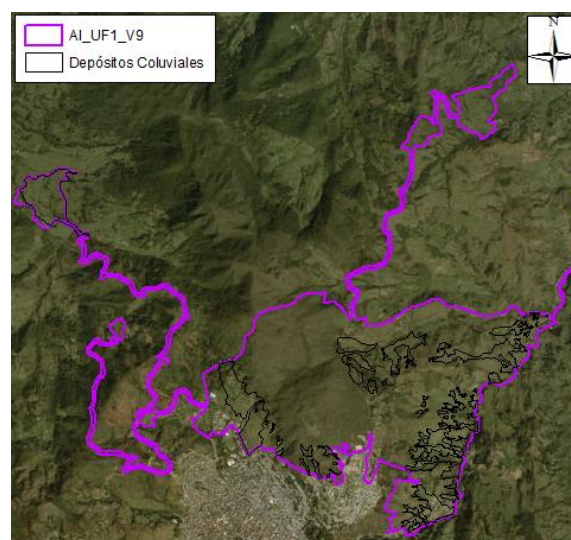
Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Figura 5.7 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se detallan los cuerpos coluviales producto de procesos de remoción y solifluxión.




Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990

Fuente: Aecom-ConCol, 2018



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

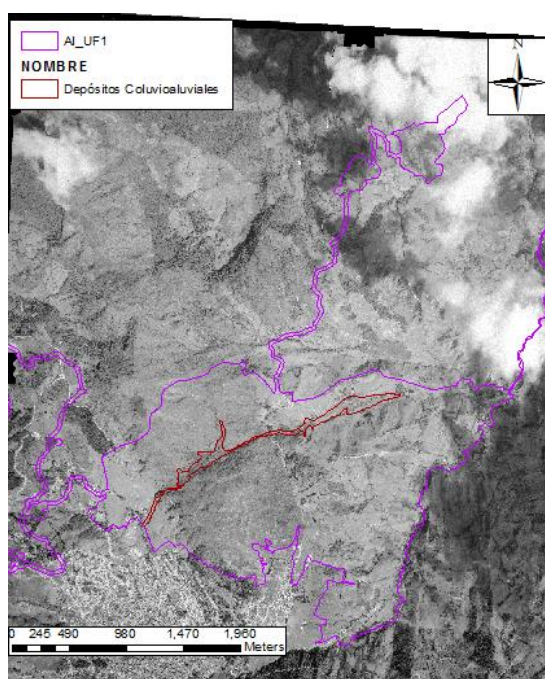
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Dentro de las fotografías aéreas (y mayormente en las del vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990) se evidenciaron dos depósitos recientes (delimitados en color vinotinto) en morfologías de semi planas a planas asociadas a valles que forman los drenajes presentes (ver Figura 5.8). Uno ubicado en la parte central del cerro de resistencia rocosa alta, alrededor de un valle formado por acción tectónica en el área, evidenciando fallas marcadas en color rojo (ver

Figura 5.9), y un drenaje ocasional (quebrada San Antonio); y otro ubicado sobre las rocas de menor competencia sin ser atravesado por el eje vial proyectado, en la parte central de un valle formado por un drenaje ocasional de la misma quebrada San Antonio entre dos lomos alargados paralelos a dicho drenaje (ver Figura 5.8).

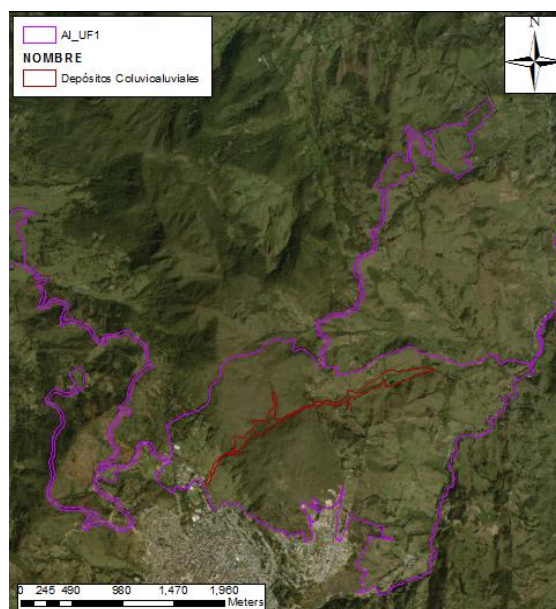
En las diferentes imágenes (fotointerpretación) y en conjunto con las curvas de nivel a detalle del área (topografía Lidar), se evidenciaron unos depósitos recientes de tipo terrazas (delimitados en color amarillo, originados por el cauce del río Pamplonita y zonas aledañas, en la zona de traslazo con la UF2. (Figura 5.10).

Figura 5.8 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detalla el gran cuerpo coluvioaluvial a lo largo de la quebrada San Antonio.



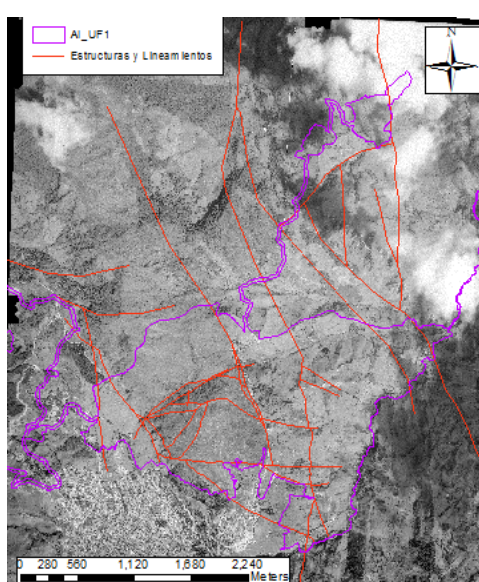
Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

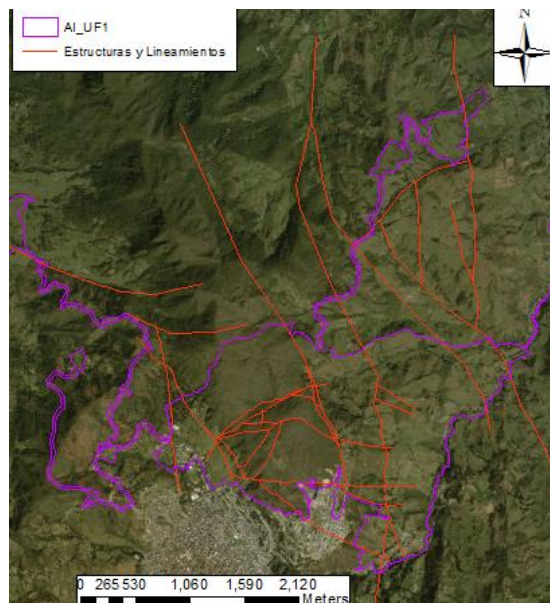


Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Figura 5.9 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector UF1 donde se marcaron las estructuras (fallas y lineamientos) presentes en el área.



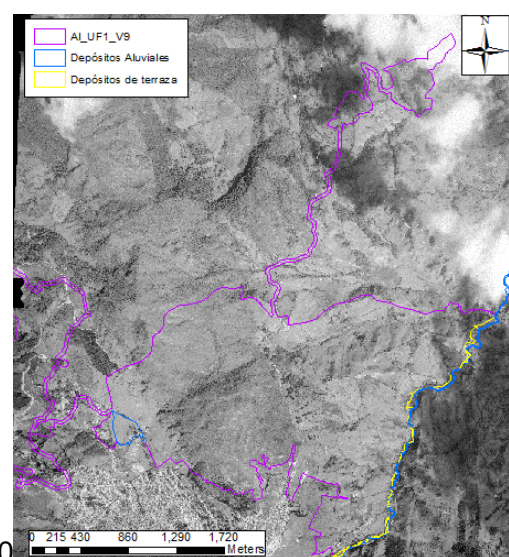
Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990



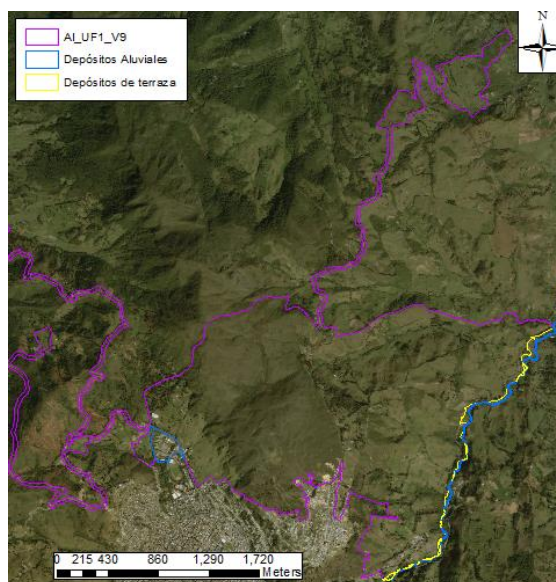
Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

Figura 5.10 Estudio fotogeológico del tramo de Pamplona a Cúcuta, sector de la UF1 donde se detallan en línea azul los depósitos coluviales principalmente correspondiendo al cauce del río Pamplonita y en línea amarilla los depósitos de terraza en zonas aledañas a esta corriente fluvial.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujos sobre fotografía aérea del IGAC, vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018. Dibujos sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.1.2.5 Unidades Geológicas

Las unidades geológicas que afloran dentro del área de influencia, encontradas en campo se describen a continuación y se muestran en la Tabla 5.2 (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

Se describen a continuación, de la más antigua a la más nueva las unidades geológicas señaladas en la Tabla 5.2 y se caracteriza la geología (unidades litológicas, estructuras, etc) en el AI de la UF1. La información presentada obedece a observaciones de campo, con apoyo del trabajo realizado de estructuración del corredor vial y diseños actuales del mismo:

5.1.1.2.5.1 Ortoneis de Berlín (PDo)-Pre-Devónico

Constituye el basamento cristalino del macizo rocoso en este sector de la Cordillera Oriental. En la zona de estudio en el extremo occidental (cerca al portal de entrada del Túnel Pamplona en sentido Pamplona-Cúcuta) presenta contacto discordante con la suprayacente formación Girón, y no llega a ser interceptado por el proyectado túnel. (Ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Por sus características mineralógicas, sobre esta unidad los procesos de meteorización son más intensos desarrollando suelos residuales de mayor espesor y meteorización de tipo esferoidal por lo que es común encontrar a nivel superficial bloques rocosos redondeados (Fotografía 5.1). La morfología observada varia de ondulada (3 al 7%) a fuertemente ondulada (7al 12%).















Dentro de la UF1 esta unidad se encuentra aflorando en una pequeña parte del extremo occidental, donde se evidenció saprolito de la misma, específicamente de color rosáceo, con abundante feldespato potásico transformándose a caolinita, observándose además mica moscovita y cuarzo (Fotografía 5.2). La unidad se encuentra ampliamente fracturada y muy meteorizada, dando lugar a suelos arcillosos de color amarillento.

**Fotografía 5.1 Afloramiento altamente meteorizado del Ortoneis. Coordenadas:
Este: 1157392; Norte: 1308828**



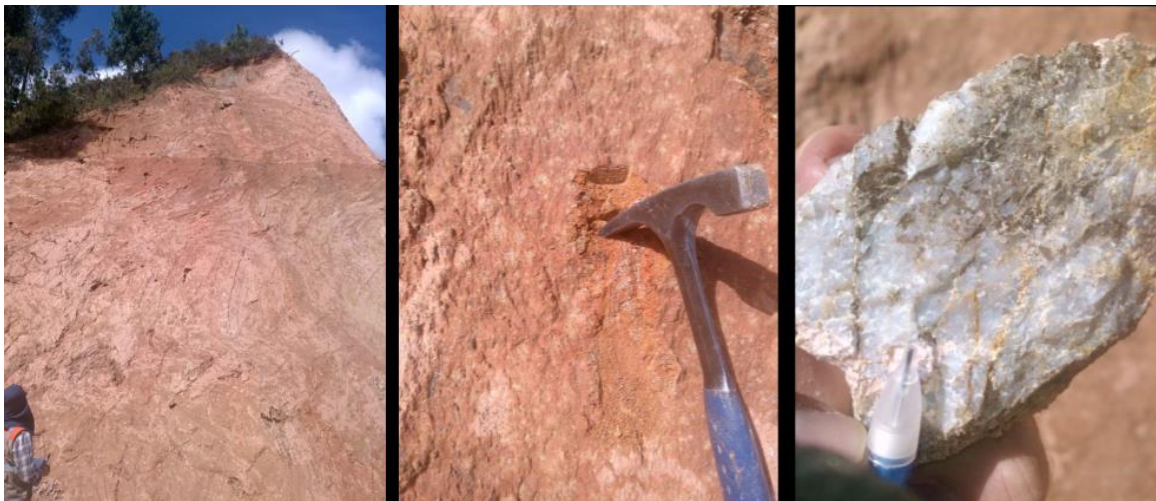
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Tabla 5.2 Unidades litológicas dentro del área de influencia de la UF1

EDAD				SÍMB.	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
EÓN	ERA	PERIODO	ÉPOCA			
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	 Qant	Depósitos Antrópicos	Se trata de depósitos mayoritariamente arcillo-limosos con algunas gravas y bloques de roca de composición variable (procedentes de la construcción de la vía) sobre suelos residuales que se sitúan a ambos lados de la vía existente. Sus espesores máximos reconocidos son del orden de 5 a 10 m.
				 Qal	Depósitos aluviales	Corresponde al lecho del río Pamplonita con delgados espesores de material granular arrastrado por la corriente
				 Qca	Depósitos coluvio aluviales	Ubicados dos depósitos coluvio aluviales dentro del área de influencia de esta unidad funcional. A lo largo de drenajes, formando un valle, desarrollados en un relieve ondulado de pendientes montañosas donde superficialmente se observan bloques de roca.
				 Qc	Depósitos coluviales	Depósitos producto de desprendimientos del terreno asociados al sistema complejo de fallas de la zona, en un relieve de montañas. Materiales sueltos de composición variable, de acuerdo al material parental; Depósitos de ladera de espesor variable, angulares, que incluye depósitos de talud, y depósitos de derrumbe. Característica general de plasticidad media, con gran cantidad de arenas y gravas, arenas arcillosas y mezcla de finos
			Pleistoceno	 Qt	Depósitos de Terraza	Sedimentos restringidos a zonas aledañas del río Pamplona, conformado por bloques, gravas, arenas y arcillas, no consolidados, depositados formando diferentes espesores en periodos actuales
				 Qft	Depósitos Fluvioaluviales	Depósitos de gravas, cantos y bloques en matriz limo arcillosa, matriz soportados, de mediana a pobremente consolidado
FANEROZOICO	MESOZOICO	TERCIARIO	Paleoceno	 Tpb	Formación Barco	Areniscas Cuarzosas de color blanco, micáceas, grises y amarillentas a blancas, de grano fino a medio, intercaladas con capas delgadas de lodolitas grises claras a oscuras
		CRETÁCICO	Superior	 Kscm	Formación Colon-Mito Juan	Campaniano-Maastrichtiano. Lutitas gris oscuro a verdoso fragmentadas, con capas de limolitas con meteorización moderada
				 Ksl	Formación la Luna	Turoniano-Santoniano. Capas centimétricas de calizas y lutitas, con moderada meteorización, de color gris oscuro a claro para las calizas; y las lutitas de gris oscuro a negro, con presencia esporádica de nódulos calcáreos y algunas capas delgadas de chert.
			Inferior	 Klc	Formación Capacho	Albiano Superior-Turoniano. Compuesto principalmente de lutitas gris oscuro a negro con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris. El área de esta unidad aflorante en la UF1, se encuentra cubierta en gran mayoría por depósitos coluviales.
				 Kia	Formación A guardiente	Albiano Inferior y Medio. Arenisca clara y dura (competente) con algunas capas de limolitas, y meteorización baja
			JURÁSICO	 Kitm	Formación Tibú Mercedes	Aptiano superior-Albiano inferior. Calizas gris fosilíferas y arenosas, con lutitas gris oscura y algunas intercalaciones de arenisca clara
			Superior	 Jg	Formación Girón	Areniscas conglomeráticas de color gris amarillento a pardo rojizo, masivos y lenticulares, con limolitas pardas rojizas
FANEROZOICO	PALEOZOICO	PRE-DEVÓNICO		 Pdo	Ortoeais	Neis cuarzo monzonítico y granodiorítico (origen ígneo)

Fuente: Aecom-ConCol. 2018.

Fotografía 5.2 Saprolito de ortogneis color rosáceo. Abundante ortoclasa (feldespato potásico). Presencia de micas moscovitas y cuarzo, ubicado dentro del área de influencia de la UF1, en las coordenadas: Este: 1157410; Norte: 1309095.




Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Dicha unidad constituye el basamento donde descansan discordantemente los depósitos cuaternarios y donde la ciudad de Pamplona desarrolló su urbanismo.


5.1.1.2.5.2 Formación Girón (Jg)-Jurásico

Litológicamente está constituida en su parte inferior por areniscas lodosas, gris verdosas y rojas, micáceas, localmente feldespáticas, grano fino, medio, grueso a conglomeráticas, en capas medianas, con intercalaciones de lodolitas y limolitas rojas y rojo parduscas, en capas delgadas. En la parte intermedia se presenta una alternancia de areniscas gris verdosas, rojas grisáceas y púrpuras grisáceas de grano medio a grueso, con niveles de conglomerado arenosos, blancos verdosos, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas en capas hasta de 1,5 m de espesor, y conglomerados, limolitas y arcillolitas rojo grisáceas, en capas hasta de 1,5 m de espesor. La parte superior está conformada por una alternancia de areniscas cuarzosas, de grano fino, micáceas, ligeramente calcáreas, en capas medianas y lenticulares y lodolitas rojas, en capas delgadas, que muestra una morfología escalonada.

Dentro del área de influencia está constituida por niveles de arcillolitas muy meteorizadas con características de suelo residual y con intercalaciones de arenisca en general escasamente cementadas. Recubriendo esta unidad se encuentra un importante depósito coluvial. Los suelos residuales a partir de los materiales de la formación Girón se apreciaron como suelo residual limoarcilloso con tonalidades marrones, de consistencia firme y plasticidad media (ver

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.3 A)). El coluvión es de matriz limo arcillosa con bloques de areniscas cuarzosas y de calizas fosilíferas, de color café oscuro y crema claro (ver

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.3 B).

Fotografía 5.3 Afloramiento de la formación Girón (A) y coluvión presente sobre dicha unidad (B)



Fuente: AYESA. 2018.

Sobre esta unidad, los encargados de ingeniería de detalle ejecutaron dos sondeos: UF1-S21 y UF1-S21A, a la altura de la abscisa K60+060 y K60+090 respectivamente. En ambos sondeos se observó suelo residual con intercalación de areniscas; en general ligeramente cementada, de moderada a altamente meteorizada. En el sondeo UF1-S21A aparece arenisca rojiza algo grisácea de tamaño de grano medio a una profundidad de 41 m aproximadamente.

Dicha unidad estará interceptada por el proyectado túnel y los cortes a cielo abierto aledaños al portal occidental, suprayacida por un gran depósito reciente de tipo coluvial, desde la abscisa K60+260 hasta la K59+940. En dicha zona de intervención la formación Girón está compuesta íntegramente, en el espesor investigado, por material tipo suelos en un 100%, que constituye el horizonte de meteorización de la formación. Desde un punto de vista granulométrico está compuesta por arenas arcillosas rojizas, que afecta al trazado del túnel desde la abscisa K59+940 al portal occidental, y el talud de corte del portal. Se trata en general de suelos arenosos con elevados contenidos de arcillas, superiores al 30%. El contenido medio de arcillas es de 36%, y coincide con el contenido en finos más frecuente, tal y como se observa en el perfil geológico del túnel del Anexo **“Estudios y Diseños de Fase III” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**. En los sondeos realizados en esta unidad, en el sector aledaño al portal occidental, el nivel de roca se presenta entre 17 y 41 m de profundidad.

5.1.1.2.5.3 Formación Tibú y Mercedes (Kitm)-Cretácico Inferior

Dicha unidad representa la base del Cretácico a nivel regional; esta formación es interceptada por el proyectado túnel hacia el portal occidental y cobertura en dirección de Pamplona a Cúcuta desde la abscisa K59+940 a la K59+220 aproximadamente, parte de ella suprayacida por un depósito coluvial y constituyendo el frente erosional o de contrapendiente del macizo rocoso a intervenir, con morfología muy inclinada a escarpada aferente al portal de entrada del túnel, con la aptitud de los estratos en contra de la pendiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Esta unidad presenta contacto fallado con la formación Girón en el costado occidental del túnel; litológicamente esta unidad presenta dentro del área de influencia de la UF1 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 gris oscuras y negras, calcáreas y calizas grises, que son más predominantes hacia el techo de la unidad, siguiendo el tren estructural de la secuencia cretácea

En el sector del túnel se proyecta proporcionalmente un predominio de areniscas cuarzosas y calcáreas cementadas, calizas grises, limolitas calcáreas y lutitas arcillosas calcáreas y no calcáreas, con estratificación media (20 a 60 cm aproximadamente) a gruesa (60 cm a 2 m) (Consorcio Estructurador Vial - CEV, 2014). En la ladera interna a la vía Pamplona Bucaramanga, se observa en su parte alta esta unidad con vegetación arbustiva y morfología muy escarpada (Ver Fotografía 5.4).

Fotografía 5.4 Afloramiento moderadamente alterado y fracturado de la formación Tibú y Mercedes compuesto principalmente de calizas.



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-19. Coordenadas: Este: 1157976; Norte: 1309054



Fuente: Ulloa & Díez para Auscultar. 2017. Coordenadas: Este: 1157851; Norte: 1309240

Durante los diseños actuales se han realizado sondeos de perforación a lo largo del túnel de Pamplona que alcanzan a profundidad dicha unidad geológica y en la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-S18, UF1-S19 y UF1-S20 se ejecutaron a lo largo del todo el túnel, con

una profundidad, de 178, 115, y 90 m respectivamente, con cobertura coluvial superficial de variado espesor, infrayacido por un suelo residual (saprolito) areno arcilloso grisáceo, de grandes espesores, que cambia a tonalidades rojizas en profundidad, con algunos niveles de oxidación y fragmentos cuarzosos. Debajo del saprolito se registró roca arenisca gris para el sondeo UF1-S20, alternancia de calizas, arcillolitas, conglomerados y areniscas para el sondeo UF1-S19, areniscas, arcillolitas y limolitas en el sondeo UF1-S18.

5.1.1.2.5.4 Formación Aguardiente (Kia)-Cretácico Inferior

Esta unidad aflora hacia la zona central del área de influencia, atravesando la vía proyectada, específicamente el tramo del túnel (formando parte de la cobertura del mismo) desde la abscisa K59+220 hasta la abscisa K58+880, en dirección de Pamplona a Cúcuta abarcando una longitud aproximada de 340 m, observando una morfología muy escarpada en la parte alta de la ladera aferente al portal oriental, correspondiendo esta, a una ladera estructural con la aptitud de los estratos en favor de la pendiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG del Anexo 1. Cartografía**).

Hacia esta zona la unidad se observó litológicamente con predominancia arenosa, con areniscas silíceas blancas a grises muy bien cementadas de grano fino a grueso y localmente conglomeráticas, en capas medias (20 a 60 cm) a gruesas (60 cm a 2 m) y localmente muy gruesas (>2 m) con estratificación plano paralela, de alta competencia (Fotografía 5.5). Localmente puede presentar capas de areniscas friables y contenidos de pirita.

Fotografía 5.5 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidencian secuencia de areniscas cuarzosas, con algo de matriz feldespática clara y algo rosada, en algunas partes deleznales.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-1. Coordenadas: Este: 1159021; Norte: 1308687

Se considera que las areniscas representan más del 75% y el 25% restante corresponde a lutitas grises con mayor incidencia en el techo de la formación. El espesor proyectado de esta formación a nivel local oscila alrededor de los 350 m. Dicha formación se encuentra afectada por fallas de tipo normal en dirección NE-SW a lo largo de la cobertura del túnel (no todas atraviesan el eje del mismo) y otras con dirección NW-SE que si atraviesan los portales y cobertura del túnel, lo que genera un alto fracturamiento a nivel local, con presencia de numerosas familias de diaclasas o fracturas, como consecuencia de la fuerte

tectónica que afecta la zona, esto ha generado varios depósitos de ladera distribuidos ampliamente en las laderas del valle del río Pamplonita.

Durante los diseños actuales se han realizado sondeos de perforación a lo largo del túnel y en la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-18, UF1-17 y UF1-16, con profundidades de 178, 225 y 165 m respectivamente, se ejecutaron hacia la cobertura del túnel de Pamplona, donde se evidenció de manera general arenisca masiva gris claro a pardo moderadamente consolidado con niveles de oxidación, presencia local de lutita carbonosa a mayores profundidades.

Fotografía 5.6 Afloramiento de la Formación Aguardiente donde se evidenciaron planos de canteras, compuesto de arenisca clara a gris, moderadamente meteorizada, con presencia de óxidos, con coordenadas Este: 1159034; Norte: 1309265.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.7 Diferentes afloramientos de la formación Aguardiente ubicados sobre el cerro donde se proyecta el túnel de Pamplona. Se observan secuencias de areniscas cuarzosas de grano medio, muy competentes y en algunas zonas de aspecto masivo, ligeramente alteradas y algunas inalteradas



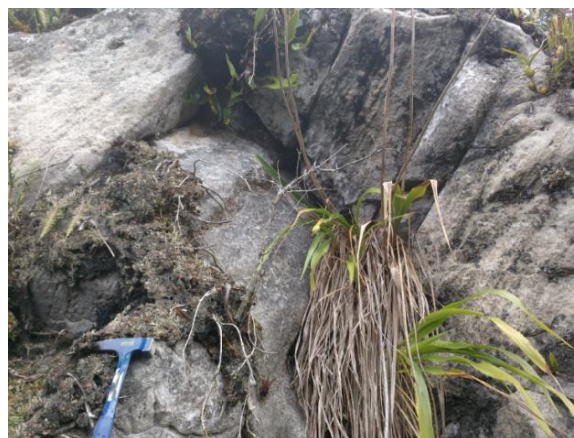
Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-18. Coordenadas: Este: 1158242; Norte: 1309450



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-16. Coordenadas: Este: 1158180; Norte: 1309348



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 104. Coordenadas: Este: 1158774; Norte: 1309392



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 106. Coordenadas: Este: 1158339; Norte: 1309288

5.1.1.2.5.5 Formación Capacho (Kic)-Cretácico Inferior

Para el área de influencia de la UF1 la unidad Capacho aflora hacia el centro oriente de la misma, atravesada por el eje de vía proyectado desde la abscisa K58+820 hasta la K56+120 aproximadamente, siendo parte del portal oriental del túnel en contacto con la formación Aguardiente (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Se observó una morfología fuertemente ondulada de laderas erosivas y onduladas, con procesos de solifluxión plástica en los suelos residuales que la conforman (ver Fotografía 5.8). Por ello se denotan y definen en la cartografía depósitos coluviales que cubren gran parte de esta unidad a lo largo de todo el trazado vial proyectado

Fotografía 5.8 Procesos de solifluxión plástica en suelos residuales de la formación Capacho. Coordenadas: Este: 1159379; Norte: 1309443



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Adicionalmente se observó a nivel superficial bloques de roca compuestos de areniscas silíceas blancas provenientes del volcamiento y fracturamiento de estratos de la formación Aguardiente desde la parte alta de la ladera (ver Fotografía 5.9).

Fotografía 5.9 Bloques de roca arenisca provenientes del fracturamiento de estratos de la parte alta de la ladera (de la formación Aguardiente). Coordenadas: Este: 1159110; Norte: 1309450



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Hacia esta zona del proyecto, en la parte basal o inferior predominan shales o lutitas negras a gris oscuras calcáreas y no calcáreas, con intercalaciones menores de calizas grises fosilíferas a arcillosas en capas delgadas y capas de limolitas y areniscas calcáreas

Fotografía 5.10 Pequeño afloramiento altamente meteorizado de la formación Capacho dentro del área de influencia de la UF1, con coordenadas: Este: 1159676; Norte: 1308971, donde se observa el predominio de lutitas negras



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron sondeos de perforación hacia el portal oriental del túnel (en dirección Pamplona-Cúcuta) y sobre la vía a cielo abierto. Los sondeos UF1-S15 (hacia la abscisa K58+750 aproximadamente) y UF1-S14A (abscisa K58+740 aproximadamente) se ejecutaron hacia el portal de salida (en dirección de Pamplona a Cúcuta) del túnel de Pamplona, con una profundidad de 23 m y 40 m respectivamente, donde se evidenció para el UF1-S15 roca lutita gris oscuro, físil a partir de los 16,5 m de profundidad. Para el UF1-S14A se encontró un suelo residual de textura areno arcillosa gris con tonalidades pardas, con presencia de niveles de oxidación y moderadamente fracturado, apareciendo indicios de moscovita a mayor profundidad.

Otros sondeos (UF1-ZS42, UF1-ZS46, UF1-ZS47, UF1-ZS48, UF1-S01Bis, UF1-S02, UF1-S03, UF1-S04, UF1-S05, UF1-S06, UF1-S07, UF1-S08, UF1-S09, UF1-S12, UF1-S13, UF1-S14) fueron realizados sobre la vía a cielo abierto, a lo largo del eje de la misma, con profundidades de 10, 20, 20, 20, 20, 26, 15, 23, 20, 30, 25, 17, 25, 17, 35, 12 respectivamente, donde se registran capas de limolitas y lutitas negras fisiles, fracturadas, de moderada a altamente meteorizadas, con algunas evidencias de óxidos y esporádicas capas de calizas gris y arenisca lítica.

Fotografía 5.11 Diferentes afloramientos de la formación Capacho. Se observan lutitas con niveles de areniscas, moderadamente alteradas



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-4. Coordenadas: Este: 1158926; Norte: 1309770



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica EG-12. Coordenadas: Este: 1159695; Norte: 1308122



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 95. Coordenadas: Este: 1158940; Norte: 1309486



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 94. Coordenadas: Este: 1158946; Norte: 1309485

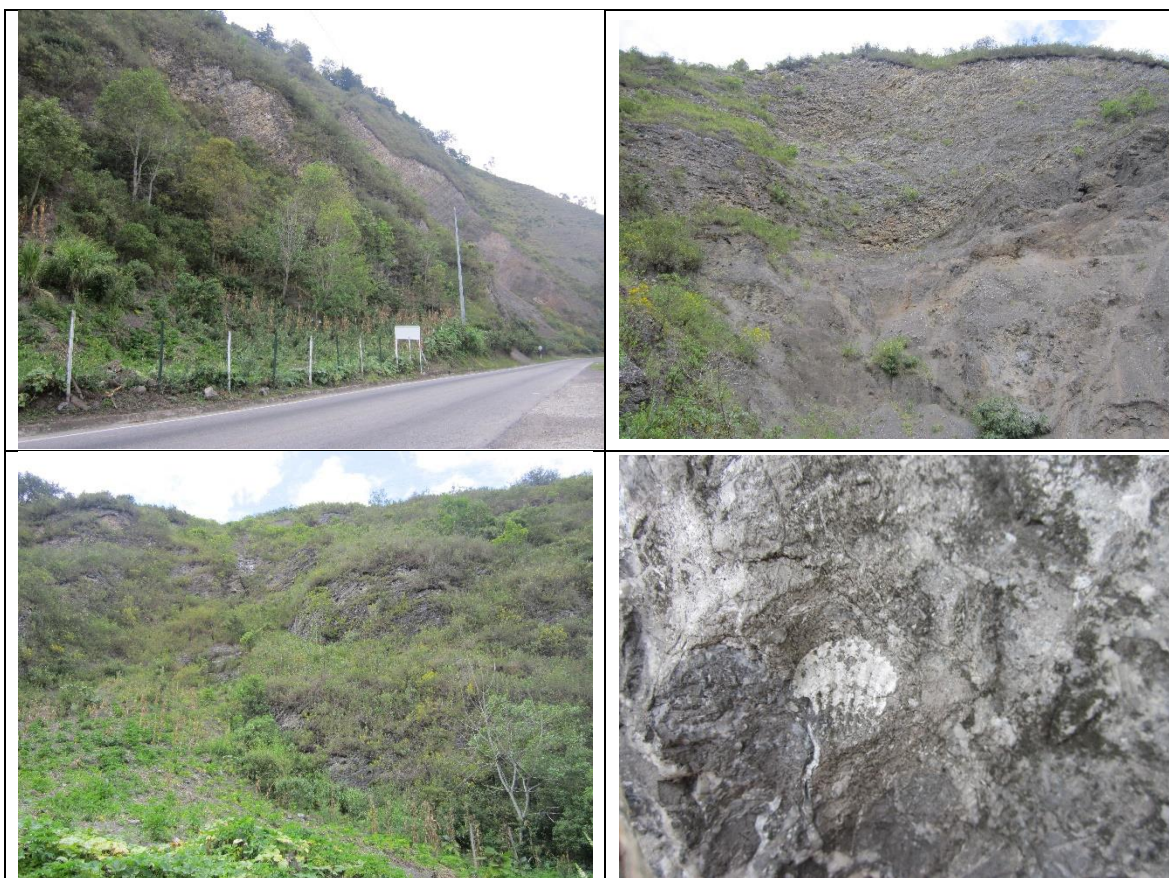
5.1.1.2.5.6 Formación La Luna (Ksl)-Cretácico Superior

Se encuentra aflorando hacia el oriente del área de influencia de la UF1, sin atravesar la vía proyectada en el tramo de esta unidad funcional; para esta zona se encontraron capas de calizas y lutitas, con ligera a moderada meteorización, estratificación centimétrica de color gris oscuro a claro para las calizas y para las lutitas de gris oscuro a negro, con

algunos nódulos calcáreos y fósiles marinos haciendo parte de un pliegue anticlinal con un buzamiento general de 43°NW con un depósito de flujo de lodo en la base del mismo (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** y Fotografía 5.12)

Fotografía 5.12 Afloramiento de la formación La Luna con estratificación delgada, moderadamente meteorizado, compuesto de lutitas negras y calizas grises.


Coordenadas: Este: 1160200; Norte: 1309235




Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.5.7 Formación Colón-Mito Juan (Kscm)-Cretácico Superior

Se encuentra aflorando en el extremo oriental del área de influencia de la UF1, atravesando el eje de vía proyectado (diseño actual) en la zona de traslapo con la UF2 (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Dentro del área de influencia se observó compuesto de lutitas gris oscuro a verdoso, con capas limolíticas, formando parte de los flancos del pliegue anticlinal presente, de alta meteorización (ver

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.13 y

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.14).

Fotografía 5.13 Afloramiento de la formación Colón-Mito Juan altamente meteorizado de capas de limolitas y lutitas gris oscuro, ubicado aproximadamente hacia el costado oriental del área de influencia en la margen izquierda del río Pamplonita.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski) estación geomecánica Est. 21. Coordenadas: Este: 1160798; Norte: 1309860

Fotografía 5.14 Limolitas y lutitas negras correspondientes a la formación Colón-Mito Juan presentando un evidente plegamiento, ubicado cercano al costado oriental de la UF-1.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.5.8 Depósitos Recientes


- Depósitos Coluviales (Qc)

Depósitos de ladera de dimensiones variables asociados a movimientos en masa antiguos y recientes. Estos depósitos se observan en gran proporción sobre todas las unidades geológicas aflorantes en el área de Influencia de la UF1 (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**), cubriendo además áreas de ambiente denudacional y de alta influencia estructural del sistema de fallas Pamplona-Chitagá. Se componen generalmente de fragmentos de rocas angulares a subangulares que incluyen depósitos de talud y depósitos de deslizamientos.

A continuación, se relacionan algunos de los depósitos recientes (coluviones) identificados en campo, sobre la vía proyectada y alrededores de ella (dentro del área de influencia de la UF1).

- K60+200 a K59+280.

Ubicado sobre las unidades geológicas Girón y Tibú Mercedes, suprayaciendo a las rocas de dichas unidades sobre el eje de vía proyectado y cercano al portal occidental del túnel, ocupando parte de este en dirección de Pamplona a Cúcuta. El depósito de ladera se identifica con la presencia de clastos heterométricos de areniscas, con matriz arenosa asociados a la formación Tibú Mercedes (

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.15).

Fotografía 5.15 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, hacia el portal occidental del túnel en dirección de Pamplona a Cúcuta. Coordenadas: Este 1158045; Norte: 1308923



Fuente: Ulloa & Diez para Auscultar. 2017

Durante los diseños actuales se ejecutaron cuatro (4) perforaciones (UF1-S19, UF1-S20, UF1-S21 y UF1-ZS80) las cuales reportan depósitos coluviales con espesores considerables de 32, 46, 12 y 25 m respectivamente compuestos por gravas gruesas de arenisca y lutita hasta de 5 cm de diámetro y algunos bloques de hasta 40 cm de diámetro, con matriz arenoarcillosa tipo soportada a clastosoportada.

K58+880 a K58+860

Ubicado sobre la unidad geológica Aguardiente, se identifica depósito de ladera con una matriz en su mayoría arcillo limosa, de color pardo a gris, clastos de diámetro promedio 2-6 cm, angulares, compuesto de lutitas y limolitas, altamente meteorizadas matriz soportados. Como se puede ver en la Fotografía 5.16, este depósito es el resultado de movimientos en masa tipo reptación en la ladera.

Fotografía 5.16 Depósito coluvial entre las abscisas K58+880 y K58+860 aproximadamente del eje vial proyectado, compuesto de bloques de limolitas proveniente de las laderas. Coordenadas: Este 1158939; Norte: 1309525



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K58+720 a K58+620

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz en su mayoría limosa, de color gris, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría de limolitas y lutitas, matriz soportada y altamente meteorizado, formado parte del portal oriental del túnel de Pamplona (ver Fotografía 5.17)

Fotografía 5.17 Depósito coluvial matriz soportado sobre el eje de vía proyectado.
Coordenadas: Este: 1159077; Norte: 1309459




Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron dos (2) perforaciones (UF1-S14A y UF1-S15) en esta zona, la cuales reportan espesores de 4 y 11m respectivamente para este depósito, compuesto por gravas de lutita subfisiles, de diámetros entre 5-12 mm, con matriz limoarcillosa color café, con una consistencia firme.

- K58+440 a K58+400

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, depósito de menor magnitud, donde se identificaron bloques de roca que se han desprendido de la parte alta de la ladera, provenientes de la formación Aguardiente y Capacho, con matriz limo arcillosa subangulares, como se puede ver en la

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.18. Este depósito es el resultado de un pequeño deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera.

- K58+280 a K58+240

Continuando en dirección a Cúcuta se encuentra otro depósito coluvial ubicado sobre la misma unidad geológica Capacho, presenta matriz en su mayoría limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría de lutitas, matriz soportada y altamente meteorizadas. Como se puede ver en la Fotografía 5.19 este depósito es el resultado de varios deslizamientos inactivos pequeños a lo largo del talud, a causa del complejo sistema tectónico en la zona.

Fotografía 5.18 Depósito Coluvial sobre la vía proyectada. Coordenadas: Este: 1159380; Norte: 1309446



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.19 Depósito Coluvial sobre el eje de vía proyectado, entre las abscisas K58+280 y la K58+240 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

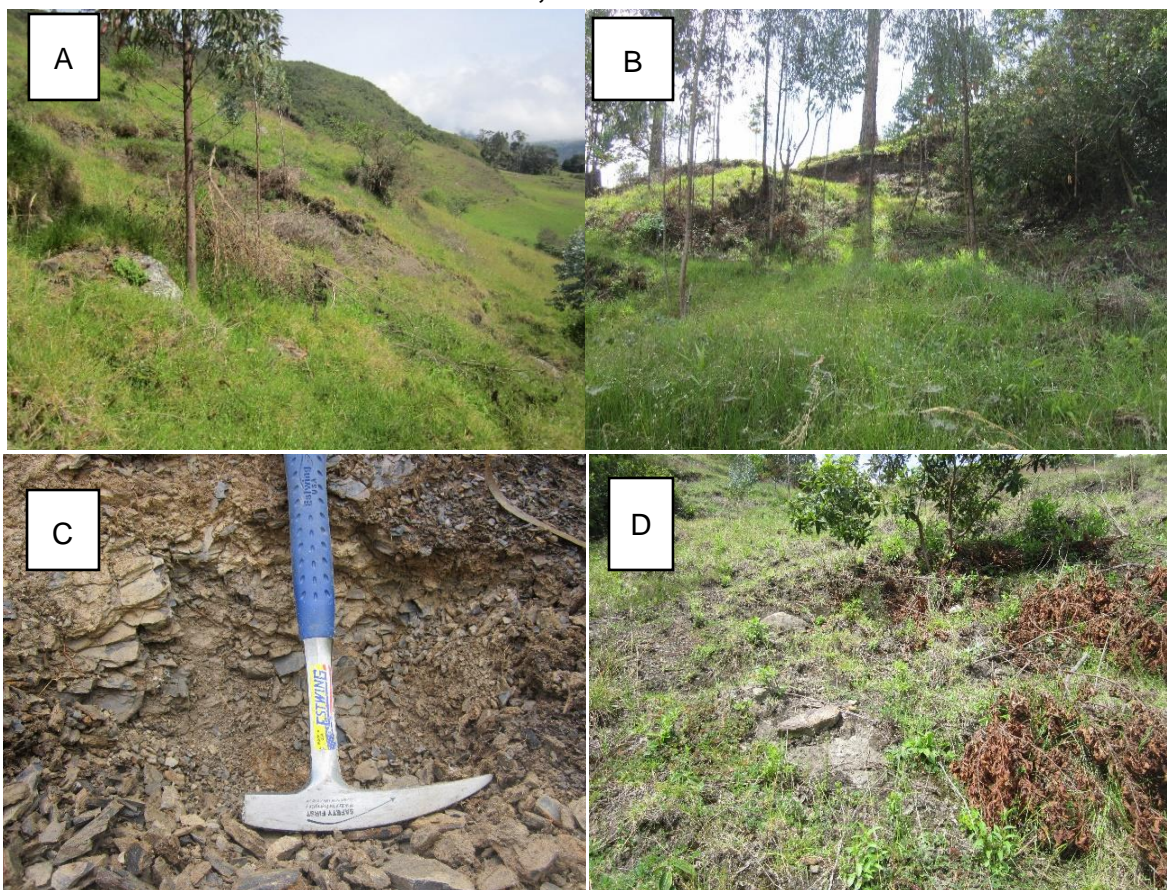
- K57+960 a K57+400

Gran depósito coluvial ubicado sobre la misma unidad geológica Capacho (la vía proyectada en esta zona intervendrá áreas de roca y áreas de coluvión tal y como se observa en el plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG del Anexo 1. Cartografía**).

Este depósito ocupa una gran área dentro del área de influencia, el cual será intervenido en varios sectores y es producto de un deslizamiento activo de tipo rotacional a lo largo de la ladera. Se identificó como depósito de ladera con una matriz en su mayoría arcillosa, de

color pardo a gris, con clastos de tamaño variable, angulares, compuesto de lutitas y limolitas en su mayoría (Ver Fotografía 5.20). En dicha fotografía **(C)** se observa un afloramiento de lutitas presenciado en dicha zona, dispuestas a favor de la pendiente, por lo que el depósito que se está mencionando es superficial y dicha aptitud estructural de la roca ha podido generar deslizamientos mayores.


Fotografía 5.20 Parte del gran depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectada. Abscisa K57+450-K57+400 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160993; Norte: 1312807



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K57+240 a K57+060

Ubicado sobre la formación Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño angulares a subangulares de calizas, matriz soportados. Como se puede ver en la

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.21 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área sumado a la alta pendiente y humedad.

Fotografía 5.21 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K57+150-K57+060 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159660; Norte: 1308664




Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutó una (1) perforación (UF1-S03) en esta zona, la cual reporta un depósito coluvial con un espesor de 2m, compuesto por gravas de lutita gris oscuro, subangulares, con matriz arcillosa color café oscuro, con una consistencia firme

- K57+040 a K56+780

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño angulares a subangulares de calizas, matriz soportados. Como se puede ver en la

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.22 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área.

Fotografía 5.22 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+880-K56+700 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K56+500 a K56+200

Ubicado sobre la unidad geológica Capacho, se identifica depósito de ladera con una matriz arcillosa, de color gris, con bloques de gran tamaño subangulares de calizas y limolitas matriz soportados. Como se puede ver en la Fotografía 5.23 este depósito es el resultado de varios deslizamientos menores activos a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión por la compleja tectónica del área.

Fotografía 5.23 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K56+500-K56+130 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1159739; Norte: 1308143



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Durante los diseños actuales se ejecutaron dos (2) perforaciones (UF1-S01 y UF1-S02) en esta zona, las cuales reportan depósito coluvial con un espesor de 7 y 21m respectivamente, compuesto por fragmentos de arenisca y lutita color marrón claro, con

matriz limo arcillosa y limo arenosa color café oscuro, altamente meteorizado, con presencia de óxidos y con una consistencia media.

- K53+800 a K53+540 zona de traslapo con la UF2

Ubicado sobre la unidad geológica Colón-Mito Juan, se identifica depósito de ladera con una matriz limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos angulares a subangulares de limolitas y lutitas, matriz soportado. Como se puede ver en la Fotografía 5.24 este depósito es el resultado de un deslizamiento actualmente inactivo a lo largo de la ladera, junto a procesos de solifluxión.

Fotografía 5.24 Depósito Coluvial atravesado por el eje de vía proyectado. Abscisa K53+650-K53+600 aproximadamente. Coordenadas: Este: 1160664; Norte: 1309601



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- K53+440, K53+380 a K53+360 y K53+260 a K53+240, zona de traslapo con la UF2

Pequeños coluviones ubicados sobre la unidad geológica Colón-Mito Juan, se identifican con una matriz limosa, de color gris a pardo, con clastos angulares a subangulares de limolitas y lutitas, matriz soportados. Estos depósitos son el resultado de procesos de remoción en masa actualmente inactivos consistentes en deslizamientos rotacionales.

5.1.1.2.5.9 Depósitos Coluvio aluviales (Qca)

Se evidenció un gran depósito coluvio aluvial en morfología semiplana a plana asociado y en la parte central central de un valle formado por acción tectónica en el área (falla marcada en la cartografía geológica), y un drenaje ocasional (quebrada San Antonio) en la misma (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

Este depósito continúa sobre las formaciones Capacho y La Luna sin ser atravesado por el eje vial proyectado, entre dos lomos alargados paralelos a dicho drenaje.

Fotografía 5.25 Vista del depósito coluvio aluvial aledaño al eje vial proyectado, sobre la formación Aguardiente.



Fuente: Ulloa & Díez para Auscultar. 2017

5.1.1.2.5.10 Depósitos Aluviales (Qal)

Materiales depositados en ambas márgenes del río Pamplonita en la zona de traslapo con la UF2 (Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**) con morfología suave, de cantos y guijos redondeados a subredondeados, con pequeños escarpes de espesor variable (ver Fotografía 5.26). En el municipio de Pamplona este tipo de depósitos se encuentran urbanizados, como es el caso, de los depósitos dejados por la quebrada El Buque, donde actualmente se encuentra funcionando la Universidad de Pamplona.

Para este tipo de depósito, el estudio de estructuración vial reportó dichos depósitos en general como suelos finos de consistencia dura con algo de gravas Según los ensayos de campo y de laboratorio, se trató de un suelo granular de compacidad compacto. Este depósito se caracterizó con una litología de gravas con bolos redondeados heterométricos,

con arenas, arenas arcillosas limosas y gravas en finos arenosos (Consorcio Estructurador Vial - CEV, 2014).

**Fotografía 5.26 Depósito aluvial en la margen del río Pamplonita. Coordenadas:
Este: 1160393; Norte: 1309292**



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.27 Depósito aluvial que ha sido urbanizado



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Depósitos Antrópicos (Qant)

Generalmente, los depósitos antrópicos en el área de estudio corresponden a materiales estériles de canteras al pie de la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente, encontrándose fuera del trazado vial proyectado (ver plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). Estos depósitos están compuestos de fragmentos de roca de tipo arenisca de color gris claro a amarillo y en algunas zonas muy claras (Fotografía 5.28), con matriz arenosa, presentándose en algunos casos depósitos coluviales a partir de este tipo de material en combinación.

Fotografía 5.28 Cantera ubicada en la ladera sur de la unidad geológica Aguardiente. Coordenadas: Este: 1159048; Norte: 1308612



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.6 Geología estructural local

5.1.1.2.6.1 Aptitud Estructural

Dentro del área influencia de la UF1 se midieron datos estructurales (rumbo y buzamiento) de varias familias de discontinuidades (estratificación y diaclasas) en 38 puntos, tal y como se muestran en la Tabla 5.3.

De acuerdo a la citada tabla, los puntos EG-1, EG-2, EG-16, EG-17, EG-18, Est. 91, Est. 101, Est. 102, Est. 103, Est. 104, Est. 105, Est. 106 y Est. 107, 42 (GPS), 43 (GPS) y 44 (GPS) fueron medidos sobre la formación Aguardiente con estratificación inclinada centimétrica y variable dirección debido al alto tectonismo en la zona, afloramientos en general fracturados, con 3-4 familias de discontinuidades, de capas de areniscas cuarzosas de grano medio y de buena calidad, intercaladas con limolitas y lutitas, ligeramente meteorizadas, en algunos con presencia de oxidación (en lomo denudado del portal del túnel UF1) y sin presencia de agua.

Tabla 5.3 Datos estructurales dentro del área de influencia de la UF1 (Coordenadas Planas Gauss-Kruger origen Bogotá)

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones						
		Abscisado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)								
			X	Y																	
18/01/17	EG-PC-07-G2		1159768.00	1308187.00	SO	245	40	0.2 - 0.6	>20	<1	Seco	Blando (Limoso)	0.1-1.0	Intercalación de areniscas y limolitas							
					J1	124	57	0.2 - 0.6	3-10	<1	Seco										
					J2	170	87	0.06 - 0.2	1-3	1-5	Seco										
					J3	20	73	0.06 - 0.2	1-3	<1	Seco										
18/01/2017	EG-CP-G2-021	PR57+900-58+100	1159774.00	1308331.00	SO	245	40							Areniscas de 20-25 cm de espesor con intercalaciones de limolitas de 5-15cm; meteorización moderada							
					J1	124	57														
					J2	170	87														
					J3	20	73														
03/11/2017	254 (NOMBRE EN GPS)		1158948.00	1309532.00	Estratificación	139	63	0.06-0.2	>20	1-5 (Abierta)	Seco			Intercalación de areniscas, limolitas y lutitas altamente meteorizado, con presencia de oxidación en lomo denudado (portal del túnel UF1)	Altamente meteorizada						
09/12/2017	EG-1		1159021.00	1308687.00	Estratificación	85	15	0.2 - 0.6	>20	<1	Seco	Ninguno		Secuencia de areniscas de la fm Aguardiente, cuarzosas blancuzcas con algo de matriz feldespática (ortoclasa) xolor rosa. Muy deleznable en algunas partes	Ligeramente meteorizada						
					Estratificación	85	25	0.2 - 0.6	>20												
					Estratificación	87	20	0.6 - 2.0	>20												
					Estratificación	85	29	0.6 - 2.0	>20												
					Estratificación	84	50	0.2 - 0.6	>20												
					Diacia 1	330	83	0.2 - 0.6	1-3	>5											
					Diacia 1	342	85	0.6 - 2.0	1-3												
					Diacia 1	338	87	0.2 - 0.6	1-3												
					Diacia 2	220	64	0.6 - 2.0	1-3												
					Diacia 2	223	70	0.6 - 2.0	1-3												
					Diacia 2	230	50	0.2 - 0.6	1-3												
					Diacia 2	230	50	0.2 - 0.6	1-3												
					Diacia 3	165	84	0.6 - 2.0	<1												
10/12/2017	EG-2		1158909.00	1309487.00	Estratificación	323	33	0.06 - 0.2	>20	<1	Goteo	Ninguno		Secuencia de lutitas fisiles color negro hacia el techo, intercalada hacia la base con areniscas grisáceas de grano fino (sobre la secuencia 60 cm de suelo residual)	Moderadamente meteorizada						
					Estratificación	352	35	0.06 - 0.2	>20												
					Estratificación	344	33	0.06 - 0.2	>20												
					Estratificación	341	34	0.06 - 0.2	>20												
					Diacia 1	260	74	0.06 - 0.2													
					Diacia 1	263	90	0.06 - 0.2		>5											
					Diacia 1	265	81	0.06 - 0.2													
					Diacia 1	260	76	0.06 - 0.2													
					Diacia 2	200	53	0.2 - 0.6	<1												
					Diacia 2	202	50	0.2 - 0.6	<1												
					Diacia 2	201	48	0.2 - 0.6	<1												
					Estratificación	256	48	0.06 - 0.2								>20	Seco	Ninguno		Secuencia de lutitas muy meteorizadas con areniscas grisáceas de grano fino	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	280	55	0.06 - 0.2													
Estratificación	264	58	0.06 - 0.2																		
Estratificación	252	50	0.06 - 0.2																		
Estratificación	261	54	0.06 - 0.2																		
Diacia 1	80	48	0.6 - 2.0		<1																
Diacia 1	84	46	0.6 - 2.0																		
Diacia 1	82	45	0.6 - 2.0																		
Diacia 1	80	45	0.6 - 2.0																		
Diacia 2	150	79	>2																		
Diacia 2	148	82	>2																		
Diacia 2	151	80	>2																		

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscísado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)		
			X	Y											

EG-12			1159695.00	1308122.00	Estratificación	320	46	<0.06	>20	1-5	Seco	Ninguno	Macizo con estratos de lutita gris, fisiles, moderadamente alteradas	Moderadamente meteorizada						
					Estratificación	328	47													
					Estratificación	325	47													
					Estratificación	329	40													
					Estratificación	319	42													
					Estratificación	320	45													
					Diaclea 1	240	80		<1											
					Diaclea 1	235	85													
					Diaclea 1	243	83													
					Diaclea 1	238	65													
					Diaclea 2	157	41													
					Diaclea 2	155	44													
					Diaclea 2	158	39													
EG-13			1159778.00	1308315.00	Estratificación	240	35	<0.06	10.0-20.0	1-5	Seco	Blando	<5	Saprolito de caliza fosilífera, con presencia de bloques bien conservados	Moderadamente meteorizada					
					Estratificación	235	40													
					Estratificación	238	42													
					Estratificación	240	30													
					Estratificación	240	31													
					Diaclea 1	350	70		<1	>5										
					Diaclea 1	348	76													
					Diaclea 1	249	70													
					Diaclea 1	350	65													
					Diaclea 1	352	74													
					Diaclea 2	40	50													
					Diaclea 2	45	52													
					Diaclea 2	42	52													
EG-14			1159554.00	1309343.00	Estratificación	182	40	0.06 - 0.2	10.0-20.0	1-5	Seco	Arcilla (Blando)	<5	Estratos de lutitas grices, fisibles con alto fracturamiento, intercaladas con areniscas de grano fino color habano, muy meteorizadas	Altamente meteorizada					
					Estratificación	175	38													
					Estratificación	185	40													
					Estratificación	185	41													
					Estratificación	182	41													
EG-15			1158944.00	1309490.00	Estratificación	246	20	<0.06	10.0-20.0	<1	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca en el techo de grano medio, color pardo por oxidaciones; y en la base lutitas gris	Moderadamente meteorizada						
					Estratificación	250	25													
					Estratificación	222	20													
					Estratificación	250	19													
					Estratificación	245	22													
					Diaclea 1	161	64		<1	1-5										
					Diaclea 1	162	67													
					Diaclea 1	171	62													
					Diaclea 2	50	78													
					Diaclea 2	61	81													
					Diaclea 2	72	80													
					Diaclea 2	50	79													

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones	
		Abscísado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)			
			X	Y												
	EG-16		1158180.00	1309348.00	Estratificación	90	44	0.2 - 0.6	>20	>5	Seco	Ninguno		Secuencia de areniscas cuarzosas de grano medio, competentes	Ligeramente meteorizada	
					Estratificación	92	40									
					Estratificación	85	23									
					Estratificación	80	36	0.6 - 2.0	<1							
					Estratificación	90	40									
					Diaclea 1	186	79									
					Diaclea 1	180	76									
					Diaclea 1	178	80									
					Diaclea 1	182	78									
					Diaclea 2	266	72									
					Diaclea 2	267	66									
					Diaclea 2	260	54									
	EG-17		1158126.00	1309025.00	Estratificación	80	25	0.2 - 0.6	10.0-20.0	1-5	Seco	Blando	<5	Estratos de arenisca cuarzosas ingtercaladas con un estrato de lutita gris muy físil	Moderadamente meteorizada	
					Estratificación	100	25									
					Estratificación	95	20									
					Estratificación	93	22	0.06 - 0.2	<1							
					Estratificación	96	25									
					Estratificación	83	24									
					Diaclea 1	358	86									
					Diaclea 1	0	64									
					Diaclea 1	355	80									
					Diaclea 1	5	41									
					Diaclea 2	266	69									
					Diaclea 2	277	69									
					Diaclea 2	272	66									
	EG-18		1158242.00	1309450.00	Estratificación	75	5	0.2 - 0.6	10.0-20.0	>5	Seco	Ninguno		Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio, presencia de laminación cruzada, en algunas partes masiva	Ligeramente meteorizada	
					Estratificación	70	8									
					Estratificación	82	8									
					Estratificación	80	10	0.6 - 2.0	1-3							
					Estratificación	78	9									
					Estratificación	78	8									
					Diaclea 1	165	42									
					Diaclea 1	162	40									
					Diaclea 1	170	38									
					Diaclea 1	169	40									
	EG-19		1157976.00	1309054.00	Estratificación	144	18	0.2 - 0.6	>20	>5	Seco	Blando	<5	Secuencia de calizas fosilíferas color habano crema de la fm. Tibú y Mercedes	Moderadamente meteorizada	
					Estratificación	140	23									
					Estratificación	120	35									
					Estratificación	146	32	0.6 - 2.0	<1							
					Estratificación	146	23									
					Diaclea 1	345	74									
					Diaclea 1	232	60									
					Diaclea 1	346	55									
					Diaclea 1	351	67									
					Diaclea 2	272	70									
					Diaclea 2	262	81									
					Diaclea 2	260	86									

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones	
		Abscísado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)			
			X	Y												
	EG-21	K53+250	1160812.00	1309861.00	Estratificación	276	65	0.06 - 0.2	10.0-20.0	1-5	Seco	Ninguno	Estratos de limolitas con intercalaciones de estratos de lutita y chert silíceo	Moderadamente meteorizada		
					Estratificación	274	60									
					Estratificación	269	62									
					Estratificación	272	64									
					Estratificación	272	64	<1								
					Diacla 1	125	60									
					Diacla 1	120	62									
					Diacla 1	130	58									
					Diacla 1	126	60									
					Diacla 2	190	81									
					Diacla 2	182	82									
					Diacla 2	185	80									
12/03/2018	Est. 91	K56+150	1159582.00	1307946.00	Estratificación	220	40	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio intercaladas con lutitas negras	Moderadamente meteorizada		
					Estratificación	210	35									
					Estratificación	230	45									
					Estratificación	220	40									
						j1	155	75	0.2 - 0.6						<1	
						j1	150	75								
						j1	155	70								
						j2	60	70								
						j2	65	75								
						j2	70	80								
12/03/2018	Est. 92	K56+500	1159763.00	1308193.00	Estratificación	250	45	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca cuarzosa de grano medio intercaladas con lutitas negras fisiles	Moderadamente meteorizada		
					Estratificación	225	35									
						j1	125	65	0.2 - 0.6						<1	
						j1	120	70								
						j1	125	70								
						j1	105	55								
						j2	345	85								
						j2	350	85								
						j2	8	75								
						j3	30	80								
12/03/2018	Est. 93	K57+900	1159777.00	1309376.00	Estratificación	215	50	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Estratos de arenisca y lutita	Moderadamente meteorizada		
					Estratificación	215	20									
					Estratificación	215	40									
						j1	230	65	0.2 - 0.6						<1	
						j1	60	65								
						j1	240	75								
						j2	66	55								
						j2	140	90								

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones				
		Abscisado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)						
			X	Y															
12/03/2018	Est. 94	K58+880	1158946.00	1309485.00	Estratificación	250	30	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Estratos decimétricos de arenisca de grano medio y arcillolita laminada	Moderadamente meteorizada					
					Estratificación	265	35												
					Estratificación	255	40												
					j1	135	85												
					j1	140	80												
					j1	200	84												
					j1	155	83												
					j2	15	55												
					j2	355	70												
					j2	0	75												
					j2	100	75												
12/03/2018	Est. 95	K58+800	1158940.00	1309486.00	Estratificación	0	35	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Lutita con niveles de arenisca masiva	Moderadamente meteorizada					
					Estratificación	5	45												
					Estratificación	0	45												
					Estratificación	350	40												
															j1	180	56	0.2 - 0.6	<1
															j1	165	50		
															j1	205	43		
															j1	187	43		
															j2	265	88		
															j2	255	75		
															j2	260	70		
12/03/2018	Est. 96	K58+750	1159054.00	1309442.00	Estratificación	185	70	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Lutitas masivas	Altamente meteorizada					
					Estratificación	180	65												
					Estratificación	210	70												
															j1	215	60	0.2 - 0.6	<1
															j1	280	65		
															j2	30	45		
12/03/2018	Est. 97	K58+450	1159256.00	1309396.00	Estratificación	255	85	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Lutita con niveles de arenisca masiva	Ligeramente meteorizada					
					Estratificación	225	50												
															j1	315	70	0.2 - 0.6	<1
															j1	320	75		
															j1	310	80		
															j2	115	80		
															j2	115	85		

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones
		Abscísado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)		
			X	Y											

12/03/2018	Est. 98	K58+600	1159190.00	1309427.00	Estratificación	260	35	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Lutita con niveles de arenisca masiva	Moderadamente meteorizada
					Estratificación	260	30							
					j1	160	90	0.2 - 0.6	<1					
					j1	15	65							
					j1	145	75							
					j1	180	75							
					j2	330	70							
j2	325	70												
12/03/2018	Est. 101	K58+990	1158855.00	1309376.00	Estratificación	165	55	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	160	50							
					j1	355	50	0.2 - 0.6	<1					
					j1	305	25							
					j1	315	30							
					j1	240	80							
					j1	230	55							
12/03/2018	Est. 102	K59+065	1158795.00	1309306.00	Estratificación	70	60	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	70	65							
					Estratificación	75	55	0.2 - 0.6	<1					
					Estratificación	65	75							
					Estratificación	80	65							
					Estratificación	60	70							
					Estratificación	60	50							
12/03/2018	Est. 103	K59+065	1158801.00	1309296.00	Estratificación	70	58	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Inalterada
					Estratificación	65	45							
					Estratificación	75	65	0.2 - 0.6	<1					
					j1	150	65							
					j1	260	80							
					j1	155	70							
					j1	255	75							
12/03/2018	Est. 104	K59+040	1158774.00	1309392.00	Estratificación	55	30	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada
					Estratificación	60	30							
					Estratificación	85	30	0.2 - 0.6	<1					
					j1	275	50							
					j1	275	52							
					j1	285	50							
					j2	5	85							
					j2	355	83							
					j2	255	70							
					j2	290	60							

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre	Ubicación			Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones				
		Abscisado	Coordenadas									Naturaleza	espesor (mm)						
			X	Y															
12/03/2018	Est. 105	K59+200	1158583.00	1309399.00	j1	270	55	0.2 - 0.6	<1	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Inalterada					
					j1	300	55												
					j1	280	65												
					j1	275	50												
					j1	305	60												
					j1	285	70												
12/03/2018	Est. 106	K59+500	1158339.00	1309288.00	Estratificación	60	60	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada					
					Estratificación	85	65												
					Estratificación	115	55												
					Estratificación	105	55												
															j1	190	35	0.2 - 0.6	<1
															j1	215	35		
															j1	215	30		
															j1	350	35		
															j2	0	40		
															j2	340	53		
12/03/2018	Est. 107	K59+040	1158755.00	1309409.00		j2	340	40	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Arenisca cuarzosa	Ligeramente meteorizada				
					Estratificación	85	72												
					Estratificación	75	60												
					Estratificación	80	70												
										j1						310	15	0.2 - 0.6	<1
										j1						230	10		
25/01/2018	Est. 67	K53+140	1160917	1309948		j1	5	85	>2	>20	1-5	Seco	Ninguno	Afloramiento muy pequeño de lutita meteorizada	Altamente meteorizada				
					Estratificación	320	35												
					Estratificación	325	40												
					J	60	60												
										J						65	55	0.2 - 0.6	<1
										J						170	80		
					J	175	85												
	DE1		1158098	1308719	Estratificación	S18E (RUMBO)	39SW						Fm Tibu Mercedes: Limolitas y arcilolitas cubiertas por coluvión						
	DE2		1158099	1308691	Estratificación	EW (RUMBO)	25S						Fm Tibu Mercedes: Lutitas Negras						
	DE3		1159057	1309434	Estratificación	N52W (RUMBO)	51NE						Lutitas negras con oxidos de hierro color amarillo						
	DE4		1159675	1308976	Estratificación	N65W (RUMBO)	20NE						Fm Capacho: Lutitas negras						
	DE5		1158779	1309389	Estratificación	S17E (RUMBO)	31SW						Fm Aguardiente: Arenisca cuarzosa de grano medio y grano grueso, color blanco, bien seleccionada, clastosoportada, desmenuzable, intercalado con con areniscas de grano fino y grano medio color amarillo marrón. Canales?						
	DE6		1158969	1309954	Estratificación	S50W (RUMBO)	28NW						Intercalaciones de lodolitas grises a negras laminadas con areniscas de grano fino, algunas intercalaciones de lodolitas presentan mayor cementación						
	DE7		1158926	1309766	Estratificación	S15E (RUMBO)	56SW						Intercalaciones de lodolitas negras y grises laminadas con loditas color negro						
	DE8		1159575	1308620	Estratificación	N10E (RUMBO)	17NW						Fm Capacho: Intercalaciones de lodolitas negras y grises laminadas con loditas color negro						
05/07/2018 16:09	1 (GPS)		1156379	1309710	Bandeamiento	W	90	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca triturada, blando	Afloramiento de roca metamórfica tipo neis, félsica, color crema, roca compacta, con presencia de moscovita, feldespato potásico y bandeamiento, meteorización moderada. La roca se encuentra muy fracturada; El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca						
		Bandeamiento			E	53	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca triturada, blando								
					Diaclasa	S	80	proximas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno							

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Fecha	Nombre		Ubicación		Discontinuidad	Dirección buzamiento	Buzamiento	Espaciado (m)	Continuidad (m)	Apertura (mm)	Agua	Relleno		Litología	Observaciones	
			Abscisado	Coordenadas								Naturaleza	espesor (mm)			
				X												Y
07/07/2018 18:31	11 (GPS)		1156944	1308994	Bandeamiento	SW	70	muy_juntas	continua	cerrada	seca	Niguno	Afloramiento de neis con meteorización alta (grado V), se observa bandeamiento.	Grado de meteorizacion V a IV		
08/07/2018 19:21	18 (GPS)		1156511	1310497	Diaclasa	NE	75	muy_juntas	media	abierta	seca	Niguno	Afloramiento de neis moscovitico, bandeado, meteorización alta (grado V).			
					Diaclasa	SE	61	proximas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno				
09/07/2018 17:57	23 (GPS)		1159550	1311669	Estratificación	NW	25	muy_juntas	poca	cerrada	seca	Niguno	Lodolitas altamente fracturadas y meteorización alta. Desarrollo de suelo gris pálido en seco y pardo claro en húmedo			
09/07/2018 18:12	25 (GPS)		1159670	1311670	Estratificación	NE	30	muy_juntas	poca	ligeramente abierta	seca	Niguno				
09/07/2018 18:19	28 (GPS)		1159717	1311739	Estratificación	SE	25	muy_juntas	media	ligeramente abierta	seca	Niguno	Roca muy fracturada en lutitas, leve plegamiento de la roca, en menor proporción se identifican estratos de areniscas de grano medio, compactas, con presencia de micas			
					Estratificación	SE	35	proximas	poca	ligeramente abierta	seca	arcilla				
					Diaclasa	N	42	muy_juntas	discontinuidad	abierta	seca	Niguno				
09/07/2018 18:26	29 (GPS)		1159441	1311204	Estratificación	SE	64	proximas	poca	ligeramente abierta	seca	Niguno	Estratificación de lodolitas grises claras, con meteorización esferoidal; desarrolla estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras	Fractura concoidea, roca blanda, muy fracturada		
09/07/2018 18:29	32 (GPS)		1159335	1310736	Estratificación	S	44	muy_separadas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	roca triturada, duro		Presencia de zona de esfuerzos asociada a fallamiento; harina de roca		
					Estratificación	W	77	muy_separadas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	roca triturada, medio-duro				
09/07/2018 18:41	33 (GPS)		1159331	1310680	Estratificación	E	30	proximas	poca	extremadamente abierta	seca	roca triturada, medio-duro				
09/07/2018 18:45	34 (GPS)		1159258	1310478	Diaclasa	W	67	proximas	media	extremadamente abierta	seca	roca triturada, blando	Zona de contacto entre areniscas (Kic) y lodolitas (Ksl). Intercalación de areniscas grises oscuras de grano fino, compactas con areniscas de grano fino a medio, color beige, con óxidos de hierro (manchas pardo rojizas). La roca se encuentra muy fracturada.	Plano de falla, el relleno es harina de roca, con micro pliegues		
					Estratificación	SE	49	muy_juntas	continua	muy_abierta	seca	roca triturada, blando				
					Estratificación	E	38	muy_juntas	continua	cerrada	seca	Niguno				
					Estratificación	E	80	muy_juntas	discontinuidad	cerrada	seca	Niguno				
					Zona de Cizalla	NE	55	muy_separadas	media	muy_abierta	seca	roca triturada, blando				
					Estratificación	E	55	muy_juntas	media	cerrada	seca	Niguno				
					Estratificación	SW	46	muy_juntas	discontinuidad	muy_abierta	seca	roca triturada, blando				
09/07/2018 19:04	35 (GPS)		1159967	1309986	Estratificación	NE	50	muy_juntas	discontinuidad	ligeramente abierta	seca	Niguno	Intercalaciones de areniscas y lodolitas	Estratificacion horizontal de lutitas, interestratificadas con areniscas. Ligero plegamiento		
					Estratificación	W	0	proximas	continua	ligeramente abierta	seca	Niguno				
					Zona de Cizalla	NW	38	muy_juntas	media	extremadamente abierta	seca	roca triturada, blando				
					Estratificación	NW	20	proximas	media	ligeramente abierta	seca	Niguno				

Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Los puntos 254, EG-PC-07-G2, EG-CP-G2-021, IT-PC-021, EG-4, EG-12, EG-13, EG-14, EG-15, Est. 92, Est. 93, Est. 94, Est. 95, Est. 96, Est. 97, Est. 98, DE3, DE4, DE6 y DE8, 31 (GPS), 34 (GPS), 35 (GPS), 39 (GPS), 41 (GPS) y 45 (GPS) fueron medidos sobre capas de lutita gris oscuro a negra, fisiles, con alto fracturamiento intercalado con areniscas de grano medio de la formación Capacho, con un buzamiento de capas de 40° SW en promedio, moderado a altamente meteorizado. Sobre estos se encontraron 3 familias de discontinuidades con características de buzamiento.

Los puntos EG-21 y Est. 67, 23 (GPS), 27 (GPS), 28 (GPS), 29 (GPS) y 30 (GPS) fueron medidos en afloramientos de la formación Colón - Mito Juan conformado por estratos altamente inclinados (de 40 a 60° NW aproximadamente) de lodolitas con intercalaciones de lutitas y chert silíceo, moderadamente meteorizado, con dos familias de diaclasas.

Los puntos EG-19, DE1, DE2 y 19 (GPS) fueron levantados sobre la unidad geológica Tibú y Mercedes con capas de baja a mediana inclinación de 30°SE en promedio compuestas por lodolitas calcáreas y algunas areniscas, moderadamente meteorizadas, con dos familias de diaclasas que presentan un relleno blando menor a 5mm.

Los puntos 1(GPS), 2(GPS), 3(GPS), 4(GPS), 9(GPS), 11(GPS), 16(GPS), 17(GPS), 18(GPS), 20(GPS) y 22(GPS) fueron medidos sobre afloramientos de Ortoneis (PDo) compuestos de roca metamórfica tipo neis, principalmente félsica, de color crema, compacta, con presencia de moscovita, feldespatos potásico y bandeamiento, moderadamente meteorizada. En general son rocas muy fracturadas; se tomaron datos estructurales de bandeamiento y sistemas de diaclasas. El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca y una estratificación tendiendo a subhorizontal.

De acuerdo al análisis de dirección y buzamientos de las capas que se muestran en la

Tabla 5.3, en conjunto con la fotointerpretación realizada, evidencias de drenaje en campo y la exploración (sondeos y tomografías eléctricas) del área, se observó una marcada variación en los buzamientos de las capas de roca dentro de una misma unidad geológica. En concordancia con ello se definieron y se marcaron fallas y lineamientos en sentido predominante N-S, tal y como se puede observar en el plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**

5.1.1.2.6.2 Fallas y Lineamientos Fotogeológicos locales (Fd, Fi, Fc y Lf)

Tal y como se puede ver en la Figura 5.5 y en la cartografía geológica de la UF1 (**VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**), estas fallas y lineamientos diferenciados con numeración, se delimitaron y definieron a partir de la cartografía regional, topografía lidar e imágenes aéreas (fotointerpretación), resultando dos familias: una en dirección NNW-SSE y otra con la dirección NEE-SWW, como se describen a continuación:

5.1.1.2.6.3 Fallas y Lineamientos NW-SE (Lf1, Lf2, Lf3, Lf4, Lf5, Lf10, Lf13 Lf15, Fi1, Fi5, Fi6, Fi7, Fi9, Fi11, Fi12 y Fd6)

Esta familia de fallas y lineamientos se caracteriza por presentar un rumbo general Noroccidente - Suroriente, con longitudes continuas superiores a los 3 km, el cual define el trazo del sistema de fallas Pamplona-Chitagá, presentando ángulos variables a la falla principal, colocando en contacto rocas del Pre-Devónico (Ortoneis) con rocas del Jurásico (Formación Jirón) y contactos entre rocas del cretácico con buzamientos contrarios,

indicando el movimiento y desplazamiento de tipo sinestral en dichas unidades geológicas, corroboradas en campo por la presencia de grandes deslizamientos de tipo rotacional sobre rocas de menor competencia. Estos lineamientos también afectan en forma ortogonal a la familia de fallas y lineamientos NE-SW. Sus mejores expresiones se observan en la parte central y centro oriental del área de influencia (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.6.4 Fallas y Lineamientos NE-SW (Lf6, Lf7, Lf8, Lf9, Lf11, Lf12 y Lf14, Fd1, Fi2, Fd2, Fi4, Fd3, Fd4, Fi8, Fi10 y Fd5)

Son una serie de fallas y lineamientos marcados por la orientación de estructuras, siendo la más representativa sobre la quebrada San Antonio en sentido nororiente – suroccidente, de menor longitud (mayor a 1km), que controlan el cauce de dicha quebrada, cuyo desplazamiento lateral derecho que ejercen sobre la familia anterior de lineamientos se considera dextral como se evidencia en la cartografía geológica del área (ver **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). En el área de estudio, las fallas y lineamientos con el rumbo que tiene esta familia (NE-SW), son zonas en las cuales se encuentra mayor variación en la topografía, como escarpes y cambios bruscos de pendiente ocasionando un evidente truncamiento y desplazamiento de las unidades geológicas cretácicas (visto ello en el cerro localizado en la parte central y centro occidental del área de influencia que hace parte de la cobertura del túnel). Por afectar a la familia de fallas y lineamientos NW-SE, se plantea que su desarrollo fue posterior al de esta familia. En las zonas donde se cruzan estos lineamientos con los de rumbo NW-SE, se presentan áreas más complejas a nivel estructural (mayor fracturamiento de las capas de roca y desprendimiento de material)

5.1.1.2.7 Descripción geológica por zonas homogéneas

En dirección de Pamplona a Cúcuta se definieron las siguientes zonas homogéneas para el trazado vial proyectado a nivel superficial:

5.1.1.2.7.1 Tramo del K60+300 al K60+075


El proyecto comprende en esta zona vía a cielo abierto. Los materiales por intervenir corresponden a suelos residuales de mayor espesor y meteorización de tipo esferoidal por lo que es común encontrar a nivel superficial bloques rocosos redondeados, también se intervendrán laderas medianas a altamente meteorizadas de rocas sedimentarias, principalmente areniscas conglomeráticas y lodolitas rojizas de la formación Girón.

5.1.1.2.7.2 Tramo del K60+075 al K58+745

En esta zona el proyecto comprende la construcción de un túnel (Túnel de Pamplona). Los materiales por intervenir corresponden a depósitos coluviales hacia los portales del mismo (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**) y el Anexo “**Estudios y Diseños de Fase III**” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018)

Detalladamente, en esta zona específica de intervención del túnel de Pamplona se tienen la siguiente sectorización, presentada de acuerdo al perfil geológico geotécnico definido por AYESA, 2018 (ver Figura 5.14 a Figura 5.16 y Anexo “**Estudios y Diseños de Fase III**” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018):

- En dirección de Cúcuta a Pamplona (portal oriental del túnel de Pamplona) se tiene una primera zona homogénea de litología lodolitas y lutitas de la formación Capacho (Kic) desde la abscisa K58+730 hasta la K58+910 con una resistencia de 7 Mpa aproximadamente para todo este tramo y con una calidad mala (RMR menor a 30). De acuerdo al cambio en el dominio estructural, donde el buzamiento de las capas pasa de 252/30 a ser subhorizontal (343/37) se infiere una zona de falla desde la abscisa K58+850 a la K58+880 con una menor calidad.
- En la misma dirección, sigue una pequeña zona de mayor resistencia (70 Mpa), compuesta de areniscas de la formación Aguardiente (Kia) desde la abscisa K58+910 hasta la K59+070 con una calidad media a alta (RMR de 40-70 en su mayoría).
- Siguiendo la cobertura de dicho túnel, desde la abscisa K59+070 hasta la K59+100 se presenta una zona de arcillolitas de la formación Aguardiente (Kia) con un dominio estructural de las capas nuevamente inclinado (de 080/32) y presencia de 3 familias de diaclasas (lo que indica una alta fracturación), de baja (RMR menor a 30) a media calidad (RMR de 40-50) en su mayoría y con una resistencia de 10Mpa.
- Sobre la misma cobertura del túnel, desde la abscisa K59+100 a la K59+240 se intervendrán areniscas de la formación Aguardiente (Kia) de mediana calidad en su mayoría (RMR de 30-60) y una resistencia de 70 Mpa.
- Desde la abscisa K59+240 a la K59+290 la construcción del túnel intervendrá mayoritariamente rocas arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes (Kitm), de baja (RMR menor a 30) y media (RMR de 30-50) calidad, y con una resistencia a la compresión simple de 10 Mpa en promedio.
- Desde la abscisa K59+290 a la K59+360 se intervendrán areniscas de la formación Tibú y Mercedes, de mediana calidad (con un RMR en su mayoría de 40-50) y con una resistencia a la compresión simple de 70 MPa en promedio.
- Desde la abscisa K59+360 a la K59+390 se intervendrá una zona mayoritaria de rocas tipo arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes de baja calidad (con un RMR menor a 30) y baja resistencia a la compresión simple (10 MPa en promedio).
- En la siguiente zona volverán a intervenir las areniscas de la formación Tibú y Mercedes desde la abscisa K59+390 a la K59+470 de mediana calidad (RMR de 40-50 en su mayoría), con una resistencia a la compresión de 70 Mpa y un dominio estructural de las capas inclinado de buzamiento 080/32 con presencia de 3 familias de diaclasas que indica alto fracturamiento del macizo rocoso.
- Desde la abscisa K59+470 a la K59+500 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes y una posible zona de fractura con una mediana calidad en general (RMR de 30-50) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.
- Desde la abscisa K59+500 a la K59+560 el túnel proyectado intervendrá areniscas de la formación Tibú y Mercedes con una mediana a alta calidad en general (RMR de 50-60) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

- Desde la abscisa K59+560 a la K59+630 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes con una mediana calidad en general (RMR de 40-50) y siguiendo el mismo dominio estructural de la zona anterior.
- Desde la abscisa K59+630 a la K59+640 el túnel proyectado intervendrá una zona de fractura dentro de esta unidad geológica (formación Tibú y Mercedes) con una baja calidad en general (RMR menor a 30).
- Desde la abscisa K59+640 a la K59+660 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas oscuras de la formación Tibú y Mercedes con una baja a mediana calidad en general (RMR 30-40).
- Desde la abscisa K59+660 a la K59+776 el túnel proyectado intervendrá areniscas, calizas y conglomerados de la formación Tibú y Mercedes con una baja a mediana calidad en general (RMR 30-50).
- Desde la abscisa K59+776 a la K59+920 el túnel proyectado intervendrá arcillolitas muy alteradas de la formación Tibú y Mercedes con una baja calidad (RMR menor a 30).
- Desde la abscisa K59+920 a la K59+960 el túnel proyectado intervendrá areniscas y una zona de fractura de la misma formación (formación Tibú y Mercedes) con una baja a mediana calidad (RMR menor a 30 a 50) con una resistencia de 70 MPa.
- Desde la abscisa K59+960 a la K60+075 el túnel proyectado intervendrá areniscas rojizas de la formación Girón con una baja calidad (RMR menor a 30).

5.1.1.2.7.3 Tramo del K58+730 al K57+240

En esta zona el proyecto comprende la construcción de vía a cielo abierto. Entre estas abscisas el corredor vial intervendrá zonas de calidad media a baja (RQD menor al 25%) compuesto principalmente por lutitas gris oscuro a negro, con algunas alternancias de calizas en capas delgadas de color gris, de la formación Capacho (Kic), suprayacido en varias zonas por depósitos recientes de tipo coluvial con una matriz en su mayoría limo arcillosa, de color gris a pardo, con clastos de diámetro muy variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría por lutitas, matriz soportados y altamente meteorizados (ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

5.1.1.2.7.4 Tramo del K57+240 al K56+300 y Glorieta Los Adioses

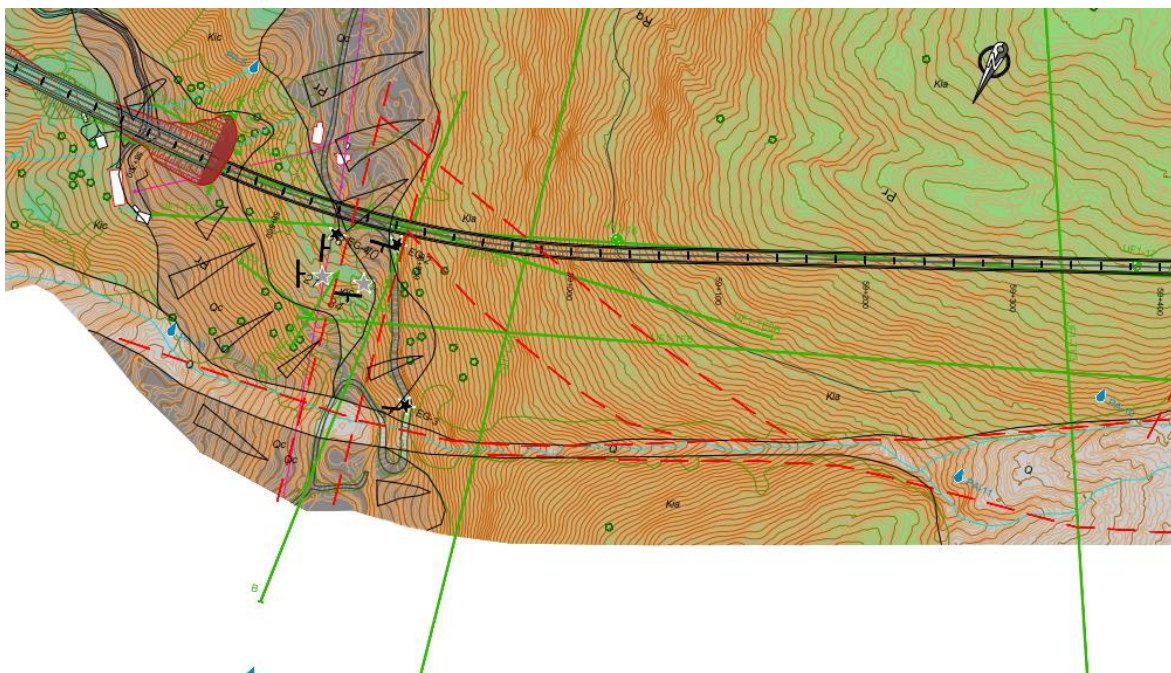
En esta zona el proyecto comprende la construcción de vía a cielo abierto. Entre estas abscisas el corredor vial intervendrá una zona muy inestable de varios deslizamientos activos e inactivos, que han dado lugar a grandes depósitos coluviales en toda esta zona, por lo que los materiales que aquí serán intervenidos con cortes y rellenos de la vía, corresponden a clastos de diámetro variable, subangulares a angulares, compuestos en su mayoría por fragmentos de lutitas, matriz soportados y altamente meteorizados. (Ver Plano **VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.1.2.8 Zona de construcción del túnel de Pamplona

De acuerdo a los diseños actuales del trazado vial, específicamente para la zona del túnel se muestra la planta (ver Figura 5.11 a Figura 5.13) y perfil geológico de detalle definiendo

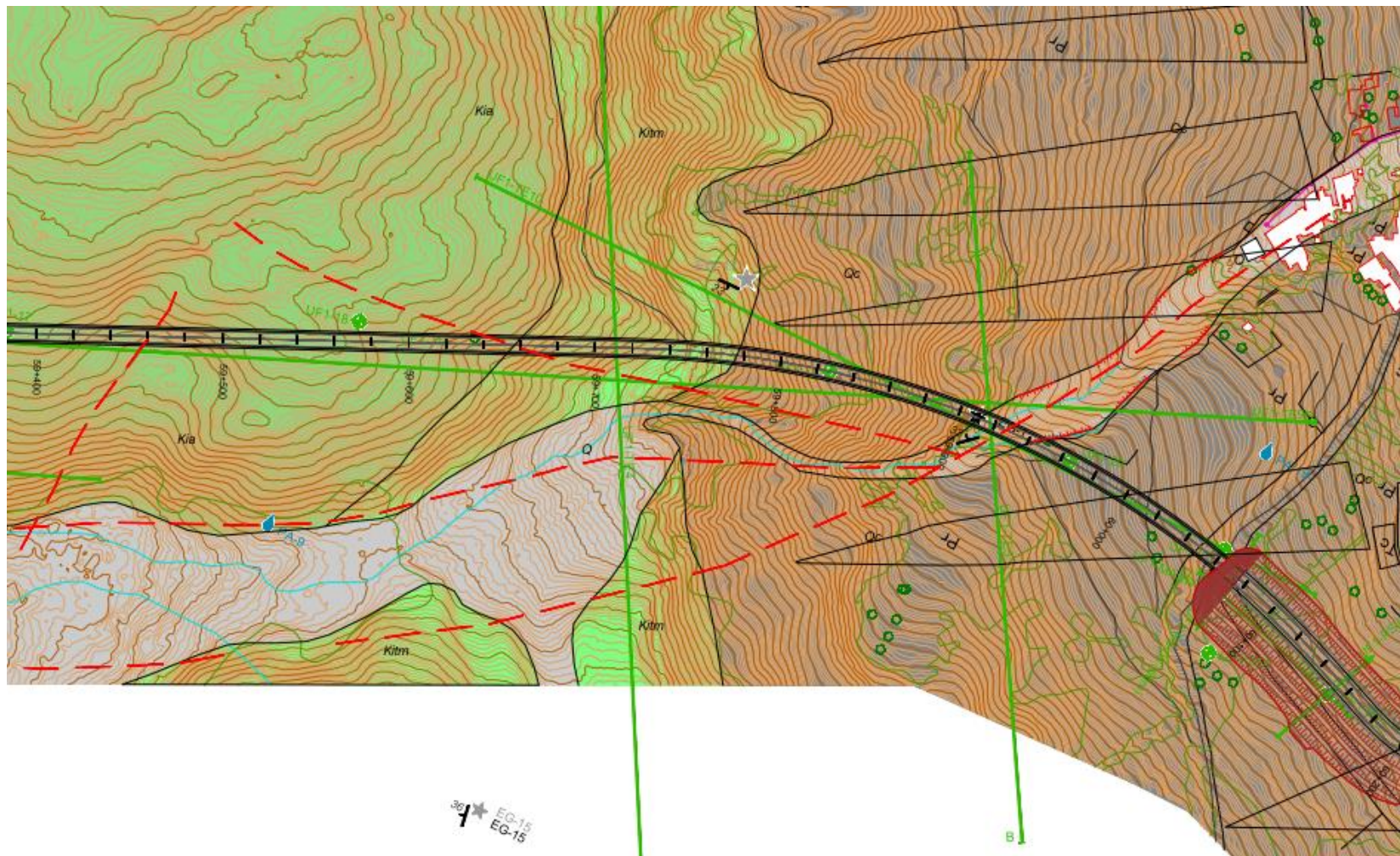
por tramos la calidad de la roca a lo largo de la longitud del mismo y su respectiva condición estructural (ver Figura 5.14 a Figura 5.16).

Figura 5.11 Planta geológica Túnel de Pamplona (Portal oriental). Parte I K58+745 a K59+400



Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" Volumen IX Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.12 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II. K59+400 a K60+075



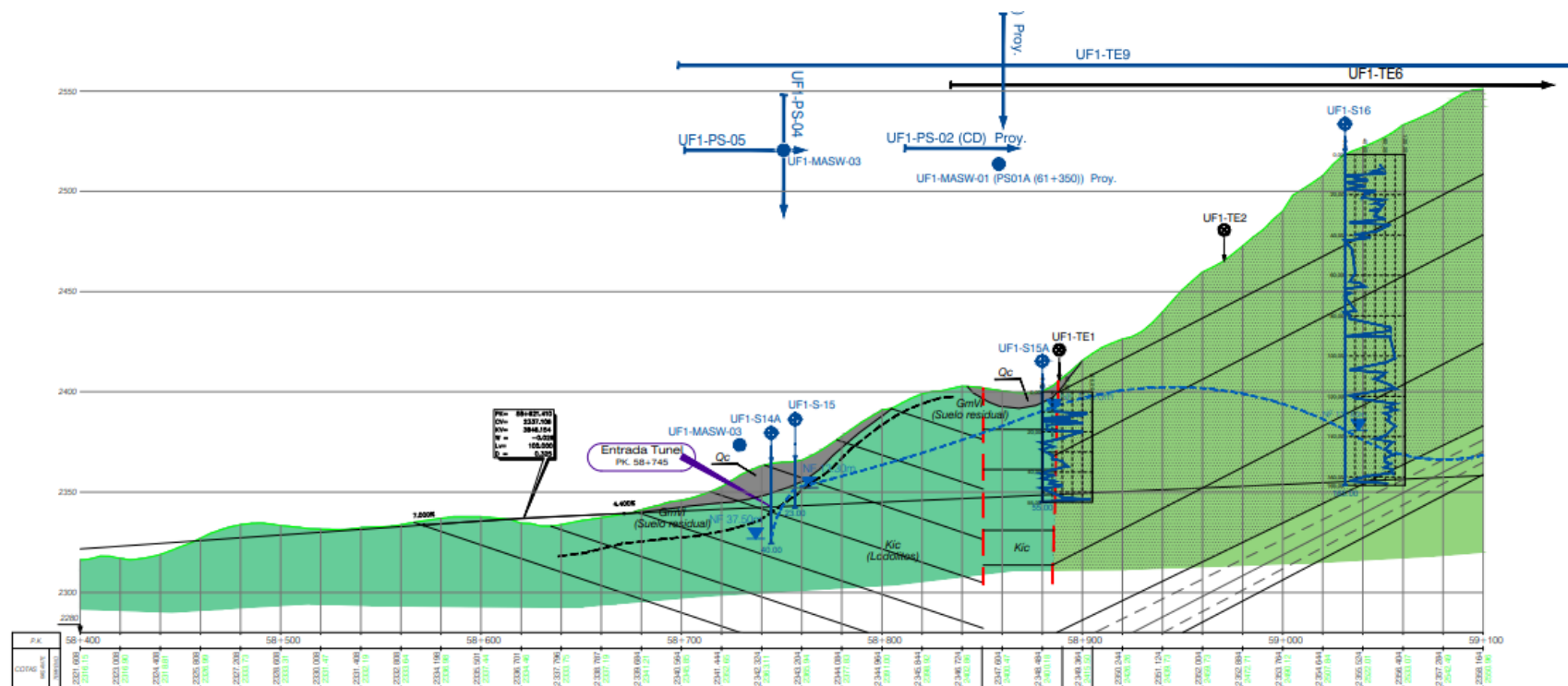
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.13 Planta geológica del Túnel de Pamplona (Portal Occidental). Parte III K59+800 a K60+075



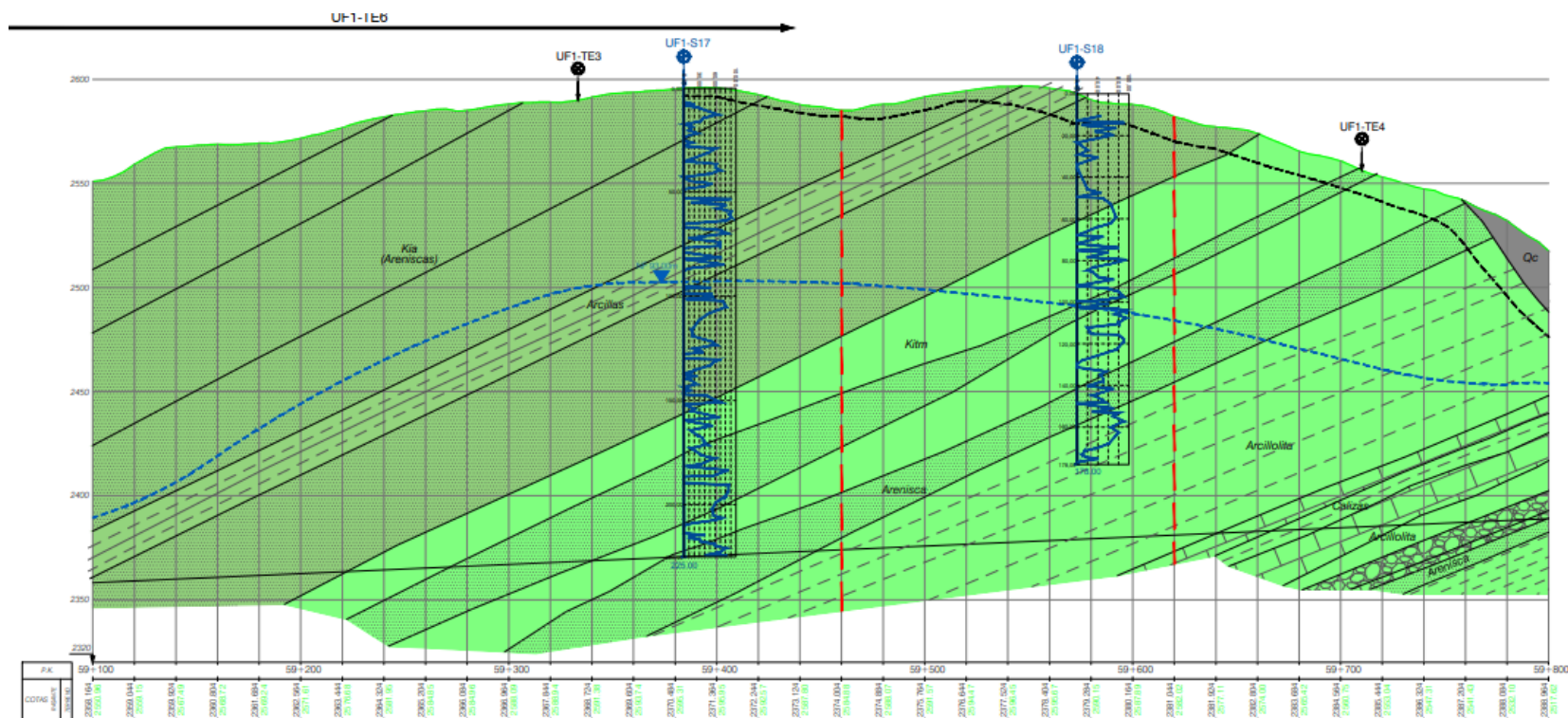
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.14 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Oriental). Parte I



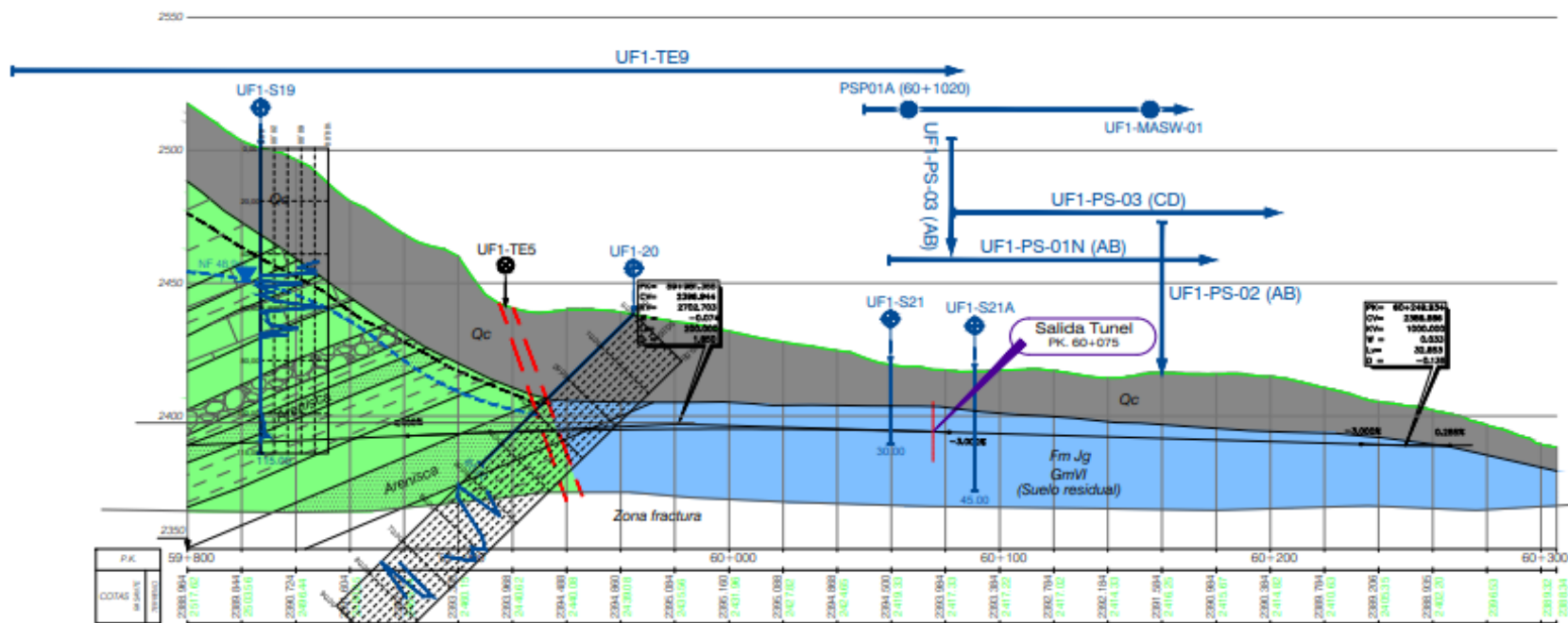
Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.15 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Cobertura). Parte II



Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

Figura 5.16 Perfil geológico del Túnel de Pamplona (Costado Occidental). Parte III



Fuente: "Estudios y Diseños de Fase III" – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018 (Escala 1:1000).

De acuerdo con la exploración geotécnica realizada en la zona de túnel (sondeos y tomografías) se tiene lo siguiente:

- Para el portal oriental se ejecutaron dos (02) sondeos (UF1-S14A y UF1-S15) y las tomografías UF1-TE10 y UF1-TE09 abarcaron dicha área, mostrando de manera general depósitos coluviales en los niveles superiores con espesores no mayor a 10m, poco consolidados y con clastos heterométricos definidos en ambos sondeos por sus características resaltantes y en las tomografías con resistividades medias a medias-altas menores a 4000 ohm.m en las zonas superficiales
- Para toda la cobertura del túnel se ejecutó una tomografía longitudinal (UF1-TE10) y seis (06) sondeos (UF1-TE15A, UF1-S16, UF1-S17, UF1-S18, UF1-S19 y UF1-S20), con resistividades medias a altas (mayores a 500 ohm.m) correlacionables con areniscas de grano fino a medio-grueso con poco grado de alteración, fracturamiento y baja saturación. En superficie estas resistividades se correlacionan con depósitos coluviales heterométricos, principalmente arenitas cuarzosas subangulares embebidos en matriz principalmente arenosa, no consolidados y de espesor variable, tal y como se observa en cada uno de los sondeos, de tal forma que en las partes más altas se encuentran depósitos de poco espesor mientras que en las partes altas dichos depósitos tienen un mayor espesor
- Para el portal occidental se realizaron dos (02) sondeos (UF1-S21 y UF1-S21A) y dos (02) tomografías (UF1-TE08 y UF1-TE10) notándose material parcialmente saturado asociado a calizas y material calcáreo de la formación Tibú y Mercedes con alto grado de fracturamiento (para resistividades bajas). También se presentan valores medios de franjas de material con menor humedad, asociándose a depósitos coluviales en los niveles superiores con espesores no mayor a 10m, poco consolidados y con clastos heterométricos. Bajo estos depósitos, las resistividades son correlacionables con rocas de la formación Aguardiente y/o Tibú y Mercedes hacia la parte baja; y las resistividades mayores a los 2800 ohm.m, están asociadas a material con bajo contenido de humedad y poco grado de alteración, correspondiendo a depósitos coluviales con matriz arenosa y clastos heterométricos en niveles superiores; y a rocas de la formación Aguardiente y/o Tibú y Mercedes en los niveles más inferiores. En los sondeos ejecutados para este portal se registraron depósitos coluviales con profundidades de 3 a 12m; a partir de estas profundidades resultaron suelos residuales limo arcillosos a saprolito con textura arenosa fina a media, moderadamente consolidada hasta los 30-40m. A mayor profundidad (mayor a 40m) se encontró roca arenisca con tonalidades grisáceas de baja porosidad correspondiente a la formación Tibú y Mercedes

Luego de todo el análisis de exploración geotécnica realizada se llegó a la sectorización geológica del túnel de acuerdo a la calidad de las rocas presentes, tal y como se muestra en la Figura 5.14 a Figura 5.16 correspondiendo al volumen de **“Estudios y Diseños de Fase III” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018**, presentado en el Anexo A, quedando lo siguiente:

Los materiales que se verán afectados por la excavación del trazado del túnel y la galería de evacuación corresponden a 3 formaciones de edad cretácica y una jurásica, concretamente a la formación Capacho hasta la abscisa K58+885, a la formación Aguardiente, desde la anterior abscisa y hasta la K59+200, desde este punto y hasta

K59+930 a la formación Tibú y Mercedes, y a partir de la K59+930 a la formación Girón de edad Jurásica que se encuentra suprayacida y cubierta por un gran depósito coluvial. Estos materiales han sido reconocidos tanto por las estaciones geomecánicas como por los sondeos realizados a lo largo del trazado del túnel. También se afectará a materiales cuaternarios y horizontes de meteorización del sustrato, en especial en los portales.

Los materiales de la formación Capacho están compuestos, según los tramos atravesados en los sondeos por un 100% de lodolitas, la formación aguardiente presenta un 87% de areniscas frente a un 13% de arcillolitas, en la formación Tibú y Mercedes los porcentajes de arcillolitas aumentan considerablemente, siendo un 58 % de arcillolitas frente a un 42% de areniscas. Los materiales cuaternarios corresponden con arcillas y gravas en porcentajes variables, pueden presentar gravas y bloques. (Ver “**Estudios y Diseños de Fase III**” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018).

5.1.1.2.9 Caracterización geológica y geomorfológica de ZODMES

A continuación, se realiza una descripción geológica y geomorfológica de cada uno de los ocho (08) ZODMES localizados dentro del área de la UF1, diferenciados por localización: primero se describirá el grupo de ZODMES encontrado en el costado occidental y seguido de ellos, los del costado oriental, así:

5.1.1.2.9.1 Costado Occidental Túnel Pamplona

ZODME 156

- Area de ZODME 156

Ubicado sobre un gran depósito de ladera que hace parte de un sector de piedemonte con relieve de montañas estructurales (


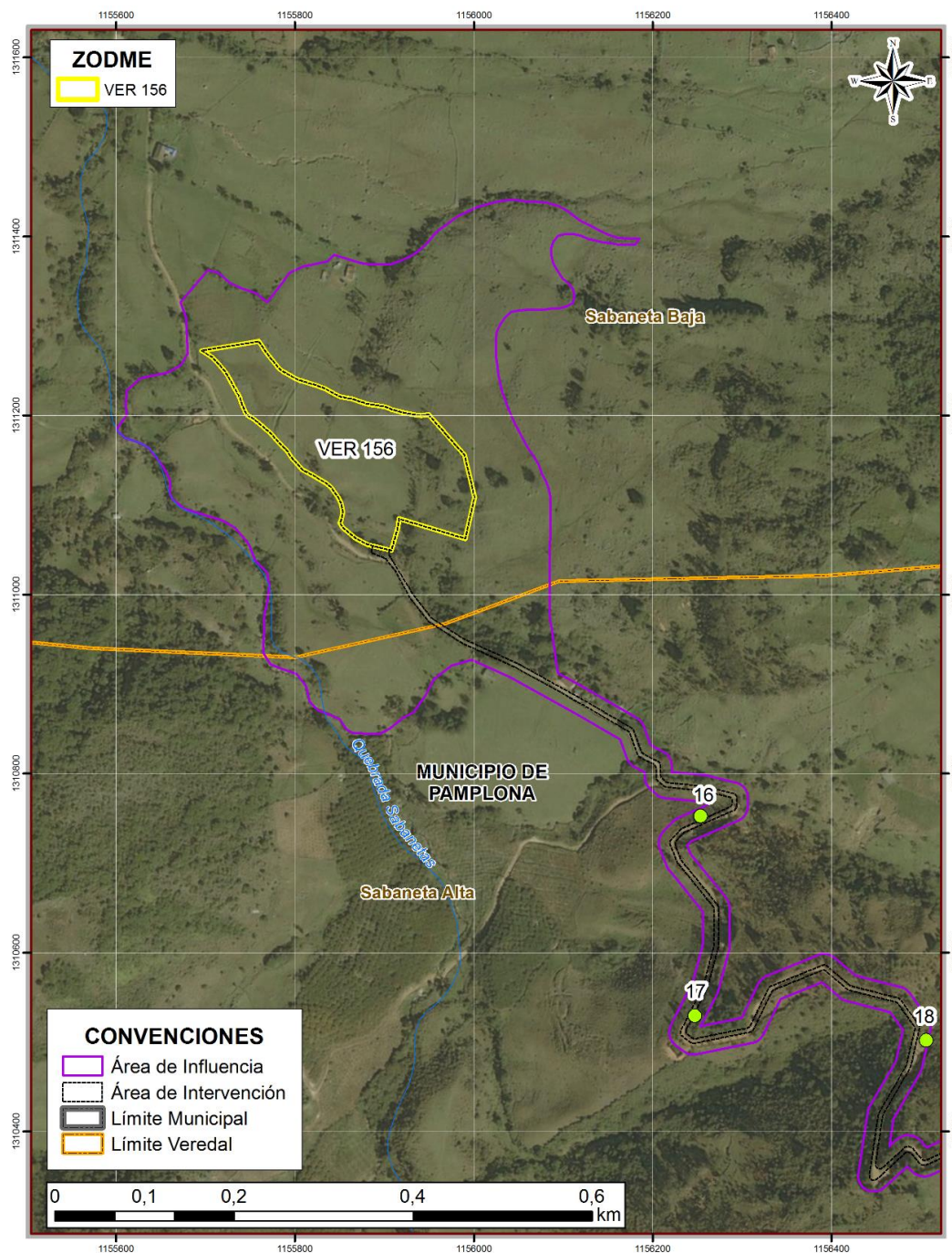
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.17), que en la parte superior está conformado por la contrapendiente estructural, cuyo material geológico a nivel de sustrato corresponde a areniscas de la formación Capacho, con pendiente mayor al 20%.

Al interior del área de ZODME se presenta una cárcava con una profundidad de 1m, afectando el depósito coluvial conformado por bloques de roca subangulares de arenisca masiva compacta de grano medio, con oxidación y presencia de biotita, matrizsoportados. Dicha área tiene baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa, laderas planas con cimas subagudas-angostas (ver Fotografía 5.29).

Figura 5.17 Ubicación y Acceso a ZODME 156, donde se detallan los puntos 16, 17 y 18 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.29 Area proyectada para el ZODME 156. Coordenadas: Este: 1.155.870; Norte: 1.311.162



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME

Sobre la vía de acceso hacia dicho ZODME (llegando al área proyectada del mismo) se presentan en su totalidad afloramientos de neis moscovítico, con bandeamiento, y alta meteorización (grado V) tal y como puede observarse en las Fotografía 5.30 y Fotografía 5.31, con dos familias de discontinuidades (diaclasas: J1 Rumbo N60°W Buzamiento 75°NE, J2: Rumbo N40°E Buzamiento 61°SE), se observó suelo residual de textura arenosa media, suelta, de color rojizo a pardo amarillento, con un cambio gradual de coloración, con presenica de minerales meteorizados de feldespato potásico y biotita, presenai de fracturas rellenas de oxido de manganeso. Siguiendo sobre la vía pero mas alejado de dicho ZODME en las coordenadas E1157022 N1309554 el neis se encuentra afectado por cicatrices de pequeños deslizamientos antiguos, de pendiente media 35°, laderas cóncavas, en contraste con el relieve prominente de las areniscas de la formación Tibú Mercedes.

**Fotografía 5.30 Afloramiento de Neis moscovítico con alta meteorización.
Coordenadas: Este: 1156511; Norte: 1310497**



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.31 Vía de acceso a ZODME 156. Afloramiento de Neis altamente meteorizado. Coordenadas: Este 1156944; Norte: 1308994



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 148

- Área de ZODME 148

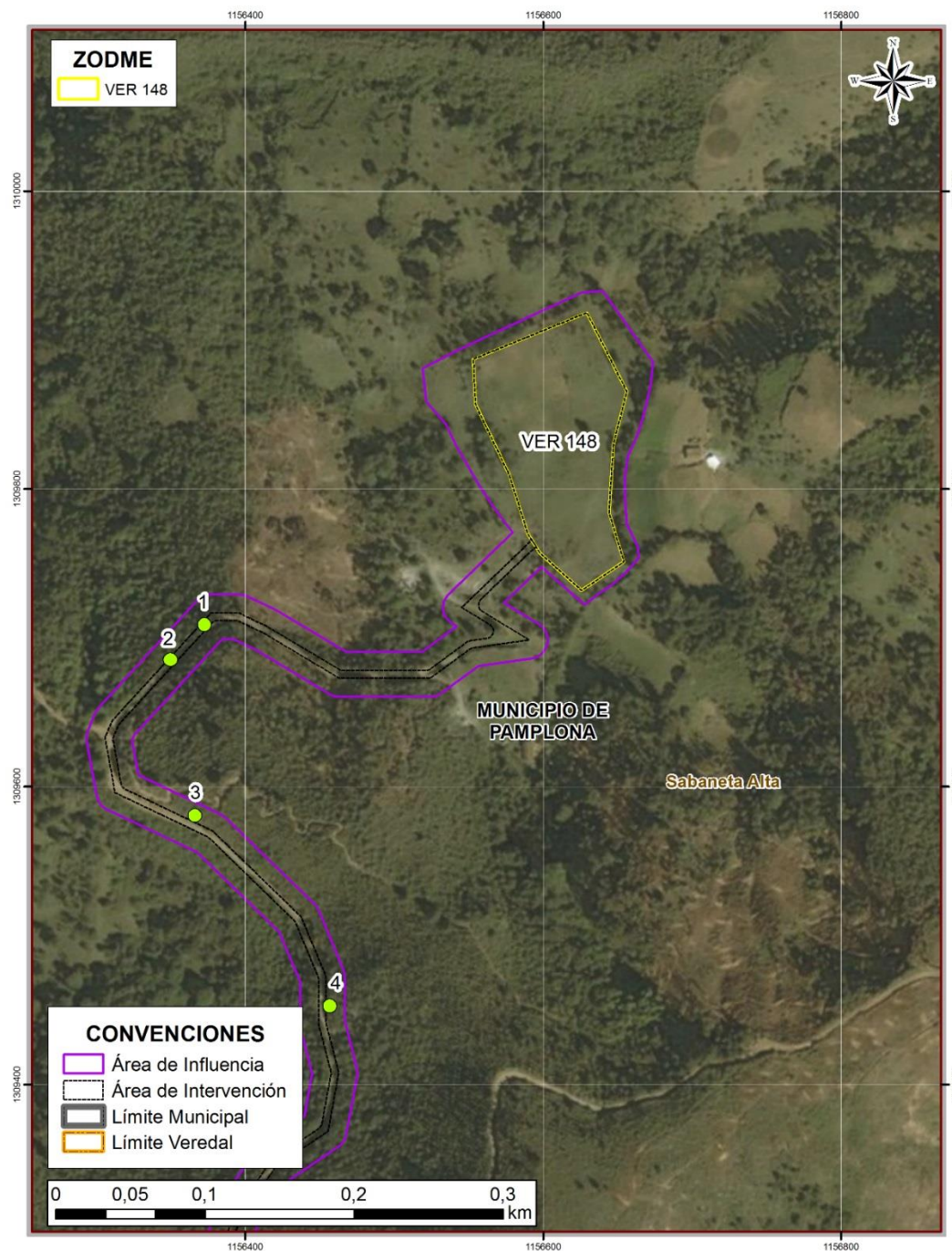
El área donde está proyectado el ZODME tiene una morfología fuertemente inclinada y fuertemente ondulada con ladera posterior moderadamente escarpada (mayor al 25%) y una pendiente mayor al 20%. Se evidenció una baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa formando parte en su mayoría de laderas onduladas convexas, con longitud media (de 100-500m), con cimas subredondeadas, corresponde a antiguo depósito de ladera con apariencia estable (ver Figura 5.18 y Fotografía 5.32).

Fotografía 5.32 Área proyectada para ZODME. Coordenadas: Este: 1.156.610; Norte: 1.309.833



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Figura 5.18 Area y Acceso a ZODME 148, donde se detallan los puntos 1, 2, 3 y 4 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

- Vía de acceso al ZODME 148


El acceso a dicho ZODME (ver Figura 5.18) está en afloramientos de roca metamórfica tipo neis, félsica, color crema, roca compacta, con presencia de moscovita, feldespato potásico y bandeamiento, meteorización moderada. La roca se encuentra muy fracturada; se tomaron datos estructurales de bandeamiento y sistemas de diaclasas (ver Fotografía 5.33, puntos 1(GPS), 2(GPS), 3(GPS), y 4(GPS)). El fracturamiento de la roca desarrolla bloques de roca de diámetro entre 30cm-1m, angulares (ver Fotografía 5.33, punto 1 (GPS)).

Fotografía 5.33 Afloramientos de Ortoneis (PDo) sobre el acceso al ZODME 148 (punto mas cercano dicho zodme), se nota el evidente bandeamiento en las capas de neis feldespático. Coordenadas: Este: 1156379; Norte: 1156379



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

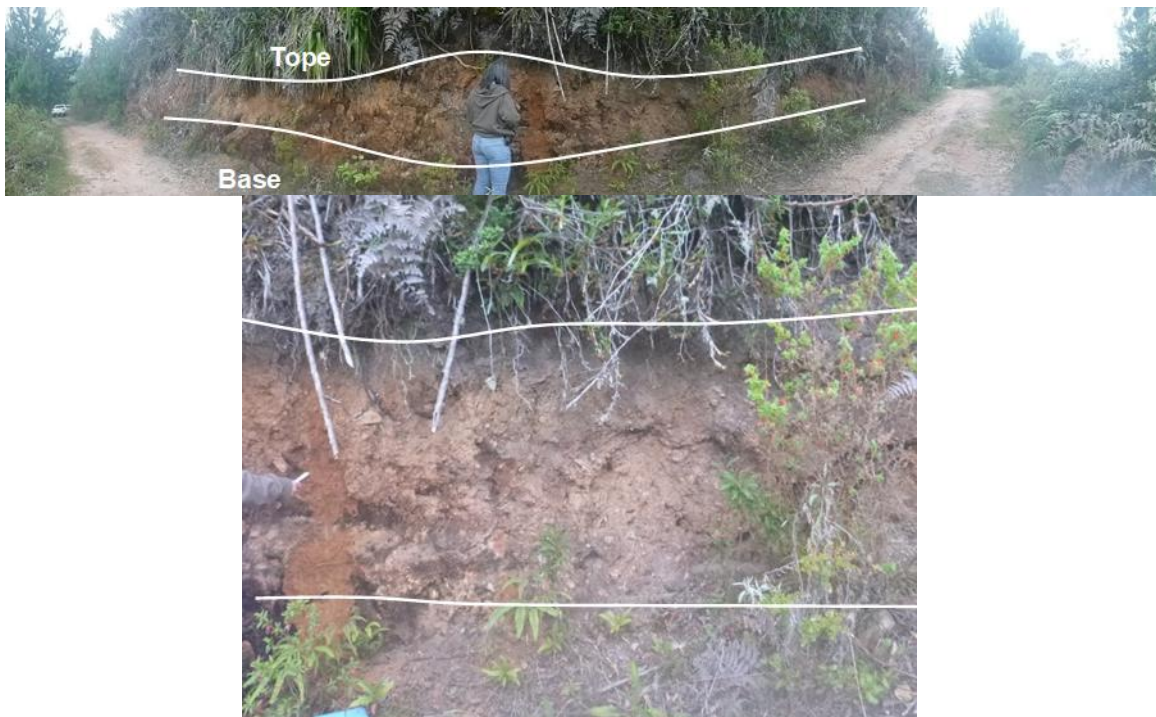
Sobre el mismo acceso, más alejado de dicho ZODME, se describe perfil de meteorización de neises cuarzo feldespáticos de PDo (Ortoneis): (Ver

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.34).

- En el tope se observa una capa orgánica, con espesor de 40cm de arena media suelta, café oscuro y abundantes raíces, con presencia de 5-10% de fragmentos de roca de diámetro entre 3-4cm, de neis cuarzosos.
- Hacia la mitad del perfil se observó suelo residual compuesto de arena gruesa, suelta, pardo rojiza, con fragmentos de roca (2%), con diámetro aproximado de 3cm.
- En la base se siguió evidenciando suelo residual con un cambio en el color a un tono pardo amarillo, de textura arenosa y leve presencia de estructura original de la roca, con presencia de óxido de Manganeso.

Fotografía 5.34 Perfil de meteorización de Neis cuarzo feldespático sobre la vía de acceso al ZODME 148. Coordenadas: Este: 1156350; Norte: 1309683



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

En sectores de la vía de acceso a dicho ZODME se presentan pequeños procesos erosivos y de remoción no cartografiables a la escala de trabajo. Sobre el mismo acceso se siguió observando neis fracturado con desarrollo de depósitos de ladera clasto soportados, cuyos fragmentos de roca presentan meteorización moderada (grado III), diámetro entre 3-7cm, angulares; con matriz del 30%, con textura de arena gruesa y suelta, con un espesor del depósito 2-3m (ver Fotografía 5.35 y

Fotografía 5.36)

**Fotografía 5.35 Talud de la vía dondese detalla neis muy fracturado. Coordenadas
Este: 1156367; Norte: 1309579**



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.36 Evidencia de depósito de ladera en la margen interna de la vía.
Coordenadas: Este: 1156367; Norte: 1309579





Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Sobre la misma vía de acceso, se observó un afloramiento con orientación subhorizontal de neis altamente fracturado, con desarrollo de fragmentos de roca de diámetro entre 5-7cm, angulares y sueltos. (Ver Fotografía 5.37).

Fotografía 5.37 Afloramiento de Neis con orientación subhorizontal fracturado.
Coordenadas: Este: 1156457; Norte: 1309451



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

ZODME 144

- Area de ZODME 144

El área proyectada para el ZODME se encuentra sobre una zona cóncava desarrollada sobre depósitos de ladera; el material parental son neises cuarzo feldespáticos con alta meteorización, angulares, a subangulares, el terreno es escalonado con una berma de 12m de ancho aproximadamente, con una pendiente fuertemente quebrada (25-50%), por lo que no requiere ningún tipo de intervención. Ver

Figura 5.19 y Fotografía 5.38.

Fotografía 5.38 Area de ZODME 144. Coordenadas: Este: 1.156.914; Norte: 1.308.926



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 144

El acceso a dicho ZODME comprende la vía nacional Ruta 663 (ver


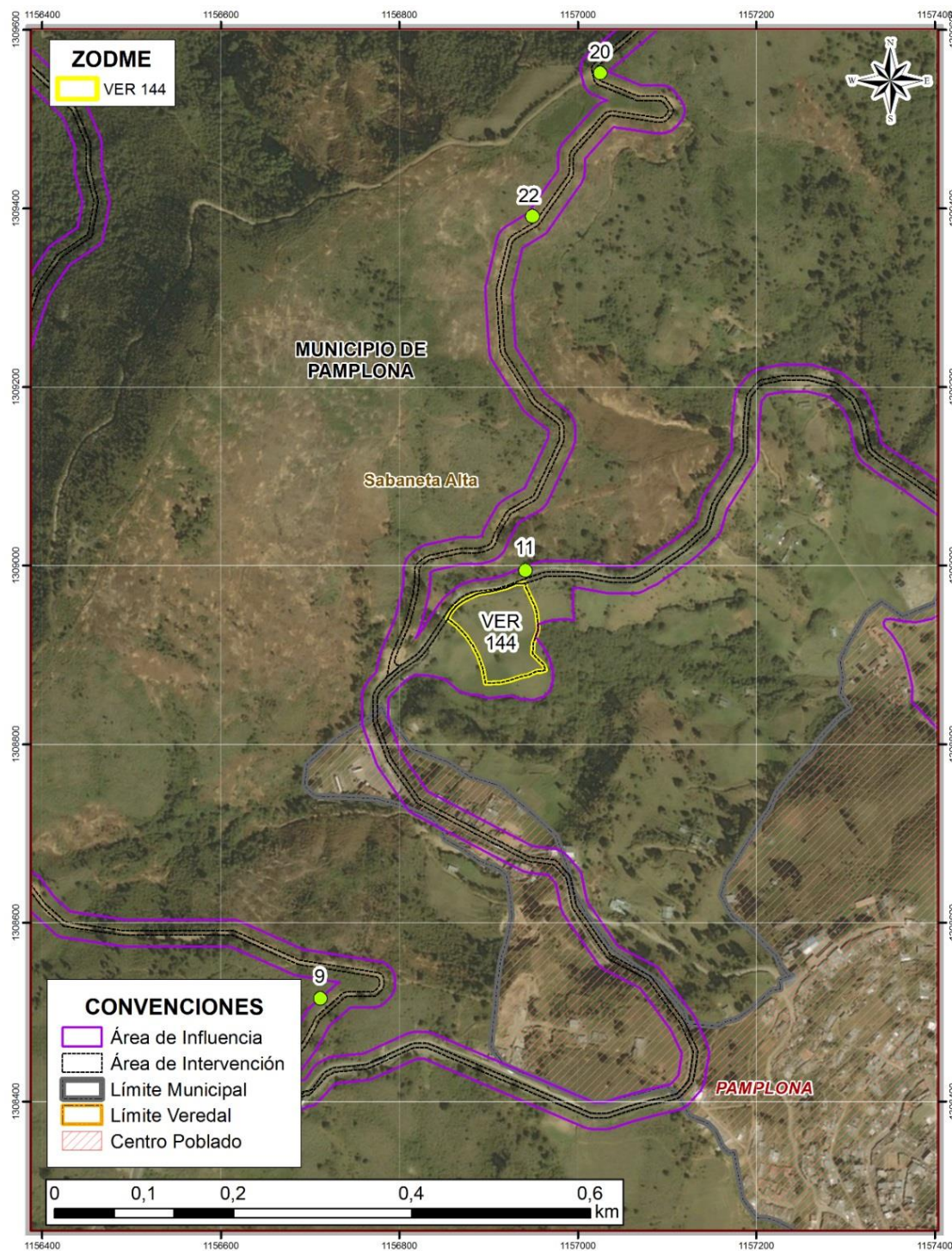
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.19 y Fotografía 5.39 B). En el acceso a dicho ZODME se observaron afloramientos de neis con meteorización alta (grado V) y presencia de bandeamiento con rumbo N28°W y buzamiento 70°SW (Fotografía 5.39 A).

Figura 5.19 Ubicación y Acceso a ZODME 144, donde se detallan los puntos 11, 20 y 22 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.39 Afloramiento de neis, altamente meteorizado donde observa el bandeamiento característico de dicha roca.



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.1.2.9.2 Costado Oriental

ZODME 118

- Area de ZODME 118

El área proyectada para dicho ZODME se localiza en una vaguada de forma cóncava, con un relieve ligeramente ondulado, escalonado, amplio y de apariencia estable (

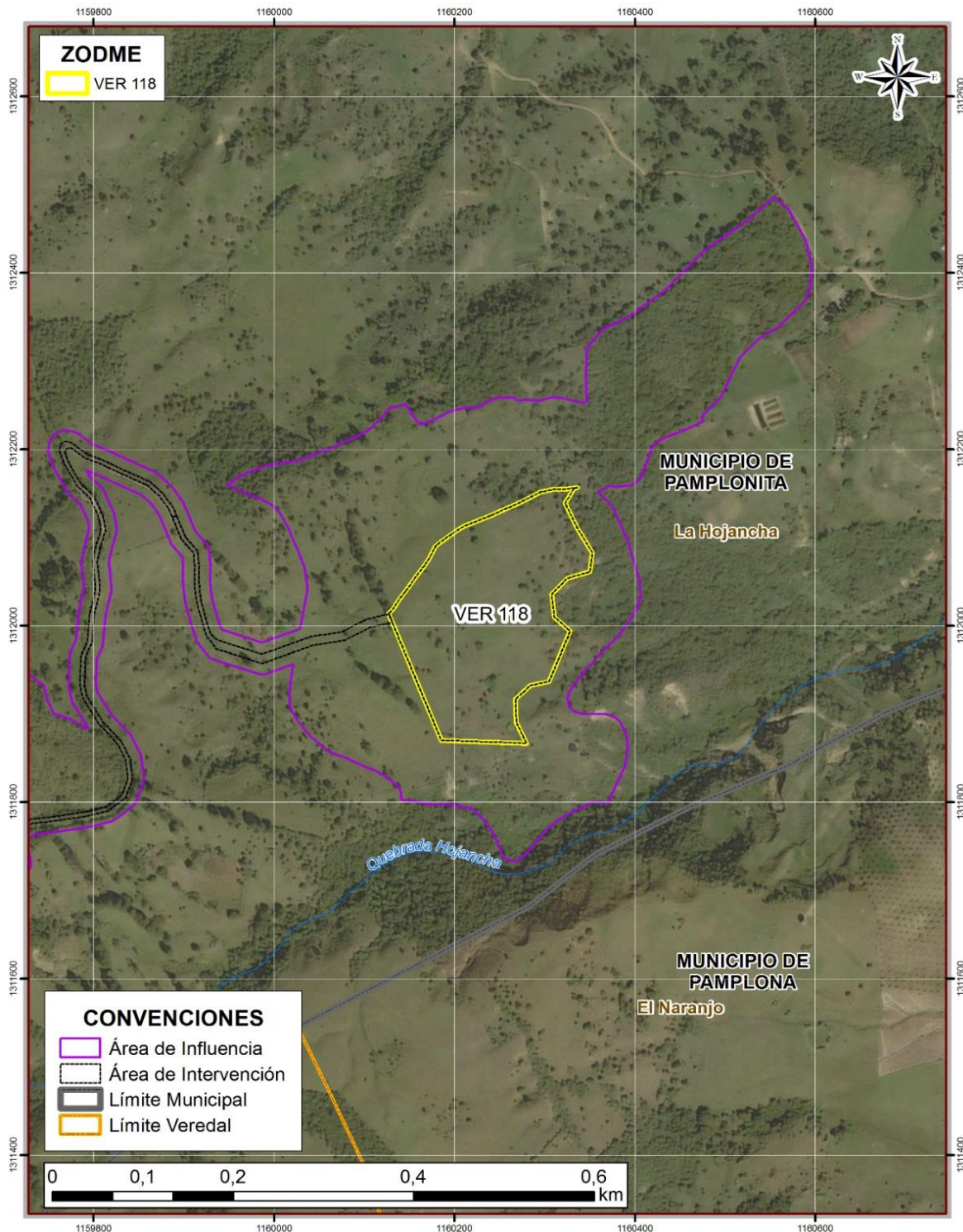
Figura 5.20 y Fotografía 5.40), con morfología colinada. (Ver Fotografía 5.41).

**Fotografía 5.40 Area proyectada para el ZODME 118. Coordenadas: Este: 1.160.240;
Norte: 1.312.011**



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Figura 5.20 Ubicación del área y acceso a ZODME 118



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Parte del área de dicho ZODME se proyectará sobre depósito coluvial compuesto de bloques de roca subangulares de composición arenisca fina, meteorización moderada (grado III) de color pardo amarillo a rojizo, con matriz de textura arenosa fina, algo arcillosa, de dureza media.

Fotografía 5.41 Ladera donde se localiza el límite inferior del ZODME 118.

Coordenadas: Este: 1160328; Norte: 1312207



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 118

Sobre la vía de acceso hacia dicho ZODME se observó un cambio morfológico, con aumento de pendiente del terreno. La estratificación sobre la vía tiene un rumbo de N35°E y buzamiento 64°SE compuesto de lodolitas grises claras, con meteorización esferoidal; desarrollando estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras.

ZODME 121

- Area de ZODME 121

Este ZODME se ubica sobre ladera estructural (


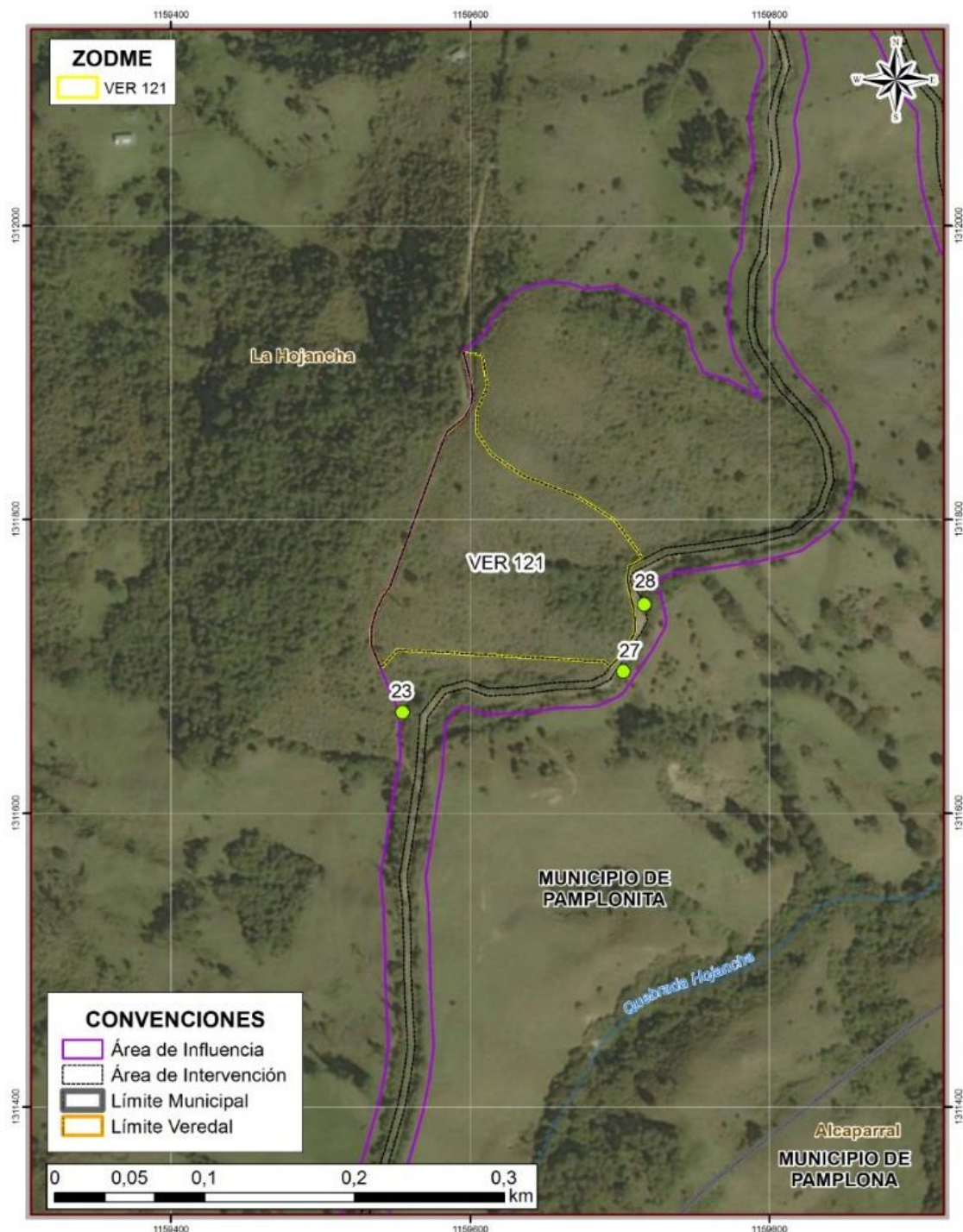
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.21) cuyo material parental son lodolitas altamente fracturadas de la formación Colón – Mito Juan, con meteorización alta (grado V) y buzamiento aproximado de 30° en el mismo sentido de la pendiente (247/10SE), presenta cimas redondeadas y amplias.

Dichas laderas están compuestas de lodolitas hacia la base con la orientación original de la roca, pero altamente fracturadas y altamente meteorizadas, desarrollando además (hacia la superficie) suelo arcilloso gris pálido en seco y pardo claro en húmedo, con fragmentos de roca lodolita dispersos (ver Fotografía 5.42).

Figura 5.21 Ubicación y Acceso a ZODME 121, donde se detallan los puntos 23, 24, 27 y 28 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



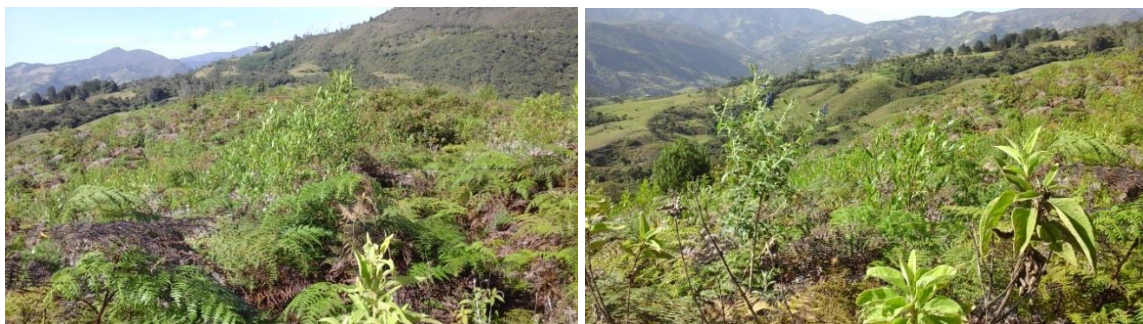
Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.42 lodolitas altamente fracturadas y meteorizadas. Coordenadas: Este: 1159550; Norte: 1311669



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

Fotografía 5.43 Vista de área para ZODME 121. Coordenadas: Este: 1.159.624; Norte: 1.311.770



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 121

La ubicación del ZODME en la parte inferior sobre la vía de acceso; presenta una pendiente del terreno de 40° aproximadamente, con roca lutita altamente fracturada con estratificación en el mismo sentido de la pendiente (ver Fotografía 5.44). En dicha fotografía se observa una ladera estructural, con un leve plegamiento de la roca, en menor proporción se identifican estratos de areniscas de grano medio, compactas, con presencia de micas.

Fotografía 5.44 Lutita altamente fracturada con estratificación en el mismo sentido de la pendiente (parte inferior del ZODME). Coordenadas: Este: 1159717; Norte: 1311739



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

En cuanto a las características morfológicas, esta unidad litológica (Kscm) presenta un relieve más deprimido respecto a las unidades litológicas contiguas, por el predominio de lutitas altamente fracturadas.

Sobre dicho acceso al ZODME se observó un cambio morfológico, con aumento de pendiente del terreno. Se observa estratificación de lodolitas grises claras con meteorización esferoidal; desarrollando estratos más gruesos que las lodolitas grises oscuras. Este acceso se encuentra sobre relieve de montañas estructurales, cimas redondeadas y amplias. Un poco más alejado del área proyectada para el ZODME, se presentan pendientes medias de 18°, convexas, con erosión moderada en patas de vaca (rasgo característico y presente en toda el área de influencia). Inmediato a ello (un poco más alejado del área de ZODME pero sobre la misma vía de acceso) se presenció un cambio morfológico; donde la roca se encuentra completamente fracturada: zona de cizalla.

La roca corresponde a lodolitas de color café medio a pardo amarilla, con meteorización alta (grado V); se alcanza a observar la estructura original de la roca, con 20% de fragmentos de roca. Se observaron esfuerzos en diferentes direcciones, con orientación de estratos variable, correspondiendo a un contacto fallado, cartografiado en el plano geológico de la UF1 (**VAPA_007_EIA_MA_GR_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). También se observan intercalaciones de areniscas compactas de grano fino, con espesor 30cm, color gris medio, y lodolitas compactas, meteorización leve (grado II) y espesor 15cm.

Fotografía 5.45 Estratificación de lodolitas grises claras. Coordenadas: Este: 1159441; Norte: 1311204



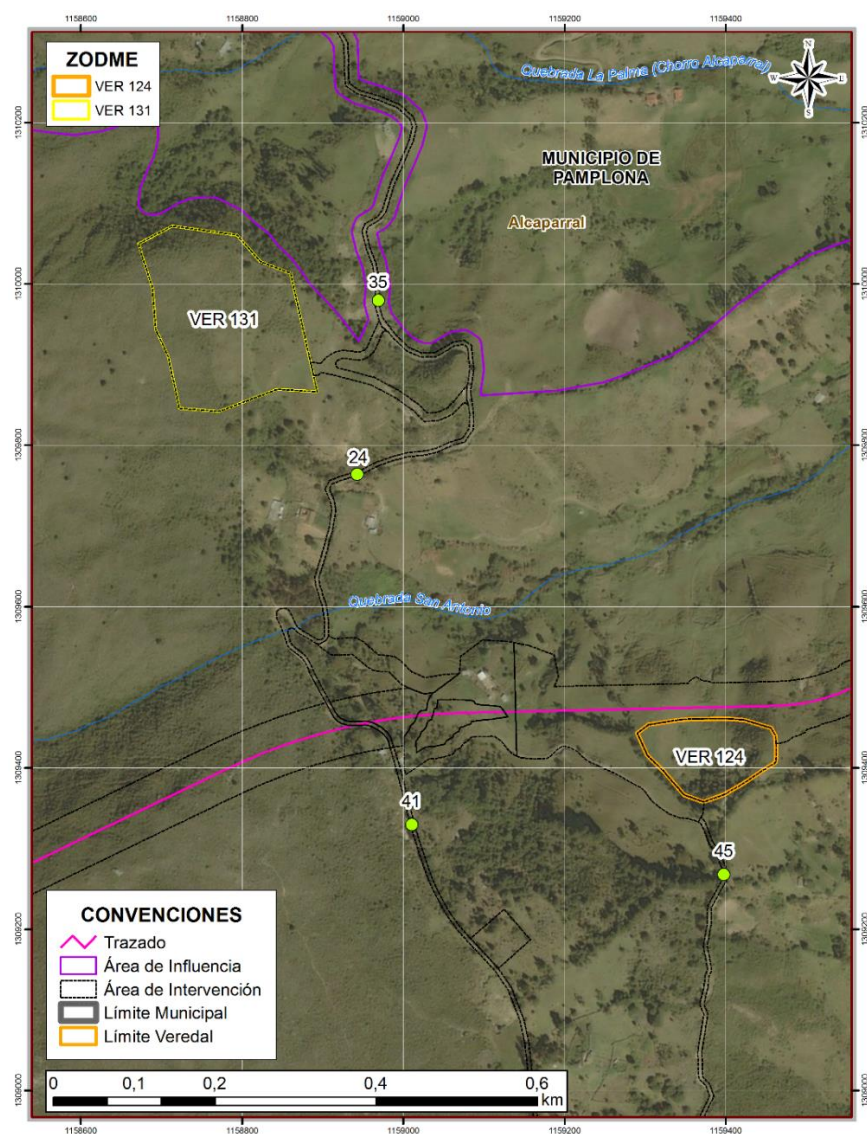
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 124

- Área de ZODME 124

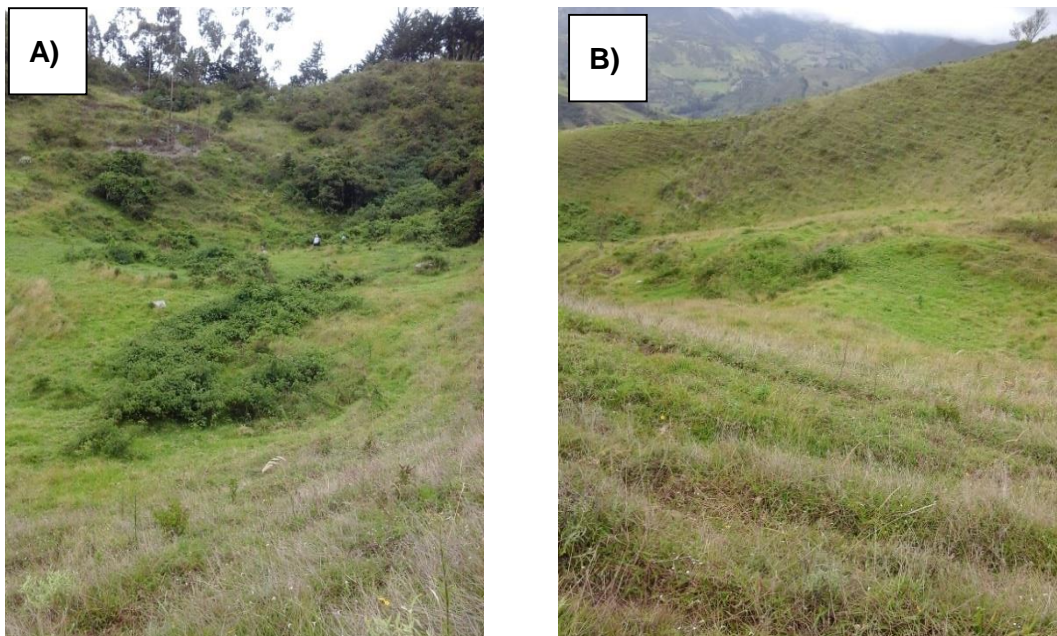
El área proyectada presenta un relieve escalonado en la parte central del mismo con una pendiente fuertemente quebrada (25-50%), con laderas cóncavas de longitud media de cimas redondeadas-angostas. En la parte baja de dicho ZODME se observan solifluxión plástica, lo que genera el relieve escalonado ya mencionado (ver Figura 5.22 y Fotografía 5.46).

Figura 5.22 Ubicación y Acceso a ZODME 124, donde se detallan los puntos del GPS (puntos verdes) que consistieron en el levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.46 Área proyectada para el ZODME 124. Coordenadas: Este: 1.159.380; Norte: 1.309.418



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME 124

El acceso a este ZODME corresponde a la vía que llega a la vereda Alcaparral (Figura 5.22 y Fotografía 5.47) y el mismo corredor de diseño de la vía proyectada. Sobre la misma afloran rocas lutitas muy fracturadas y plegadas de la formación Capacho (Kic).

Fotografía 5.47 Vía de acceso al ZODME 124



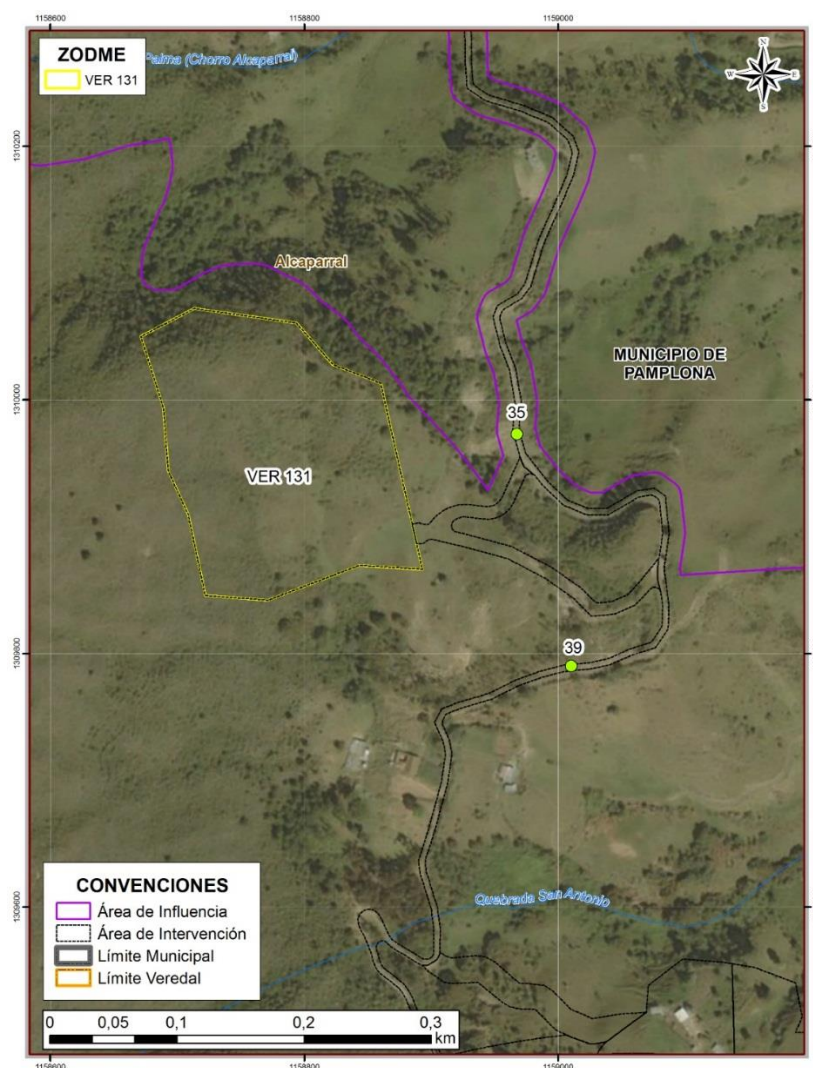
Fuente: Aecom-ConCol. 2018

ZODME 131

- Área de ZODME

El área proyectada para dicho ZODME está ubicada entre laderas estructurales cóncavas y convexas, sobre lomo denudado (ver Figura 5.23 y Fotografía 5.48), en zona de contacto de la formación Capacho (Kic) con la formación Aguardiente (Kia), tal y como se observa en el plano geológico, donde se observaron generalmente intercalaciones de lutitas y areniscas finas compactas, muy fracturadas y plegadas. El sitio de ZODME presenta abundantes bloques de roca arenisca angulares, compactas y con meteorización leve a roca fresca.

Figura 5.23 Área y Acceso a ZODME 131, donde se detallan los puntos 35 y 39 del GPS (puntos verdes) que consistieron en levantamiento de información geológica y geomorfológica para esta área



Fuente: Aecom-ConCol. 2018. Dibujo sobre imagen BaseMap de ArcGis 10.3

Fotografía 5.48 Area proyectada del ZODME 131 Coordenadas: Este: 1.158.778; Norte: 1.309.956

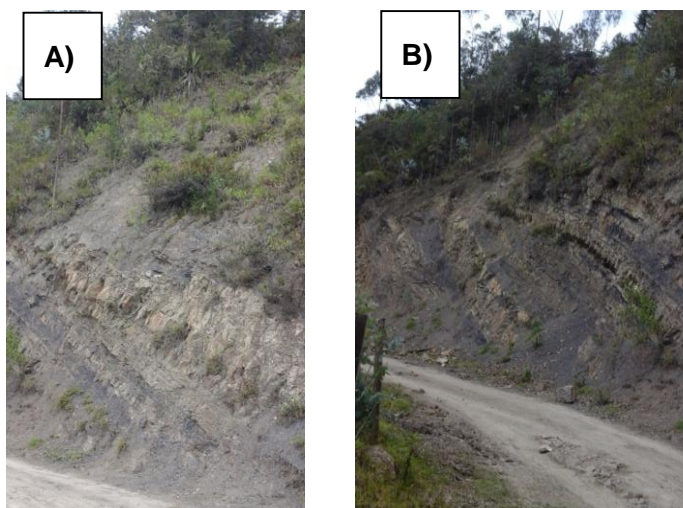


Fuente: Aecom-ConCol. 2018

- Vía de acceso al ZODME

En la zona de acceso a este ZODME se identificó un pequeño anticlinal tumbado en intercalaciones de areniscas y lodolitas (ver Fotografía 5.49). En sitios puntuales de la vía de acceso se observaron procesos menores de remoción en masa que afectan el talud de corte de la vía, no cartografiables a la escala de trabajo. El límite inferior del área de ZODME tiene una pendiente aproximada de 45°, en la que se presentan pequeños desprendimientos de material rocoso (no cartografiables a la escala de trabajo).

Fotografía 5.49 Intercalación de areniscas y lodolitas de la formación Capacho, en la B) se observa un anticlinal tumbado. Coordenadas: Este: 1158967; Norte: 1309986



Fuente: Aecom-ConCol. 2018

5.1.2 Geomorfología

5.1.2.1 Aspectos conceptuales.

De acuerdo con (SGC, 2012), la expresión morfológica del terreno depende de los tipos de materiales, la disposición estructural, los procesos naturales que interactúan de acuerdo con el ambiente o condiciones externas e internas dominantes y el tiempo de duración de estos (Gregori, 1978 en Kéller y Rockwell, 1984; Roberston, 1990, Carvajal, 2002). Lo anterior permite determinar la siguiente concepción geomorfológica:

GEOFORMA/ PAISAJE = ΣFACTORES INTERNOS + ΣFACTORES EXTERNOS

La interpretación de la geomorfología tiene por finalidad la descripción de las formas del terreno, y la explicación de su génesis (origen), evolución a través del tiempo geológico, la definición de la naturaleza de los materiales, la clasificación de los paisajes según el proceso o agente natural dominante, composición, edad y explicación de la magnitud de los agentes y procesos geomorfológicos modeladores.

“Al comprender cada uno de los elementos y procesos naturales que le dan origen al paisaje, es posible deducir o pronosticar el comportamiento del terreno con relación a diversos procesos naturales y antrópicos. De igual manera se puede lograr reconocer y deducir la resistencia de los materiales litológicos relacionados a los procesos y a las condiciones degradacionales y denudacionales. El análisis de las condiciones geomorfológicas conduce a:

- a. Entender la influencia y control de las estructuras geológicas regionales sobre las geoformas (Ej.: escarpes y drenajes asociados).*
- b. La génesis de las geoformas, que reflejan la dinámica de los procesos naturales actuales: endógenos y exógenos (denudación, acumulación).*
- c. Relacionar la geometría de los terrenos (las formas de las laderas) a tipos de movimientos antiguos o activos de remoción en masa. En algunos casos permite deducir situaciones críticas o potenciales.*
- d. Establecer la magnitud de la dinámica de los procesos denudativos que están actuando sobre una geoforma en particular.*
- e. Las relaciones espaciales de las geoformas, debido a que determinan zonas homogéneas con características litológicas y geomecánicas similares”.*

Este documento cumple con los requerimientos de los términos de referencia establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en 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 propuesta por (SGC, 2012), que se explica a continuación.

La propuesta metodológica de cartografía geomorfológica de (SGC, 2012) aplica los principios generales y métodos de análisis de los sistemas de clasificación y evaluación de terrenos P.U.C.E (provincia, patrón, unidad y componente de terreno), desarrollado con fines ingenieriles por Grant, (1967 y 1978 en Ferrero y García, 1987), Cortés (1989), y Carvajal (2002, propuesta para INGEOMINAS).

El análisis geomorfológico utilizado en este proyecto es concordante con la jerarquización geomorfológica propuesta por Carvajal (2002). Las categorías utilizadas de mayor a menor son: zona geoestructural, provincia geomorfológica, región geomorfológica, unidades y subunidades geomorfológicas y componente geomorfológico. Para llevar a cabo la cartografía geomorfológica requerida, se cumplió lo siguiente:

5.1.2.1.1 Recopilación y Análisis de Información Secundaria

Consulta, evaluación y análisis de los estudios del medio físico por medio de los cuales se realizó la caracterización de las unidades geomorfológicas; esto correspondió a estudios de suelos de tipo general, en razón a la relación suelo-paisaje establecida en la prospección pedológica, la cual es desarrollada sobre unidades geomorfológicas identificadas, acordes con el sistema solicitado en los términos de referencia de Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles (resolución 751 de 2015).

5.1.2.1.2 Interpretación de imágenes aéreas

A partir de ortofoto, imágenes de Google Earth y BaseMap de ArcGis 10.3 del área de estudio y fotografías aéreas (vuelo C-2413, foto No. 12, del año 1990), se realizó fotointerpretación geomorfológica (análisis multitemporal de procesos morfodinámicos), que junto con el trabajo de campo, permitió mejorar el nivel de detalle de la cartografía (escala 1:10.000).

5.1.2.1.3 Trabajo de campo

Reconocimiento geomorfológico del área de influencia, donde se corroboraron y complementaron las características de las diferentes unidades geomorfológicas y procesos morfodinámicos en el área de influencia.













5.1.2.1.4 Informe y Mapas anexos

Descripción de características morfológicas, morfométricas y morfodinámicas del área de influencia.











5.1.2.2 Área de Influencia

El área de influencia se localiza sobre la Cordillera Oriental, desde la parte alta en un relieve de montañas con alturas hasta 2200 msnm (más cercano a Pamplona), en ambos márgenes del río Pamplonita. El área de estudio (UF1) está conformada por la región geomorfológica de Montaña, que conforman la Cordillera Oriental, en el área más cercana a Pamplona. El plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** presenta la distribución de las unidades y subunidades geomorfológicas dentro de la UF1 y en la Tabla 5.4 se sintetiza la descripción de estas, su génesis y características morfográficas y morfodinámicas.


Tabla 5.4 Unidades Geomorfológicas en el área de influencia de la UF1

Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de solifluxión y deslizamientos de tipo rotacional, generando de esta manera geoformas de tipo denudacional	Ladera Estructural (SDle)		SDga 	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
							SDco 	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y deposición de materiales en las laderas. Están constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
							SDdr 	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
							SDtr 	Estructura en forma de cono o lóbulo, con morfología plana a suavemente ondulada. Su origen es relacionado al movimiento de rocas o tierra a lo largo de una superficie de falla más o menos planar. El movimiento es controlado por segmentos de debilidad asociados con planos de estratificación, y alto fracturamiento.
							SDct 	Lóbulo lo calizado en la base de un escarpe donde aflora la formación La Luna. Presenta un ápice angosto y en los cambios de la pendiente extremos redondeados, laderas de longitudes cortas a medias, convexas a cóncavas hacia la parte distal. Su origen esta relacionado a procesos de acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares heterométricos que se desprendieron de la parte alta de dicho escarpe por actividad tectónica.
							SDbr 	Escalón alargado en forma de terraza de morfología alomada o colinada, limitado por escarpes de línea de falla de longitud muy corta de forma convexa e inclinación abrupta. Su origen esta relacionado con el escalonamiento diferencial desarrollado por el proceso de fallamiento característico del área.
					Ladera Ondulada (SDlo)		SDco 	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y deposición de materiales en las laderas. Están constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
							SDdr 	Lóbulos con morfología alomada baja, de longitud corta, irregulares, localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas y lobuladas en su parte distal. Su origen es relacionado a la acumulación de tierra y bloques.
					Lomo Denudado bajo de longitud larga (SDlebl)		SDga 	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
							SDco 	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y deposición de materiales en las laderas. Están constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos
					Ladera de Contrapendiente (SDlcp)		SDga 	Superficie de acumulación con longitud moderadamente larga, suavemente inclinada, originado por la acumulación de material fino debido a procesos de erosión laminar, estas subunidades incluyen los planos adyacentes, formador por cuerpos coluviales de material fino y algunos bloques producto de la erosión la minar de las laderas circundantes
							SDco 	Lóbulos de morfología alomada baja, relacionados a procesos de transporte y deposición de materiales en las laderas. Están constituido por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes de diferente composición, embebidos en matriz arenosa y de finos

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Z. GEOST	PROV. GEOM	REGIÓN GEOM	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SIMBOLO	DEFINICIÓN
CORDILLERA	CORDILLERA ORIENTAL	MONTAÑA	ESTRUCTURAL DENUDATIVA (SD)	Expresión morfológica combinada debido a la inclusión de geoformas estructurales a nivel regional (estado inicial del terreno), las cuales se han ido modelando a nivel local con la presencia de grandes cuerpos coluviales, de soliflucción y deslizamientos de tipo rotacional, generandose de esta manera geoformas de tipo denudacional	Altiplano (SDa)			Superficie plana con pendiente suavemente inclinada a muy inclinada, limitada por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas. Su origen esta relacionado a partir de levantamientos tectónicos y por la acción conjunta de procesos denudacionales, erosión intensa y fluvial regional. Presenta una parte superior plana algunas a veces con morfología colinada a alomada y sus vertientes, con una longitud larga a extremadamente larga, generalmente afectadas por procesos denudacionales acentuados por procesos de erosión y acumulación.
					Espolón festoneado moderado de longitud media (Sdefesmm)			Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF 1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón varía entre 250 m y 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud larga (Sdefesml)			Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF 1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es mayor que 1000 m.
					Espolón festoneado moderado de longitud corta (Sdefesmc)			Laderas y crestas simétricas de morfología alomada, cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas, sobre rocas de distinto origen. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas cóncavas para la UF 1 Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados. La particularidad de esta unidad radica en que el relieve relativo varía entre 250 m y 1000 m y la longitud del eje principal del espolón es menor que 250 m.
			FLUVIAL (F)	Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de la corriente del río Pamplonita y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dicha corriente, debido a la dinámica normal de las corrientes. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas al río y en el fondo del cauce, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando ésta corriente pierde su capacidad de arrastre	Terraza de Acumulación (Fta)			Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce del río Pamplonita. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial. Estas terrazas pueden ser parte del cauce y están constituidos por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se alejan del cauce del río.
					Cauce activo (Fca)			Canal de forma irregular excavado por erosión de la corriente estacional del río Pamplonita, dentro de macizos rocosos y sedimentos aluviales. Este cauce persiste por grandes distancias dependiendo de factores de pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal. El cauce esta restringido a valles estrechos en forma de V, relacionados al control estructural de fallas o diaclasas.
					Cono de Deyección (Fcdy)			Superficie en forma de cono, con una inclinación en planta de 5° - 10° y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. estas geoformas se encuentran hacia la zona de traslape con la UF2
			ANTRÓPICA (A)	Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.	Canteras (Ac)	Flancos de Canteras		Escarpe o corte realizado a la ladera para explotación de material con forma irregular
					Superficies de Explanación (Asp)			Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso y/o materiales inconsolidados (como es el caso de la UF1 depósitos de origen aluvial) con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno.
					Planos y campos de Llenos antrópicos (Ar)			Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas y obras civiles. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2018

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5.1.2.2.1 Morfometría

Se utilizó el mapa de pendientes del terreno que se encuentra en el plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** como unidad de referencia para el análisis cuantitativo de las geoformas, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 5.5 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos

Tipos de Relieve		Índices de Inclinação de ladera	
Tipo	Elevación (m)	Inclinación	Descripción
Montañoso	>500	<5°	Plana o suavemente inclinada
Colinado	200-499	6-10°	Inclinada
Loma	50-200	11-15°	Muy inclinada
Montículos	0-49	16-20°	Abrupta
		21-30°	Muy abrupta
		31-45°	Escarpada
		>45°	Muy escarpada
Índice de Contraste de Relieve		Longitud de ladera	
Elevaciones (m)	Descripción	Longitud (m)	
<29	Muy bajo	<50	Muy corta
30-74	Bajo	51-250	Corta
75-149	Moderado	251-500	Moderada
150-249	Alto	501-1000	Larga
250-499	Muy alto	1001-2500	Muy larga
>500	Extremadamente Alto	>2500	Extremadamente larga
Formas de ladera	Tipos de forma de ladera	Índice de frecuencia de drenaje	
Recta	Cóncava-divergente	Nº F/Km²	Cualificación
Cóncava	Cóncava-convergente	>40	Muy alta
Convexa	Convexa-divergente	21-40	Alta
Irregular	Convexa-convergente	11-20	Media
Compleja		5-10	Baja
		<5	Muy baja
Formas de Valle	Formas de cresta	Densidad de drenaje	
Artesa	Aguda	Rangos	Cualificación
Forman de V	Redondeada	<0.5 Km/Km2	Baja
Forma de U	Convexa amplia	0.51-1 Km/Km2	Moderada
	Convexa plana	>1 Km/Km2	Alta
	Plana		
	Plana disectada		
Textura de drenaje			
Densidad	Frecuencia de drenaje	Textura de drenaje	
Baja	Baja a muy baja	Gruesa	
Moderada	Media	Mediana	
Alta	Alta	Fina	
Muy alta	Muy alta	Muy fina	

Fuente: Carvajal, 2012.

De acuerdo a lo anterior, se tienen pendientes dentro del área de 1-12% correspondientes a las zonas del cauce activo del río Pamplonita, áreas aledañas de terraza y zonas de depósitos coluvio aluviales asociados a valles formados entre colinas por drenajes

presentes en el área y zona estructural (Berma de fallamiento), lo que indica inclinaciones ligeramente planas a moderadamente inclinadas para la zona de traslape de la UF1 con la UF2 y las áreas ya mencionadas (plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

El resto del área de influencia de la UF1 presenta pendientes mayores a 25% que indica laderas ligeramente escarpadas a totalmente escarpadas, a excepción de los valles formados entre colinas por drenajes que presentan pendientes menores (como ya se mencionó en el párrafo anterior. (Ver plano **VAPA_008_EIA_MA_PT_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Cada uno de los atributos presentados en la Tabla 5.5 fue tomado en cuenta para la descripción de las geoformas y unidades geomorfológicas que a continuación se detallan:

5.1.2.2.2 Morfogénesis

5.1.2.2.2.1 Ambiente Estructural Denudativo (SD)

Para el área de influencia, este tipo de ambiente corresponde a un paisaje de montañas que se desarrollan sobre rocas sedimentarias del Cretácico y neis de origen ígneo del Pre-Devónico, los cuales se encuentran en contactos fallados en su mayoría y presentan una morfología de montañas altas, laderas largas, rectas, algunas escalonadas, patrón de drenaje profundo y generalmente subparalelo, con abundantes escarpes de deslizamientos antiguos, pendientes desde fuertemente inclinadas (12-25%) hasta totalmente escarpadas (>100%). Este tipo de ambiente decidió llamarse así ya que incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y al fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica está definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades; además se evidenciaron geoformas cuya expresión morfológica se debe a la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que ha remodelado el terreno y han dejado remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos.

Las unidades geomorfológicas que caracterizan las montañas estructurales denudativas, en dicha unidad funcional son: las Laderas Estructurales (SDle), en las cuales aparecen subunidades como glacis de acumulación (SDga), Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), Cono de Talus (SDct) y Terraza y Berma de fallamiento (SDbf); las Laderas Onduladas (SDlo) en las cuales se encuentran subunidades denudativas como Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco) y Conos o lóbulos de deslizamiento rotacional (SDdrt); los Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl) donde también se presentan subunidades denudativas como Glacis de acumulación (SDga) y Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco); también se presenta un área de Ladera de contrapendiente (SDlcp) compuesta por subunidades de tipo Glacis de acumulación (SDga) y Conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco); y la unidad de Altiplano (SDa) la cual presenta como subunidad las superficies de explanación (Asp) definidas e este caso como las zonas que han sido urbanizadas para conformar el municipio de Pamplona.

Fotografía 5.50 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159631; Norte: 1309243



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Fotografía 5.51 Relieve de laderas estructurales denudativas en rocas sedimentarias dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1159763; Norte: 1309435



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Las rocas sedimentarias desarrollan suelos residuales someros, sobre los cuales es común que se generen deslizamientos de medianas a grandes dimensiones, antiguos y recientes, que evidencian la alta susceptibilidad a movimientos en masa; las pendientes varían entre fuertemente inclinadas (12-25%) a moderadamente escarpadas (50-75%) y en menor proporción fuertemente escarpadas (75-100%) a totalmente escarpadas (>100%). Son laderas irregulares, de cimas subangulares y angostas.

En la Unidad funcional 1, este tipo de ambientes se identifican en toda el área de influencia como se observa en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**

5.1.2.2.2.2 Ambiente Fluvial (F)

Incluye las geoformas que se originan por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de las corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre.

En el área de estudio estas geoformas están asociadas a lo largo del cauce del río Pamplonita y zonas aledañas formando terrazas de acumulación de los sedimentos y conos de deyección transportados por dicho cauce, producto de la dinámica normal de esta corriente como se puede ver en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**. El relieve de esta unidad geomorfológica es ligeramente inclinado (3-7%) a moderadamente inclinado (7-12%).

5.1.2.2.2.3 Ambiente Antrópico (A)

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno.

En la Unidad funcional 1, este tipo de ambientes se identifican hacia los alrededores del cerro donde aflora la unidad geológica competente de la formación Aguardiente (Kia) en este caso a manera de cortes y excavaciones del talud para extracción de materiales de construcción como flancos de canteras (Afc), además de unidades como Superficie de explanación (Asp) y Planos y campos de llenos antrópicos (Ar) tal y como se puede ver en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**


5.1.2.2.3 Unidades y Subunidades Geomorfológicas

5.1.2.2.3.1 Ambientes Estructurales Denudativos (SD):

Este ambiente está conformado por laderas estructurales (**SDle**), Laderas onduladas (**SDlo**), Lomos denudados bajos de longitud larga (**SDldebl**), Ladera de contrapendiente (**SDlcp**), Altiplano (**SDa**) y Espolones festoneados moderados: de longitud larga, media y corta (**SDefesml**, **SDefesmm** y **SDefesmc** respectivamente).

5.1.2.2.3.2 Laderas Estructurales (SDle)

Para el área de influencia de la UF1 esta unidad corresponde a superficies en declive de morfología irregular definida por planos preferentes de estratificación o diaclasamiento paralelos a la inclinación del terreno, en su mayoría de longitudes largas y con pendientes muy inclinadas a escarpadas (ver

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.52).

Fotografía 5.52 Unidad de Laderas estructurales (SDle) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo de deslizamiento rotacional y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159684; Norte: 1309250



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Dentro de esta unidad geomorfológica para la UF1 se presentan subunidades como Glacis de Acumulación (SDga) producto de la tectónica y drenaje presente, Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco) relacionados a procesos de transporte y depositación de materiales en las laderas, Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt) relacionado para esta unidad funcional a la acumulación de tierra en las laderas producto de este tipo de deslizamiento, Cono de Talus (SDct) relacionado a procesos de fragmentación mecánica de bloques que se desprendieron de la parte alta del escarpe de un afloramiento de la formación La Luna por actividad tectónica, Terraza o berma de fallamiento (SDbf) relacionado con un escalonamiento diferencial desarrollado por el proceso de fallamiento característico del área.

5.1.2.2.3.3 Laderas Onduladas (SDlo)

Superficies de morfología alomada de pendientes muy inclinadas a abruptas con longitudes medias a largas, presentando un patrón de drenaje subparalelo, formadas sobre suelos residuales y depósitos coluviales (Fotografía 5.53).

Fotografía 5.53 Unidad de Laderas Onduladas (SDlo) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159590; Norte: 1308410



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

Dentro de esta unidad se encuentran subunidades correspondientes a procesos de remoción y solifluxión (SDdrt y SDco respectivamente).

5.1.2.2.3.4 Lomos denudados bajos de longitud larga (SDldebl)

Se presentan dentro del área de influencia de la UF1 lomos con un relieve menor a 250 m y longitud del eje mayor a 1000m, alargados en direcciones perpendiculares al drenaje principal (río Pamplonita). Se presentan con topos más redondeados debido al saprolito de las rocas presentes y de la gran cantidad de procesos morfodinámicos actuales y antiguos que han modelado el terreno (Fotografía 5.54).

Este lomo es atravesado por la subunidad de glaciares de acumulación (SDga) producto del drenaje presente y actividad tectónica y algunos conos y lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco).

Fotografía 5.54 Unidad de Lomos denudados bajos de longitud larga (SDIdebl) en montañas estructurales denudativas, donde se evidencia un cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (definidos como subunidad dentro de esta). Coordenadas: Este: 1159573; Norte: 1309500



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.5 Laderas de Contrapendiente (SDIcp)

Para el área de influencia de la UF1 esta unidad corresponde a superficies en declive de morfología irregular definida por planos preferentes de estratificación o diaclasamiento dispuestos en sentido contrario a la inclinación del terreno, en su mayoría de longitudes largas y con pendientes muy inclinadas a escarpadas. Dentro de esta unidad se presentan conos o lóbulos coluviales y de solifluxión (SDco) como subunidades. (Ver Fotografía 5.55).

Fotografía 5.55 Unidad de Laderas de contrapendiente (SDIcp) en montañas estructurales denudativas. Coordenadas: Este: 1158180; Norte: 1309348



Fuente: AYESA. 2018. Clasificación geomecánica RMR (Bieniaswski).

5.1.2.2.3.6 Altiplano (SDa)

Son superficies planas con pendientes suavemente inclinadas a muy inclinadas, limitada por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas. Su origen está relacionado a partir de levantamientos tectónicos y por la acción conjunta de procesos denudacionales, erosión intensa y fluvial regional. Presenta una parte superior plana algunas a veces con morfología colinada a alomada como es el caso de la UF1. Sus vertientes presentan una longitud larga a extremadamente larga, generalmente afectadas por procesos denudacionales acentuados por procesos de erosión y acumulación. Dentro de esta zona se presenta la subunidad de origen antrópico que forma parte de las áreas urbanizadas del municipio de Pamplona: Superficies de explanación (Asp), la cual son planos hechos en las laderas y zona de altiplano con el fin de estabilizar el terreno mediante la explanación o terracedos que disminuyen la pendiente y así proceder a la conformación de zonas urbanizables correspondientes al municipio de Pamplona (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**)

5.1.2.2.3.7 Ambientes Fluviales (F)


En la zona de traslapo de la UF1 con la UF2 se encuentra la unidad geomorfológica correspondiente al cauce activo del río Pamplonita (**Fca**), la unidad de Terraza de Acumulación (**Fta**) Conos de Deyección (**Fcdy**)

5.1.2.2.3.8 Cauce Activo (Fca)

Es un cauce con un solo canal bien definido, de montaña, recto a ligeramente sinuoso, con una longitud aproximada de 3500 m dentro del área de influencia de la UF1. Dicho canal ha sido excavado por erosión de la corriente perenne del río Pamplonita dentro de macizos rocos. Estos cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V, generalmente relacionados al control estructural de fallas o diaclasas.

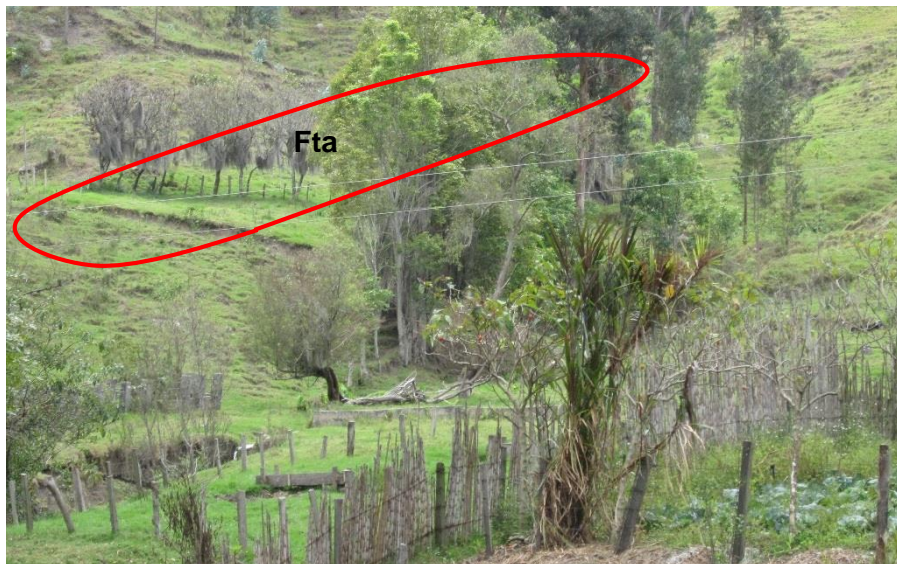
5.1.2.2.3.9 Terraza de Acumulación (Fta)

Son superficies elongadas, planas a suavemente onduladas, modeladas sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce del río Pamplonita. Su origen está relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden ser parte de cauces rectos (como es el caso del río Pamplonita para esta unidad funcional. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del río (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**). En el área de la UF1 se presentan como superficies elongadas, suavemente onduladas tal y como se observa en la

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Fotografía 5.56.

Fotografía 5.56 Terraza de Acumulación (Fta) dentro del área de influencia de la UF1. Coordenadas: Este: 1160393; Norte: 1309292



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.10 Conos de Deyección (Fcdy)

Son superficies en forma de cono, con una inclinación en planta de 5° - 10° y decenas de metros de extensión. Se localiza en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Su depósito está constituido por arena, arcillas y grava, con espesores de materiales más gruesos hacia el ápice y más finos en la zona distal. Este tipo de geoformas se encuentran hacia la zona de traslape de esta unidad funcional con la UF2, presentándose en la UF1 unas muy pequeñas extensiones (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

5.1.2.2.3.11 Ambiente Antrópico (A)

Incluye las geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en el caso de la UF1 con el objetivo de formar canteras para extracción de material de construcción, que modifica la morfología natural del terreno.

5.1.2.2.3.12 Canteras (Ac)

Son excavaciones escarpadas con altura del orden decimétrico, de formas irregulares o en terracedos hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava. En esta unidad funcional se incluyen las excavaciones realizadas para la extracción de arenas y dentro de esta se presentan subunidades como los flancos de dichas canteras (Afc), (plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía**).

Para el área de estudio (UF1) los flancos de canteras son escarpes o cortes de forma irregular realizados a la ladera para la explotación de material. Tal y como se puede visualizar en el plano **VAPA_010_EIA_MA_GM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** este escarpe hecho artificialmente se compone de material de macizo rocoso, principalmente areniscas duras cuarzosas de la formación Aguardiente (Kia) (ver Fotografía 5.57)

**Fotografía 5.57 Flancos de Canteras (Afc) vistos sobre rocas de la formación
Aguardiente dentro del área de influencia de la UF1**



Fuente: AECOM-ConCol S.A. 2017

5.1.2.2.3.13 Planos y Campos de Llenos Antrópicos

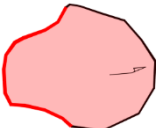
Son los planos hechos artificialmente con material de relleno a ambos márgenes del río Pamplonita para acondicionar dichos terrenos anegadizos para la construcción de viviendas y obras civiles principalmente. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

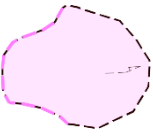
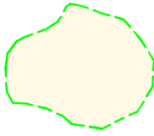

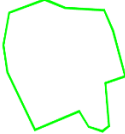
5.1.2.2.4 Morfodinámica

5.1.2.2.4.1 Análisis multitemporal de procesos morfodinámicos en el área de influencia

El análisis multitemporal de procesos morfodinámicos del Área de Influencia de la Unidad Funciona 1 se realizó mediante la interpretación de fotografías aéreas del año 1992, de imágenes Lidar de los años 2013 y 2017, de Google Earth del año 2017 y de Microsoft Bing Map; en las cuales se identificaron los procesos erosivos y de remoción en masa tipificados como se indica en la Tabla 5.6. Posteriormente se realizaron recorridos de campo que permitieron verificar y complementar lo interpretado en las imágenes del periodo 2013 a 2017.

Tabla 5.6 Tipos de procesos denudativos identificados en la Unidad Funcional 1

SÍMBOLO	NOMBRE	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Dza	Deslizamiento activo		Proceso de remoción en masa activo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional.


SÍMBOLO	NOMBRE	CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
Dzi	Deslizamiento inactivo		Proceso de remoción en masa inactivo consistente en deslizamiento rotacional o traslacional
Dze	Deslizamiento estabilizado con obra de contención		Proceso de remoción en masa estabilizado con obras de contención como muros, pantallas, anclajes, etc.
Dcr	Caída de rocas		Proceso de remoción en masa tipo caída de rocas
Anc	Cantera		Proceso denudativo antrópico por extracción de materiales de cantera para su uso en actividades de construcción

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se observaron zonas de erosión muy severa ni deslizamientos de grandes proporciones. La evolución de los procesos en general es poco notoria al contrastar las imágenes analizadas; que además regularmente están asociados a actividad antrópica por cortes del terreno o por actividades de ganadería extensiva.

Al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017 se observó lo siguiente en relación con la evolución de procesos morfodinámicos:

- Posterior a 1992 se construyeron obras de contención para la estabilización de deslizamientos que afectaban la vía.
- En las coordenadas Este: 1.159.765; Norte: 1.308.145, Abscisa K56+460 de la vía proyectada; posterior a 1992 se generó un deslizamiento rotacional a partir del corte del terreno durante la construcción de una estación de servicio.
- En las coordenadas Este: 1.160.140; Norte: 1.309.150, se presenta un deslizamiento planar y caída de rocas a un costado de la actual vía Pamplona – Cúcuta, en el que se observa ampliación en el área afectada.
- En la coordenada Este: 1.159.380, Norte: 1.309.520, se observa afectación superficial con formación de terracetos tipo “pata de vaca” posterior a 1992, producto del pisoteo de ganado.
- En varios puntos de la UF1 se han presentado desprendimientos o pequeños deslizamientos de afectación superficial, no observados en las fotografías de 1992. (Cabe mencionar que por la escala de las fotografías se dificulta la identificación de deslizamientos menores).
- Al comparar las imágenes se encuentran áreas de cantera que iniciaron su explotación posterior a 1992.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

En el **Anexo B. Fotointerpretación de procesos morfodinámicos de Geología_Geomorfología** se presentan las fotografías aéreas de 1992 interpretadas; y el plano **VAPA_009_EIA_MA_PM_001_SIG** del **Anexo 1. Cartografía** contiene los procesos morfodinámicos actuales.

En el grupo de la

Figura 5.24 a la Figura 5.30, se presentan los resultados de la fotointerpretación mostrando los procesos denudativos identificados en las imágenes a lo largo de la vía proyectada. Para el análisis e interpretación, es necesario mencionar que por diferencias en las escalas y en la resolución entre las fotografías aéreas de 1992 y las imágenes del 2013 al 2017, y la por complementación de la información de las imágenes de 2013 a 2017 con las observaciones de campo, presenta una mayor calidad la interpretación del periodo 2013 a 2017; de manera que es posible que procesos identificados en el periodo 2013 a 2017 no se detecten en las fotografías de 1992, aun cuando estuvieran presentes en aquel año, principalmente aquellos con rasgos menores.

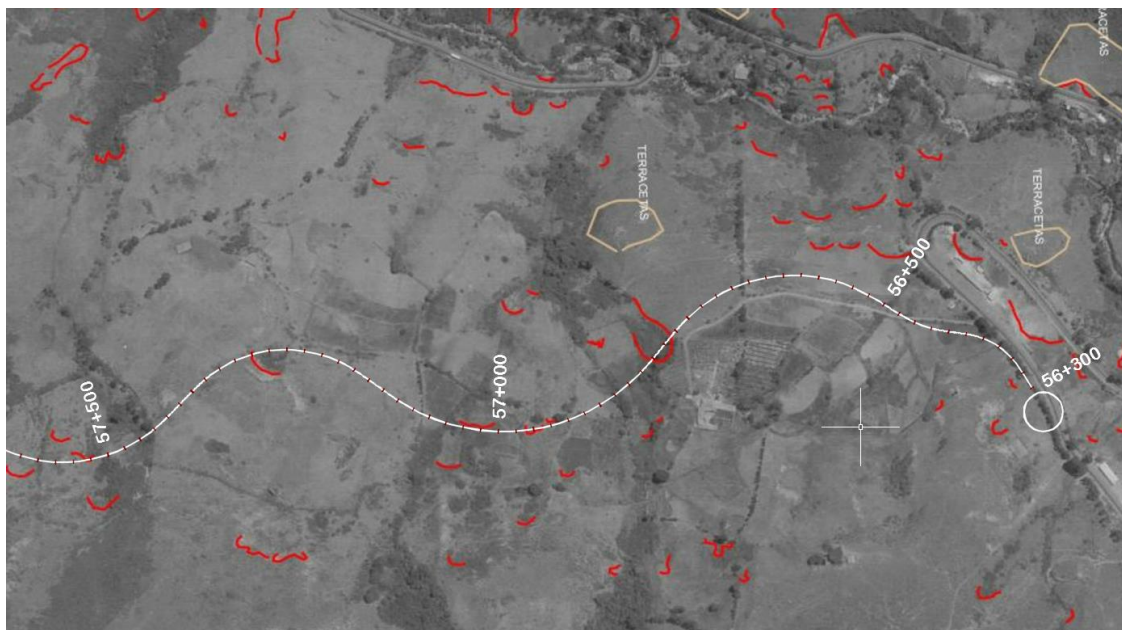
5.1.2.2.4.2 Tramo del K56+300 al K57+500

La

Figura 5.24 y la Figura 5.25 muestran los procesos morfodinámicos a lo largo del corredor en el tramo del K56+300 al K57+500; en general, en este tramo no se observa una evolución notoria en los procesos morfodinámicos contrastable entre las fotografías aéreas del año 1992 y las imágenes del periodo 2013 a 2017, ni nuevas áreas con procesos de remoción; a excepción de un deslizamiento menor activo ubicado en el K56+480 originado por la conformación de taludes de corte para la construcción de una estación de gasolina posterior a 1992, y de un deslizamiento en las coordenadas 1.159.620 Este, 1.307.860 Norte (por fuera del área de intervención), en el sector donde la actual vía Pamplona – Cúcuta cruza el río Pamplonita, que fue estabilizado con obras de contención para garantizar la estabilidad de la carretera. Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al contrastar las imágenes; las diferencias en la delimitación de los polígonos y rasgos de procesos pueden obedecer a las diferencias de escala y resolución entre dichas imágenes.

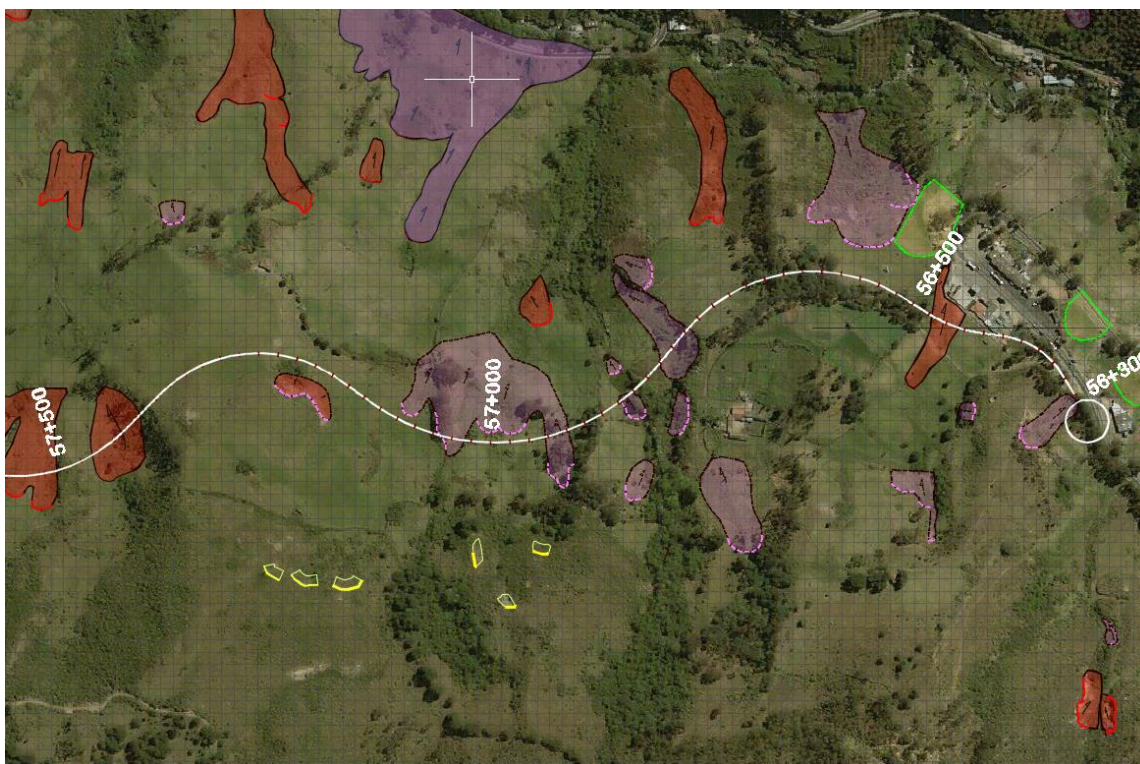
En el tramo conocido como la “Curva de Los Adioses”, posterior a 1992 fueron estabilizados con obras de contención cuatro deslizamientos que afectaban el actual corredor vial Pamplona – Cúcuta, incluyendo el sitio mencionado en el párrafo anterior.

Figura 5.24 Procesos morfodinámicos fotografía aérea de 1992 (K56+300 a K57+500)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.25. Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K56+300 a K57+500)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

En el tramo entre el K56+300 y el K57+500 el alineamiento intervendrá con cortes y rellenos dos deslizamientos menores activos: Uno en el K56+480, de carácter rotacional en suelos de depósito coluvial (Qc) (Fotografía 5.58); y otro en el K57+420, también rotacional, que tiene lugar en suelos residuales y lodolitas con alternancia de areniscas meteorizadas de la formación Capacho (Kic) (Fotografía 5.59). En este tramo el trazado también intervendrá procesos inactivos en las abscisas K56+300, K56+780, K56+840 y en el K57+000.

Fotografía 5.58 Deslizamiento menor activo en el K56+480





Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Fotografía 5.59 Deslizamiento menor activo en el K57+420



Fuente: AECOM - ConCol., 2017

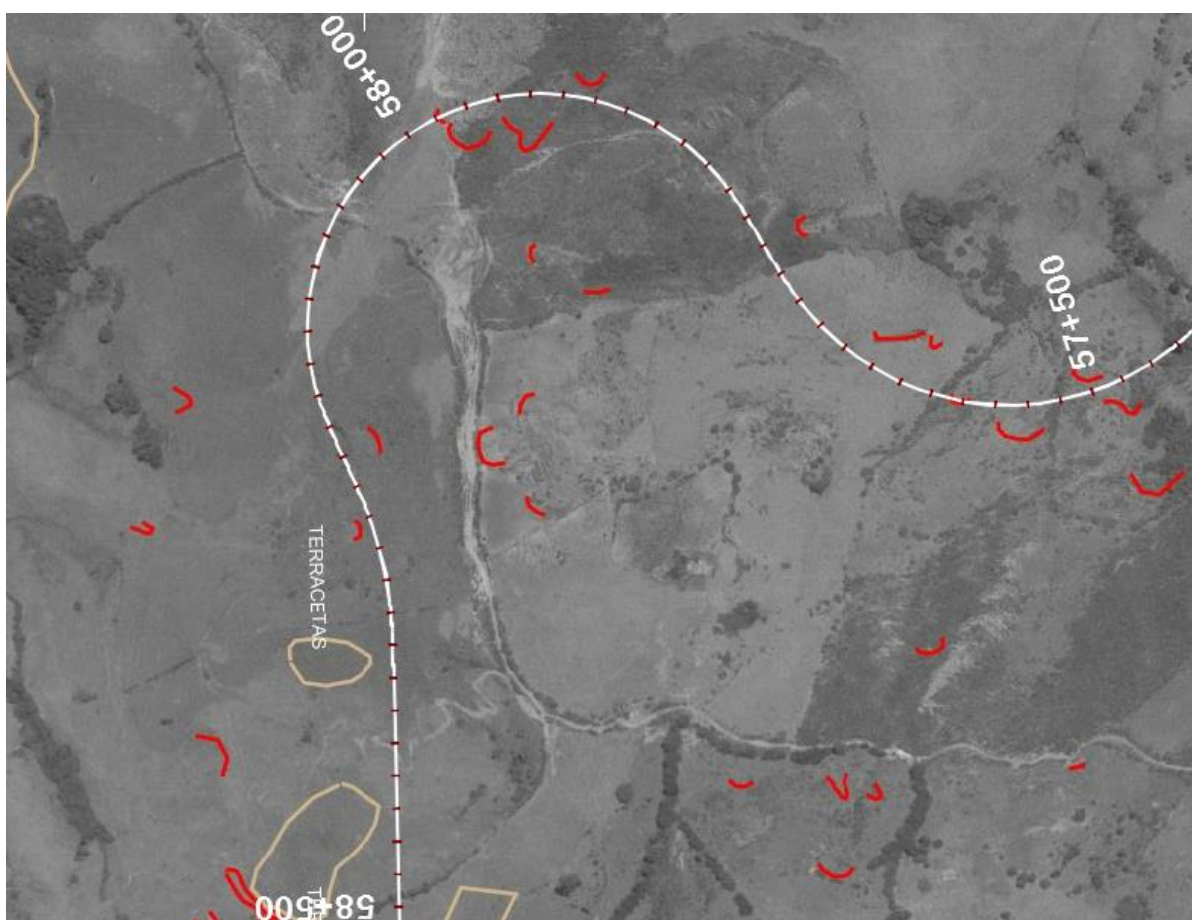
 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

5.1.2.2.4.3 Tramo del K57+500 al K58+500

La Figura 5.26 y la

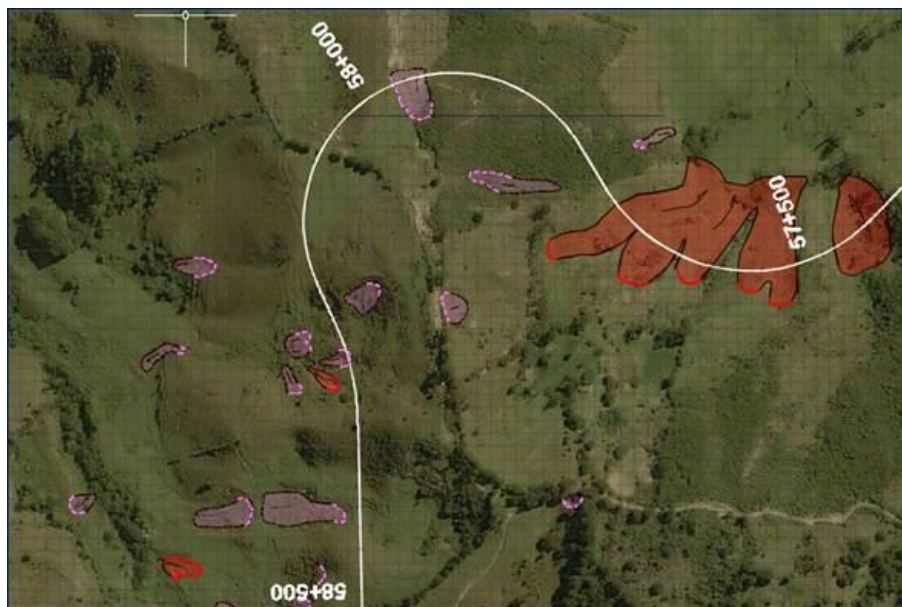
Figura 5.27, muestran la evolución de los procesos morfodinámicos a lo largo del corredor en el tramo del K57+500 al K58+500. Al igual que en los otros tramos de la Unidad Funcional 1 en este sector no se observan procesos de remoción en masa de magnitud apreciable que permitan visualizar diferencias al comparar las imágenes de los dos periodos analizados; además, es necesario resaltar que de las imágenes analizadas presentan mejor resolución las del periodo de 2013 al 2017, en las cuales además se incorporó la información de procesos levantados durante los recorridos de campo. Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al examinar las imágenes; los procesos denudativos de este tramo corresponden a deslizamientos menores con afectación de áreas pequeñas.

Figura 5.26. Procesos morfodinámicos periodo 1992 (K57+500 a K58+500)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.27 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K57+500 a K58+500)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

En el tramo entre el K57+500 y el K58+500 el alineamiento intervendrá con cortes y rellenos un sector con deslizamientos menores activos sucesivos ubicados entre el K57+500 y el K57+700 (Fotografía 5.60); y un deslizamiento inactivo en las abscisas K57+960 (Fotografía 5.61), que tiene lugar en una ladera con predominancia de lutitas meteorizadas suprayacidas por suelos residuales arcillosos de la formación Capacho (Kic). Además, en cercanías del corredor se presentan rasgos de microdeslizamientos antiguos que afectaron delgados espesores de suelo.

Fotografía 5.60 Deslizamiento activo en el K57+600



Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Fotografía 5.61 Escarpe de deslizamiento inactivo en el K57+955



Fuente: AECOM - ConCol., 2017

5.1.2.2.4.4 Tramo del K58+500 al K60+300

En este sector, donde se proyecta el túnel de Pamplona, el macizo rocoso presenta una apariencia resistente a lo largo del tiempo (Figura 5.29 y Figura 5.30) y sin procesos de remoción importantes (Ver Fotografía 5.62); únicamente se observan pequeñas cicatrices de procesos de remoción en el K58+500 y en el K58+830, que no serán intervenidas con los cortes y rellenos de la vía proyectada.

Fotografía 5.62 Aspecto de aspecto estable en el K58+600, en donde no se observan procesos morfodinámicos en el área de intervención.



Fuente: AECOM - ConCol., 2017

Figura 5.28 Procesos morfodinámicos periodo 1990 (K58+500 a K60+300)



Fuente: Aecom – ConCol. Dibujos sobre fotografía aérea IGAC

Figura 5.29 Procesos morfodinámicos periodo 2013 a 2017 (K58+500 a K60+300)



Fuente: AECOM - ConCol., 2018; Dibujos sobre imagen BING DE Microsoft Corporation

Por fuera del área de intervención de la vía Pamplona – Cúcuta, al sur del portal occidental del túnel de Pamplona se presentan procesos morfodinámicos estabilizados mediante estructuras de subdrenaje. Dichos procesos estabilizados corresponden en general a flujos de suelos saturados movilizados sobre un basamento estable, que no serán afectados por la vía proyectada. También por fuera del área de intervención se presentan procesos antrópicos con canteras para la explotación de materiales de construcción. La comparación de las imágenes indica que se amplió el área de intervención de las canteras existentes en 1990 y que además se habilitaron nuevas áreas de explotación.

5.1.2.2.4.5 Conclusiones

- El análisis multitemporal de procesos morfodinámicos del Área de Influencia de la Unidad Funciona 1 se realizó mediante la interpretación de fotografías aéreas del año 1992, de imágenes Lidar de los años 2013 y 2017, de Google Earth del año 2017 y de Microsoft Bing Map; en las cuales se identificaron procesos denudativos tipo deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados, caídas de rocas y explotaciones de materiales para construcción con canteras a cielo abierto.
- En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se observaron zonas de erosión muy severa ni deslizamientos de grandes proporciones.
- Si bien la evolución de los procesos no es muy notoria al contrastar las imágenes de 1992 y 2013 a 2017; se observaron cambios en las geoformas de sitios puntuales principalmente por actividades antrópicas relacionadas con la realización de cortes en el terreno para la construcción de vías y plataformas, por la extracción de materiales de cantera o por actividades de ganadería extensiva con afectación al terreno con terracetas y generación de pequeños deslizamientos.
- Al comparar las dos épocas se observa que los procesos de remoción no han tenido un avance significativo que pueda evidenciarse al contrastar las imágenes; las diferencias en la delimitación de los polígonos y rasgos de procesos pueden obedecer a las diferencias de escala y resolución entre dichas imágenes.

5.1.3 Paisaje

En la determinación del paisaje se establece una integralidad de la totalidad de los recursos naturales y la dinámica social que se desarrolló alrededor de los mismos, la que en su conjunto define la escena visual compuesta por la vegetación, el suelo, el agua, los diferentes desarrollos antrópicos, incluyendo entre ellos a la población. Con base en lo anterior se considera el análisis del paisaje como una expresión visual del medio lo que corresponde al conjunto de características del entorno en términos de los medios biótico, físico y antrópico, que sean perceptibles a la vista.

5.1.3.1 Unidades de paisaje local

Las unidades de paisajes sobre las cuales se realiza el análisis se sustentan en la conjunción de las unidades geomorfológicas (tipo de relieve) y las unidades de uso (cobertura), que lleva a establecer unidades de análisis altamente homogéneas que permiten desarrollar una evaluación del paisaje de tipo integral.

5.1.3.2 Descripción del proyecto frente al componente paisajístico

El paisaje del área de influencia se clasifica dentro de la segunda categoría definida por la UNESCO como “paisajes evolucionados orgánicamente”. Es decir que su forma y apariencia actual es resultado de la interacción de procesos sociales, económicos y político/administrativos junto con el ambiente natural (Rigol, 2004).

Dichos paisajes reflejan claramente su evolución al analizar la interacción entre sus sistemas naturales y antrópicos (también llamados culturales). En este sentido la caracterización del paisaje busca comprender la estructura, funcionamiento y evolución del paisaje, teniendo en cuenta dichos sistemas.

A partir de lo anterior, la construcción de la doble calzada Pamplona - Cúcuta, es un proyecto que modificará la estructura paisajística del área de influencia y las unidades identificadas en ellas, ya que, por la naturaleza de las actividades incluidas en el proceso de construcción y desarrollo del proyecto, se modificará la geomorfología del terreno en las áreas puntuales por donde va a pasar la vía.

Este cambio en la estructura, en combinación con la alteración y eliminación de algunas de las coberturas existentes, propiciara que, al término de la realización del proyecto, el componente paisajístico cambie en una proporción importante, alterando tanto las unidades presentes, como las características de calidad del paisaje.

Del mismo modo, vale la pena anotar que, gracias a la dinámica propia del componente paisajístico, la cual incluye la percepción por parte de la comunidad, los procesos de alteración y modificación de la estructura paisajística van a ser interiorizados, dando resultado la aceptación del paisaje resultante como algo propio del entorno en un futuro, a partir de su evolución.

5.1.3.3 Unidades geomorfológicas

Para la determinación de las unidades geomorfológicas, base física para el establecimiento de las unidades de paisaje, se realizó la agrupación de los tipos de relieve obtenidos en la caracterización geomorfológica, los cuales se agruparon por su alto nivel de similitud. En la Tabla 5.7 se presentan las categorías correspondientes a las unidades geomorfológicas agrupadas en términos de las diferentes categorías del sistema de clasificación, determinando las unidades de paisaje desde la perspectiva geomorfológica.

Tabla 5.7 Agrupación de unidades geomorfológicas

Paisaje	Tipo de relieve	Símbolo
Montaña	Crestas	Mct
	Crestones	Mcr
	Lomas	Mlm
	Valle coluvio aluvial	Mva
Zonas antropizadas	Zonas antropizadas	ZA


Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.4 Unidades de cobertura de la tierra

De acuerdo con el mapa de las coberturas vegetales, se realizó un análisis que permitió establecer grupos de cobertura y por consiguiente usos altamente similares a partir de los cuales se generan grupos para ser cruzados con la geomorfología. En la Tabla 5.8 se presenta los diferentes usos y coberturas las cuales se agrupan en virtud de su similar funcionalidad y características. Cabe mencionar que para el caso de los bosques de galería y riparios se encuentran en los dos subsistemas naturales (bosques y vegetación natural, y cuerpos de agua y vegetación asociada), ya que estos se agruparon en función de sus características, tamaño y relación directa con el río Pamplonita.

Tabla 5.8 Agrupación de coberturas de la tierra

Sistema	Subsistema	Cobertura	Símbolo
Cultural	Agropecuario	Pastos limpios	Cap
		Pastos arbolados	
		Pastos enmalezados	

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Sistema	Subsistema	Cobertura	Símbolo
		Mosaico de pastos y cultivos	
		Mosaico de pastos con espacios naturales	
	Urbano	Tejido urbano continuo	Cur
		Construcciones Rurales	
	Infraestructura y transporte	Red vial	Cit
	Explotación minera	Zonas de extracción minera	Cmn
Natural	Bosques y vegetación natural	Arbustal denso alto	Nbv
		Arbustal denso bajo	
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Bosque de galería y ripario	Ncv
		Ríos (50 m)	

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5 Determinación de las unidades de paisaje

La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituye en la unidad fundamental de análisis y se define como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas (Zonneveld, 1979).

La geomorfología es la base de la determinación de las unidades de paisaje. Por su parte la cobertura vegetal se genera a partir de la metodología de Corine Land Cover (Ideam, 2010).

Como resultado del proceso de fusión entre la geomorfología y las coberturas vegetales identificadas, se establece 12 unidades de paisaje, las cuales se presentan en la Tabla 5.9, donde igualmente se presenta su área y porcentaje. Adicionalmente en la Figura 5.30 y el plano PAPM_012_EIA_MA_PJ_001_SIG, se presenta la distribución de las unidades de paisaje del área de influencia (AI).

Tabla 5.9 unidades de paisaje en el AI

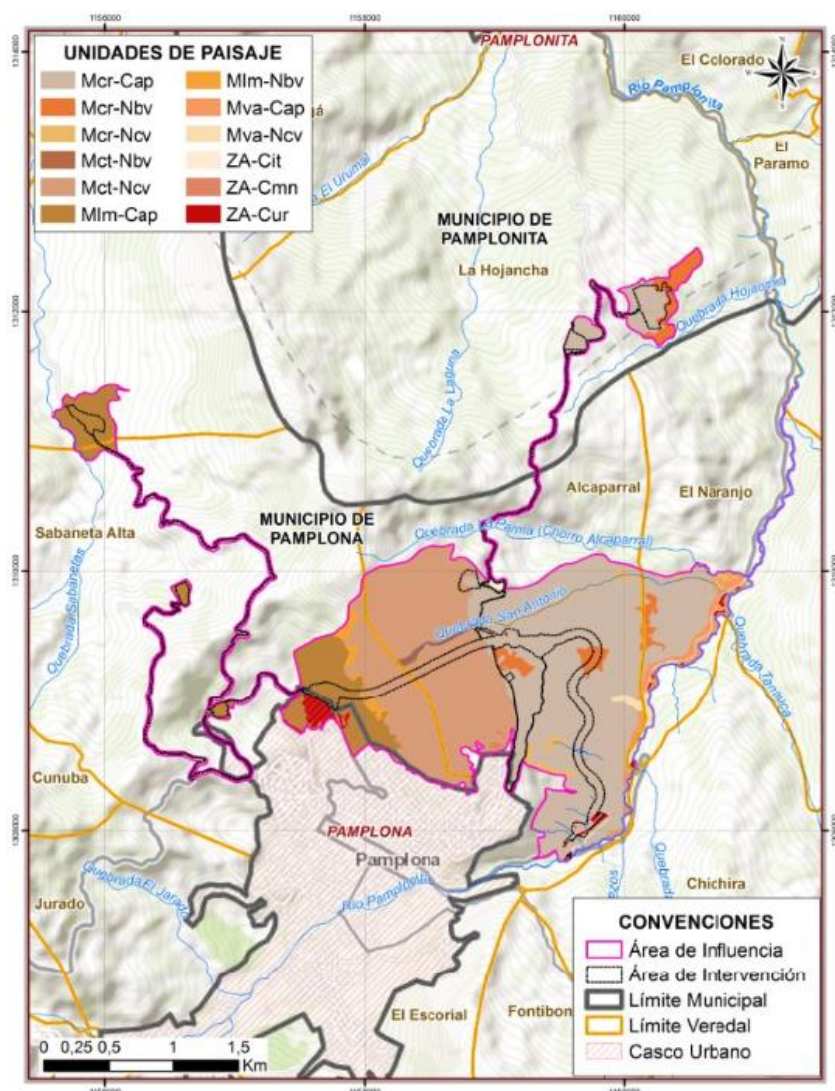
Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Crestas	Natural	Bosques y vegetación natural	Mct-Nbv	2,59	0,47
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mct-Ncv	154,36	28,23
	Crestones	Cultural	Agropecuario	Mcr-Cap	232,12	42,44
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mcr-Nbv	19,30	3,53
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mcr-Ncv	10,28	1,88
	Lomas	Cultural	Agropecuario	Mlm-Cap	57,94	10,59
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mlm-Nbv	5,23	0,96
	Valle coluvio aluvial	Cultural	Agropecuario	Mva-Cap	12,47	2,28
		Natural	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mva-Ncv	8,07	1,48
Zonas antropizadas		Cultural	Infraestructura y transporte	ZA-Cit	36,07	6,60
			Minero	ZA-Cmn	0,73	0,13
			Urbano	ZA-Cur	7,73	1,41
Total					546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Como se aprecia en la Figura 5.31, el 42 % del área de influencia está representada por la unidad Mcr-Cap, la cual corresponde al subsistema agropecuario ubicado en los crestones de las montañas. En importancia continua el paisaje del subsistema de bosques y vegetación natural en crestas Mct-Nbv, el cual se distribuye en el 28 % del total del área.

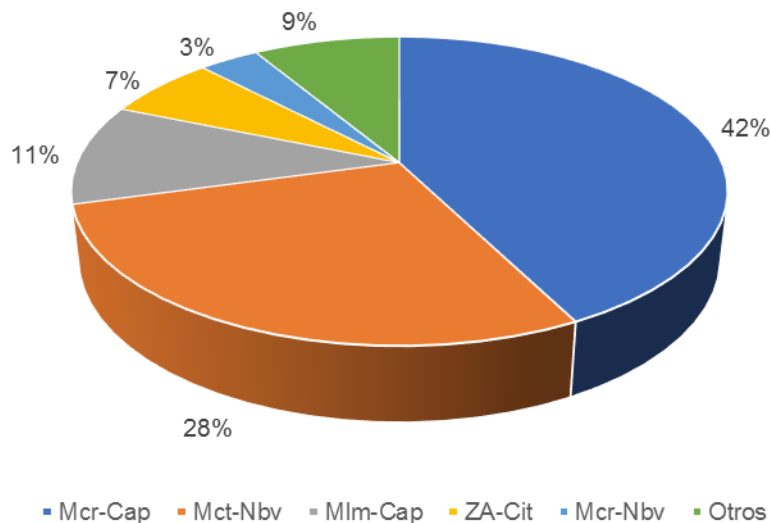
En tercer lugar, se presenta el subsistema agropecuario ubicado en lomeríos Mlm-Cap con una cobertura del 11 %. En importancia continua la unidad ZA-Cit, la cual se distribuye en el 7 % del AI y corresponde principalmente a infraestructura y transporte (vías). Por último, en el restante 12 %, se reportan las unidades que presentan valores inferiores al 4 %, las cuales corresponden a sistemas naturales y culturales de zonas antropizadas y cuyos valores de distribución pueden apreciarse en la Tabla 5.9. A continuación, se presenta una descripción de las unidades de paisaje más representativas del AI.

Figura 5.30 Distribución espacial de las unidades de paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.31 Distribución porcentual de las unidades de paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.1 Subsistema Agropecuario en Crestones Mcr-Cap

Este paisaje se caracteriza por presentar coberturas asociadas a usos agropecuarios en las que se encuentran mosaicos de cultivos, pastos, y espacios naturales, así como cultivos permanentes y transitorios, y praderas destinadas a la ganadería, las cuales se ubican en los crestones de las montañas y se pueden apreciar en la Fotografía 5.63 y Fotografía 5.64.

Fotografía 5.63 Cultivos de hortalizas



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.64 Ganadería extensiva



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.2 Subsistema Bosques y vegetación natural en Crestones Mct-Nbv

Como se presenta en la Fotografía 5.65, esta unidad de paisaje la compone el sistema asociado a bosques y vegetación natural, en donde se incluyen las coberturas de arbustales altos, bosques de galería y riparios, así como vegetación secundaria baja, ubicados en las crestas de las montañas.

Fotografía 5.65 Vegetación secundaria en crestones



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.3 Subsistema Agropecuario en Valle coluvio aluvial MIm-Cap

Esta unidad se caracteriza principalmente por zonas destinadas al pastoreo de ganado en los lomeríos de las montañas como se aprecia en la Fotografía 5.66. Adicional a esto se presentan cultivos de pan coger de forma puntual.

Fotografía 5.66 Ganadería extensiva en lomeríos



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.4 Subsistema infraestructura y transporte de zonas antropizadas ZA-Cit

Este paisaje se corresponde a las áreas destinadas a la infraestructura vial, las cuales se distribuyen en el 7 % del AI y como se aprecia en la Fotografía 5.67 y Fotografía 5.68, se presentan diferentes tipos de vías, desde vías tipo 1 de carácter nacional hasta vías terciarias o veredales.

Fotografía 5.67 Vía Nacional



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.68 Vía veredal



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.5.5 Unidades de paisaje en el área de intervención

En la Tabla 5.10 se presentan la distribución porcentual de las unidades de paisaje presentes en el área de intervención, en la cual se evidencia que el 52 % de esta corresponde a la unidad Mcr –Cap. En segundo lugar, se reporta la unidad Mlm-Cap con una cobertura del 17 %, mientras que la unidad Mct-Ncv reporta una cobertura del 11 % y la unidad ZA-Cit se distribuye en el 13 % del área total. El porcentaje restante (7 %), se distribuye en tres unidades cuyo valor de cobertura no supera el 4 %, tal como se evidencia en la citada tabla.


Tabla 5.10 Unidades de paisaje en el área de intervención

Paisaje	Tipo de relieve	Sistema	Subsistema	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Cresta	Natural	Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mct-Ncv	6,12	11,23
	Crestones	Cultural	Agropecuario	Mcr-Cap	28,88	53,05
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mcr-Nbv	2,35	4,31
			Cuerpos de agua y vegetación asociada	Mcr-Ncv	0,10	0,20
	Lomas	Cultural	Agropecuario	Mlm-Cap	8,43	15,49
		Natural	Bosques y vegetación natural	Mlm-Nbv	0,08	0,14
Zonas antropizadas		Cultural	Infraestructura y transporte	ZA-Cit	7,38	13,55
			Urbano	ZA-Cur	1,10	2,02
Total					54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6 Evaluación y análisis del paisaje

Establecidas las unidades de paisaje se realiza sobre estas la calificación del paisaje desde su perspectiva visual y funcional lo que permite establecer la percepción de la totalidad de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

los elementos que lo integran o rodean, paisajes que son observados de forma diferente y particular por los observadores, según los aspectos relacionados con educación, cultura, estrato socio económico, origen, hábitos y edad, entre otros, lo que favorece la subjetividad del componente.

Los principales aspectos aplicados a la evaluación y el análisis del paisaje bajo la premisa de la percepción visual corresponden a los siguientes.


5.1.3.6.1 Calidad visual del paisaje

Se define cómo la presencia de valores estéticos en un medio, tales como, geoforma específica con la presencia de vegetación, cuerpos de agua, contraste de color, fondo escénico en la profundidad, rareza y actuación humana (BLM, 1980).

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia. En la Tabla 5.11 se presenta los criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje.

Tabla 5.11 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980)

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Geomorfología o Morfología	Relieve montañoso, marcado y prominente o bien releve de gran variedad superficial o muy erosionado, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
	5	3	1
Fauna	Presencia de fauna permanente en el lugar, o especies llamativas, o alta riqueza de especies.	Presencia esporádica en el lugar, o especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia de fauna de importancia paisajística.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
	5	3	1

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

COMPONENTE	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	0
Singularidad o Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, o aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	6	2	1
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	3	1	0

Fuente: (BLM, 1980)

En la Tabla 5.12 se presentan las clases utilizadas para evaluar la calidad visual.

Tabla 5.12 Clases utilizadas para evaluar la calidad visual y puntaje

CLASE	DESCRIPCIÓN
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-39)
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18)
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura. (puntaje de 0-11)

Fuente: (BLM, 1980)

Por su parte en la Tabla 5.13 se presentan el promedio de las calificaciones de calidad visual realizada para la totalidad de las unidades de paisaje identificadas en el AI.

Tabla 5.13 Promedio de evaluación de calidad visual de unidades de paisaje en el AI

Unidad de paisaje	Mct-Ncv	Mct-Nbv	Mcr-Cap	Mcr-Ncv	Mcr-Nbv	Mlm-Cap	Mlm-Ncv	Mva-Cap	Mva-Ncv	ZA-Cit	ZA-Cur	ZA-Cmn
Geo-morfología	5	4	4	3	5	3	4	2	2	3	2	3
Fauna	3	3	2	3	3	2	2	2	3	1	1	1
Vegetación	5	3	2	3	3	2	3	3	3	2	1	1
Agua	3	3	3	3	3	2	3	3	5	2	0	0
Color	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	3	3
Fondo Escénico	5	3	4	3	5	3	4	4	3	4	4	1
Rareza	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Actuación Humana	3	3	1	3	2	1	2	1	2	1	1	0
Total	29	26	20	23	25	17	23	20	22	18	14	10
Calidad visual	Clase A	Clase A	Clase A	Clase A	Clase A	Clase B	Clase A	Clase A	Clase A	Clase B	Clase B	Clase C

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

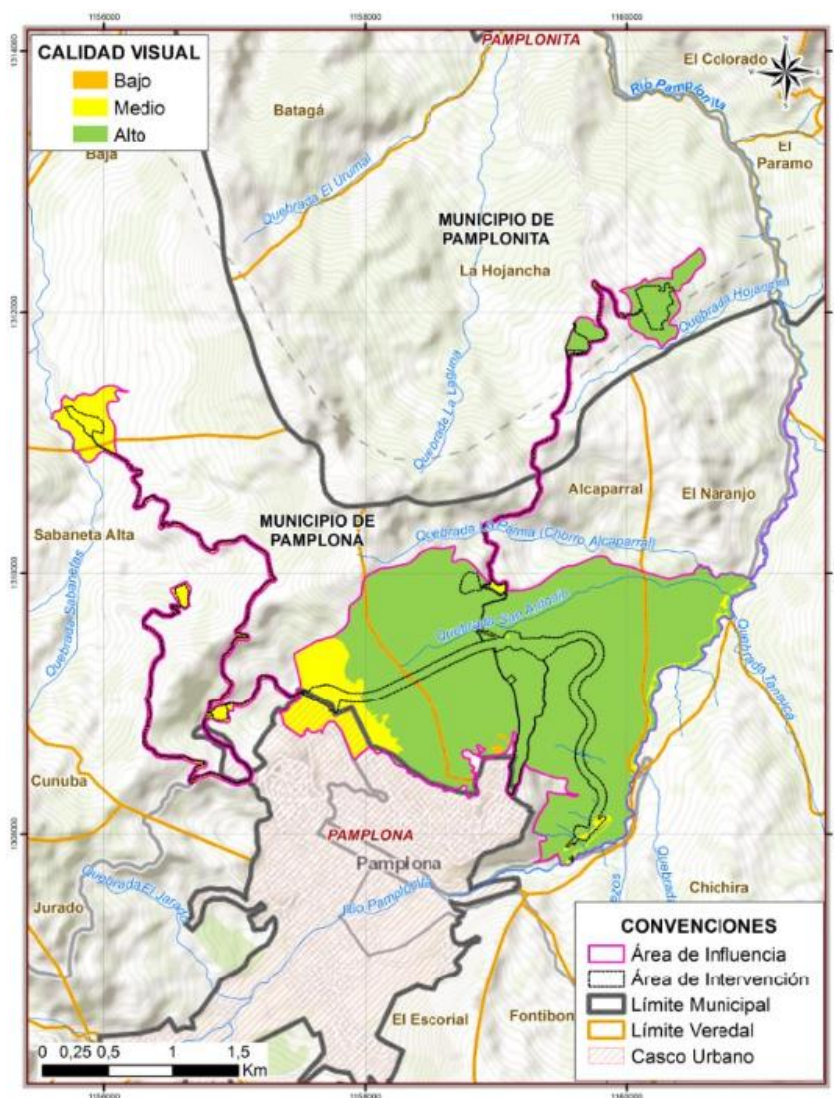
Como se presenta en la Tabla 5.14, el 81 % del área de influencia corresponde a áreas con calidad alta, mientras el porcentaje restante se divide en áreas de calidad media (19 %) y calidad baja (menos del 1 %). Así mismo en la Figura 5.32 se presenta la distribución espacial de la calificación de calidad.

Tabla 5.14 Distribución de la calidad visual en el AI

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Áreas de Calidad Alta	Clase A	444,42	81,26
Áreas de calidad media	Clase B	101,73	18,60
Áreas de calidad baja	Clase C	0,73	0,13
Total		546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.32 Distribución espacial de la calidad visual del paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.1 Calidad visual alta

Las áreas de calidad alta están asociadas a los paisajes del sistema natural con los subsistemas de bosques y vegetación natural, y cuerpos de agua y vegetación asociada, distribuidos en los tipos de relieve de crestas, crestones, lomeríos y valles.

Esta calificación se debe a que estas unidades de paisaje presentan diversidad de vegetación, la cual genera contraste de formas, texturas y colores y que a su vez son habitat de fauna, lo que aumenta el interés paisajístico. Combinado con esto, se relaciona la geoestructura de las unidades, ya que al ubicarse en un paisaje montañoso se potencia el fondo escénico y permite que sobresalgan estas unidades al compararlas con las del sistema cultural, como se puede apreciar en la Fotografía 5.69 y Fotografía 5.70.

Fotografía 5.69 Paisaje Mct-Nbv



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.70 Paisaje MIm-Nbv



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.2 Calidad visual media

Corresponde a las unidades de paisaje cultural, en las cuales como su nombre lo indica, has sido generadas a través de procesos de transformación del entorno natural por la actividad antrópica, lo que conlleva a perdida de diversidad tanto de flora y fauna, lo que disminuye la percepción de calidad del paisaje.

En esta categoría se incluyen unidades de paisaje asociadas a la producción agropecuaria y áreas antropizadas como vivienda rural e infraestructura, las cuales se presentan en la Fotografía 5.71 y Fotografía 5.72.

Fotografía 5.71 Paisaje MIm-Cap



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Fotografía 5.72 Paisaje ZA-Cit



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.3 Calidad visual Baja

Corresponde a la unidad ZA-Cmn del sistema cultural y se caracteriza por ser áreas destinadas a la explotación minera de materiales de construcción a cielo abierto (canteras), las cuales se consideran elementos discordantes, principalmente por su color y falta de coberturas que aporten un valor paisajístico, con respecto al entorno. Estas se pueden apreciar en la Fotografía 5.73.

Fotografía 5.73 Cantera



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.1.4 Calidad visual en el área de intervención

Para el área de intervención, en la Tabla 5.15 se presenta la distribución de las categorías de calidad visual identificadas, en las cuales y en concordancia con lo reportado para el AI, el mayor porcentaje de cobertura (68,94 %) corresponde a la clase A de la calidad visual, la cual, como se mencionó anteriormente corresponde a las unidades de paisaje del sistema natural. En cuanto al porcentaje restante (31,06 %), corresponde a las unidades del sistema cultural, las cuales se calificaron con una calidad visual media o clase B.


 Unión Vial Río Pamplona <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.15 Calidad visual del paisaje en el área de intervención

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Áreas de Calidad Alta	Clase A	37,53	68,94
Áreas de calidad media	Clase B	16,91	31,06
Total		54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.2 Capacidad de absorción o fragilidad visual

Mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Yeomans, 1986).

De acuerdo con la metodología de Yeomans, (1986), se define la fragilidad como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre él. Por su parte, la capacidad de absorción es la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual.

Para determinar la fragilidad o la capacidad de absorción visual del paisaje, se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades.

Los puntajes obtenidos se ingresan a la fórmula que determina la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV), la cual se presenta a continuación:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Dónde:


P= Pendiente
E= Erosionalidad
R= Potencial

D= Diversidad de la vegetación
C= Contraste de color
V= Actuación humana

En la Tabla 5.16 se presentan los factores, condiciones y sus puntajes nominales y numéricos, determinantes de su capacidad de absorción visual CAV.

Tabla 5.16 Factores del paisaje determinantes de capacidad de absorción visual CAV

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	NOMINAL NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionalidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
	Fuerte presencia antrópica	Alto	3

 Unión Vial Río Pamplona <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJES	NOMINAL NUMÉRICO
Actuación humana (C)	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: (Yeomans, 1986)

En la Tabla 5.17 se presentan las categorías utilizadas para evaluar la capacidad de absorción visual del paisaje, asignándole una clase de acuerdo a la escala de referencia.

Tabla 5.17 Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual del paisaje

Clase	Escala
Bajo	< 15
Moderado	15-30
Alto	> 30

Fuente: (Yeomans, 1986)

En la Tabla 5.18 se presenta el promedio de la calificación de capacidad de absorción de la totalidad de las unidades de paisaje identificadas.

Tabla 5.18 Promedio de evaluación de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje

Unidad de paisaje	P	E	R	D	C	V	CAV	Capacidad de absorción
Mct-Ncv	1	2	3	3	1	2	11	Bajo
Mct-Nbv	2	2	3	2	2	2	15	Moderado
Mcr-Cap	1	3	2	2	3	2	15	Bajo
Mcr-Ncv	1	2	3	2	1	3	11	Bajo
Mcr-Nbv	1	2	3	3	2	3	11	Bajo
Mlm-Cap	2	2	2	2	3	3	16	Moderado
Mlm-Ncv	2	2	3	3	2	2	14	Bajo
Mva-Cap	3	3	3	2	3	3	35	Alto
Mva-Ncv	3	3	3	3	2	2	33	Alto
ZA-Cit	3	3	2	2	3	2	32	Alto
ZA-Cur	3	3	2	1	3	2	33	Alto
ZA-Cmn	2	2	1	1	3	3	20	Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

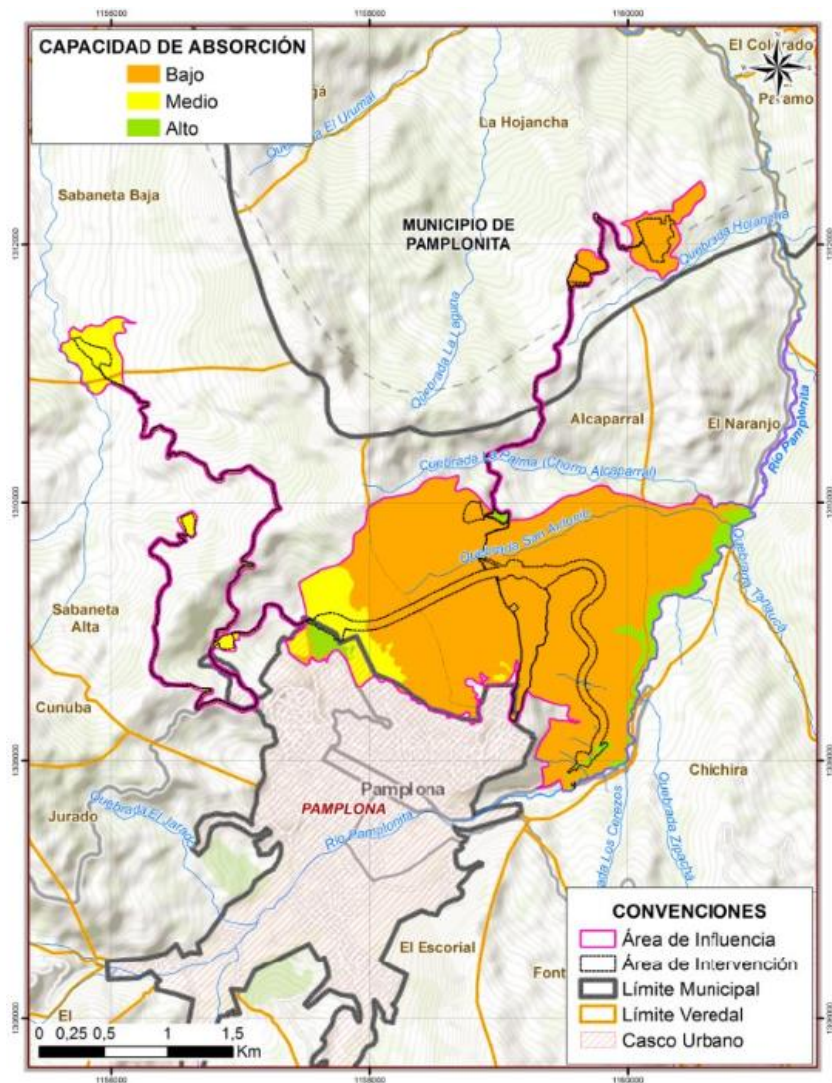
En la Tabla 5.19 se presenta la distribución de áreas y porcentaje de la capacidad de absorción de las unidades de paisaje, mientras que en la Figura 5.33 se presenta la distribución espacial de esta categoría.

Tabla 5.19 Capacidad de absorción en el AI

Categoría	Interpretación	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Capacidad de Absorción Alta	> 30	A	64,35	11,77
Capacidad de Absorción Moderada	15-30	M	58,66	10,73
Capacidad de Absorción Baja	< 15	B	423,88	77,51
Total			546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Figura 5.33 Distribución espacial de la capacidad de absorción del paisaje en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

De acuerdo con los resultados, el 78 % del área corresponden a unidades de paisaje que presentan una capacidad de absorción baja, en las que se incluyen principalmente las unidades asociadas al paisaje natural en geoformas de crestas, crestones y lomeríos, así como la unidad Mc-Cap. Esta sensibilidad está dada por las características de la pendiente, erosión del suelo y diversidad de la cobertura.

En segundo lugar, se presentan las unidades con capacidad de absorción alta, las cuales corresponden a zonas con un alto nivel de intervención humana ubicadas en partes planas del paisaje, las cuales permiten que los cambios que se puedan realizar a la estructura paisajística sean más asimilables o poco visibles. Estas se distribuyen en el 12 % del AI.

Por último, se presentan las unidades de paisaje con capacidad moderada, las cuales presentan una diversidad de vegetación media, con un grado de intervención antrópica

media-alta, en partes donde la modificación es fácilmente apreciable por su ubicación geográfica y corresponden al 11 % restante.

5.1.3.6.2.1 Capacidad de absorción en el área de intervención

En la Tabla 5.20 se presenta la distribución de las categorías de capacidad de absorción en el área de intervención, en la cual se evidencia que el 68 % del área de intervención presenta una capacidad de absorción baja, asociado a los paisajes ubicados en pendientes altas. En segundo lugar, con un 17 % de distribución se reportan las unidades con capacidad de absorción media, mientras que el restante 15 % corresponde a la categoría de absorción alta.

Tabla 5.20 Capacidad de absorción en el área de intervención

Categoría	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Capacidad de Absorción Alta	A	8,48	15,58
Capacidad de Absorción Moderada	M	8,43	15,49
Capacidad de Absorción Baja	B	37,53	68,93
Total		54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.6.3 Accesibilidad visual

La accesibilidad visual se define como la facilidad con la que se puede observar un punto desde diferentes líneas de visualización (Steinitz, 1979).

Estos parámetros permiten clasificar de manera integral la visibilidad y singularidad paisajística de la zona. Cabe mencionar que el total de los resultados de la evaluación de la calidad paisajística se presentan en el Anexo 8-4, mientras que en el documento se presenta un consolidado de los mismos.

El análisis visual del paisaje tiene como objetivo determinar las áreas visibles desde cada punto o conjunto de puntos, simultáneamente o en (Otero, Varela, Mancebo, & Ezquerro, 2009). El análisis de visibilidad se realizó mediante el software Arc-gis 10.5, a través de la extensión Spatial Analyst y la orden Visibility. Para tal fin, se usó el modelo digital del Elevación (DEM por sus siglas en ingles), obtenido del satélite japonés Alos a través del sensor Palsar, además del conjunto de puntos desde los cuales se requiere realizar el cálculo de la visibilidad.

El procedimiento que realiza la herramienta Visibility, es ir a cada celda que forma la vía y empieza a “mirar” en todas las direcciones teniendo en cuenta la morfología del terreno y va determinando en cada celda si se ve o no. Este proceso se repite para todas las celdas que forman el eje vial, dando lugar al mapa representado en la


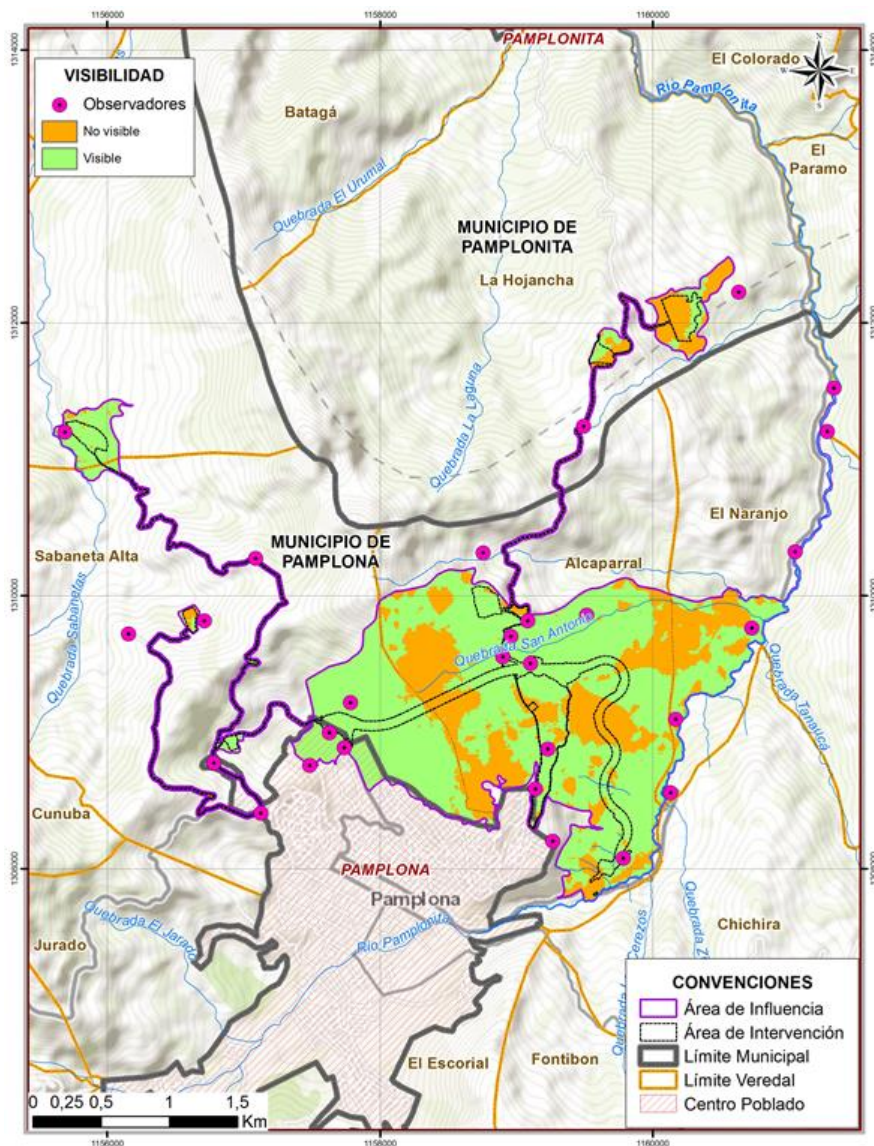
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.34

Figura 5.34 Análisis de visibilidad en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

El impacto visual es el efecto que se produce en una comunidad a través de los cambios en la apariencia del paisaje mediante la intrusión de un elemento ajeno al mismo o discordante, la obstrucción de la visibilidad, o bien la mejora o disminución de la capacidad para apreciar el paisaje (Castelli, 2007).

Los principales elementos que identificar para realizar la evaluación de impacto visual son los potenciales receptores visuales u observadores y las posibles fuentes generadoras del impacto. La evaluación de la visibilidad concluirá con la determinación de áreas y/o elementos visibles y no visibles.

Cabe mencionar que el análisis de visibilidad del AI se realiza con el fin de determinar las áreas que son más susceptibles de identificación de los impactos, las cuales por sus características geomorfológicas presentan una mayor accesibilidad visual para la comunidad. Por esta razón, se identificaron como posibles observadores, las áreas antrópicas (construcciones rurales, tejido urbano, zonas comerciales), así como puntos estratégicos asociados a la infraestructura (vía existente)

Esto obedece a que es en estas zonas donde se concentra la mayor densidad poblacional fija (viviendas y zonas comerciales) o flotante (vías), que son las que pueden llegar a identificar los cambios e impactos que se pueden generar en las unidades paisajísticas presentes, en donde la adición de elementos discordantes, la remoción de coberturas o la alteración de la dinámica del área puede tener como resultados la modificación positiva o negativa en la evaluación de la calidad paisajística del área de influencia.

En cuanto a los resultados del análisis realizado, de acuerdo con lo presentado en la Tabla 5.21, las áreas visibles corresponden al 71 % del AI, lo cual responde a la forma del terreno del área, conformada por crestas, crestones y lomeríos de la montaña y donde los observadores parte de los observadores se ubican en las partes altas, permitiéndoles tener visuales sin obstáculos del AI.

El porcentaje restante (29 %) del AI se considera no visible por parte de los observadores, bien sea por ubicación y/o cercanía de estos o porque la forma del terreno permita apreciar estas áreas desde distancias medias y lejanas, lo cual corresponde principalmente a las partes altas de las montañas asociadas al AI.

Tabla 5.21 Clasificación de visibilidad en el AI y área de intervención

Clasificación de visibilidad	Área de intervención		AI	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Visible	37,53	68,94	381,98	69,85
No Visible	16,91	31,06	164,91	30,15
Total	54,44	100	546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Adicional a esto, en la Tabla 5.21 se evidencia que para el área de intervención los valores de visibilidad coinciden con lo reportado en el AI, ya que, para esta, cerca del 70 % del área de intervención es visible, mientras que el 30 % restante es no visible.

5.1.3.7 Sitios de interés paisajístico

Para la identificación de sitios de interés paisajístico en el área de influencia y el área de intervención, se realizó una consulta en la página oficial del municipio de Pamplona como fuente de información secundaria, así como en fichas veredales y encuestas de servicios ecosistémicos realizadas a la comunidad como fuentes de información primaria.

Como resultados de la consulta se identificaron tres sitios de interés paisajístico asociados al área de influencia, mientras que para el área de intervención no se reportó ningún sitio. A continuación, se presenta la descripción de estos.

5.1.3.7.1 Las Tres Cruces

De acuerdo con lo reportado por la universidad de Pamplona, el Cerro de Las Tres Cruces es un lugar de peregrinación para celebraciones religiosas como semana santa, y caminatas ecológicas.

En el recorrido de ascenso a este mirador, permite apreciar encontramos vegetación natural como eucalipto, pinos, helechos, especies representativas de la zona; la intervención humana es nula debido a que el suelo es poco apto para el cultivo. El principal atractivo paisajístico es que el mirador permite apreciar el paisaje que rodea a la ciudad, los barrios periféricos y el Cristo Rey, tal como se aprecia en la Fotografía 5.74.

Fotografía 5.74 Mirador las tres cruces



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.7.2 Naciente Cristo Rey Parte Alta

Corresponde al parche de bosque de galería, localizado sobre la quebrada San Antonio, la cual presenta una iniciativa de conservación, adherida por la comunidad y la institución educativa SENA, en este relicto de bosque, se procura la conservación del bosque, puesto que actúa como protector del nacimiento de la quebrada San Antonio, la cual es fuente de abastecimiento de agua para la comunidad (Fotografía 5.75).

Fotografía 5.75 Naciente Cristo Rey Parte alta

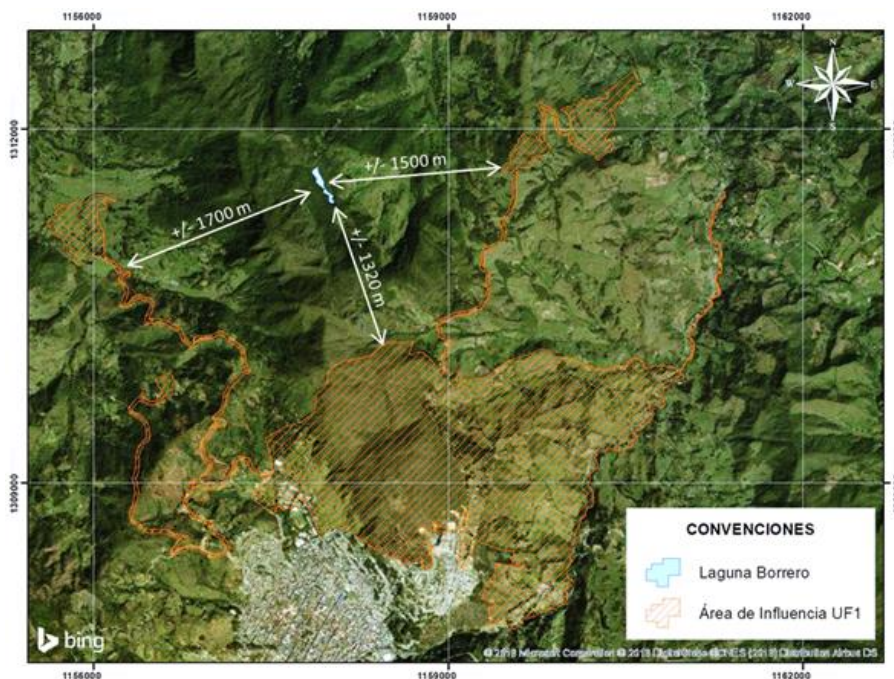


Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.7.3 Laguna de Borrero

Si bien este es un sitio de interés cultural y paisajístico para el municipio de Pamplona por el atractivo visual del cuerpo de agua y la fauna y flora asociada a este; dentro de la caracterización se evidenció que la laguna no se encuentra dentro del área de influencia del proyecto. En la Figura 5.35 se presenta la ubicación espacial de esta con respecto al proyecto.

Figura 5.35 Ubicación espacial de la Laguna de Borrero



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

5.1.3.8 Percepción de las comunidades como referente de su entorno físico en términos culturales

De acuerdo con la caracterización realizada para este componente se evidencia una fuerte relación de parte de las comunidades con su entorno, lo cual incrementa la relevancia que posee el paisaje para el desarrollo de las comunidades.

En primera medida por el nivel de intervención antrópica reportada para el AI, en la cual el 59 % de esta corresponde a unidades asociadas al sistema cultural, en donde se desarrollan directamente actividades enfocadas en el sustento económico de estas, ya que el 56 % del área corresponde al subsistema agropecuario.

Corroborando lo anterior, se evidencia lo presentado en el Capítulo 5.4 Servicios Ecosistémicos, en el cual el análisis de la información capturada a través de encuestas y fichas veredales concluye que lo relacionado al uso del suelo para actividades productivas la agricultura y ganadería presentan una dependencia total o alta por más del 75 % de las personas consultadas.

Sin embargo, la relevancia del entorno no solo se evidencia en el aprovechamiento del suelo para desarrollar actividades productivas agropecuarias. Dentro de este también existe una dependencia constante para suplir necesidades primarias y secundarias, como es el abastecimiento de agua, recurso obtenido de acueductos, quebradas o nacederos, en donde en algunas ocasiones, el primero es utilizado como fuente secundaria, y cuyo uso no solo es para el consumo humano sino es aprovechado en actividades productivas.

Por otro lado, también se reporta el aprovechamiento de especies vegetales, las cuales son destinadas para diversos usos, en los que se resaltan la obtención de madera para construcciones o cercas, uso de plantas medicinales, alimentos (frutos silvestres), entre otros.


5.1.4 Suelos y uso de la tierra

El desarrollo del presente estudio del componente suelo se constituye en un aspecto de primer orden y fundamental para la caracterización del medio natural, en razón a que los suelos se interpretan como un recurso indispensable y fundamental soporte vital de los ecosistemas terrestres.

La evaluación del recurso edáfico implica un análisis integral del medio natural, debido a que al estudiar los suelos se incluye de forma implícita sus factores formadores (clima, organismos, tiempo, material parental y relieve) los cuales evidencian la génesis de la superficie terrestre, permitiendo así inferir sobre la oferta edáfica y por consiguiente del medio circundante.

Se presentan a continuación los aspectos que son analizados en relación con la evaluación del recurso suelo que permiten su análisis de forma integral.

- Caracterización de los Suelos
- Uso Potencial de los Suelos
- Uso Actual de los Suelos
- Conflictos de Uso del Suelo

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

El análisis de estos aspectos se presenta de manera inicial para el área de influencia (AI), para posteriormente puntualizar los resultados al área de intervención. Adicional a esto se realizó una descripción de las principales unidades identificadas, a través de puntos de caracterización en campo (calicatas), cuya ubicación espacial se presenta en la Tabla 5.22 y el resultado de los análisis se presenta en el Anexo 5.1.4 – B.

Tabla 5.22 Ubicación de puntos de muestreo de suelos

Calicata	UCS	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Este	Norte
PC01	MMA	1.157.835,10	1309.063,61
PC02	MME	1.159.081,25	1.309.143,13
PC03	MMK	1.159.760,52	1.308.191,88

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.1 Descripción de las unidades cartográficas de suelo y sus componentes taxonómicos

Una unidad cartográfica es el conjunto de todas las delineaciones que están identificadas por un símbolo único, un color, un nombre. Todas las delineaciones de suelos que tienen la misma identificación constituyen una unidad cartográfica.

La unidad cartográfica se compone de un nombre y un símbolo. El nombre de las unidades cartográficas se integra de varios elementos que le dan al usuario de los mapas de suelos, información sobre las relaciones que existen entre los diferentes cuerpos de suelo. Así mismo se relaciona el porcentaje de participación de cada unidad taxonómica

Da información sobre la homogeneidad o heterogeneidad de los suelos al interior de la Unidad Cartográfica, además indica las relaciones que existen entre los diferentes componentes que la integran e indica como evaluar dicha unidad.

Las unidades cartográficas de suelos tienen una composición variable según el contenido pedológico predominante y pueden ser de carácter monotáxico o politáxico a saber:

5.1.4.1.1 Consociación



Unidad de mapeo que puede estar constituida en un 75% o más por una clase singular de suelo o de tierra miscelánea, más algunas inclusiones, o también por dos o más clases de suelos similares. Las inclusiones disimilares no limitantes no deben exceder el 25%; en cambio, las inclusiones disimilares limitantes solo pueden alcanzar hasta un 15%.

5.1.4.1.2 Asociación de suelos

Es una unidad de mapeo politáxica en la cual dos o más conjuntos principales y/o clases de tipos misceláneos, se encuentran asociados geográficamente y son lo suficientemente extensos como para mapearse por separado a escala 1:25.000.

5.1.4.1.3 Complejo de suelos

Unidad de mapeo politáxica en la cual dos o más suelos importantes ocurren en un patrón geográfico tan estrecho que no pueden mapearse individualmente en escala 1:25.000, aun cuando tienen posiciones definidas dentro de la unidad fisiográfica

 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5.1.4.1.4 Disociación o Grupo Indiferenciado

Unidad de mapeo politáctica que puede usarse en levantamiento generales de suelos de ladera para agrupar dos o más conjuntos de suelos no asociados geográficamente, pero pertenecientes a unidades fisiográficas similares dentro de las cuales ocupan posiciones definidas, a menudo con un límite común para el uso y manejo, tan importante que puede superar las demás características de los suelos componentes

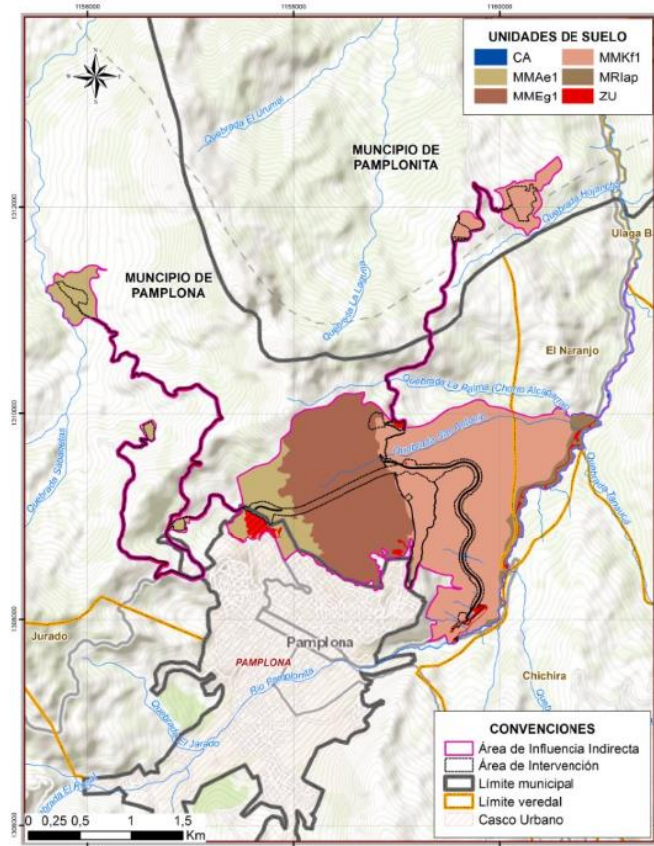
En la Tabla 5.23, Figura 5.36 y plano PAPM_013_EIA_MA_SU_001_SIG se presentan las unidades de suelos presentes en el área de estudio y su descripción se realiza a continuación, la cual fue ajustada del estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Norte de Santander (IGAC, 2004).

Tabla 5.23 Leyenda de unidades cartográficas de suelos asociados al AI

Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Litología	Unidad cartográfica	Componente taxonómico	%	Características	Símbolo	Fase	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Frio seco	Crestas homoclinales abruptas	Areniscas e inclusiones de lutitas	Grupo indiferenciado	Lithic Ustorthents Ustic Humitropepts Afloramientos rocosos	50 30 20	Muy superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa con gravilla. Fertilidad natural baja	MME	MMEg1	156,95	28,70
		Crestones homoclinales	Lutiras e inclusiones de areniscas	Consociación	Ustic Dystropepts	90	Profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa. Fertilidad natural baja	MMK	MMKf1	261,27	47,77
		Lomas	Gneiss	Consociación	Ustoxic Humitropepts	90	Superficiales, limitados por roca, bien drenados, textura franco-arcillosa. Fertilidad natural baja	MMA	MMAe1	63,14	11,55
	Templado seco	Valle coluvio aluvial	Depósitos superficiales, clásticos, hidrogénicos, aluviones mixtos	Consociación	Fluventic Eutropepts	100	Moderadamente profundos, bien drenados, textura franca a franco arenosa. Fertilidad natural alta	MRI	MRIap	16,46	3,01
Cuerpos de agua								CA		4,56	0,83
Zonas urbanas y territorios artificializados								ZU		44,51	8,14
Total										546,89	100

Fuente: (IGAC, 2004); modificado por Aecom - ConCol, 2018

Figura 5.36 Unidades cartográficas de suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.2 Suelos del paisaje de Montaña

El paisaje de montaña hace parte de la formación orogénica de la cordillera oriental, presentando ambientes morfogenéticos estructurales, denudacionales y depositacionales. La altitud del paisaje varía entre los 1750 y 2350 m.s.n.m., lo que determina una variedad de climas que van desde frío húmedo hasta templado húmedo.

Geomorfológicamente el paisaje de montaña presenta tres tipos de relieve en los que se incluyen las crestas homoclinales abruptas, crestones homoclinales y valles coluvio aluviales.

5.1.4.2.1 Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos – MME

Estos suelos se manifiestan en clima ambiental frío y seco, en altitudes de 2.000 a 2.350 metros; donde las temperaturas oscilan de 12 a 18°C y las lluvias anuales son menores de 1.000 mm.

El tipo de relieve más sobresaliente en que se localizan los suelos de esta unidad es el de crestas homoclinales abruptas, con pendientes mayores del 75%. Están constituido por

materiales de rocas sedimentarias (areniscas, lutitas) de naturaleza ácida y se encuentran afectados por desprendimientos de roca, deslizamientos y por escurrimiento difuso en grado ligero. La unidad cartográfica La conforman en un 50% suelos Lithic Ustorthents, en un 30% suelos Ustic Humitropepts y 20% de Afloramientos Rocosos.

Los suelos Lithic Ustorthents desarrollados de areniscas son muy superficiales, limitados por roca coherente; tienen clase textural franco arcillo arenosa. Químicamente, tienen reacción fuertemente ácida, contenidos medios de carbón orgánico y contenidos bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio mayor del 80%. La fertilidad natural es muy baja.

Los Ustic Humitropepts se sitúan en Las áreas donde La pendiente es menos pronunciada y hay alta concentración de fragmentos de roca en superficie y dentro del perfil. Son profundos, bien drenados, de textura franco arcillo arenosa a franco arenosa. Tienen reacción fuertemente ácida; contenidos muy bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio de cambio mayor de 60% y fertilidad natural muy baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó La siguiente fase:

5.1.4.2.1.1 MMEg1:

Grupo Indiferenciado Lithic Ustorthents, Ustic Humitropepts y Afloramientos Rocosos, fases de pendientes > 75%, erosión ligera.

5.1.4.2.2 Consociación Ustic Dystropepts – MMK

La unidad se localiza entre los 2000 y 2350 m.s.n.m., dentro de un clima frío, seco, caracterizado por una temperatura media anual de 16°C y una precipitación de 500 a 1.000 mm.

Los suelos se han originado a partir de lutitas e inclusiones de areniscas y se encuentran afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y por procesos de movimientos en masa, tales como: desprendimientos de roca y deslizamientos. La topografía es fuertemente quebrada con pendientes 50 - 75% y en superficie hay fragmentos de roca. La consociación está integrada en un 90% por suelos Ustic Dystropepts e inclusiones en un 10% de Aforamiento Roco.

Los Ustic Dystropepts son profundos, bien drenados, de clase textural franco arcillo arenosa. Químicamente tienen reacción fuertemente ácida; contenidos bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio del 70% por debajo de los 30 cm de profundidad. La fertilidad natural es baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.2.1 MMKf1

Consociación Ustic Dystropepts, fase de pendientes 50- 75%, erosión ligera.

5.1.4.2.3 Consociación Lithic Ustic Humitropepts. – MMA

Los suelos de esta unidad se localizan en alturas de 2.000 a 2.350 m.s.n.m., dentro de un clima frío, seco, caracterizado por una temperatura media de 16°C y una precipitación de lluvias de 500 a 1.000 mm

Los suelos se sitúan en el tipo de relieve de lomas, fuertemente onduladas con pendientes 25-50%. Se presenta escurrimiento difuso en grado ligero, además en superficie hay fragmentos de roca.

La consociación está conformada en un 90% por suelos Lithic Ustic Humitropepts e inclusiones en un 10% de Typic Haplustolls. Estos últimos suelos generalmente se ubican en las laderas inferiores de las lomas, presentan en superficie alta concentración de fragmentos de roca, son profundos, bien drenados, de clase textural franco arenosa a arcillosa. Químicamente, tienen reacción ligeramente ácida, alta capacidad de intercambio catiónico, altos contenidos de calcio y magnesio. La fertilidad natural es alta.

Los suelos Lithic Ustic Humitropepts se han originado de rocas metamórficas (gneiss); son superficiales, limitados por la roca; son bien drenados, de clase textural franco arcillosa. Químicamente los suelos tienen reacción extremadamente ácida, con altos contenidos de carbón orgánico y contenidos muy bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo; saturación de aluminio de cambio mayor del 60%. La fertilidad natural es muy baja.

En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.3.1 MMAe1:

Consociación Lithic Ustic Humitropepts, fase de pendientes 25- 50%, erosión ligera.

5.1.4.2.4 Consociación Fluventic Eutropepts - MRI

La unidad cartográfica se localiza a una altura entre 1750 y 2000 m.s.n.m., dentro de un clima medio y húmedo; caracterizado por una temperatura media anual de 20°C y una precipitación de lluvias de 2000 mm.

Los suelos se han originado de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos, aluviones mixtos, en tipos de relieve de vallecitos de poca extensión, angostos, de topografía ligeramente plana, con pendientes menores del 3% y afectados por fragmentos de roca en superficie. La consociación la conforman los suelos Fluventic Eutropepts en un 100%.

Los suelos Fluventic Eutropepts son moderadamente profundos, limitados por capas de fragmentos de roca; bien drenados, de clase textural franca a franco arenoso. Químicamente, la reacción es moderadamente ácida; contenidos altos de calcio, magnesio y contenidos bajos de potasio y fósforo; saturación de bases superior al 60%. La fertilidad natural es alta.


En esta unidad cartográfica se delimitó la siguiente fase:

5.1.4.2.4.1 MRIap

Consociación Fluventic Eutropepts, fase de pendientes 1 - 3%, pedregosa.

5.1.4.2.5 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención

En la Tabla 5.24 se presenta la distribución espacial de las unidades para el área de intervención, en la cual se evidencia que la unidad más representativa es la MMKf1, la cual se distribuye en el 57 % del área de intervención. En importancia continúan las unidades MMAe1 y MMeg1, unidades que se distribuyen en porcentajes de áreas de 15 y 11 %, respectivamente. Por último, se reportan las zonas urbanas y territorios artificializados, presentes en el 15 % del total del área de intervención.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Cabe mencionar que dentro del área de intervención se presenta una franja de captación, la cual se ubica en el río Pamplonita y reporta una cobertura de 0,004 ha en la categoría de Cuerpos de agua. Teniendo en cuenta el área reducida, menor al área mínima cartografiada, no se presenta en los repotes o figuras.

Tabla 5.24 Unidades cartográficas de suelos en el área de intervención

Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Unidad cartográfica	Fase	Área (ha)	Área (%)
Montaña	Frío seco	Crestas homoclinales abruptas	Grupo indiferenciado	MMEg 1	6,23	11,45
		Crestones homoclinales	Consociación	MMKf 1	31,23	57,37
		Lomas	Consociación	MMAe 1	8,51	15,63
Zonas urbanas y territorios artificializados				ZU	8,46	15,54
Cuerpos de Agua				CA	0,004	0,01
Total					54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.3 Capacidad de uso del suelo

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a las diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran (IGAC, 2005).

Se fundamenta en la adaptación realizada para Colombia (Mosquera, 1986), de la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.

La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.


Las características permanentes de los suelos hacen referencia a la pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad y condición de drenaje natural.

La capacidad es el potencial que tiene la tierra para ser utilizada bajo cierto tipo general de uso o con prácticas específicas de manejo.

Los suelos que están agrupados dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones para propósitos de uso o respecto al riesgo de degradarse. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos. Muchos de los suelos dentro de cualquiera de las clases requieren distintas prácticas de manejo.

Se muestra a continuación las clases que integran la clasificación o sistema.

Las clases I y II corresponden a tierras arables, con capacidad para cualquier tipo de cultivo, con prácticas ligeras a moderadas de conservación de suelos y manejo de aguas.

 Unión Vial Río Pamplona <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Las clases III y IV corresponden a tierras arables, con restricciones en la selección de cultivos, con prácticas intensivas de conservación de suelos y manejo de aguas.

La clase V y VI corresponde a las tierras para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes, sistemas agroforestales y/o reforestación, con la incorporación selectiva de prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas.

La clase VII corresponde a tierras forestales con posibilidades de uso mixto del bosque.

La clase VIII corresponde a las tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua, la prestación de servicios ambientales, siendo considerados como muy vulnerables.

Las subclases agrológicas corresponden a una categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso, que específica para las clases, uno o más factores limitantes generales y específicos, lo que determina que la subclase agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitación. Se presenta a continuación las principales características de las limitaciones establecidas para el área:

- (e) erosión actual y/o peligro de susceptibilidad a la erosión: La subclase por erosión la conforman los suelos que se encuentran afectados, bien sea, por pérdida acelerada de suelo o susceptibilidad a la misma, causada por la mala utilización de los terrenos, prácticas de manejo inadecuadas o por fenómenos de remoción o movimientos en masa.
- (s) limitaciones en la zona radicular: La subclase por suelo se califica de acuerdo con las limitaciones físicas y/o químicas, que dificultan e impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas y las prácticas de labranza del suelo.

A partir de esta clasificación de los suelos se determina la capacidad de uso del suelo, en la cual, a partir de la oferta del recurso, sus características y limitantes manejo se determinan las categorías de capacidad de uso del suelo en función de sistemas productivos o de conservación. En la Tabla 5.25, la Figura 5.37 y el plano PAPM_015_EIA_MA_UP_001_SIG, se presenta la clasificación por capacidad de usos del suelo presentes en el AI del proyecto.

Tabla 5.25 Capacidad de uso del suelo en el AI

Capacidad de uso	Uso principal	Subclase	UCS	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	Vle-1	MMAe1	ASP	79,60	14,56
		Vs-3	MRlap			
Conservación	Sistemas forestales protectores	VIII	MMEg1	FPR	156,95	28,70
Forestal	Sistema forestal productor	VIIe-5	MMKf1	FPD	261,25	47,77
Cuerpos de agua			CA		4,56	0,83
Zonas urbanas			ZU		44,52	8,14
Total					546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

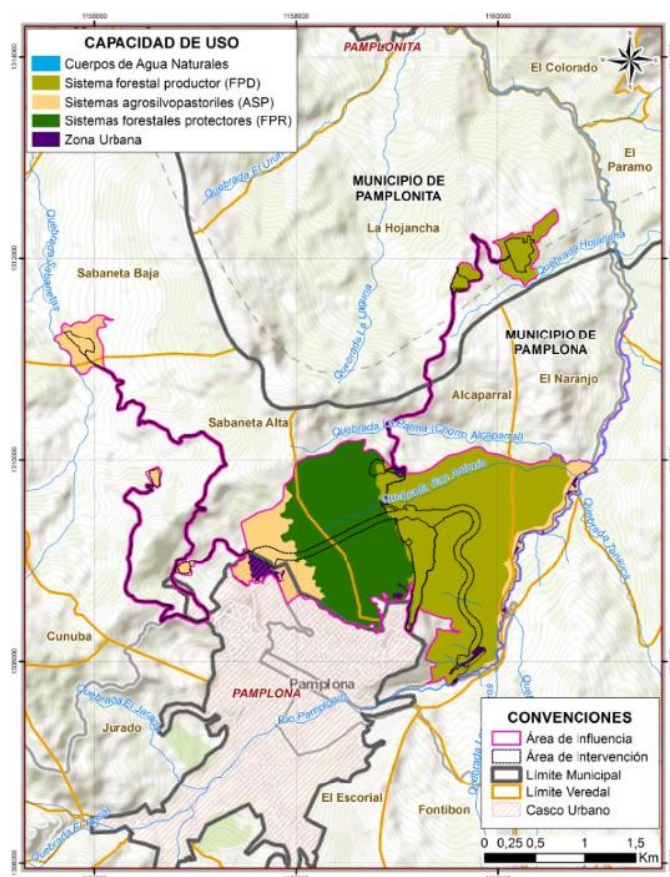
Como se mencionó anteriormente, los suelos con clasificación agrológica Vs-3 y Vie-1 presentan una capacidad de uso agroforestal para desarrollar sistemas agrosilvopastoriles, los cuales se caracterizan por ser arreglos productivos que incluyen producción agrícola de

baja intensidad, con sistemas ganaderos y arreglos forestales, los cuales se interrelacionan tanto espacial como temporalmente.

En cuanto a los suelos con clasificación VIIe-5, presentan una capacidad de uso para desarrollar sistemas forestales productivos, asociados principalmente a sus limitantes de uso, como pendiente y fertilidad, teniendo en cuenta que estos sistemas no son fuertemente extractivos.

Por último, los suelos clase VIII presentan limitantes de uso y manejo tales, que el desarrollo de cualquier sistema productivo debe evitarse, en aras de la preservación del recurso, por lo que deben destinarse a la conservación de estos, así como de la flora nativa, adaptada a esta oferta ambiental.


Figura 5.37 Capacidad de uso del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.3.1 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención

En la Tabla 5.26 se presenta la distribución de la capacidad de uso del suelo para el área de intervención. En esta se evidencia que el 57 % del área corresponde a suelos con una capacidad de uso forestal productor, las cuales son seguidas por suelos con capacidad para soportar sistemas de producción agrosilvopastoriles en el 17 % del área total.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

En tercer lugar, con una distribución del 11 %, se reportan las áreas que por sus restricciones ambientales deben ser destinadas a la conservación de la flora, ya que no cuentan con la capacidad de soportar sistemas productivos, sin que sus propiedades y calidad se disminuyan significativamente. Por último, en el 15 % del área total, se reportan zonas urbanas y territorios antropizados, los cuales, por no presentar suelo, no presentan determinación de capacidad de uso.

Tabla 5.26 Capacidad de uso del suelo en el área de intervención

Capacidad de uso	Uso principal	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	8,51	15,63
Conservación	Sistemas forestales protectores	FPR	6,24	11,45
Forestal	Sistema forestal productor	FPD	31,22	57,33
Cuerpos de agua naturales		CA	0,0044	0,01
Zonas urbanas		ZU	8,48	15,57
Total			54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4 Uso actual del suelo

Se define como el empleo que le da el hombre a la cobertura del suelo, ya sea con fines productivos, (explotaciones agrícolas y pecuarias), de comunicación y vivienda (tejido urbano continuo y discontinuo, ríos y vías) o de protección y conservación (bosques de galería o ripario y vegetación secundaria alta).

Siendo el suelo el recurso principal de estas actividades, es necesario realizar prácticas que disminuyan su deterioro, adoptar y adaptar tecnologías que contribuyan a su conservación e incentiven el manejo sostenible de los recursos naturales que interactúan en la dinámica Suelo-planta-hombre. El cambio de uso del suelo en Colombia es dinámico y constante, estos cambios no siempre se acoplan a las características físicas, químicas y biológicas y a la fragilidad implícita de los suelos.

De acuerdo con lo anterior se establece que esta dinámica está en función del tiempo y el espacio, ya que los usos actuales determinados pueden crecer, decrecer o mantenerse constantes, en relación con las necesidades económicas, sociales y/o culturales de la población; que se encuentran en estrecha relación con los aspectos que integran y orientan las tendencias de consumo, los mercados locales, regionales y nacionales, y las políticas sectoriales

El desarrollo del uso actual del suelo para el área de influencia se realizó mediante la agrupación de las diferentes coberturas identificadas por el componente flora. Esta unificación se hace en relación con la funcionalidad, lo cual se convierte en sectores que manifiestan los mismos patrones de producción y uso de los recursos naturales, asociados en especial a los suelos.

De acuerdo con los criterios de la geodatabase emitida por la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA), se identificó el uso del suelo y el tipo de uso del suelo, los cuales se presentan en la



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.27 y su distribución espacial en la


	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.38 y el plano PAPM_014_EIA_MA_UA_001_SIG. Adicionalmente, a continuación se describen los principales uso de los suelos presentes en el AI.


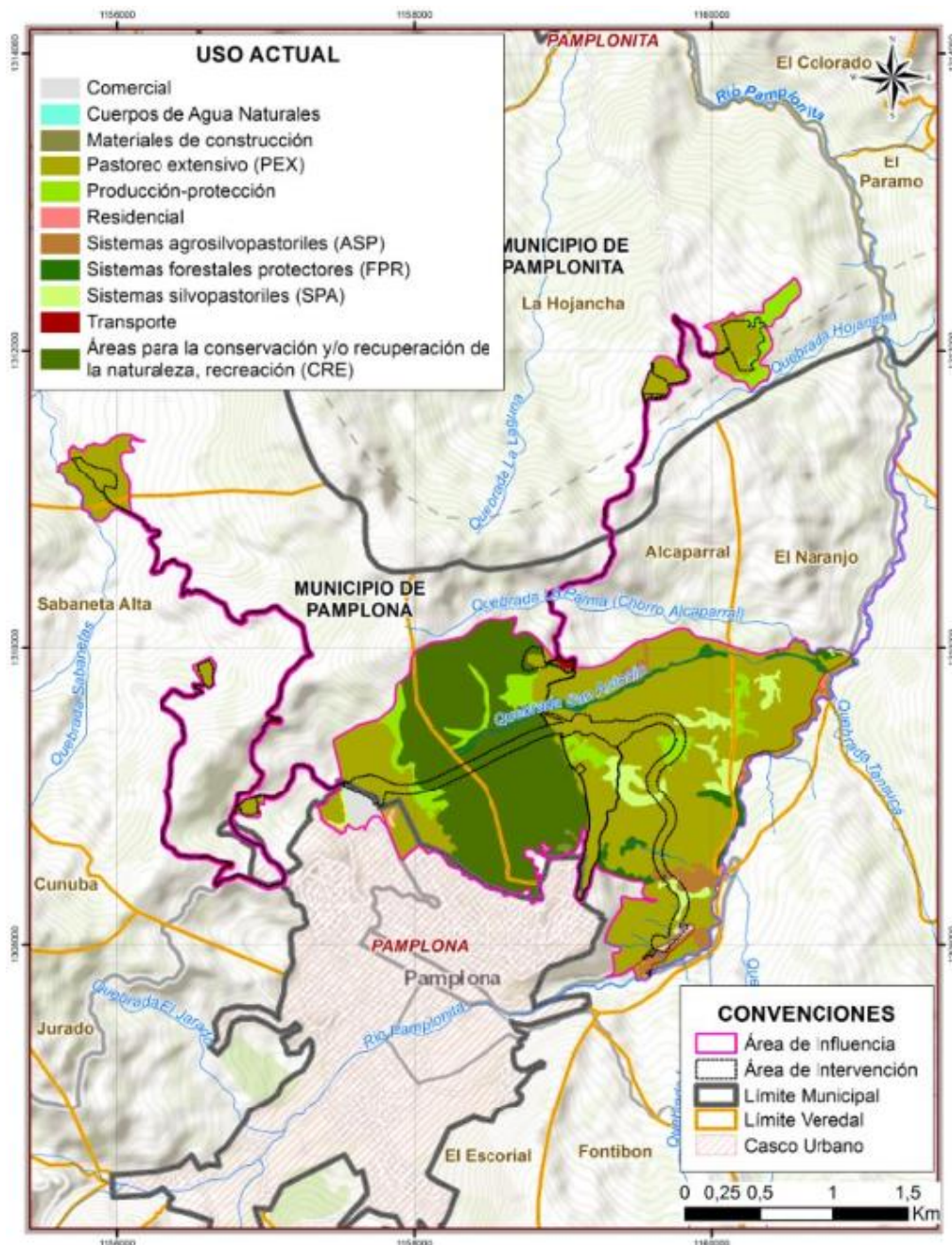
 Unión Vial Río Pamplona <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.27 Uso actual del suelo en el AI

Uso Actual	Tipo de uso	Cobertura	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	Mosaico de pastos y cultivos	ASP	13,54	2,48
		Otros cultivos permanentes arbustivos			
	Sistemas silvopastoriles	Mosaico de pastos con espacios naturales	SPA	20,09	3,67
Total Agroforestal				33,63	6,15
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	Arbustal denso bajo	CRE	145,03	26,52
		Herbazal denso de tierra firme con arbustos			
	Sistemas forestales protectores (FPR)	Bosque de galería y ripario	FPR	16,39	3,00
Total Conservación				161,43	29,52
Forestal	Producción-protección	Arbustal denso alto	FPP	33,85	6,19
Total Forestal				33,85	6,19
Ganadería	Pastoreo extensivo	Pastos arbolados	PEX	268,85	49,16
		Pastos enmalezados			
		Pastos limpios			
Total Ganadería				268,85	49,16
Cuerpos de Agua	Cuerpos de Agua	Ríos (50 m)	CA	4,55	0,83
Total Cuerpos de Agua				4,55	0,83
Asentamiento	Residencial	Construcciones Rurales	ARS	2,18	0,40
		Tejido urbano discontinuo			
Total Asentamiento				2,18	0,40
Infraestructura	Comercial	Zonas comerciales	INC	5,55	1,02
	Transporte	Red vial	INT	36,12	6,60
Total Infraestructura				41,67	7,62
Minería	Materiales de construcción	Zonas de extracción de material de construcción	MMC	0,73	0,13
Total Minería				0,73	0,13
Total general				546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 5.38 Uso actual del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.1 Ganadería – Pastoreo extensivo (PEX)

Corresponde al sistema productivo ganadero de producción de leche, que se desarrolla bajo un modelo extensivo, el cual se caracteriza por requerir amplias extensiones en una baja relación ganado/área. Dentro de esta categoría de uso se presentan las coberturas de

pastos limpios, arbolados y enmalezados, los cuales se distribuyen en un 49 % del AI y se pueden apreciar en la Fotografía 5.1 y Fotografía 5.2.

Fotografía 5.1 Ganado lechero para ordeño



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Fotografía 5.2 Pastoreo extensivo en laderas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.2 Conservación

El uso de conservación se divide en dos categorías de uso, la primera asociada a áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza y está asociado a zonas de herbazales y arbustales, los cuales se pueden apreciar en la Fotografía 5.3 y se distribuyen en el 27 % del AI.

Por otro lado, distribuido en el 3 % del AI, el uso de conservación de sistemas forestales protectores corresponde a las coberturas de bosque de galería y riparios, los cuales son vegetación natural destinada a la protección de los cuerpos de agua (ríos principalmente) y sus márgenes. El total, el área de conservación corresponde al 30 % del área de influencia.

Cabe mencionar que, para el caso de esta categoría, en la cual para el área de intervención se distribuye en 8 ha (14 %), al estar asociada al trazado del túnel, corresponde a áreas que no van a ser afectadas directamente ya que la intervención se realizara en el subsuelo, por lo cual el uso actual no se modifica.

Fotografía 5.3 Áreas de Conservación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.3 Agroforestal

Los usos agroforestales, distribuidos en el 6 % del área de influencia corresponden a sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles, los cuales se caracterizan por presentar mezclas de producciones ganaderas y especies forestales, los cuales por el nivel de detalle que maneja el estudio y la escala (1:25.000), no es posible detallarlos. En la Fotografía 5.4 se evidencia un mosaico de pastos y con espacios naturales.

Fotografía 5.4 Sistemas agrosilvopastoriles

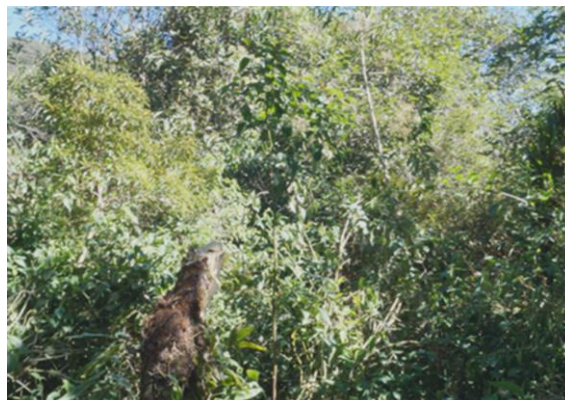


Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.4 Forestal

En la Fotografía 5.5 se presenta una cobertura de Arbustal denso, el cual corresponde al uso forestal de producción protección, el cual se caracteriza por ser áreas naturales que sirven como habitat de fauna silvestre, se realiza un aprovechamiento forestal selectivo por parte de la comunidad y se distribuyen en el 6 % del área de influencia.

Fotografía 5.5 Uso forestal de producción-protección



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.4.5 Uso actual del suelo en el área de intervención

En la Tabla 5.28 se presentan los usos actuales asociados al área de intervención, en esta se puede apreciar que el uso más representativo es el ganadero, el cual se distribuye en el 63 % del total del área. A este lo siguen la infraestructura de transporte, uso que corresponde al 15 % del área de intervención.

En tercer lugar, se reporta, las áreas destinadas a la conservación con una cobertura del 11 %, en las que se incluyen áreas para la conservación y/o recuperación y sistemas forestales protectores, seguido por las categorías forestal de producción-protección y los sistemas silvopastoriles, distribuidos en el 4 y 5 %, respectivamente. En cuanto a las cuatro categorías de uso restantes, se distribuyen en el 2 % del área total.

Tabla 5.28 Uso actual del suelo en el área de intervención

Uso Actual	Tipo de uso	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Agroforestal	Sistemas agrosilvopastoriles	ASP	0,93	1,71
	Sistemas silvopastoriles	SPA	1,86	3,41
Total Agroforestal			2,79	5,12
Asentamiento	Residencial	ARS	0,12	0,22
Total Asentamiento			0,12	0,22
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza	CRE	6,02	11,05
	Sistemas forestales protectores (FPR)	FPR	0,10	0,19
Total Conservación			6,12	11,24
Forestal	Producción-protección	FPP	2,53	4,64
Total Forestal			2,53	4,64
Ganadería	Pastoreo extensivo	PEX	34,53	63,41
Total Ganadería			34,53	63,41
Infraestructura	Comercial	INC	0,98	1,81
	Transporte	INT	7,38	13,55
Total Infraestructura			8,36	15,36
Cuerpos de agua Naturales	Cuerpos de agua naturales	CA	0,00	0,01
Total cuerpos de agua naturales			0,00	0,01
Total general			54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5 Conflicto de uso del suelo

La normal dinámica del medio natural influenciado por el desarrollo económico y social ha ocasionado un nuevo estado de desarrollo, en el cual se determinan un conjunto de conflictos de uso del suelo y por consiguiente de los recursos naturales. La identificación de los diferentes niveles de conflicto permite establecer el real aprovechamiento y deterioro del recurso suelo respecto de su explotación actual, representada tanto por los usos como por las coberturas.

El establecimiento de las diferentes categorías de conflictos de uso del suelo se sustenta en un proceso de confrontación simultánea de las temáticas definidas como uso actual asociado a la cobertura vegetal y el uso reglamentado por los instrumentos de ordenamiento territorial versus la capacidad de uso de las tierras. Esto permite determinar la discrepancia entre el aprovechamiento actual de las tierras, lo establecido dentro de la norma y la oferta edáfica estimada, por medio de la clasificación de las tierras. En desarrollo de este análisis se adoptaron las categorías de conflicto que se definen a continuación. La metodología empleada se sustenta en la metodología IGAC Y CORPOICA para la determinación de conflicto de uso del suelo (IGAC & Corpoica, 2002).

5.1.4.5.1 Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A)

Establece los terrenos en los cuales los usos actuales y sus coberturas asociadas guardan total correspondencia con la capacidad de uso de las tierras, sin deterioro ambiental de mayor significancia del recurso suelo, permitiendo mantener actividades productivas siempre y cuando se establezcan o continúen desarrollando adecuadas prácticas de uso y manejo. Igualmente integra los relictos de ecosistemas naturales aún existentes que suministran bienes y servicios ambientales.

5.1.4.5.2 Conflictos por subutilización (S)

Calificación dada a las tierras donde el agroecosistema dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles.

En estas áreas el uso actual es menos intenso en comparación con la mayor capacidad productiva de las tierras, razón por la cual no cumplen con la función social y económica establecida por la Constitución Nacional, cuyo fin es el de proveer de alimentos a la población y satisfacer sus necesidades básicas. En esta clase se diferenciaron tres (3) grados de intensidad, así:

5.1.4.5.2.1 Subutilización ligera S1

Definen los terrenos para los cuales el uso actual está próximo a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo de su real vocación, con la consiguiente baja utilización del mismo, pudiendo no demandar mayores recursos en las actividades productivas, sin deterioro evidente del medio natural.

5.1.4.5.2.2 Subutilización moderada S2

Corresponde a los terrenos en los que el uso actual encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad

medianamente por un uso inadecuado del recurso o de tierras productivas; aunque no hay pérdida ni deterioro de este, se evidencian factores que pueden acarrear bajos rendimientos o improductividad.

5.1.4.5.2.3 Subutilización severa S3

Hace referencia a los terrenos en que el uso actual es inadecuado o contrario a la capacidad de uso de las tierras, siendo subutilizado el recurso natural en un grado severo, consecuencia del descanso, abandono de sectores productivos o no uso de sectores altamente intervenidos, sin manifestación evidente de deterioro del recurso ni del medio natural, pudiendo propiciar conflictos de carácter social y económico debido a disminuciones en la productividad.

5.1.4.5.3 Conflictos por sobreutilización (O)

Calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas.

En estas tierras los usos actuales predominantes hacen un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva, siendo incompatibles con la vocación de uso principal y los usos compatibles recomendados para la zona, con graves riesgos de tipo ecológico y social. Los conflictos por sobreutilización se subdividieron en los siguientes grados de intensidad:

5.1.4.5.3.1 Sobreutilización ligera O1

Establece los terrenos en donde los usos actuales se encuentran ligeramente en discordancia con la capacidad de uso de las tierras, evidenciando un paulatino y progresivo deterioro ante el incremento de procesos erosivos, disminución de la fertilidad natural y una afectación ligera de la fauna y la flora asociada.


5.1.4.5.3.2 Sobreutilización moderada O2

Comprende los terrenos en donde los usos actuales presentan una moderada discrepancia con respecto de la capacidad de uso de las tierras, con la presencia y potencial desarrollo de procesos de erosión, disminuyendo la oferta de servicios ambientales, lo que limita la dinámica de los ecosistemas naturales pudiendo restringir la oferta de recursos naturales asociados, flora, fauna y agua.

5.1.4.5.3.3 Sobreutilización severa O3

Identifica los terrenos con usos actuales que están en total discordancia con la capacidad de uso de las tierras, utilizando estas tierras muy por encima de su real vocación, generando en el suelo procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa, en diferentes grados e igualmente pérdida de su capacidad de regeneración, afectando la dinámica natural del medio propiciando un paulatino deterioro que se representa en la fragmentación de los ecosistemas, rompimiento de la conectividad ecológica y disminución de la oferta de recursos naturales para el mantenimiento de equilibrio natural y la prestación de servicios ambientales.

En la Tabla 5.29 se presenta la matriz para la determinación de conflicto de uso de acuerdo con los usos definidos, especificando las posibles combinaciones que se pueden presentar.

 Unión Vial Río Pamplona <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

La matriz hace confrontación de 11 tipos de usos actuales y 5 de usos potenciales, lo cual implica 55 combinaciones posibles de conflicto de usos del suelo. El resultado de conflictos a partir de la ejecución de la matriz se presenta en el Anexo 8-3.

Tabla 5.29 Matriz de determinación de conflicto de uso del suelo

Uso actual		Uso potencial				
		Agroforestal	Conservación	Forestal	Cuerpos de agua	Zonas urbanas
		ASP	FPR	FPD	CA	ZU
Agroforestal	SPA	A	O2	O1	N/A	N/A
Conservación	CRE	A	A	A	N/A	N/A
	FPR	A	A	A	N/A	N/A
Forestal	FPP	S2	A	A	N/A	N/A
Ganadería	PEX	A	O2	O1	N/A	N/A
Cuerpos de Agua	CA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Asentamiento	ARC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Minería	MMC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Infraestructura	INC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	INT	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5.4 Conflictos de uso del suelo en el AI

En la Tabla 5.30, la Figura 5.39 y el plano PAPM_016_EIA_MA_CU_001_SIG, se presentan los conflictos de uso del suelo presentes en el área de influencia, en la cual se evidencia que a partir de la confrontación de la capacidad de uso del suelo con el uso actual se presentan conflictos por subutilización y sobreutilización, así como áreas sin conflicto de uso y otras en las cuales no aplica la determinación de este.


En nivel de importancia se resalta que el 48 % del AI no presenta conflicto de uso teniendo en cuenta que el uso actual del suelo va acorde con la oferta ambiental o capacidad de uso que presenta el suelo explotado. En esta categoría se incluyen los usos de conservación, la ganadería y sistemas silvopastoriles ubicados en suelos con aptitud agroforestal.

En segunda instancia y con una distribución porcentual similar (40 %), se presentan las tierras que presentan conflictos por sobreutilización ligera, que corresponde a usos agroforestales o ganaderos desarrollados en suelos con actitud para la producción forestal.

El área restante (11 %), se distribuye en zonas que no aplica la definición de conflicto de uso (no presentan suelo), distribuidas en un 9 % del AI y en las categorías de subutilización y sobreutilización moderada.

Tabla 5.30 Conflicto de uso del suelo en el AI

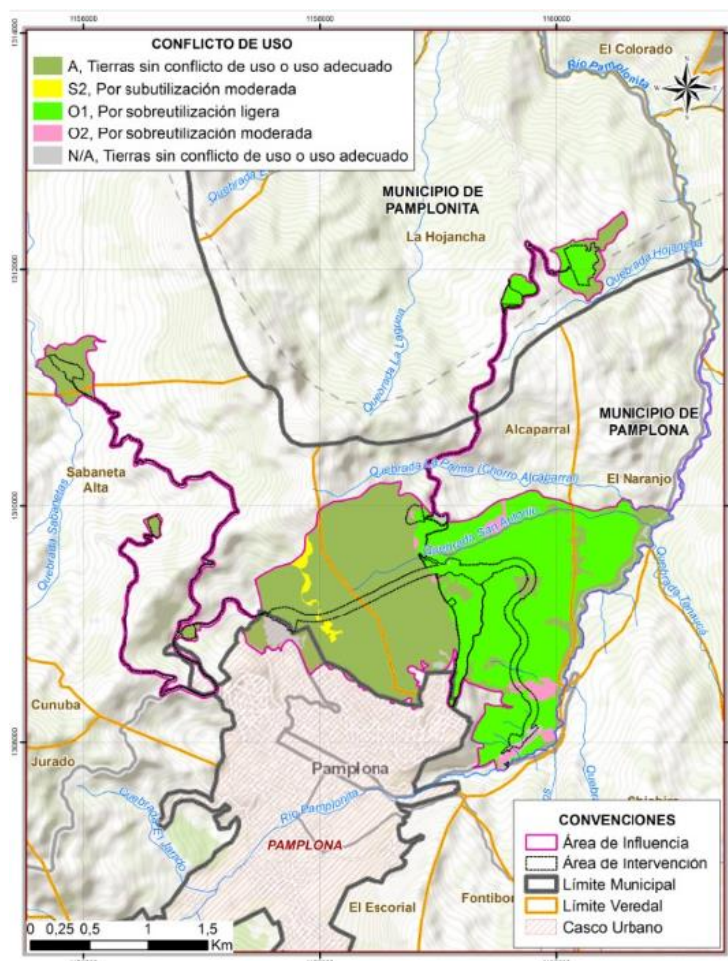
Conflicto de uso	Descripción	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Tierras sin conflicto de uso	tierras donde el agroecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal	A	261,09	47,74
Conflictos por subutilización moderada	Tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la clase de vocación de uso principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras	S2	4,65	0,85
Conflicto por sobreutilización ligera	Tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado	O1	220,46	40,31

 Unión Vial Río Pamplonita Una Compañía de Sacyr Concesiones	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Conflicto de uso	Descripción	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Conflicto por sobreutilización moderada	Tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la clase de vocación de uso principal recomendada	O2	11,56	2,11
No aplica	Áreas en donde por la carencia de suelo no aplica la determinación del conflicto de uso	N/A	49,13	8,98
Total			546,89	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018


Figura 5.39 Conflicto de uso del suelo en el AI



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.5.5 Conflictos de uso del suelo en el área de intervención

Para el área de intervención, en la Tabla 5.31 se presentan la distribución porcentual de los las categorías de conflicto de uso del suelo, en la que se evidencia que contrario a lo reportado en el AI, el conflicto principal es el de sobreutilización ligera, el cual representa el 50 % del área total.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

En segundo lugar, se reportan los suelos sin conflicto de uso con una cobertura del 35 %, mientras que el 15 % del área, no presentan conflicto de uso del suelo. Por último, el 2 % restante corresponde a suelos con conflicto por subutilización y sobreutilización moderada.

Tabla 5.31 Conflicto de uso del suelo en el área de intervención

Conflicto de uso	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
Tierras sin conflicto de uso	A	17,02	31,26
Conflictos por subutilización moderada	S2	0,08	0,14
Conflicto por sobreutilización ligera	O1	27,67	50,82
Conflicto por sobreutilización moderada	O2	1,20	2,20
No aplica	N/A	8,48	15,58
Total		54,44	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.6 Análisis de vulnerabilidad del Suelo asociado al túnel.

Para el análisis de la vulnerabilidad del recurso suelo en donde se proyecta la construcción del túnel, se tuvieron en cuenta las clases agrológicas propias de las unidades cartográficas de suelo presentes en el área.

Dichas clases agrológicas agrupan los suelos que presentan un grado similar de limitaciones en general y de riesgos, siendo esto la pauta para determinar su vulnerabilidad. De las unidades cartográficas de suelo por las que atraviesa el diseño del túnel se identificaron 3 clases agrológicas presentadas en la Tabla 5.32

Tabla 5.32 Clases agrológicas asociadas al túnel

UCS	Clase agrológica	Limitante de uso	Área (Ha)	Área (%)
MMAe1	Vle-1	Erosión	0,360	6,09
MMkf1	Vlle-5	Erosión	0,552	9,34
MMEg1	VIII	Pendiente y erosión	5,004	84,58
Total			5,916	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

5.1.4.6.1 Clase Vle-1

Asociado a la unidad MMAe1, ubicado en las lomas de las montañas, presenta un relieve fuertemente quebrado con pendientes entre 25 – 50 %, afectado por erosión superficial ligera y en algunos sectores movimientos en masa. Los suelos son superficiales, limitados por fragmentos de roca en el perfil, bien drenados, texturas franco arcillo arenosas y fertilidad natural baja.

Como limitantes de uso se asocia la erosión, la pendiente y a baja precipitación anual, y el uso recomendado son los sistemas agrosilvopastoriles. Con respecto al área de intervención del túnel, representa el 6 %.

5.1.4.6.2 Clase Vlle-5

Representa la unidad MMkf1 asociada a las geoformas de crestones homoclinales, con un relieve escarpado y pendientes entre 50 – 75 %, ligeramente afectados por erosión superficial. Los suelos son profundos, bien drenados, de clases texturales variables y fertilidad natural alta.

Dentro de las limitantes de uso se encuentran la erosión, fuertes pendientes, baja precipitación anual y presencia de fragmentos de roca en la superficie, lo cual determina que estas tierras presentan una vocación de uso forestal productora. Esta clase agrológica corresponde al 9 % del área de intervención del túnel.

5.1.4.6.3 Clase VIII

Estos suelos, que corresponden a la unidad MMEg1, presentan limitantes tan severas, que su aptitud es la conservación de la vegetación. La importancia de las tierras radica desde el punto de vista de protección, usos recreativos o turísticos, y como refugio de la fauna, protección de la flora y de los recursos hídricos.

Esta unidad está ubicada sobre el 85 % del área de intervención del túnel, sin embargo, su ubicación permite que no se vea afectada de una manera directa por la construcción de este, ya que se encuentra en la parte superior de la montaña.

Adicional a esto, a partir de los análisis de laboratorio realizados para la caracterización de dichas unidades, se determinan propiedades naturales asociadas a servicios ecosistémicos que brinda el suelo, en los que se encuentran la capacidad de retención de agua (CRA) y fertilidad natural del suelo, resultados que se presentan en la Tabla 5.33.

Tabla 5.33 CRA y Fertilidad natural de UCS asociadas al túnel

UCS	Perfil modal	Horizonte	Profundidad (cm)	CRA (m ³ /ha)	Fertilidad Natural	
MMA	PC01	PC01-1	0 - 50	1.668,00	3,71	Baja
		PC01-2	50 - 74	918,02		
MME	PC02	PC02-1	0 - 60	863,04	3,85	Baja
		PC02-2	60 - 90	540,82		
MMK	PC03	PC03-1	0 - 45	2.054,34	1,69	Muy baja
		PC03-2	45 - 90	2.656,37		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

De acuerdo con los resultados se observa que las unidades de suelos MMA y MME presentan una fertilidad natural baja, mientras que la unidad MMK se categoriza como muy baja, lo cual va en coherencia con la capacidad de uso del suelo presentada anteriormente, en donde los sistemas agroforestales y forestales se caracterizan por presentar una baja intensidad y demanda de recursos (en comparación con sistemas agrícolas y pecuarios intensivos).

En cuanto a la capacidad de retención de agua, característica definida tanto por parámetros físicos del suelo (textura, capacidad de campo, densidad aparente) como químicas (principalmente porcentaje de materia orgánica), se encuentra que por la unidad MME es la que presenta una menor capacidad de retención que presenta valores máximos estimados en 863 m³/ha en el primer horizonte y 540 m³/ha en el segundo.

La unidad MMA presenta valores intermedios que varían entre 918 – 1668 m³/ha, mientras que la unidad MMK presenta valores altos de retención superiores a los 2000 m³/ha de agua que puede ser retenida por el suelo.

Cabe mencionar que la capacidad de retención de agua es una propiedad altamente susceptible a modificaciones, en donde por actividades antrópicas directas o indirectas en el suelo, esta se puede disminuir, principalmente por procesos de compactación, que generan

alteración de la infraestructura y aumento en la densidad aparente del suelo, en los que se encuentran actividades tradicionales como la ganadería extensiva o agricultura.

En cuanto al desarrollo del proyecto con respecto a la construcción del túnel, teniendo en cuenta que la principal afectación al recurso se realiza de manera puntual en el área de los portales de entrada y de salida, ya que la intervención del resto del trazado del túnel se desarrolla de manera subsuperficial.

5.1.5 Hidrología


La hidrología estudia la dinámica, circulación, distribución e interacción del agua en un área específica. Dicha área está compuesta por una o más cuencas delimitadas entre sí por los filos, cuchillas o divisorias de las montañas; dichas cuencas corresponden a unidades territoriales por donde escurren de manera natural y/o a través de estructuras hidráulicas de origen antrópico la escorrentía (agua lluvia) y las corrientes superficiales que inician su recorrido tras aflorar las aguas subterráneas, para drenar y conformar quebradas, ríos o lagunas para posteriormente entregar sus efluentes a cauces más grandes, lagos y el océano, conformando así un sistema interconectado que da origen junto a las variables climáticas al ciclo hidrológico¹.

Las cuencas hidrográficas se han constituido como unidades de planificación en el país, teniendo como finalidad mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos y la conservación de su estructura ecológica, particularmente del recurso hídrico²; estos territorios generan bienes y servicios ambientales que son demandados por las poblaciones de la cuenca e incluso de la zona hidrográfica. En el caso del área de influencia (en adelante AI) de la Unidad Funcional 1 (en adelante UF1) los servicios que presta el recurso hídrico son: a) Consumo humano, b) suministro de agua para actividades agrícolas y pecuarias, tanto pancoger como para el comercio a nivel “artesanal” como industrial, c) conservación de la fauna y flora y d) para uso recreativo. En lo anterior radica la importancia de definir las cuencas que se superponen con el proyecto, principalmente con el área de intervención y respectivas repercusiones manifiestas en el área de influencia, así mismo se deben definir los procesos biofísicos y antrópicos que tienen lugar, de tal manera que el desarrollo del proyecto se realice bajo los principios de sostenibilidad ambiental, con el objetivo de reducir las interferencias a los procesos de captación, regulación y descarga de agua, así garantizar la disponibilidad y calidad del agua para los diferentes usos que le dan los usuarios, así mismo y no menos importante para el correcto desarrollo de la estructura ecológica del territorio.

En consecuencia a lo anterior, en los numerales siguientes se presenta información de las cuencas presentes en el área de influencia, así como las características de los sistemas lóticos, caudales característicos de los principales cuerpos de agua, red de drenaje y demás aspectos que permiten caracterizar las condiciones hidrológicas del área de influencia, dando cumplimiento a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración de

¹ IDEAM, 2010

² Presidencia de la República de Colombia. (06/08/2002). Decreto 1729 de 2002. DO: 44.893

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Estudios de Impacto Ambiental – EIA – en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, establecidos por el MADS mediante Resolución 751 de marzo de 2015.

5.1.5.1 Fuentes de información

Para lograr los objetivos del estudio hidrológico se dio uso a información secundaria, se levantó información primaria mediante comisiones del equipo profesional al área de influencia del proyecto y se gestionó información del IDEAM, precisamente estaciones hidrometeorológicas.

5.1.5.1.1 Cartografía

La información cartográfica para los análisis de hidrología empleó información en escala 1:25.000 y 1:10.000 (Túnel) y específicamente la que se lista a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 25.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
- Información hidrológica con base en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

5.1.5.1.2 Información de fuentes oficiales

Como fuente de información se identificaron y consultaron las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pamplona
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)
- Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río pamplonita POMCA.


5.1.5.1.3 Información Hidrológica

A fin de realizar la descripción hidrológica del área de influencia, se utilizó información hidrometeorológica actualizada suministrada por el IDEAM y que, en su mayoría, cuenta con información para el periodo comprendido entre los años de 1973 a 2017.

En la Tabla 5.34 la lista y características generales de las estaciones hidrometeorológicas utilizadas para el estudio hidrológico pertinente a la UF1 del corredor vial Cúcuta – Pamplona de la cual se obtiene la información necesaria para la estimación de precipitaciones y caudales por métodos indirectos de lluvia escorrentía.

Tabla 5.34 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis Hidrológico asociado a la zona en estudio

NOMBRE	CATEG	ALTITUD	FECHA_INST	ESTE	NORTE
Villa Del Rosario [16010010]	PM ¹	522	15/01/1972	1176459	1356601
La Donjuana Automat [16017020]	LG	730	15/08/1972	1161920	1342412
Manzanares [16010110]	PM	1350	15/09/1990	1164158	1333570
Esperanza La [16015030]	CO ²	1760	15/11/1972	1170797	1329167
Tama Parque Nal [16015090]	CP ³	2500	15/04/1989	1180559	1313056
Cucutilla [16020080]	PM	1280	15/09/1955	1144316	1324656
Caldera La [16020110]	PM	2875	15/01/1978	1149907	1301442
Salazar [16025030]	CP	860	15/03/1973	1137616	1351185
Donjuana La 2 [16010020]	PM	770	15/04/1973	1163020	1343522

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

NOMBRE	CATEG	ALTITUD	FECHA	INST	ESTE	NORTE
Iser Pamplona [16015020]	AM ⁴	2340	15/04/1972		1158726	1307000
Ragonvalia [16015100]	CP	1550	15/07/2000		1176312	1330294
Arboledas [16020050]	PM	925	15/05/1958		1140969	1336814
Carmen De Tonchala [16025010]	CP	285	15/10/1968		1166271	1360129
Labateca [37010010]	PM	1560	15/04/1955		1174215	1299308
Cacota [37010030]	PM	2645	15/06/1958		1158761	1295938
1 PM Pluviométrica		2 CO Climatológica Ordinaria		3 CP Climatológica Principal		4 AM Agrometereológica

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2 Caracterización hidrológica del área de influencia




5.1.5.2.1 Sistemas lóticos y lénticos del área de influencia



De acuerdo con la cartografía IGAC 1:25.000 y los recorridos del equipo técnico se logró definir y actualizar la red hidrográfica del área de influencia de la UF1, la cual se compone a nivel superficial de sistemas lóticos, no se registraron cuerpos lénticos; todos tributarios del río Pamplonita afluente principal asociado al corredor vial proyectado y que según la clasificación del IDEAM, hace parte de la zona hidrográfica del Catatumbo.



5.1.5.2.1.1 Lóticos


Los sistemas lóticos identificados durante los recorridos y según cartografía son los siguientes (ver Tabla 5.35).

Tabla 5.35 Inventario de fuentes lólicas identificadas durante los recorridos

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
1	Quebrada San Antonio	X		1.159.107	1.309.578	2.321	Pamplona	Alcaparral	Drenaje permanente de lecho liso, no se le evidencia material de arrastre. Con profundidad menor a 10 cm y ancho de cauce menor a 50 cm. De flujo sin crestas con abundante vegetación arbustiva. Dirección de la corriente Nor-occidente a Sur-oriente.	
2	NN-25-1	X		1.159.715	1.308.010	2.201	Pamplona	Alcaparral	Drenaje con intervención antrópica mediante canalización en concreto en el punto de cruce con vía existente Pamplona - Cúcuta. Flujo tranquilo en sentido Norte - Sur.	
3	NN-25	X		1.159.675	1.307.909	2.127	Pamplona	Alcaparral	Drenaje intermitente de aguas asociadas a manantiales y a aguas provenientes de cunetas de la vía existente. Con lecho sin presencia de material rocoso, ni evidencia de caudal considerable, su desembocadura se da sobre el río pamplonita.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
4	NN-26	X		1.159.861	1.308.072	2.190	Pamplona	Alcaparral	Drenaje conducido a través de canales de concreto y zanjas.	
5	NN-27-1	X		1.159.717	1.308.590	2.190	Pamplona	Alcaparral	Corriente derivada de manantial, 01 de flujo tranquilo, con presencia de material mediano (5 - 15 cm) y una gran cantidad de vegetación arbustiva. Dirección de corriente occidente a oriente.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
6	NN-27	X		1.159.684	1.308.462	2.204	Pamplona	Alcaparral	Corriente de flujo tranquilo, con presencia de material mediano (5 - 15 cm) y con vegetación media entre arbórea y arbustiva. Con ancho mojado de entre 1 y 2 metros y una profundidad de no más de 30 cm. Dirección de corriente occidente a oriente.	
7	NN- 15	X		1.160.128	1.308.974	2.071	Pamplona	Alcaparral	Drenaje intermitente de pendiente ondulada o media. Lecho de material rocoso medio, en el punto de intersección con la vía existente su cauce se ocupa con obra hidráulica. Vegetación media a abundante.	

id	Nombre Geográfico	Tipo*		Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Z (msnm)	Municipio	Vereda	Descripción	Registro fotográfico
		Lo	Le	Este	Norte					
9	Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	X		1.160.915	1.309.981	1984	Pamplona	El Naranjo	Drenaje permanente con pendiente ondulada a medio. Flujo turbulento. Presenta lecho con material medio (5-15 cm) y orillas con material grueso (>15 cm). La vegetación en sus orillas es de tipo Arbustiva (<5 m) y cultivo de plátano. El en punto de cruce no se identifica infraestructura adosada. Hacia unos 50 metros aguas abajo se identifica un box culvert sobre el cual para la vía nacional pamplona-Cúcuta. En este punto no se reporta afectación por inundaciones.	

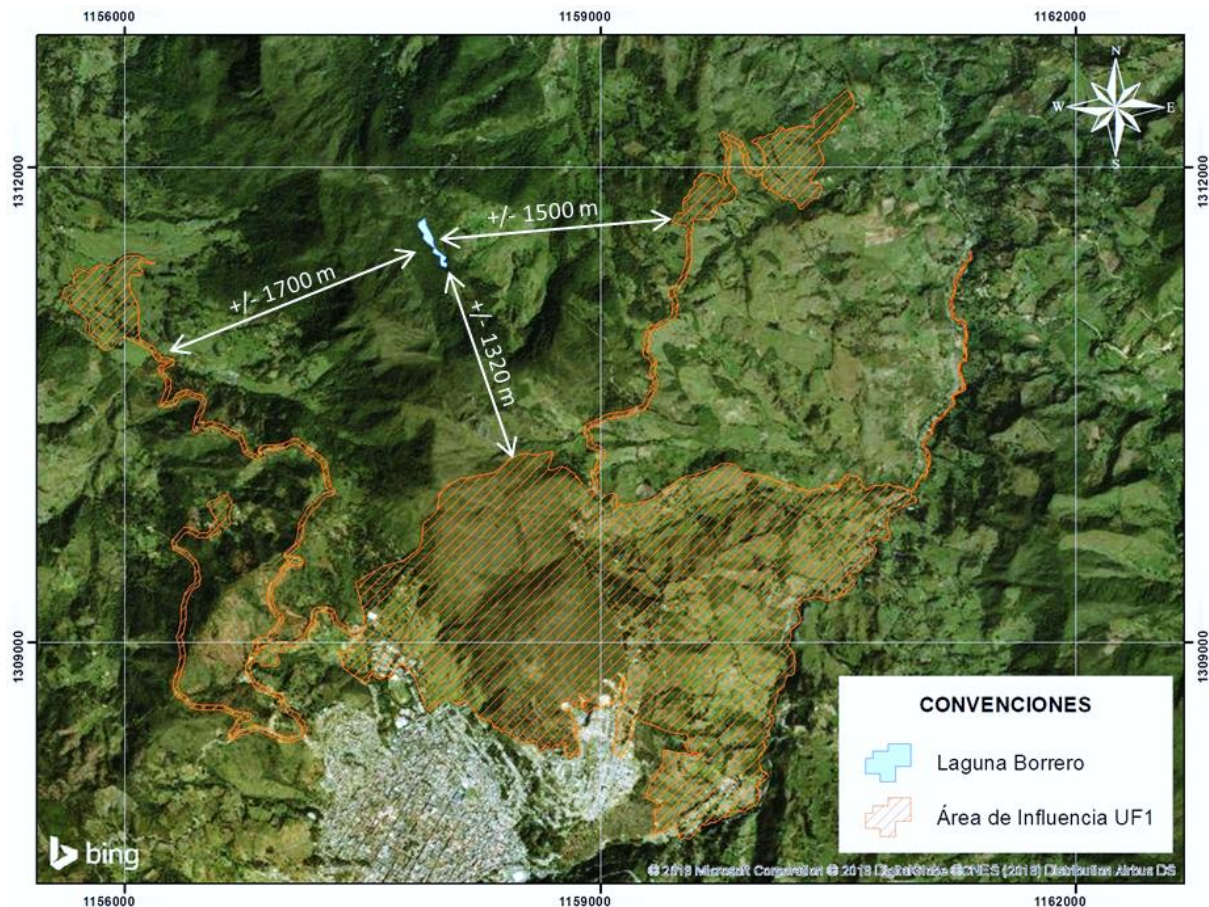
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.1.2 Lénticos



Corresponden a todas las aguas interiores que no presentan corrientes continuas, tales como humedales, que corresponden a ecosistemas intermedios con ambientes permanentemente inundados y de ambiente normalmente secos; lagunas, las cuales representan geoformas y reservorios de especial importancia desde el punto de vista ecológico de la región.

En el área de influencia de la UF1 no se encuentran ningún cuerpo léntico, sin embargo, se considera procedente reportar la ubicación de la Laguna de Borrero respecto al área de influencia puesto que este cuerpo léntico tiene una gran importancia cultural entre la población de los municipios aledaños a ésta. En dicho orden de ideas, la laguna se ubica respecto al área de influencia de la UF1 de la siguiente manera: al noroccidente a una distancia aproximada de 1320 m lineales, al occidente a 1500 m lineales y al oriente 1700 m; y no se encuentra asociada a ninguna cuenca hidrográfica transversal al área de influencia. Su ubicación se presenta a continuación en la Figura 5.40.

Figura 5.40 Ubicación de Laguna de Borrero respecto al área de influencia de la UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

5.1.5.2.2 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia y respectiva clasificación de acuerdo con la estructura IDEAM

De acuerdo con la delimitación de cuencas el área de influencia de la UF1 es transversal a 30 hoyas hidrográficas (


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

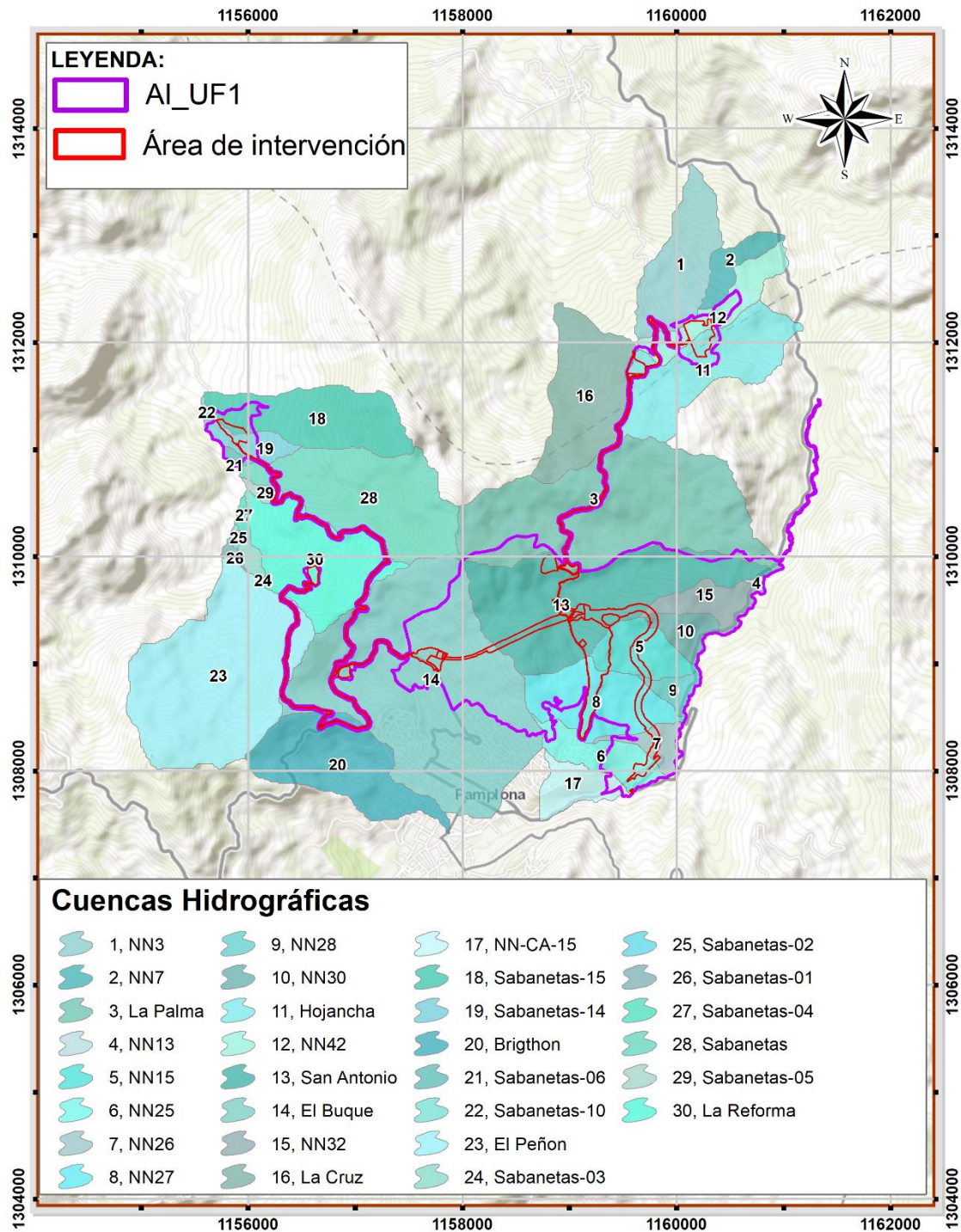
Figura 5.41), cuyas corrientes son afluentes del río Pamplonita, según la subdivisión de dicha cuenca realizada en el POMCA todos los afluentes se distribuyen en la subcuenca El Volcán (18 hoyas) y la subcuenca Bátaga (12 hoyas); la zona hidrográfica donde se encuentra éste río es la Catatumbo, área hidrográfica Caribe.

Tabla 5.36 Clasificación de cuencas hidrográficas de acuerdo con la estructura IDEAM transversales al área de influencia UF1


AH	ZH	SZH	Sub	Microcuenca	Microcuenca 1	Microcuenca 2	Código
CARIBE (1)	CATATUMBO (16)	RÍO PAMPLONITA (1601)	Batagá (160124)	Sabanetas (160124502)	-	-	1601245
					Sabanetas-01	-	1601245
					Sabanetas-02	-	1601245
					Sabanetas-03	-	1601245
					Sabanetas-04	-	1601245
					Sabanetas-05	-	1601245
					Sabanetas-06	-	1601245
					Sabanetas-10	-	1601245
					Cúnuba (16012450205)	El Peñón	1601245020504
						La Reforma	1601245020502
					Sabanetas-14	-	1601245
					Sabanetas-15	-	1601245
			El Volcán (160125)	NN3	-	-	16012501
				NN7	-	-	16012506
				La Palma	-	-	16012517
				NN13	-	-	16012519
				NN15	-	-	16012522
				NN25	-	-	16012526
				NN26	-	-	16012525
				NN27	-	-	16012524
				NN28	-	-	16012523
				NN30	-	-	16012521
				Hojancha	-	-	16012509
				NN42	-	-	16012507
				San Antonio	-	-	16012518
				El Buque	-	-	16012527
				NN32	-	-	16012520
				NN-CA-15	-	-	160125
				Brigthon	-	-	1601259
				La Laguna o La Dobera (160125902)	La Cruz	-	16012590204

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 5.41 Cuencas hidrográficas transversales al área de influencia



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

El área de intervención cuenta con una extensión de **54,44 ha**, el área por intervenir en cada una de las microcuencas asociadas al área de influencia se relaciona en la Tabla 5.37.

Tabla 5.37 Área a Intervenir por Microcuenca

Microcuenca	Area Microcuenca (ha)	Área Intervención (ha)	% Área Intervención	% Respecto a la Microcuenca
Brigthon	99,86	0,54	0,96%	0,54%
El Buque	335,29	8,32	15,00%	2,48%
El Peñon	213,52	0,57	1,02%	0,27%
Hojancha	95,19	5,4	9,74%	5,67%
La Cruz	95,29	0,64	1,16%	0,67%
La Palma	236,65	1,08	1,95%	0,46%
La Reforma	101,37	2,42	4,37%	2,39%
NN15	36,13	3,93	7,08%	10,88%
NN25	35,06	2,2	3,97%	6,27%
NN26	15,57	2,16	3,90%	13,87%
NN27	70,2	3,29	5,94%	4,69%
NN28	10,82	0,45	0,81%	4,16%
NN3	71,32	0,27	0,48%	0,38%
NN30	18	0,97	1,74%	5,39%
NN32	26,94	0,46	0,82%	1,71%
NN42	37,99	3,55	6,39%	9,34%
Sabanetas	128,63	0,6	1,09%	0,47%
Sabanetas-05	4,74	0,12	0,21%	2,53%
Sabanetas-14	17,38	1,93	3,47%	11,10%
Sabanetas-15	85,49	1,33	2,39%	1,56%
San Antonio	170,13	15,25	27,49%	8,96%
Total		54,44	100%	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Por lo tanto, las cuencas con mayor intervención (%) - área total de la cuenca vs área total interceptada - son: NN26, NN15, NN42 San Antonio y Sabanetas – 14.

Por último, se determinó con el fin de precisar áreas para el estudio hidrológico que algunas microcuencas transversales al área de influencia se encuentran intervenidas por el casco urbano del municipio de Pamplona, situación que afecta rendimientos hídricos de dichas cuencas debido al trasvase de la escorrentía que se lograría producir en el sector de la cuenca intervenido y que en vez de aportar a la corriente principal entrega la escorrentía al sistema de alcantarillado municipal. En este orden de ideas los sectores efectivos para la caracterización hidrológica de dichas cuencas se relacionan en la Tabla 5.38.

Tabla 5.38 Área total, área intervenida y efectiva de las cuencas configuradas por el tejido urbano

Cuenca	Área total (ha)	Área intervenida (ha)	Área efectiva de escorrentía (ha)
El Buque	336,17	194,51	141,66
NN-25	35,06	14,62	20,44

Fuente: AECOM – ConCol 2018

**Figura 5.42 Sector sin intervenir de la
cuenca El Buque**



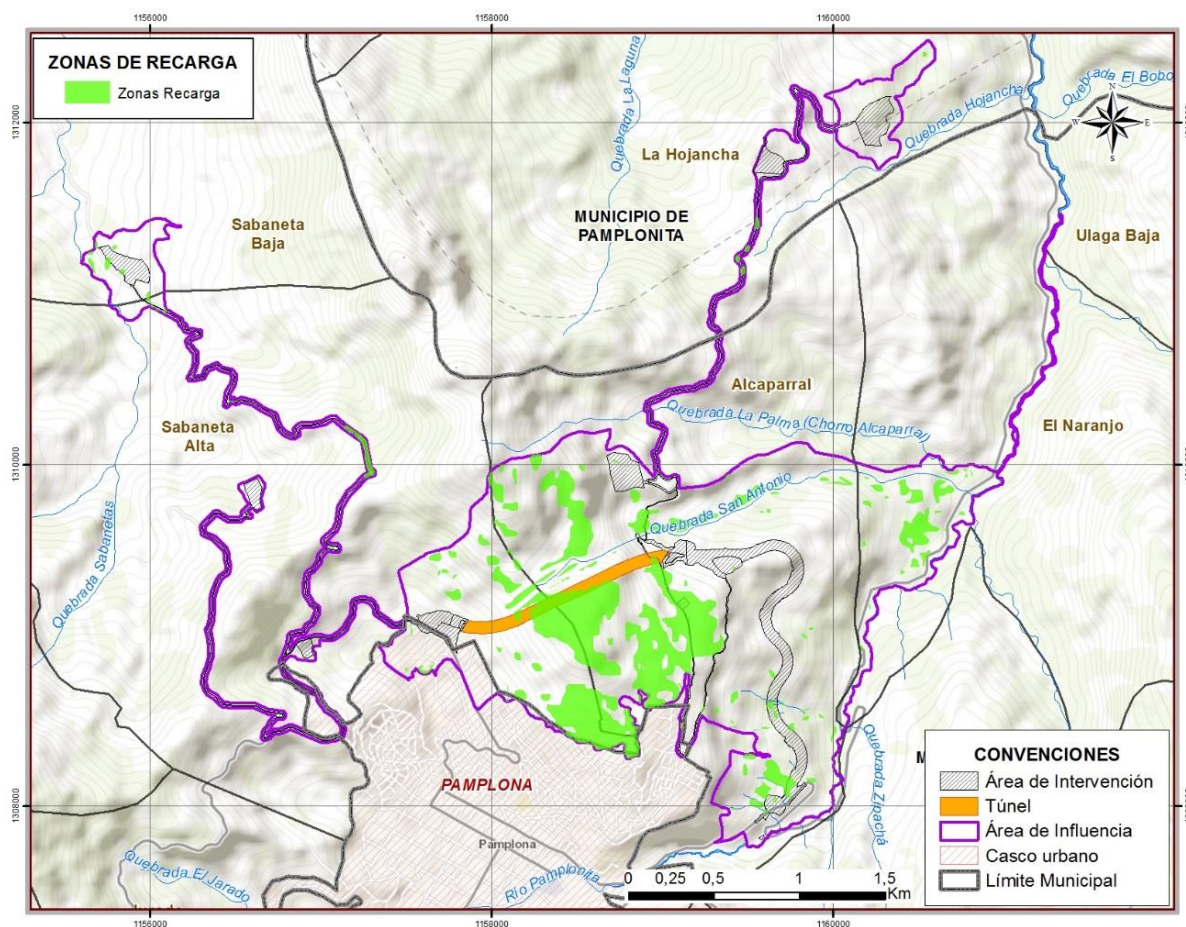
**Figura 5.43 Sector intervenido de la
cuenca NN25**



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.3 Identificación de zonas de recarga

Figura 5.44 Zonas de recarga hídrica



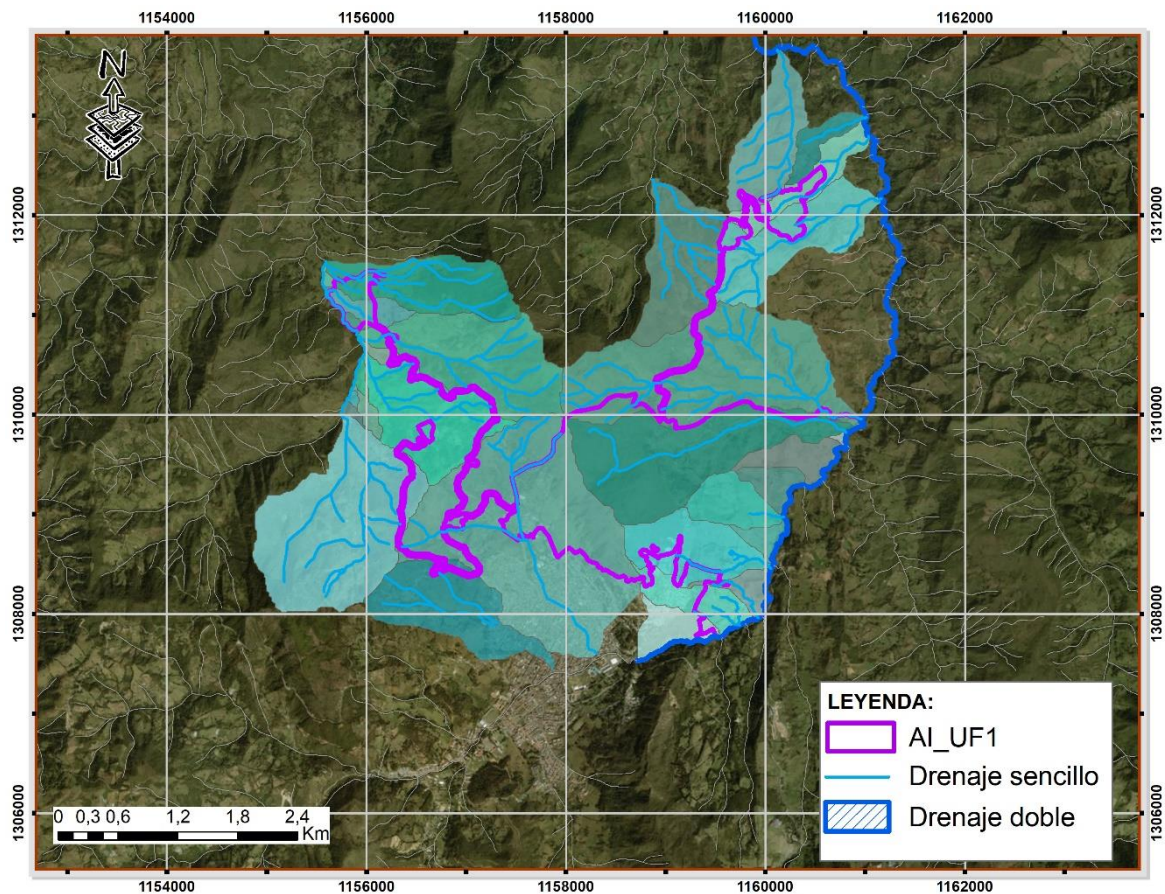
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En el numeral 5.1.8 (Ver Tomo II) se trata el marco conceptual y los aspectos técnicos de la definición de las zonas de recarga. En particular, en el numeral 5.1.8.8.2 se desarrolla el tema en detalle.

5.1.5.2.4 Descripción de la red hidrográfica

La red hidrográfica fue definida con base en la cartografía IGAC y complementada de acuerdo con las corrientes identificadas durante los recorridos del equipo técnico. En la Figura 5.45 se encuentra la red hidrográfica definida para las cuencas transversales al área de influencia de la UF1, donde se destaca que la red hidrográfica de la cuenca El Buque (extremo occidental del área de influencia), la cual se encuentra intervenida debido que su drenaje principal quebrada El Buque colinda con el casco urbano de Pamplona.

Figura 5.45 Red hidrográfica de cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

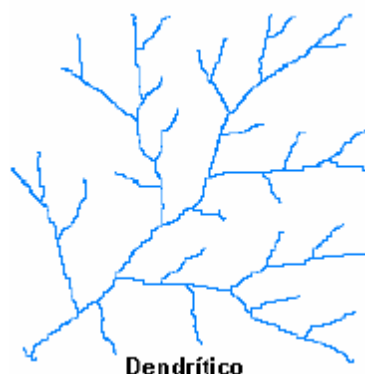
De acuerdo con los resultados en el área de influencia hay 65,27 km de corrientes superficiales, los drenajes principales con mayor longitud dentro del área de influencia son la quebrada La Palma (3,39 km), entre 2 a 3,39 km las quebradas San Antonio, El Buque, Sabanetas y Hojancha; las demás corrientes tienen entre 0 y 2 km de longitud.

5.1.5.2.5 Morfometría de cuencas

5.1.5.2.5.1 Patrón de drenaje

De acuerdo a la red hidrográfica a escala 1:25.000 la Figura 5.46, presenta los drenajes con un patrón del tipo “dendrítico” (ver Figura 5.46), según (Londoño Arango, 2001) dicho patrón se configura con ramificación arborescente y los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos...se desarrolla en suelos homogéneos, moderadamente permeables con pendientes suaves y sin ningún tipo de control...se presenta con frecuencia en zonas de rocas sedimentarias blandas, aluviones finos...

Figura 5.46 Ejemplo de patrón de drenaje




Fuente: (Londoño Arango, 2001)

5.1.5.2.5.2 Morfometría

Las características morfométricas definidas para las cuencas y corrientes principales fueron las que representan insumos para determinar el tiempo de concentración (T_c), tales como: Área de la cuenca (A), Longitud del flujo más largo (L), Pendiente media del cauce principal (S), Altura máxima (msnm) y Altura mínima (msnm); adicionalmente se definió: Perímetro (P) y Factor de forma (R_f). Por lo tanto, la caracterización morfométrica se realizará únicamente para las cuencas que cuentan con drenajes según la cartografía base definida para el proyecto.

Tabla 5.39 Parámetros morfométricos insumos para definir el Tiempo de Concentración

CUENCA	Ltotal (m)	Ltotal (km)	S (%)	Zmax (m)	Zmin (m)	A (km ²)	P (km)
Brigthon	2162,0	2,2	19,3%	2712	2294	1,0	5,3
El Buque*	1681,3	1,7	24,6%	2769	2356	1,4	7,0
El Peñón	1937,9	1,9	23,6%	2805	2348	2,1	6,3
Hojancha	2046,5	2,0	24,5%	2328	1826	1,0	5,6
La Cruz	1434,3	1,4	19,5%	2347	2068	1,0	4,8
La Palma	3577,6	3,6	51,9%	2816	961	2,4	8,2
La Reforma	1967,0	2,0	16,9%	2571	2238	1,0	5,0
NN13	138,7	0,1	34,6%	2028	1980	0,0	0,5
NN15	553,0	0,6	252,8%	2448	1050	0,4	2,6
NN25	524,7	0,5	39,1%	2363	2158	0,4	3,4
NN26	723,3	0,7	22,5%	2301	2138	0,2	2,4
NN27	1862,3	1,9	83,7%	2644	1085	0,7	4,0

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

CUENCA	Ltotal (m)	Ltotal (km)	S (%)	Zmax (m)	Zmin (m)	A (km2)	P (km)
NN28	575,0	0,6	39,5%	2294	2067	0,1	1,9
NN3	1744,0	1,7	27,1%	2183	1711	0,7	4,3
NN30	608,0	0,6	48,4%	2333	2039	0,2	2,0
NN32	1102,0	1,1	32,0%	2339	1986	0,3	3,1
NN42	1468,0	1,5	25,4%	2156	1783	0,4	4,3
NN7	705,8	0,7	26,1%	1963	1779	0,2	2,7
Sabanetas	2299,5	2,3	25,7%	2810	2219	1,3	5,9
Sabanetas - 01	365,0	0,4	33,2%	2413	2292	0,0	0,9
Sabanetas - 02	177,0	0,2	22,6%	2320	2280	0,0	0,5
Sabanetas - 03	300,0	0,3	60,7%	2455	2273	0,1	1,5
Sabanetas - 04	371,0	0,4	18,6%	2313	2244	0,0	1,0
Sabanetas - 05	478,0	0,5	31,6%	2372	2221	0,0	1,1
Sabanetas - 06	354,0	0,4	15,8%	2251	2195	0,0	0,9
Sabanetas - 10	206,0	0,2	17,0%	2177	2142	0,0	0,7
Sabanetas - 14	337,0	0,3	10,7%	2207	2171	0,2	2,3
Sabanetas - 15	2116,4	2,1	30,6%	2789	2142	0,9	4,9
San Antonio*	3543,1	3,5	51,2%	2789	975	1,7	7,5

* Cuencas interceptadas por túnel

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

- Factor de forma

Según (Ochoa Rubio, 2011)...*la forma de una cuenca influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada. Así, en una cuenca de forma alargada el agua discurre en general por un solo cauce principal, mientras que en otra de forma ovalada los escurrimientos recorren cauces secundarios hasta llegar a un principal, por lo que la duración del escurrimiento es superior...*

El método mediante el cual se determinó fue el “Factor de forma de Horton – R_f ” el cual se basa en la siguiente ecuación:

$$R_f = \frac{A_c}{L^2}$$

Donde:

A_c Área de la cuenca (km²)


L^2 Longitud del cauce principal (km)

El valor resultante se interpreta con base en las categorías relacionadas en la Tabla 5.40:

Tabla 5.40 Valores interpretativos del factor de forma

Valores aproximados	Forma de la cuenca
<0,22	Muy Alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,20	Muy ensanchada
>1,2	Rodeando el desagüe

Fuente: AECOM – ConCol 2018

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 5.41 Factor de forma de las cuencas del área de influencia de la UF1

Cuenca	Factor de Forma (Rf) Horton	
Brigthon	0,21	
El Buque	0,50	
El Peñón	0,57	
Hojancha	0,23	
La Cruz	0,46	
La Palma	0,18	
La Reforma	0,26	
NN13	0,62	
NN15	1,18	
NN25	1,27	
NN26	0,30	
NN27	0,20	
NN28	0,33	
NN3	0,23	
NN30	0,49	
NN32	0,22	
NN42	0,18	
NN7	0,40	
Sabanetas	0,24	
Sabanetas - 01	0,18	
Sabanetas - 02	0,43	
Sabanetas - 03	0,73	
Sabanetas - 04	0,24	
Sabanetas - 05	0,21	
Sabanetas - 06	0,24	
Sabanetas - 10	0,40	
Sabanetas - 14	1,53	
Sabanetas - 15	0,19	
San Antonio	0,14	


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En las cuencas alargadas según (Londoño Arango, 2001) el escurrimiento tras un evento de lluvia no se concentra rápidamente, por lo tanto, las cuencas en amarillo (<0,22 - 0,30) son menos propensas a tener una lluvia intensa y simultánea sobre toda la superficie, permitiendo la evacuación progresiva de los volúmenes precipitados; las cuencas en naranja (0,45 - 0,80) son menos alargadas y tienden a ser ensanchadas, características que favorecen una mayor concentración y descarga simultánea de los afluentes a la corriente principal, por lo tanto, son cuencas propensas a generar grandes caudales y eventos de inundación, sin embargo las cuencas en rojo (0,80 - >1,2) son las cuencas más ensanchadas o redondas, por lo tanto son las cuencas que según el Factor de Horton tienen mayor potencial de generar inundaciones y grandes caudales.

5.1.5.2.6 Régimen hidrológico

5.1.5.2.6.1 Tiempo de concentración (Tc)

De acuerdo con (INVIAS, 2009) corresponde *al tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma*. Debido que los resultados

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

varían de acuerdo con el método utilizado, el Tc fue determinado con base en las siguientes ecuaciones:

(1) Kirpich $T_c = 0,06628 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77}$	(2) Témez $T_c = 0,30 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,76}$	(3) Jhonstone y Cross $T_c = 2,6 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,5}$
(4) Giandotti $T_c = \frac{4A^{0,5} + 1,50L}{25,3(LS)^{0,5}}$	(5) SCS - Ranser $T_c = 0,947 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$	(6) Ventura - Heras $T_c = 0,30 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,75}$
(7) V.T Chow $T_c = 0,273 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	(8) Cuerpo de ing. EEUU $T_c = 0,28 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,76}$	

Los resultados se relacionan en la Tabla 5.42 presentada a continuación. Se toman los valores promedio al aplicar todas las ecuaciones.

Tabla 5.42 Tiempo de concentración de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

Ecuaciones Tc	Kirpich (horas)	Témez (horas)	Johnstone y Cross (horas)	Giandotti (horas)	SCS - Ranser (horas)	Ventura - Heras (horas)	V.T Chow (horas)	Cuerpo Ing. EU (horas)	Tc (Horas)	Tc (Min)
San Antonio	0,23	0,74	1,03	0,44	0,23	0,73	0,76	0,69	0,60	36
La Palma	0,17	0,58	0,85	0,45	0,17	0,58	0,60	0,54	0,49	30
El Buque	0,19	0,65	0,92	0,51	0,19	0,65	0,66	0,61	0,55	33
NN27	0,20	0,68	0,94	0,39	0,20	0,67	0,68	0,63	0,55	33
NN15	0,16	0,54	0,83	0,45	0,16	0,53	0,58	0,50	0,47	28
NN13	0,23	0,90	1,03	0,33	0,23	0,88	0,76	0,84	0,65	39
NN25	0,22	0,70	1,01	0,48	0,22	0,70	0,74	0,66	0,59	35
NN26	0,02	0,08	0,22	0,12	0,02	0,08	0,11	0,08	0,09	6
Sabanetas	0,03	0,16	0,27	0,11	0,03	0,16	0,14	0,15	0,13	8
El Peñón	0,06	0,22	0,42	0,28	0,06	0,22	0,24	0,21	0,21	13
La Reforma	0,09	0,31	0,57	0,26	0,09	0,31	0,36	0,29	0,29	17
NN3	0,11	0,50	0,66	0,19	0,11	0,49	0,43	0,46	0,37	22
NN7	0,06	0,24	0,44	0,18	0,06	0,24	0,26	0,22	0,21	13
Hojancha	0,17	0,59	0,85	0,34	0,17	0,58	0,59	0,55	0,48	29
NN42	0,06	0,24	0,43	0,19	0,06	0,24	0,25	0,22	0,21	13
Brigthon	0,11	0,40	0,65	0,25	0,11	0,40	0,42	0,37	0,34	20
La Cruz	0,15	0,52	0,79	0,30	0,15	0,52	0,54	0,49	0,43	26
NN28	0,09	0,30	0,54	0,26	0,09	0,30	0,34	0,28	0,27	16
NN30	0,21	0,73	0,98	0,41	0,21	0,72	0,72	0,68	0,58	35
NN32	0,05	0,17	0,37	0,13	0,05	0,17	0,20	0,16	0,16	10
Sabanetas - 01	0,03	0,11	0,28	0,14	0,03	0,11	0,15	0,10	0,12	7
Sabanetas - 02	0,03	0,13	0,29	0,14	0,03	0,13	0,15	0,12	0,13	8
Sabanetas - 03	0,06	0,19	0,43	0,19	0,06	0,20	0,25	0,18	0,20	12
Sabanetas - 04	0,06	0,21	0,43	0,16	0,06	0,21	0,25	0,20	0,20	12
Sabanetas - 05	0,06	0,19	0,44	0,20	0,06	0,19	0,25	0,18	0,20	12
Sabanetas - 06	0,04	0,13	0,33	0,17	0,04	0,13	0,18	0,12	0,14	8
Sabanetas - 10	0,07	0,20	0,47	0,45	0,07	0,20	0,28	0,19	0,24	14
Sabanetas - 14	0,19	0,66	0,90	0,34	0,19	0,66	0,64	0,62	0,53	32

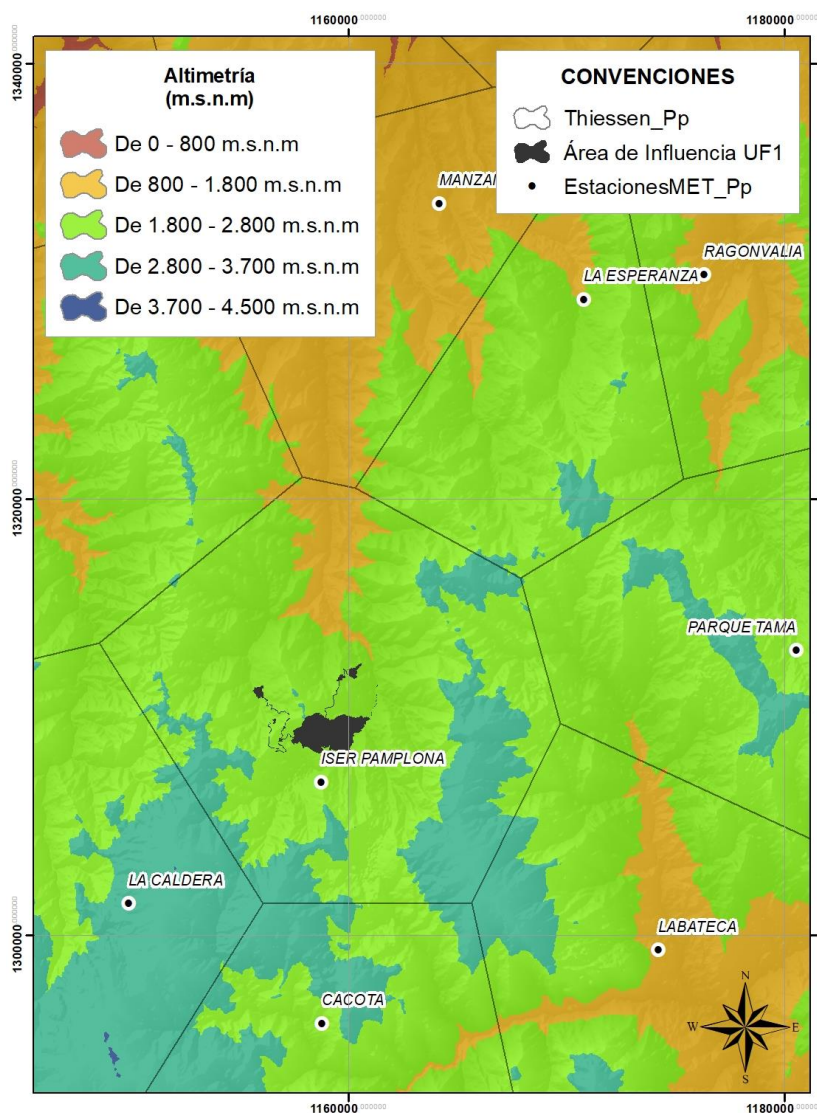
Ecuaciones Tc	Kirpich (horas)	Témez (horas)	Johnstone y Cross (horas)	Giandotti (horas)	SCS - Ranser (horas)	Ventura - Heras (horas)	V.T Chow (horas)	Cuerpo Ing. EU (horas)	Tc (Horas)	Tc (Min)
Sabanetas - 15	0,23	0,89	1,03	0,31	0,23	0,88	0,76	0,83	0,64	39
V13	0,25	0,81	1,09	0,45	0,25	0,80	0,82	0,75	0,65	39

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.5.2.7 Análisis de precipitación

Para el análisis de la precipitación se definió en primer lugar los polígonos de Thiessen con los cuales se determinó el área de influencia de las estaciones pluviométricas y/o pluviográficas y/o climatológicas con registros de precipitación. (Ver Figura 5.47). El resultado define que la precipitación en el área de influencia es representada por la estación ISER Pamplona.

Figura 5.47 Polígonos de Thiessen - Precipitación



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Ver Mapa ampliado de polígonos de Thiessen en los Anexos cartográficos del proyecto, mapa VAPA_EIA_MA_ESTACIONES_003_SIG

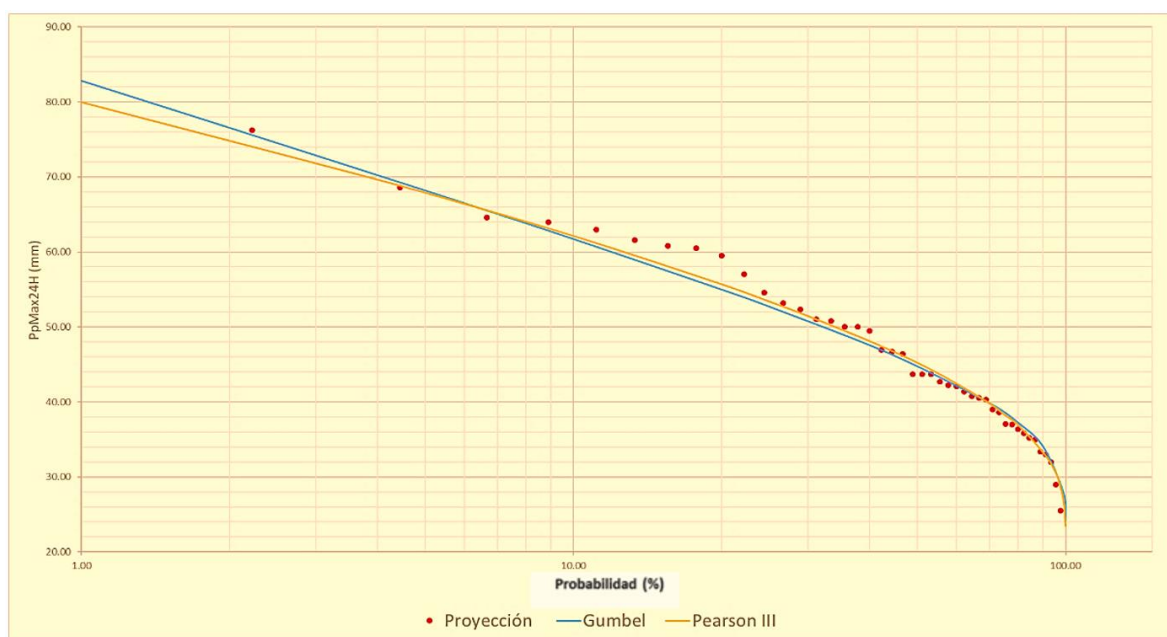
5.1.5.2.7.1 Precipitación máxima en 24 horas

Para el análisis de precipitación máxima en 24 horas se tiene en cuenta información meteorológica recolectada a través de un periodo de 45 años en la estación Iser Pamplona, la cual cuenta con registros de precipitación desde el año 1972.

De acuerdo con los datos de precipitación máxima en 24 horas en la estación ISER Pamplona cuya área de influencia comprende la totalidad de la UF1 se establecen los valores máximos de precipitación en 24 Horas para diferentes periodos de retorno.

La uniformidad y confiabilidad de la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación ISER Pamplona se evaluaron con base en la distribución Gumbel y Pearson (Figura 5.48). El resultado indica que la serie de datos es uniforme, la distribución que mejor se ajusta en Gumbel.

Figura 5.48 Distribución Gumbel y Pearson III, precipitación máxima en 24 Horas



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Con base en la distribución de Gumbel fueron determinadas las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (Tabla 5.43):

Tabla 5.43 Precipitación máxima en 24 horas

Tr (años)	PMax24h (mm/día)
1,33	38,56
2	44,83
5	55,00
100	82.82

Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8 Caudales máximos

No se cuenta con estaciones limnimétricas y/o limnigráficas para ninguna de las corrientes del área de influencia, incluso, la estación de este tipo más cercana sobre el río Pamplonita es la Don Juana Automática – 16017020. Según (INVIAS, 2009) la metodología para la transposición de datos de caudal es *imperativo que las áreas de drenaje no sean muy diferentes. En general, esta diferencia no podrá ser mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje*. De acuerdo con dichos lineamientos se definió el área de la cuenca cuyo caudal es determinado por la estación 16017020, obteniendo los resultados relacionados en la Tabla 5.44:

Tabla 5.44 Área de la cuenca aferente a la estación Don Juana Automática – 16017020 vs. Sector de la cuenca del río Pamplonita asociado al área de influencia de la UF1

Área de la cuenca río Pamplonita (tramo Pamplona – Estación 16017020)	Área de la cuenca (tramo Pamplona – Q. Hojancho)
422 km ²	19,72 km ²
Porcentaje	4,67 %

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Por lo tanto, el método de “transposición de datos de caudal” no es viable para determinar los caudales de las cuencas asociadas a la UF1, no obstante, el caudal máximo será determinado mediante dos modelos de lluvia – escorrentía, tal como lo son el método racional, el cual se adopta para áreas de drenaje máxima o igual a 2,5 km² (INVIAS, 2009) y el método SCS para abstracciones de la precipitación, el cual se fundamenta de definir la precipitación efectiva P_e en un área por metro cuadrado, posteriormente dicha precipitación efectiva es relacionada con el área total de la cuenca estudiada. El área de las cuencas transversales al AI de la UF1 es inferior a dicha extensión por lo tanto los caudales máximos serán definidos mediante dichos métodos. Sus ecuaciones son las siguientes:

5.1.5.2.8.1 Método Racional

$$Q = 0,278CiA$$

Donde:


Q	Caudal de diseño (m ³ /s)
C	Coeficiente de escorrentía
i	Intensidad de precipitación, en (mm/h).
A	Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en (Km ²)

La definición del coeficiente de escorrentía (C) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$C = [(P_d - P_o)(P_d + 23P_o)] / (P_d + 11P_o)^2$$

Donde:

P_o	Parámetro que depende del uso y tipo de suelo, de la cobertura vegetal de la cuenca y de la humedad antecedente del suelo antes del aguacero de diseño, en milímetros (mm).
-------	---

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

P_d Precipitación máxima puntual anual en 24 horas para un periodo de retorno específico, en milímetros (mm).

La variable P_o fue definida mediante la siguiente ecuación:

$$P_o = (5080 - 50,8 \text{ CN}) / \text{CN}$$

Donde:

CN Curva de escurrimiento del método del Soil Conservation Service – SCS

5.1.5.2.8.2 Método SCS para abstracciones

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Donde:

P_e Precipitación efectiva (in)

P Precipitación Total (in)

S Retención potencial máxima (adimensional)

La retención potencial máxima a su vez se determina mediante la siguiente ecuación:



$$S = \frac{1000}{\text{CN}} - 10$$

Por lo tanto, el primer paso fue definir el CN para cada una de las cuencas, el proceso tras su definición fue el siguiente:

- Fueron categorizados las unidades de suelos que conforman las cuencas con base en la clasificación hidrológica de suelos del SCS (Nota: dicha caracterización no se basó en la clasificación de suelos de la línea base debido que el área de influencia no cubre toda la extensión de las cuencas, por lo tanto, el tipo de suelo fue determinado con base en el “Estudio General de Suelos Departamento Norte de Santander – IGAC”, base también para línea base del área de influencia). Sin embargo, las unidades de suelos definidas fueron previamente avaladas por el profesional del componente edáfico. Las unidades de suelos y respectivas características se relacionan en la Tabla 5.45:

Tabla 5.45 Suelos que conforman las cuencas transversales al área de influencia UF1

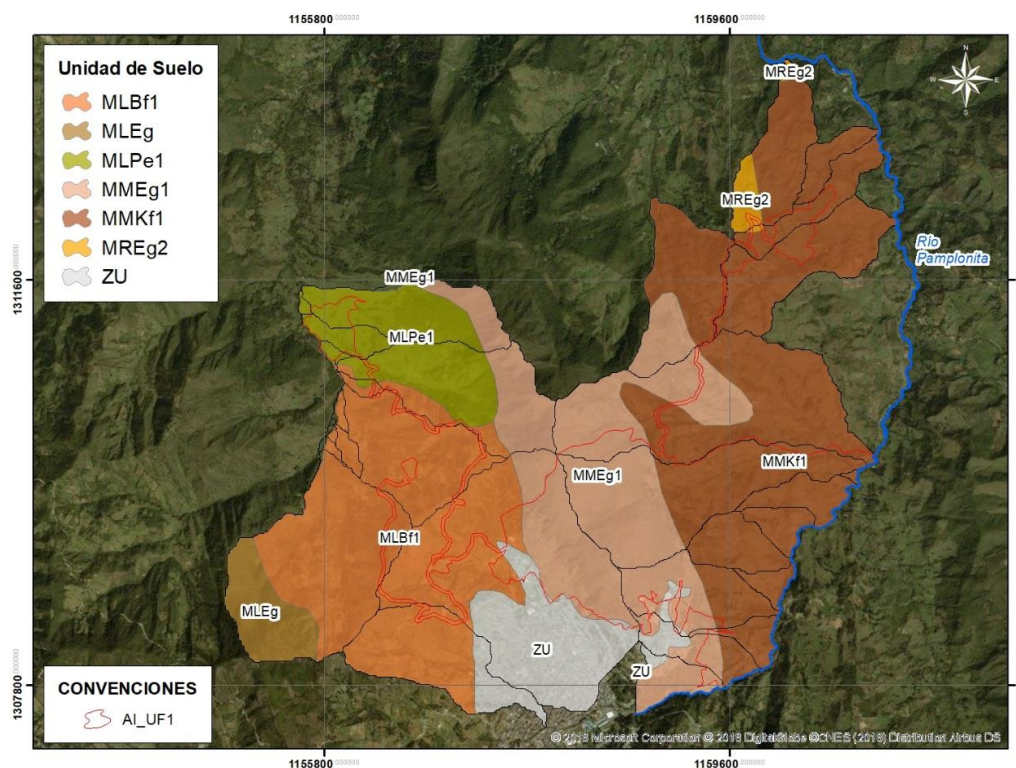
Unidad Suelo	Características	Área (km ²)
MLBf1	Lithic Troorthents, excesivamente drenados, Textura: franco arenoso	4,89
MLEg	Conformados por (1) Typic Troorthents en 40% - excesivamente bien drenados; (2) Lithic Troorthents en 30% - bien drenados; (3) Vertic Humitropepts en 20% - bien drenados; inclusiones de afloramiento rocoso (4) en 10%, Textura: (1) franco arenoso a franco arcillo arenoso; (2) franco arcillo arenoso; (3) franco arcilloso a arcilloso.	0,60
MMEg1	Conformados por (1) Lithic Ustorthents en 50%, (2) Ustic Humitropepts en 30% - bien drenados y (3) Afloramientos rocosos en 20%, Textura: (1) franco arcillo arenoso, (2) franco arcillo arenoso a franco arenoso	4,44
MMKf1	Conformados por (1) Ustic Dystropepts en 90% - bien drenados, (2) Afloramientos rocosos en 10%, Textura: (1) franco arcillo arenoso.	6,45

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Unidad Suelo	Características	Área (km ²)
MREg2	Conformados por (1) Lithic Ustorthents en 80%, (2) Ustic Dystropepts en 20%, Textura: (1) arenosa franca y (2) franco arcillo arenosa a arcillosa	0,18
MLPe1	Conformados por (1) Typic Humitropepts en 60%, (2) Lithic Humitropepts en 40%, Textura: (1) franca a franco arcillosa, (2) Arcilloso	1,51
ZU	Zonas urbanas	1,62

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.49 Unidades de suelos asociadas a las cuencas transversales al área de influencia de la UF1



Fuente: AECOM – ConCol 2018

La clasificación hidrológica de las unidades de suelos se relaciona en la Tabla 5.46:

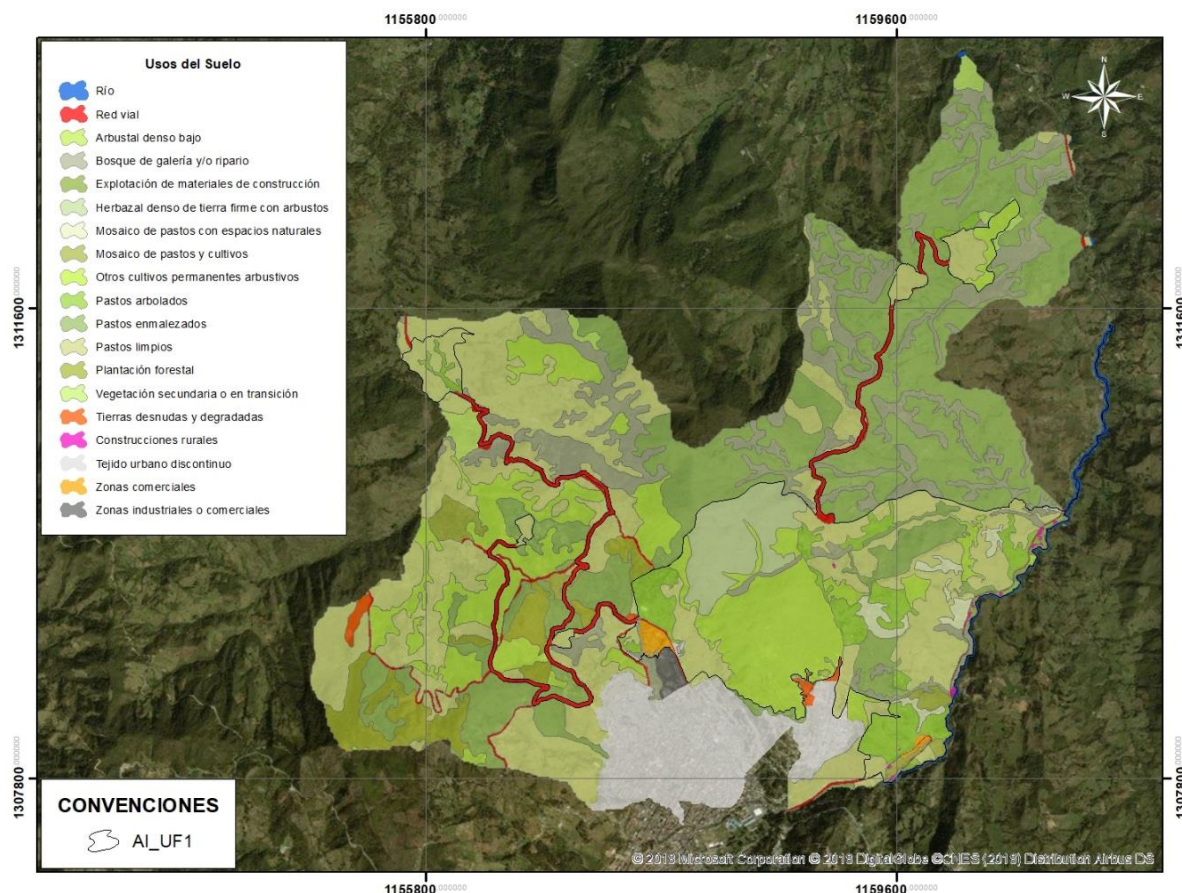
Tabla 5.46 Clasificación Hidrológica de las unidades de suelos asociadas a las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Unidad de Suelo	Grupo hidrológico del Suelo – SCS (%)			
	A	B	C	D
MLBf1	100	0	0	0
MLEg	0	70	30	0
MLPe1	0	0	60	40
MMEg1	0	100	0	0
MREg2	0	0	80	20
ZU	0	0	0	100
MMKf1	0	100	0	0

Fuente: AECOM – ConCol 2018

- b. Se determinaron los usos del suelo, codificaron y se les asignó el valor correspondiente de la curva de escurrimiento – CN de acuerdo a (INVIAS, 2009), (US Army Corps of Engineers, 2000) y (Mishra & P. Singh, 2003):

Figura 5.50 Usos del suelo en las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1



Fuente: AECOM – ConCol 2018

La clasificación hidrológica de acuerdo con los usos del suelo determinados se relaciona en la Tabla 5.47 presentada a continuación:

Tabla 5.47 Clasificación de los usos del suelo según la clasificación hidrológica de suelos - SCS

Uso del suelo	CN Grupos de Suelos Hidrológicos - SCS			
	A	B	C	D
Zonas industriales o comerciales	81	88	91	93
Plantación forestal	43	65	76	82
Vegetación secundaria o en transición	36	60	73	79
Tierras desnudas y degradadas	72	82	87	89
Río	100	100	100	100
Red vial	98	98	98	98
Arbustal denso bajo	36	60	73	79
Pastos limpios	39	61	74	80

Uso del suelo	CN Grupos de Suelos Hidrológicos - SCS			
	A	B	C	D
Bosque de galería y/o ripario	30	55	70	77
Pastos arbolados	32	58	72	79
Zonas comerciales	89	92	94	95
Otros cultivos permanentes arbustivos	72	81	88	91
Tejido urbano discontinuo	57	72	81	86
Construcciones rurales	51	68	79	84
Mosaico de pastos y cultivos	49	69	79	84
Pastos enmalezados	30	48	65	73
Mosaico de pastos con espacios naturales	32	58	72	79
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	32	58	72	79
Explotación de materiales de construcción	72	82	87	89

Fuente: AECOM – ConCol 2018

- c. Finalmente se determinó el número de curva en el escenario promedio o (CN II o AMC II) conjugando la capa de unidades de suelos y usos del suelo, conformando un nuevo archivo vector denominado CN_poly. Paralelamente se conformó una tabla denominada NCLookUp donde se reclasifican los nombres para su respectivo reconocimiento por parte del HEC GeoHMS y su función CN Grid, procedimiento que asigna el CN a cada una de las coberturas. El resultado es un archivo raster con los respectivos números de curva (CN) para toda el área aferente, posteriormente son conjugados los resultados por cuenca.

Tras haber definido el CN para el escenario AMC II, se procede a identificar los números de curva (INVIAS, 2009) para las condiciones seca (AMC I) o con menor potencial de escorrentía, y húmeda (AMC III) con mayor potencial de escorrentía o para una hoya hidrográfica saturada de precipitaciones anteriores.

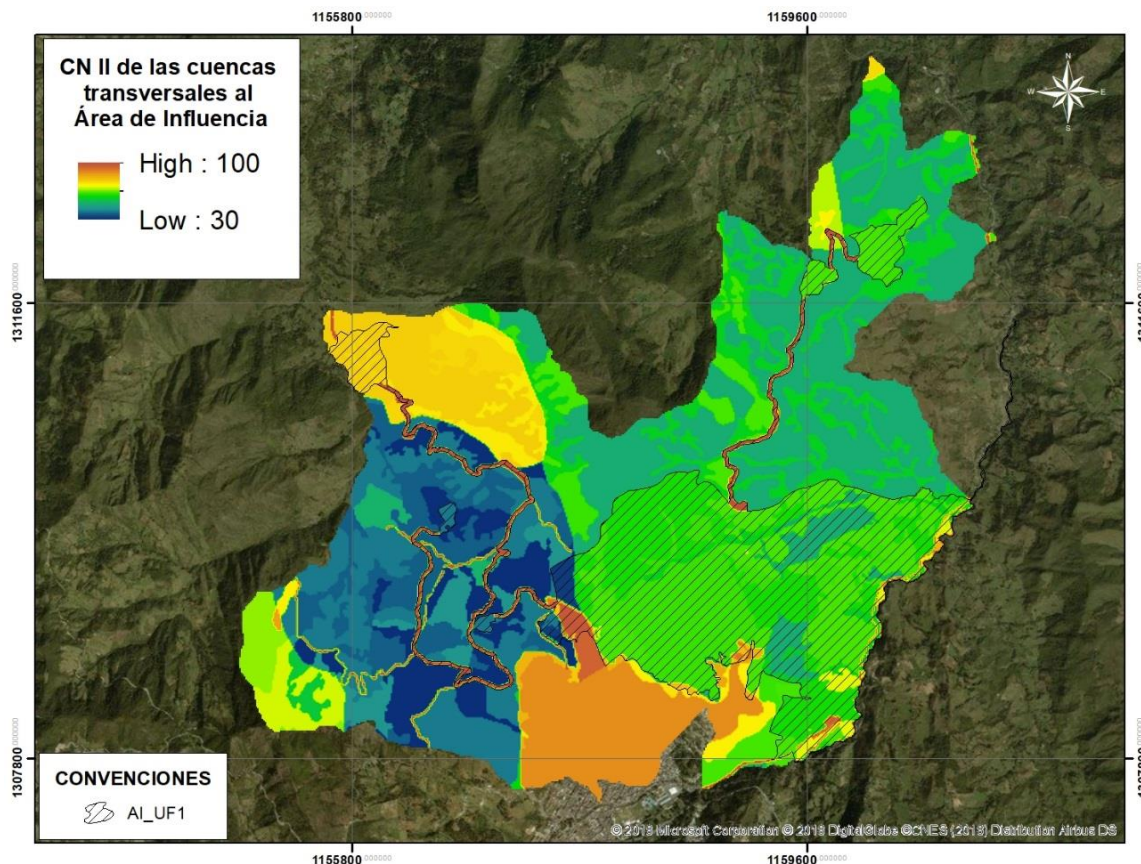
Las ecuaciones mediante las cuales fueron definidas las condiciones descritas se presntan en la Tabla 5.48:

Tabla 5.48 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III

CN (I)	CN (III)
$\frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)}$	$\frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 5.51 CN II de las Cuencas



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Las CN por microcuencas resultantes se relacionan en la Tabla 5.49 presentada a continuación:

Tabla 5.49 Valores de la CN por cuenca

Cuenca	CN II	CN I	CN III	Cuenca	CN II	CN I	CN III	Cuenca	CN II	CN I	CN III
Brighthon	43	24	63	El Buque	36	19	56	El Buque	48	28	68
Brighthon	98	95	99	El Buque	39	21	60	El Buque	58	37	76
Brighthon	36	19	56	El Buque	30	15	50	El Buque	58	37	76
Brighthon	39	21	60	El Buque	32	17	52	El Buque	93	85	97
Brighthon	57	36	75	El Buque	89	77	95	El Buque	89	77	95
Brighthon	30	15	50	El Buque	57	36	75	El Buque	98	95	99
Brighthon	80	63	90	El Buque	49	29	69	El Buque	79	61	90
Brighthon	86	72	93	El Buque	30	15	50	El Buque	80	63	90
Brighthon	73	53	86	El Buque	98	95	99	El Buque	77	58	89
El Buque	81	64	91	El Buque	60	39	78	El Buque	79	61	90
El Buque	43	24	63	El Buque	61	40	78	El Buque	95	89	98
El Buque	72	52	86	El Buque	58	37	76	El Buque	86	72	93
El Buque	98	95	99	El Buque	72	52	86	El Buque	73	53	86

Cuenca	CN II	CN I	CN III	Cuenca	CN II	CN I	CN III	Cuenca	CN II	CN I	CN III
El Peñon	43	24	63	La Reforma	30	15	50	NN26	69	48	84
El Peñon	72	52	86	La Reforma	98	95	99	NN26	58	37	76
El Peñon	98	95	99	La Reforma	76	58	88	NN27	82	66	91
El Peñon	36	19	56	NN13	100	100	100	NN27	60	39	78
El Peñon	39	21	60	NN13	98	95	99	NN27	61	40	78
El Peñon	49	29	69	NN13	61	40	78	NN27	55	34	74
El Peñon	30	15	50	NN13	58	37	76	NN27	58	37	76
El Peñon	68	48	83	NN13	68	47	83	NN27	72	52	86
El Peñon	84	68	92	NN13	69	48	84	NN27	48	28	68
El Peñon	64	43	80	NN15	58	37	76	NN27	82	66	91
El Peñon	65	44	81	NN15	100	100	100	NN27	89	77	95
El Peñon	53	32	72	NN15	98	95	99	NN27	79	61	90
Hojancha	60	39	78	NN15	60	39	78	NN27	80	63	90
Hojancha	100	100	100	NN15	61	40	78	NN27	86	72	93
Hojancha	98	95	99	NN15	55	34	74	NN27	73	53	86
Hojancha	60	39	78	NN15	58	37	76	NN27	89	77	95
Hojancha	61	40	78	NN15	48	28	68	NN27	100	100	100
Hojancha	55	34	74	NN15	58	37	76	NN27	98	95	99
Hojancha	48	28	68	NN25	82	66	91	NN27	60	39	78
La Cruz	98	95	99	NN25	98	95	99	NN27	61	40	78
La Cruz	61	40	78	NN25	60	39	78	NN27	55	34	74
La Cruz	55	34	74	NN25	61	40	78	NN27	58	37	76
La Cruz	48	28	68	NN25	58	37	76	NN27	68	47	83
La Cruz	98	95	99	NN25	72	52	86	NN27	69	48	84
La Cruz	61	40	78	NN25	68	47	83	NN27	48	28	68
La Cruz	55	34	74	NN25	69	48	84	NN27	58	37	76
La Cruz	48	28	68	NN25	48	28	68	NN28	100	100	100
La Palma	98	95	99	NN25	79	61	90	NN28	98	95	99
La Palma	61	40	78	NN25	80	63	90	NN28	61	40	78
La Palma	55	34	74	NN25	86	72	93	NN28	55	34	74
La Palma	48	28	68	NN25	73	53	86	NN28	68	47	83
La Palma	58	37	76	NN25	100	100	100	NN3	74	55	87
La Palma	100	100	100	NN25	98	95	99	NN3	100	100	100
La Palma	98	95	99	NN25	61	40	78	NN3	98	95	99
La Palma	60	39	78	NN25	58	37	76	NN3	71	51	85
La Palma	61	40	78	NN25	92	83	96	NN3	73	54	86
La Palma	55	34	74	NN25	68	47	83	NN3	67	46	82
La Palma	58	37	76	NN25	69	48	84	NN3	60	39	78
La Palma	68	47	83	NN25	48	28	68	NN3	61	40	78
La Palma	48	28	68	NN26	60	39	78	NN3	55	34	74
La Palma	58	37	76	NN26	61	40	78	NN3	58	37	76
La Palma	58	37	76	NN26	58	37	76	NN3	48	28	68
La Reforma	43	24	63	NN26	72	52	86	NN30	100	100	100
La Reforma	36	19	56	NN26	86	72	93	NN30	98	95	99
La Reforma	98	95	99	NN26	100	100	100	NN30	60	39	78
La Reforma	36	19	56	NN26	98	95	99	NN30	61	40	78
La Reforma	39	21	60	NN26	61	40	78	NN30	55	34	74
La Reforma	30	15	50	NN26	58	37	76	NN30	58	37	76
La Reforma	49	29	69	NN26	92	83	96	NN30	68	47	83

Cuenca	CN II	CN I	CN III
NN30	69	48	84
NN30	48	28	68
NN30	58	37	76
NN32	100	100	100
NN32	98	95	99
NN32	60	39	78
NN32	61	40	78
NN32	55	34	74
NN32	58	37	76
NN32	81	64	91
NN32	68	47	83
NN32	69	48	84
NN32	48	28	68
NN32	58	37	76
NN42	98	95	99
NN42	67	46	82
NN42	60	39	78
NN42	100	100	100
NN42	98	95	99
NN42	60	39	78
NN42	61	40	78
NN42	55	34	74
NN42	58	37	76
NN42	48	28	68
NN7	60	39	78
NN7	100	100	100
NN7	98	95	99
NN7	60	39	78
NN7	61	40	78
NN7	55	34	74
NN7	58	37	76
NN7	48	28	68
NN-CA-15	100	100	100
NN-CA-15	98	95	99
NN-CA-15	61	40	78
NN-CA-15	72	52	86
NN-CA-15	68	47	83
NN-CA-15	69	48	84
NN-CA-15	48	28	68
NN-CA-15	86	72	93
NN-CA-15	100	100	100
NN-CA-15	68	47	83
NN-CA-15	69	48	84
NN-CA-15	48	28	68
Sabanetas	36	19	56
Sabanetas	98	95	99
Sabanetas	36	19	56
Sabanetas	39	21	60
Sabanetas	30	15	50

Cuenca	CN II	CN I	CN III
Sabanetas	75	56	88
Sabanetas	98	95	99
Sabanetas	75	56	88
Sabanetas	76	58	88
Sabanetas	73	53	86
Sabanetas	60	39	78
Sabanetas	61	40	78
Sabanetas	55	34	74
Sabanetas	48	28	68
Sabanetas-01	39	21	60
Sabanetas-01	49	29	69
Sabanetas-02	39	21	60
Sabanetas-02	39	21	60
Sabanetas-03	98	95	99
Sabanetas-03	36	19	56
Sabanetas-03	39	21	60
Sabanetas-03	49	29	69
Sabanetas-03	39	21	60
Sabanetas-04	36	19	56
Sabanetas-04	39	21	60
Sabanetas-04	30	15	50
Sabanetas-05	36	19	56
Sabanetas-05	98	95	99
Sabanetas-05	39	21	60
Sabanetas-05	75	56	88
Sabanetas-05	98	95	99
Sabanetas-05	76	58	88
Sabanetas-06	39	21	60
Sabanetas-06	98	95	99
Sabanetas-06	76	58	88
Sabanetas-10	75	56	88
Sabanetas-10	98	95	99
Sabanetas-10	76	58	88
Sabanetas-14	75	56	88
Sabanetas-14	98	95	99
Sabanetas-14	75	56	88
Sabanetas-14	76	58	88
Sabanetas-14	73	53	86
Sabanetas-14	75	55	87
Sabanetas-15	75	56	88
Sabanetas-15	98	95	99
Sabanetas-15	75	56	88
Sabanetas-15	76	58	88
Sabanetas-15	73	53	86
Sabanetas-15	75	55	87
Sabanetas-15	60	39	78
Sabanetas-15	61	40	78
Sabanetas-15	55	34	74
Sabanetas-15	48	28	68

Cuenca	CN II	CN I	CN III
San Antonio	60	39	78
San Antonio	61	40	78
San Antonio	55	34	74
San Antonio	58	37	76
San Antonio	48	28	68
San Antonio	58	37	76
San Antonio	100	100	100
San Antonio	98	95	99
San Antonio	60	39	78
San Antonio	61	40	78
San Antonio	55	34	74
San Antonio	58	37	76
San Antonio	68	47	83
San Antonio	48	28	68
San Antonio	58	37	76

Fuente: AECOM – ConCol 2018

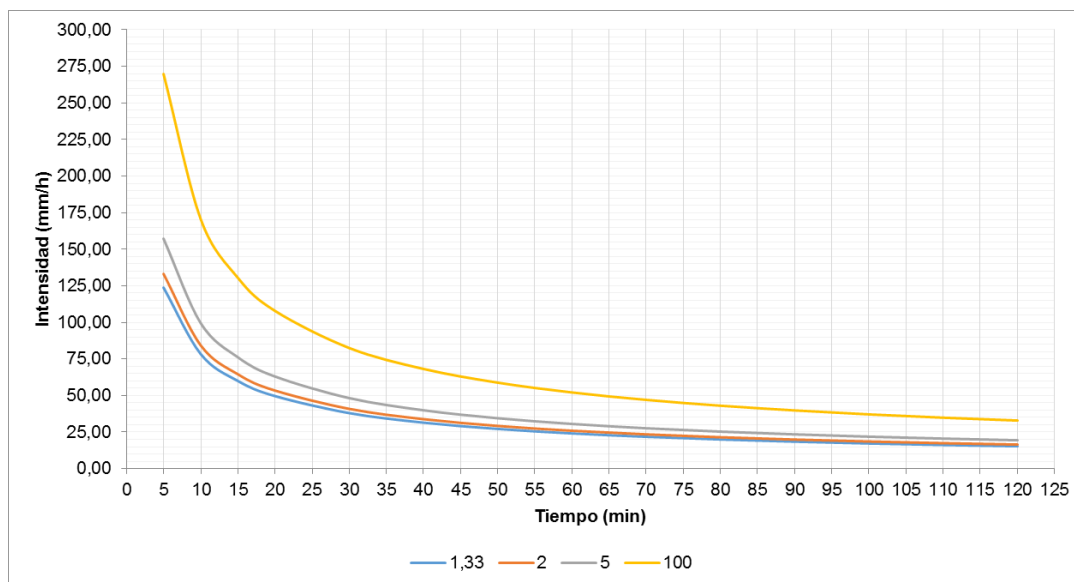
- d. La última variable faltante para correr la ecuación del método racional es la intensidad de precipitación, la cual fue definida con base en las curvas de intensidad, duración y frecuencia – IDF, para los datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación ISER PAMPLONA. Tabla 5.50 y Figura 5.52.

Tabla 5.50 Valores de las curvas IDF estación ISER PAMPLONA (mm/h)

TIEMPO (min)	PERIODO DE RETORNO			
	1,33	2	5	100
5	123,97	133,42	157,34	269,79
10	78,46	84,44	99,58	170,74
15	60,04	64,61	76,20	130,65
20	49,65	53,44	63,02	108,06
30	38,00	40,89	48,22	82,69
40	31,43	33,82	39,88	68,39
50	27,12	29,19	34,42	59,02
60	24,05	25,88	30,52	52,33
70	21,72	23,38	27,57	47,27
80	19,89	21,40	25,24	43,28
90	18,40	19,80	23,35	40,04
100	17,16	18,47	21,79	37,35
110	16,12	17,35	20,46	35,08
120	15,22	16,38	19,32	33,12

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.52 Curvas IDF, Estación ISER PAMPLONA – T_R 1,33, 2, 5 y 100 años



Fuente: AECOM – ConCol 2018

- e. Finalmente, tras definir todas las variables, corre la ecuación del método racional cuyo resultado son los caudales máximos por cuenca, los resultados se presentan a continuación en la Tabla 5.51.


Tabla 5.51 Caudales Máximos (m³/s) de las cuencas transversales al área de influencia de la UF1

<i>Cuenca/Tr</i>	SCS de Abstracciones				Método Racional				Mediana (Caudal Máximo)			
	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100	1,33	2	5	100
Brigthon	1,27	1,41	1,81	4,43	1,67	2,00	2,75	6,46	1,47	1,71	2,28	5,44
El Buque	5,84	6,63	8,75	20,90	8,95	10,55	13,97	29,50	7,39	8,59	11,36	25,20
El Peñón	2,26	2,64	3,80	12,21	3,02	4,00	6,06	15,78	2,64	3,32	4,93	13,99
Hojancha	0,77	0,99	1,66	6,27	1,40	1,93	3,01	8,00	1,08	1,46	2,33	7,13
La Cruz	0,93	1,17	1,87	6,65	1,57	2,11	3,23	8,38	1,25	1,64	2,55	7,52
La Palma	1,15	1,48	2,51	10,45	3,04	4,12	6,34	16,57	2,10	2,80	4,42	13,51
La Reforma	0,74	0,80	1,02	3,16	0,85	1,12	1,73	4,89	0,80	0,96	1,37	4,03
NN-CA-15	1,29	1,47	1,97	4,63	1,30	1,57	2,15	4,70	1,29	1,52	2,06	4,67
NN13	0,26	0,28	0,36	0,71	0,15	0,18	0,24	0,53	0,20	0,23	0,30	0,62
NN15	1,65	1,93	2,70	6,93	1,28	1,67	2,47	6,09	1,47	1,80	2,59	6,51
NN25	3,26	3,66	4,72	10,11	2,65	3,18	4,28	9,13	2,96	3,42	4,50	9,62
NN26	0,87	1,00	1,35	3,25	0,71	0,89	1,27	2,94	0,79	0,95	1,31	3,09
NN27	1,27	1,53	2,23	6,53	1,83	2,33	3,34	7,90	1,55	1,93	2,79	7,21
NN28	0,78	0,89	1,19	2,76	0,56	0,70	0,99	2,31	0,67	0,79	1,09	2,54
NN3	0,89	1,09	1,68	5,50	1,39	1,83	2,73	6,84	1,14	1,46	2,21	6,17
NN30	1,20	1,38	1,86	4,43	0,83	1,06	1,53	3,66	1,01	1,22	1,69	4,04
NN32	0,95	1,11	1,56	4,08	0,94	1,20	1,72	4,06	0,95	1,16	1,64	4,07
NN42	0,77	0,92	1,34	3,94	0,93	1,20	1,75	4,28	0,85	1,06	1,55	4,11
NN7	0,61	0,73	1,07	3,13	0,44	0,61	0,97	2,61	0,52	0,67	1,02	2,87
Sabanetas	2,66	3,09	4,29	11,32	3,78	4,63	6,40	14,32	3,22	3,86	5,35	12,82
Sabanetas-01	0,06	0,07	0,11	0,34	0,02	0,03	0,06	0,21	0,04	0,05	0,09	0,27
Sabanetas-02	0,04	0,05	0,07	0,21	0,00	0,01	0,03	0,10	0,02	0,03	0,05	0,16
Sabanetas-03	0,46	0,54	0,76	1,97	0,13	0,20	0,35	1,05	0,29	0,37	0,55	1,51
Sabanetas-04	0,04	0,05	0,09	0,33	0,01	0,02	0,06	0,21	0,02	0,04	0,07	0,27
Sabanetas-05	0,27	0,31	0,40	0,95	0,22	0,26	0,36	0,80	0,25	0,29	0,38	0,87
Sabanetas-06	0,32	0,35	0,45	0,91	0,26	0,31	0,42	0,87	0,29	0,33	0,43	0,89
Sabanetas-10	0,24	0,26	0,33	0,64	0,20	0,23	0,30	0,60	0,22	0,25	0,31	0,62
Sabanetas-14	1,58	1,77	2,26	4,69	1,41	1,68	2,23	4,62	1,50	1,72	2,25	4,66
Sabanetas-15	2,70	3,12	4,25	10,43	3,43	4,16	5,67	12,24	3,06	3,64	4,96	11,34
San Antonio	1,24	1,59	2,64	9,79	2,98	3,92	5,84	14,50	2,11	2,75	4,24	12,14

Fuente: AECOM – ConCol 2018

Los resultados indican que la cuenca que logra mayor caudal máximo durante eventos de precipitación extraordinarios corresponde la Quebrada El Buque, seguida por Brigthon, La Palma, Sabanetas, Sabanetas 15 y San Antonio.

La posibilidad de ocurrencia de dicho evento fue definida a partir de los caudales diarios mensuales multianuales registrados por la estación Don Juana Automática – 16017020. Mediante la distribución de Gumbel y Pearson III se evaluó la homogeneidad y consistencia de los datos de dicha estación. Los resultados fueron los siguientes:

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5.1.5.2.8.3 Generalidades de la estación La Don Juana Automática

Tabla 5.52 Generalidades de la estación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
CODIGO	16017020
NOMBRE	LA DONJUANA AUTOMATICA
ALTITUD	730
TIPO	LG
CLASE	HMT
CATEG	HA
ESTADO	ACT
CORRIENTE	PAMPLONITA
FECHA_INST	15/08/1972
ESTE	1162420,39
NORTE	1342189,71

Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8.4 Distribución de Gumbel y Pearson III

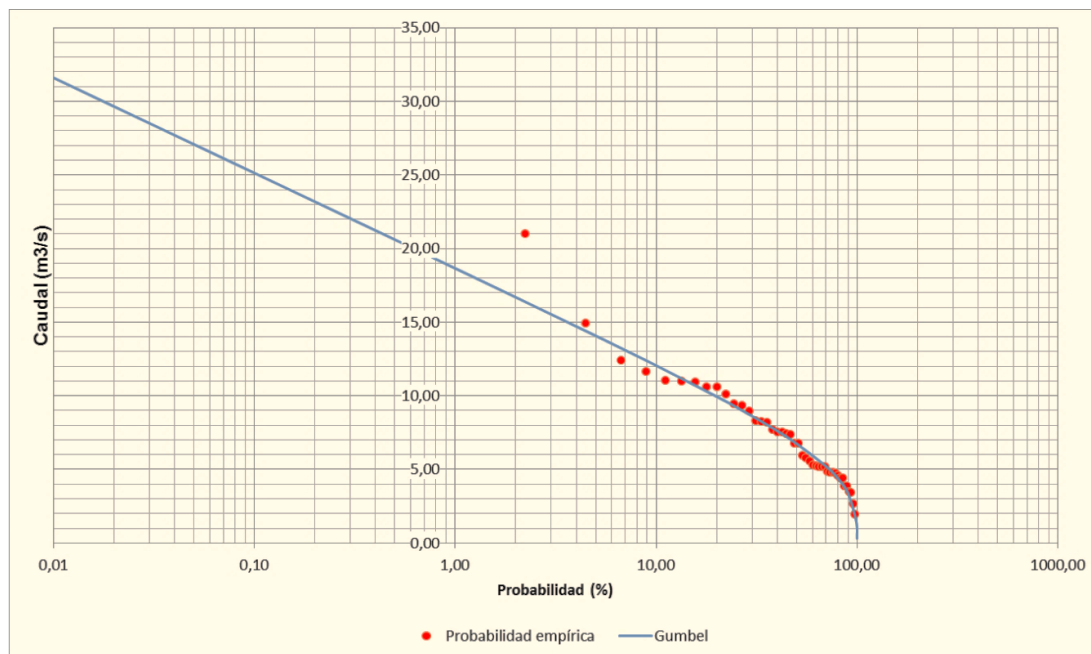
Según la distribución se aprecia uniformidad de datos, sin embargo, es claro un valor de precipitación que se aleja considerablemente de los demás valores, dicho caudal ocurre en el año 2011, a primera vista parecía un error en la información, pero al consultar se logró evidenciar que durante ese año hubo eventos de crecidas que causaron inundaciones y demás situaciones derivadas del evento (

Figura 5.53).

Dicho evento se evidencia entre otras fuentes en el POMCA en su “Tomo VIII Ronda del Río Pamplonita” de donde se extrae el siguiente fragmento: *...durante las crecidas el río arremetió contra las viviendas que interrumpen su paso como es el caso que se presentó en 2011 donde se declararon 10 barrios en riesgo. Tanto al margen izquierdo y derecho del cauce del río Pamplonita, en el sector villa Camila, villa Paola, La Florida y Casa Real...*

Por lo tanto, no es un error de información sino el registro de un evento extremo en un año bajo la influencia del Fenómeno de La Niña, el cual sirve como referencia de los caudales que puede llegar a lograr el río Pamplonita en el caso de 2011 el caudal máximo.

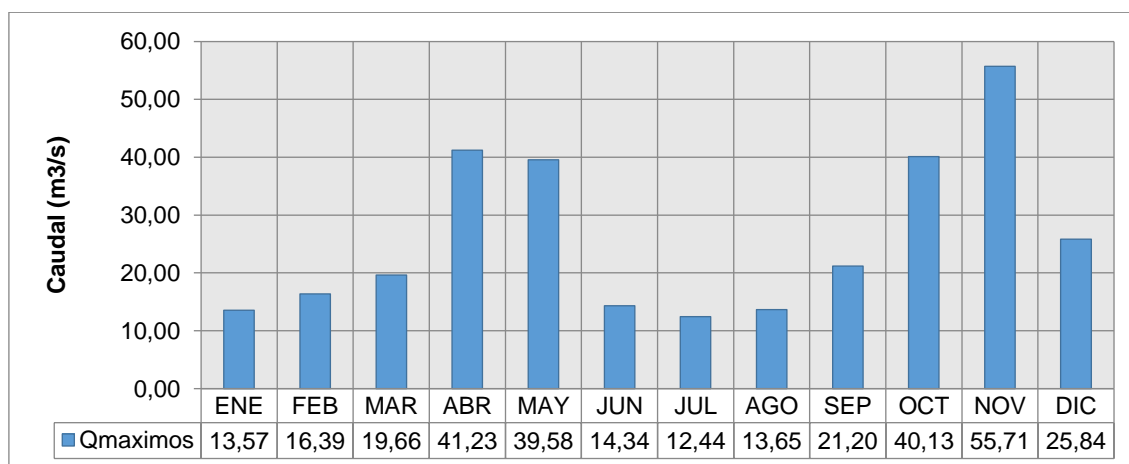
Figura 5.53 Distribución de Gumbel para los registros de caudal máximo de la estación Don Juana Automática.



Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.8.5 Histograma del caudal máximo a partir de registros diarios mensuales multianuales

Figura 5.54 Histograma de los caudales máximos estación Don Juana Automática

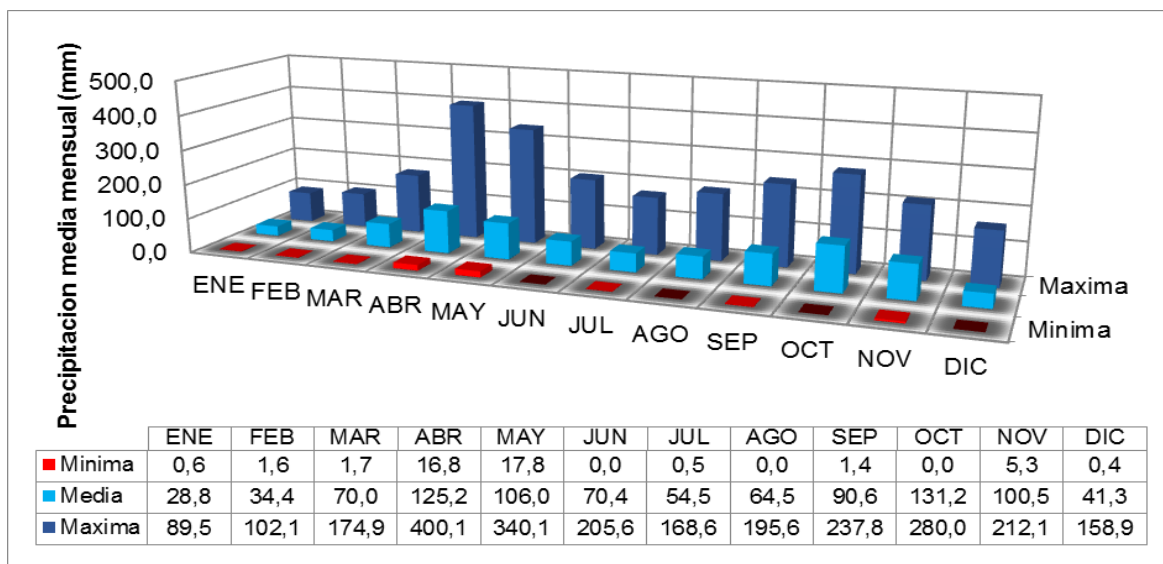


Fuente: AECOM – ConCol 2018

De acuerdo al histograma del caudal máximo de la estación limnigráfica Don Juana Automática (Figura 5.54) los caudales máximos proyectados en la Tabla 5.51 son eventos que tienen probabilidad de ocurrencia principalmente durante el periodo de octubre -

noviembre y con menos probabilidad o intensidad durante el periodo abril – mayo, periodos directamente asociados al comportamiento de la precipitación (Figura 5.55).

Figura 5.55 Histograma de la precipitación media mensual (mm)



Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.9 Caudales medios

Los caudales medios en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación media mensual multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN II o AMC II.

Los resultados se relacionan en la Tabla 5.53 presentada a continuación:

Tabla 5.53 Caudales medios (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,85	1,18	3,81	9,41	7,16	3,84	2,59	3,37	5,58	10,18	6,58	1,64	4,68
El Buque*	4,39	6,21	22,43	57,95	44,43	22,61	14,52	19,50	34,40	62,37	40,77	8,78	28,20
El Peñón	0,74	1,02	4,50	15,67	10,81	4,55	2,66	3,80	7,66	17,37	9,61	1,48	6,66
Hojancha	0,08	0,10	1,03	7,32	4,56	1,05	0,36	0,72	2,75	8,28	3,87	0,14	2,52
La Cruz	0,15	0,19	1,37	8,11	5,20	1,40	0,56	1,02	3,27	9,11	4,47	0,26	2,93
La Palma	0,56	0,69	3,27	18,95	12,09	3,32	1,53	2,48	7,58	21,33	10,38	0,88	6,92
La Reforma	0,73	0,90	2,00	4,77	3,46	2,01	1,52	1,83	2,71	5,27	3,16	1,11	2,45
NN-CA-15	0,21	0,30	1,53	4,80	3,53	1,54	0,87	1,28	2,60	5,21	3,19	0,45	2,13
NN13	0,01	0,02	0,07	0,22	0,16	0,07	0,04	0,06	0,12	0,24	0,14	0,02	0,10
NN15	0,01	0,01	0,80	4,18	2,79	0,82	0,28	0,59	1,83	4,64	2,43	0,04	1,54
NN25	0,34	0,50	2,34	6,90	5,16	2,36	1,38	1,98	3,86	7,47	4,68	0,75	3,14
NN26	0,06	0,09	0,59	2,25	1,59	0,60	0,29	0,47	1,11	2,47	1,41	0,13	0,92
NN27	0,15	0,25	2,23	9,15	6,36	2,26	1,06	1,77	4,38	10,09	5,62	0,43	3,65
NN28	0,05	0,07	0,40	1,53	1,08	0,41	0,20	0,32	0,76	1,68	0,96	0,10	0,63

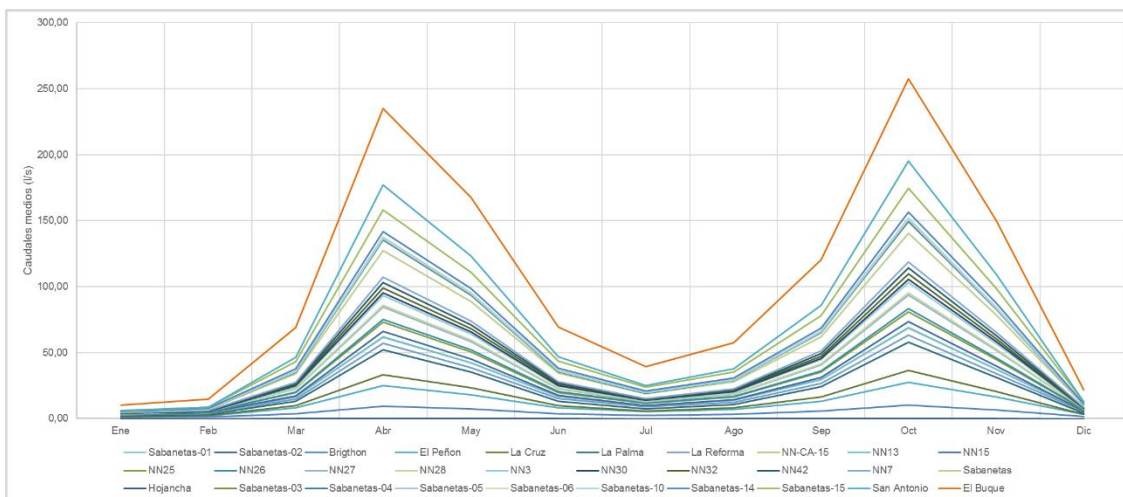
Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
NN3	0,10	0,16	1,44	7,11	4,72	1,46	0,65	1,11	3,10	7,92	4,11	0,28	2,68
NN30	0,05	0,07	0,55	2,31	1,59	0,55	0,25	0,43	1,09	2,55	1,41	0,10	0,91
NN32	0,08	0,10	0,88	3,65	2,53	0,89	0,41	0,69	1,74	4,02	2,24	0,16	1,45
NN42	0,17	0,21	0,95	4,04	2,75	0,96	0,50	0,77	1,86	4,47	2,42	0,28	1,62
NN7	0,01	0,01	0,18	1,47	0,90	0,19	0,05	0,12	0,53	1,67	0,76	0,02	0,49
Sabanetas	0,65	1,09	6,32	20,14	14,75	6,39	3,58	5,28	10,83	21,91	13,31	1,80	8,84
Sabanetas-01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,02	0,00	0,02
Sabanetas-02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Sabanetas-03	0,00	0,00	0,02	0,27	0,15	0,02	0,00	0,01	0,07	0,32	0,12	0,00	0,08
Sabanetas-04	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01
Sabanetas-05	0,07	0,09	0,25	0,58	0,45	0,25	0,17	0,22	0,36	0,62	0,41	0,12	0,30
Sabanetas-06	0,02	0,04	0,24	0,69	0,52	0,24	0,14	0,20	0,40	0,74	0,48	0,07	0,32
Sabanetas-10	0,03	0,05	0,18	0,45	0,35	0,18	0,12	0,16	0,28	0,48	0,33	0,07	0,22
Sabanetas-14	0,15	0,27	1,51	4,26	3,24	1,53	0,89	1,28	2,46	4,59	2,96	0,45	1,97
Sabanetas-15	0,41	0,80	5,34	16,60	12,31	5,40	2,99	4,45	9,11	18,00	11,14	1,43	7,33
San Antonio*	0,03	0,04	3,48	18,64	12,36	3,54	1,20	2,54	8,01	20,75	10,73	0,20	6,79

* Corrientes interceptadas por el túnel

Fuente: AECOM – ConCol 2018

La Figura 5.56 corresponde al histograma de los caudales medios de las corrientes asociadas al área de influencia de la UF1. El histograma indica que los mayores caudales medios ocurren durante abril y/o octubre, los caudales medios mínimos ocurren con mayor magnitud en el periodo diciembre – febrero, posteriormente entre junio – agosto caen nuevamente los caudales, claro está en menor medida que el primer periodo.

Figura 5.56 Histograma caudales medios



Fuente: AECOM – ConCol 2018

5.1.5.2.10 Caudales mínimos

Los caudales mínimos en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación. Tabla 5.54.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación mínima multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN I o AMC I.


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.54 Caudales mínimos (l/s) corrientes principales de las cuencas asociadas al área de influencia de la UF1

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Brigthon	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,10 8	0,12 0	0,13 1	0,12 5	0,13 7	0,15 4	0,17 7	0,00 7	0,00 0	0,080
El Buque*	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,39 7	0,44 5	0,49 4	0,46 9	0,52 0	0,59 7	0,70 6	0,02 3	0,00 0	0,304
El Peñón	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,22 8	0,25 1	0,27 5	0,26 3	0,28 7	0,32 2	0,36 1	0,01 6	0,00 0	0,167
Hojancha	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,02 6	0,02 9	0,03 2	0,03 0	0,03 3	0,03 7	0,04 1	0,00 2	0,00 0	0,019
La Cruz	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,05 1	0,05 6	0,06 1	0,05 9	0,06 4	0,07 2	0,08 1	0,00 3	0,00 0	0,037
La Palma	0,00 0	0,00 0	0,00 1	0,18 6	0,20 5	0,22 4	0,21 5	0,23 4	0,26 2	0,29 4	0,01 4	0,00 0	0,136
La Reforma	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,23 9	0,26 4	0,28 9	0,27 6	0,30 2	0,33 8	0,38 0	0,01 6	0,00 0	0,175
NN-CA-15	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,04 0	0,04 4	0,04 8	0,04 6	0,05 0	0,05 6	0,06 4	0,00 3	0,00 0	0,029
NN13	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 5	0,00 5	0,00 6	0,00 5	0,00 6	0,00 6	0,00 7	0,00 1	0,00 0	0,004
NN15	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 3	0,00 3	0,00 3	0,00 3	0,00 3	0,00 4	0,00 4	0,00 0	0,00 0	0,002
NN25	0,00 0	0,00 1	0,00 1	0,02 7	0,02 9	0,03 2	0,03 1	0,03 3	0,03 8	0,04 4	0,00 4	0,00 0	0,020
NN26	0,00 0	0,00 1	0,00 1	0,01 8	0,02 0	0,02 1	0,02 0	0,02 2	0,02 4	0,02 7	0,00 4	0,00 0	0,013
NN27	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 3	0,00 4	0,00 4	0,00 4	0,00 4	0,00 5	0,00 7	0,00 1	0,00 0	0,003
NN28	0,00 0	0,00 1	0,00 1	0,02 4	0,02 6	0,02 7	0,02 6	0,02 8	0,03 1	0,03 4	0,00 5	0,00 0	0,017
NN3	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,02 8	0,03 1	0,03 4	0,03 3	0,03 5	0,04 0	0,04 4	0,00 3	0,00 0	0,021
NN30	0,00 0	0,00 1	0,00 1	0,02 1	0,02 3	0,02 5	0,02 4	0,02 6	0,02 8	0,03 1	0,00 4	0,00 0	0,015
NN32	0,00 1	0,00 2	0,00 2	0,03 2	0,03 4	0,03 7	0,03 5	0,03 8	0,04 1	0,04 6	0,00 7	0,00 0	0,023
NN42	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,05 6	0,06 2	0,06 8	0,06 5	0,07 1	0,07 9	0,08 9	0,00 4	0,00 0	0,041
NN7	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 3	0,00 3	0,00 4	0,00 4	0,00 4	0,00 4	0,00 5	0,00 0	0,00 0	0,002
Sabanetas	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,08 8	0,09 7	0,10 7	0,10 2	0,11 1	0,12 5	0,14 0	0,00 6	0,00 0	0,065
Sabanetas-01	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000
Sabanetas-02	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000
Sabanetas-03	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000
Sabanetas-04	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,000
Sabanetas-05	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,02 0	0,02 3	0,02 5	0,02 4	0,02 6	0,02 9	0,03 3	0,00 1	0,00 0	0,015

Cuencas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Medio
Sabanetas-06	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,00 1	0,00 0	0,00 0	0,001
Sabanetas-10	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 8	0,00 9	0,01 0	0,01 0	0,01 1	0,01 2	0,01 3	0,00 1	0,00 0	0,006
Sabanetas-14	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,01 3	0,01 4	0,01 5	0,01 5	0,01 6	0,01 8	0,02 0	0,00 1	0,00 0	0,009
Sabanetas-15	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,00 9	0,01 0	0,01 1	0,01 1	0,01 2	0,01 3	0,01 5	0,00 1	0,00 0	0,007
San Antonio*	0,00 0	0,00 0	0,00 0	0,01 1	0,01 2	0,01 3	0,01 3	0,01 4	0,01 5	0,01 7	0,00 2	0,00 0	0,008

* Corrientes interceptadas por el túnel

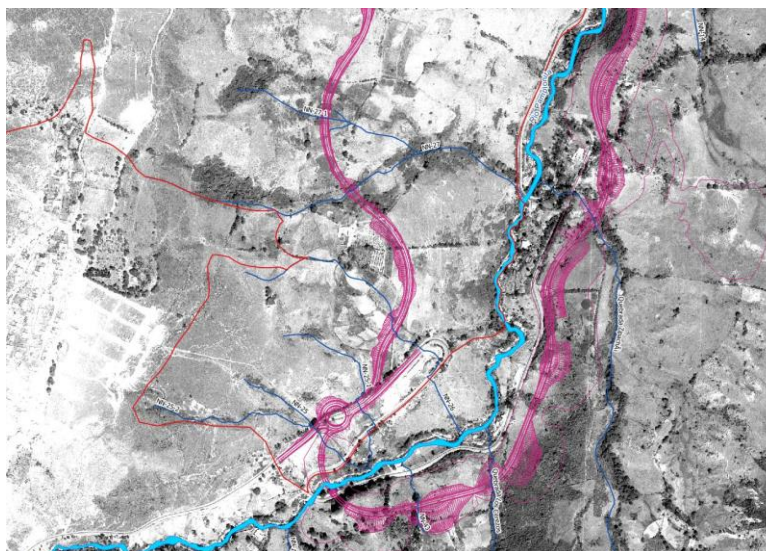
Fuente: AECOM – ConCol 2018

De acuerdo con los resultados, las corrientes hídricas asociadas al área de influencia de la UF1 durante el periodo diciembre - marzo presentan variaciones estacionales asociadas con los periodos secos y lluviosos. Las cuencas Sabanetas – 01 a 04 no cuentan con drenaje definido, por lo tanto, son hoyas por las cuales escurre el agua únicamente tras un aguacero, clasificándolas como corrientes efímeras.

5.1.5.2.11 Dinámica fluvial

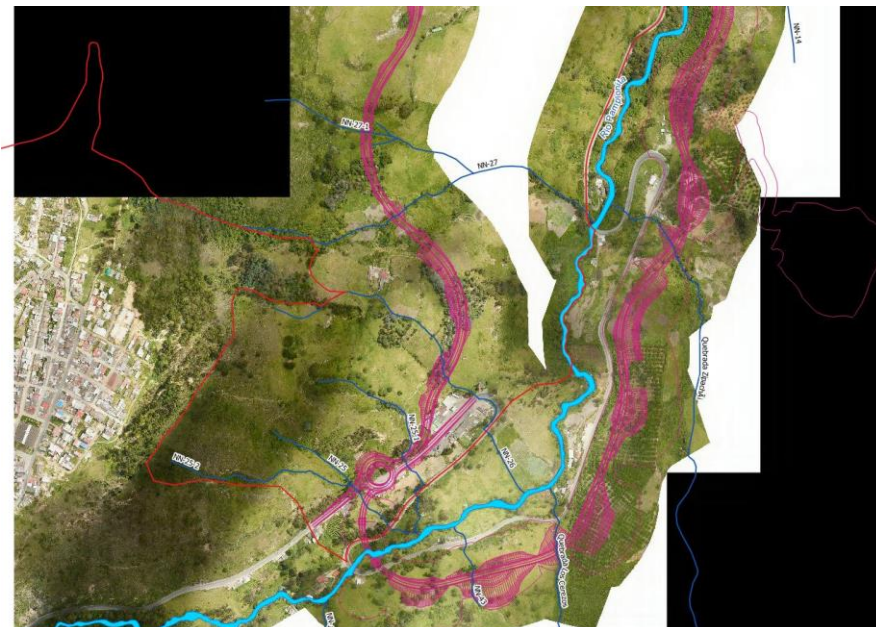
El análisis de dinámica fluvial se realizó con base en dos imágenes, la primera corresponde al año 1992 referenciada IGAC mediante el código C-2498-78, Ortofoto LIDAR Resolución 0.04m y se complementó con la imagen facilitada por Google del año 2018 (Imágenes ©2018 / Airbus, DigitalGlobe). El objetivo del análisis multitemporal fue determinar si los cauces a intervenir por el proyecto durante el tiempo han sufrido cambios de su cauce, es decir, si este respecto al cauce actual ha tenido cambios de ubicación y/o en la sinuosidad de este. A continuación las imágenes utilizadas para determinar dicha dinámica fluvial (ver Figura 5.57, Figura 5.58, Figura 5.59 y Figura 5.60).

Figura 5.57 Fotografía C-2498-78



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.58 Ortofoto LIDAR año 2017



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Figura 5.59 Imagen de Google Earth



Fuente: AECOM – ConCol 2018

Tras realizar el seguimiento de las corrientes a intervenir por el proyecto se observa que las corrientes tienen una fuerte limitación estructural y geomorfológica, típica de los ríos de montaña en donde no ocurren cambios de la dinámica fluvial tal como se observa en la siguiente figura (ver Figura 5.60).

**Figura 5.60 omparación entre la Fotografía y Ortofoto LIDAR resolución 0,04m –
Quebrada NN 25**



Fuente: AECOM – ConCol 2018

La relación temporal y espacial de inundaciones se analiza en el índice 11.1.3 “Plan de gestión del riesgo del presente estudio”.

5.1.6 Calidad del Agua

La evaluación de la calidad del agua (físicoquímica y bacteriológica) que se presenta a continuación se realizó con el fin de dar cumplimiento a los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales sobre la responsabilidad de conservar y proteger el recurso hídrico, y como herramienta fundamental para establecer una línea base ambiental del proyecto.

5.1.6.1 Cuerpos de Agua Continentales

Como consideración principal para realizar la caracterización físicoquímica y bacteriológica de las corrientes, se tuvo en cuenta las fuentes hídricas que de acuerdo con los términos de referencia M-M-INA-02 versión No. 2 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015 fueran “...susceptibles de intervención por el proyecto (concesión o vertimiento)...” por tal motivo se estableció un punto de toma de muestra sobre el río Pamplonita ya que para esta fuente se solicitará permiso de captación y vertimiento (Río Pamplonita).

Por otro lado, y con el fin de establecer las condiciones de calidad ambiental de otras fuentes hídricas que serán interceptadas por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se establecieron 4 puntos de monitoreo de calidad de agua. Adicional a lo anterior, se incluyen los resultados de dos fuentes hídricas (quebrada San Antonio y quebrada La Palma), debido a que la quebrada San Antonio será objeto para la solicitud del vertimiento de aguas de infiltración y la quebrada La Palma está localizada dentro del área de influencia. La información del monitoreo correspondiente a estas dos fuentes se desarrolló como parte del Estudio de impacto ambiental para la construcción de la doble calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.6.1.1 Monitoreo de caracterización físicoquímica y Bacteriológica del agua

Para la caracterización físicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas que serán interceptadas por la UF1 variante Pamplona, se realizó una campaña de monitoreo los días 8 y 9 de marzo de 2018, periodo que corresponde a la transición entre época seca y época

de lluvia, en cuyo mes empieza el aumento de las precipitaciones del primer semestre del año, esto según la información presentada en el numeral 5.1.10.3 Precipitación.

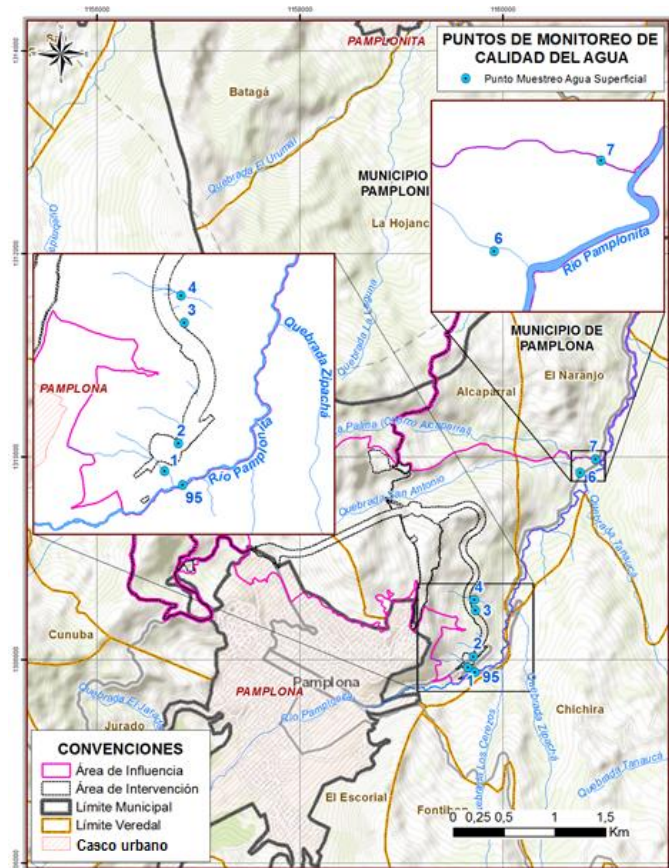
Adicionalmente y con el fin de dar cumplimiento a los términos de referencia se realizó la estimación de la calidad del agua de las corrientes, para la época climática diferente a la correspondiente del monitoreo (ver Anexo 5 Caracterización AI – 5.1.2 Hidrología e Hidráulica – B Calidad del agua – InformeOtroPeriodo)

La campaña fue ejecutada por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA que cuenta con acreditación del IDEAM mediante la Resolución No. 3698 del 28 de diciembre de 2011 y cuya renovación se dio por medio de la Resolución No. 2085 del 1 de octubre de 2015 (Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B Calidad de agua).

En los anexos de calidad de agua se muestra la visita a 7 puntos, sin embargo 3 de ellos (P5-UF1, P6-UF1 y Punto 7-UF1) fueron descartados en el presente documento debido a que se ubican sobre corrientes que ya presentan un monitoreo de calidad de agua en la UF1. Por tanto, no se muestran en la información expuesta en este numeral.

La Ubicación cartográfica de las corrientes hídricas analizadas se presenta en la Figura 5.61 y las características generales de los puntos de agua se presentan en la Tabla 5.55.

Figura 5.61 Ubicación cartográfica de los puntos de monitoreo de calidad del agua



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.55 Características de los Puntos de Muestreo de Agua, Fuentes Superficiales

No. Muestra	Vereda	Municipio	Descripción de la muestra /Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente de agua	Tipo de fuente	Área hidrográfica	Zona Hidrográfica	Nombre del nivel subsiguiente	Cota m.s.n.m	Coordenada	
										Este	Norte
1	Alcaparral	Pamplona	P1-UF1	NN-25	Quebrada	Caribe	Catatumbo	El Volcán	2162	1159655,1	1307925,2
2	Alcaparral	Pamplona	P2-UF1	NN-25-1	Quebrada				2204	1159707,0	1308029,9
3	Alcaparral	Pamplona	P3-UF1	NN-27	Quebrada				2204	1159730,0	1308487,9
4	Alcaparral	Pamplona	P4-UF1	NN-27-1	Quebrada				2338	1159717,4	1308589,2
6	El Naranjo	Pamplona	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Quebrada				1985	1160759,4	1309843,3
7	El Naranjo	Pamplona	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	Quebrada				1978	1160912,4	1309972,9
95	Alcaparral	Pamplona	P95-Vertimiento	Rio Pamplonita	Rio				2152	1159722,8	1307873,2

Los puntos de muestreo número 1, 2 y 4 fueron reportados por el laboratorio como fuentes hídricas secas.

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.2 Metodología de Análisis


Las muestras para cada uno de los puntos fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras. Las técnicas analíticas empleadas para determinar el valor de cada uno de los parámetros se presentan a continuación y de forma específica en los informes de laboratorio expedidos por el laboratorio (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B - Calidad del Agua).

En las actividades de campo se realizó la medición de aquellos parámetros que son desde el punto de vista de análisis, dependientes de las condiciones del entorno y modificables al momento de realizar la toma de una muestra. Estos parámetros son: Temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto.

Las muestras puntuales para el análisis de los demás parámetros fueron tomadas en envases sin ningún tipo de residuo y acondicionadas para la preservación de las muestras según los requerimientos de las técnicas analíticas implementadas para la detección y cuantificación de los agentes o compuestos en laboratorio (Tabla 5.56). Estas fueron selladas y posteriormente refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. Finalmente, el análisis de las muestras para cada uno de los parámetros se llevó a cabo por medio de procedimientos analíticos en laboratorio, teniendo como referencia los American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizadas por APHA & AWWA (2005) y técnicas adaptada de literatura.

Tabla 5.56 Metodologías de Análisis

Parámetro	Método
Físicos	
Conductividad	SM 2510 B
Temperatura Muestra	SM 2550 B
pH	SM 4500 O C
Químicos	
Acidez	SM 2310 B
Alcalinidad total	S.M 2320 B
Arsénico total	SM 3030K - EPA 200-8- ICM/MS
Bario total	SM 3030 E 3111 D
Cadmio total	SM 4040 E, 3111 B
Capacidad buffer	TITULOMETRICO
Cobre total	SM 303 E, 3111 B
Cobalto total	SM 3030 E, 3111 B
Color real	SM 2120 C
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B
DBO ₅ (demanda bioquímica de oxígeno)	SM 5210 B, ASTM D-888-12 Método C
DQO (demanda química de oxígeno)	SM 5220 C
Dureza cálcica	SM 3500-Ca B
Dureza total	SM 2340 C
Fenoles totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D
Fósforo total	S.M 4500 - P B, E
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Numeral 4, Método C
Mercurio orgánico	SM 3112 B

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Parámetro	Método
Mercurio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno orgánico	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 B, C
Níquel total	SM 3030 E, 3111 B
Plata total	SM 3030 E, 3111 B
Plomo total	SM 3030 E, 3111 B
Selenio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos suspendidos inorgánicos	SM 2540 D
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Turbiedad	SM 2130 B
Zinc total	SM 3030 E, 3111 B
Sólidos disueltos aprox.	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	SM 2540 F
Oxígeno disuelto	SM 4500 C
Bacteriológicos	
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado
Coliformes totales	SM 9223 B

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3 Resultados

Los resultados de las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas obtenidos por el laboratorio en la campaña de monitoreo se analizaron según la variación en cada punto y se compararon con el (Decreto 1076 de 2015, 2015) en el cual se establecen los criterios de calidad que debe tener el agua superficial para destinación de uso doméstico, uso agrícola y uso pecuario y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita dictados mediante la (Resolución 0118 de 2007) de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR-. Los Análisis hidrobiológicos se presentan en el numeral de Ecosistemas Acuáticos.

Como complemento al análisis se incluye la comparación entre los resultados de los monitoreos en época de lluvia con los resultados de la simulación en época seca, dicha comparación se realiza para los parámetros de Oxígeno disuelto, Fósforo total, Sólidos suspendidos totales, Sólidos sedimentables, Coliformes totales y Coliformes fecales (Ver anexo 5.1.2 Hidrología – Carpeta B - Calidad de agua).

A continuación en la



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.57, se presenta una descripción puntual de las condiciones climáticas y generales de cada punto donde se realizó la toma de muestra y posteriormente se analizan cada una de las variables estudiadas.










 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	


Tabla 5.57 Descripción de los puntos de monitoreo

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
1	P1-UF1	NN-25	N	1307925,29	COLOR: N/A. OLOR: N/A. SABOR: N/A.	
			E	1159655,19		
			m.s.n. m	2162		
Observaciones: Cuerpo de agua seco						
2	P2-UF1	NN-25-1	N	1308029,94	COLOR: N/A. OLOR: N/A. SABOR: N/A.	
			E	1159707,00		
			m.s.n. m	2204		
Observaciones: Cuerpo de agua seco						
3	P3-UF1	NN-27	N	1308487,90	COLOR: Transparente OLOR:No se perciben particulares	
			E	1159730,06		
			m.s.n. m	2204		
OBSERVACIONES: Cuerpo de agua ubicado en una zona de cultivos, el agua no presentó ningún tipo de propiedad en particular, del mismo modo el aspecto de la lámina de agua es transparente, sin ningún tipo de olor, iridiscencia, película de grasa, entre otros; el nivel del agua es bajo y se observa vegetación de tipo ripario en cada una de las orillas; el sustrato es de tipo arenoso con bajas proporciones de rocas.						
4	P4-UF1	NN-27-1	N	1308589,26	COLOR: N/A. OLOR: N A. SABOR: N/A.	
			E	1159717,46		
			m.s.n. m	2338		
OBSERVACIONES: Cuerpo de agua seco.						

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos	Registro fotográfico
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	N	1309843,38	COLOR: Café SUSTRAT O: Rocoso-Arenoso. OLOR: No se perciben olores particulares	
			E	1160759,45		
			m.s.n.m	1985		
Observaciones: El cuerpo de agua se encuentra atravesado por la vía nacional, del mismo modo en el punto aguas abajo se encuentra canalizado antes de su desembocadura en el río Pamplonita; en cada una de las orillas la vegetación es de tipo herbácea y arbustiva en su mayoría, lo que proporciona un porcentaje importante de sombra; en relación al Sustrato este fue de tipo rocoso-arenoso con depósitos importantes de arenas y hojarasca; finalmente el tramo donde se realizó el muestreo presenta una forma sinuosa con un ancho aproximado de 3 m y una profundidad máxima aproximada de 0,5 m.						
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	N	1309972,94	COLOR: Gris SUSTRAT O: rocoso-arenoso OLOR: No se perciben olores particulares	
			E	1160912,41		
			m.s.n.m	1978		
Observaciones: La quebrada las palmas se encuentra en una zona de pendiente media con formaciones arbóreas de mediano porte, arbustos y pastizales así como un parche de cultivos de plátano; el Sustrato en su mayoría es de tipo rocoso con algunos de depósitos de arenas; la lámina de agua presentó un Color café claro sin ningún tipo de iridiscencia, espuma o malos olores. La zona está influenciada por actividades antrópicas como la ganadería y asentamientos humanos que realizan captación sobre el mismo.						
95	P95 – Vertimiento	Rio Pamplonita	N	1307873,27	COLOR: Café claro, turbias OLOR: Materia orgánica en descomposición SABOR: Ninguno	
			E	1159722,85		
			m.s.n.m	2152		
OBSERVACIONES Se encontró evidencia de material flotante de origen antrópico (basuras), no se observan láminas de aceite en el cauce. No se observaron plantas acuáticas emergentes ni sumergidas.						

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5.1.6.1.3.1 Resultados de análisis In Situ



En los puntos monitoreados se ejecutaron mediciones in situ de variables como oxígeno disuelto, pH, conductividad, sólidos sedimentables y temperatura, los parámetros restantes se analizaron en laboratorio y los resultados de todos ellos se compararon con los criterios de calidad permisibles del recurso hídrico de acuerdo con el uso para consumo humano y doméstico, uso agropecuario y preservación de flora y fauna, estipulado en la legislación ambiental vigente en el (Decreto 1076 de 2015) y con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita establecidos mediante la (Resolución 0118 de 2007) por la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental “CORPONOR” (Ver Anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta C – Usos del agua).

En la Tabla 5.58 se muestran los criterios de comparación mencionados anteriormente y en la Tabla 5.59 se muestran los resultados de los parámetros in situ para los diferentes puntos de muestreo, en esta los puntos de monitoreo 1, 2, 4, 5, y 6 no se muestran debido a que fueron reportados como secos por el laboratorio CIMA por lo tanto no fueron monitoreados.

Tabla 5.58 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos

Decreto/resolución	Artículo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Decreto 1076 de 2015). Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	N.E. ₃	N.E.	5,9 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	N.E.	6,5 - 8,5	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.	4,5 - 9,0	N.E.	N.E.
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

₃ N.E: No establecido

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Decreto/resolución	Artículo	Descripción	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Temp. (°C)
(Resolución 0118 de 2007), Por la cual se establecen los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	N.E.	≥4	5,0 - 9,0	N.E.	N.E.

Fuente: Adaptado de (CORPONOR, 2007) y (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

Tabla 5.59 Resultados de Parámetros In Situ

ID Punto	Nombre del punto de monitoreo	Parámetro	Conductividad eléctrica (µs/cm)	Oxígeno disuelto (mg O ₂ /l)	pH (Unidades)	Sólidos Sedimentables (ml/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Temp. (°C)
		LCM ⁴ Nombre corriente	N/A	0,0 a 50,00	0,00 a 14,00	0,01	1	> 5
3	P3-UF1	NN-27	82	7,9	6,87	0,2	41	14,41
6	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	141	8,21	7,29	<0,1	71	15,0
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	281	8,22	8,1	<0,1	140	14,9
95	P95-VERTIMIENTO	Río Pamplonita	251	7,39	7,91	0,4	125	14,24

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

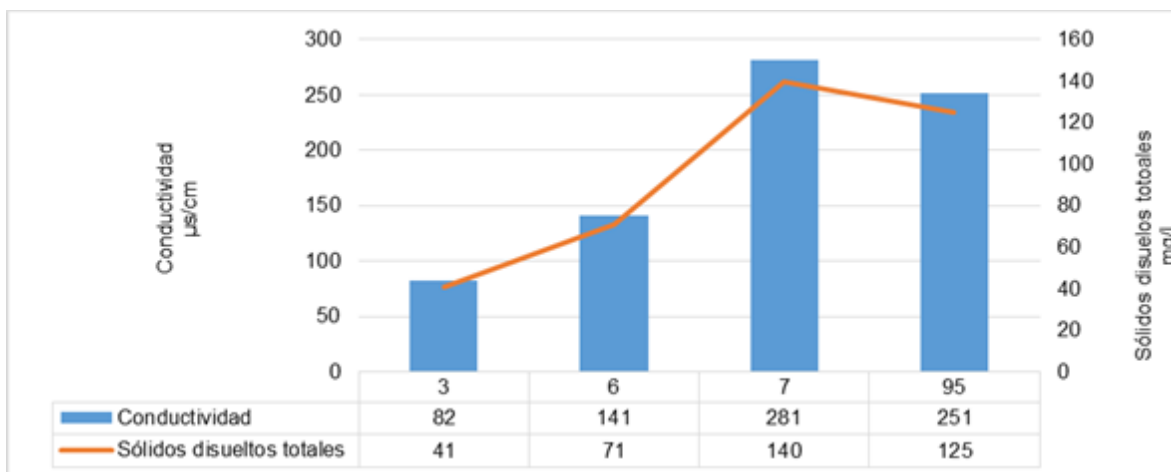
⁴ LCM: Límite de cuantificación del método.

5.1.6.1.3.2 Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos Totales

La conductividad eléctrica es la capacidad que el agua tiene de conducir la corriente eléctrica, esta tiene relación con la existencia de iones disueltos en el agua, que son partículas con cargas eléctricas. Esta es consecuencia de los electrolitos que lleva disuelto el agua y, presenta un valor muy bajo en agua pura (unas pocas centésimas de $\mu\text{S}/\text{cm}$). Cuanto mayor sea la concentración de iones disueltos, mayor será la conductividad eléctrica del agua, la cual está influida por el terreno y la posibilidad de disolución de rocas y materiales, el tipo de sales presentes, el tiempo de disolución, temperaturas, gases disueltos, pH y otros factores (Marín Galván, 2003). La conductividad se relaciona con los sólidos totales disueltos que se refieren a la concentración total de minerales presentes en aguas naturales.

Teniendo en cuenta lo observado en la Figura 5.62 se puede concluir que para los cuerpos de agua monitoreados los valores de conductividad fluctúan entre 82 y 281 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras que los de sólidos disueltos totales fluctúan entre 41 y 140 mg/l. Además, se evidencia que existe una relación directamente proporcional entre ambos parámetros con una tendencia que indica que la relación entre ellos es aproximadamente 2:1 siendo la conductividad el mayor valor. Los valores determinados para cada uno de los drenajes estudiados no generan restricciones de uso ni indican contaminación por iones disueltos.

Figura 5.62 Valores de Conductividad y Sólidos Disueltos Totales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Es posible establecer una relación entre la conductividad y la calidad en aguas de riego a 25 °C, donde valores <250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se clasifican como “calidad excelente” y valores entre 250-750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se clasifican como “calidad buena”, además se menciona que en ríos y corrientes, se ha tomado como valor aceptado para la vida de flora y fauna valores un rango de 150 a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ramos Olmos, Sepúlveda Marqués, & Villalobos Moreto, 2003). Los mayores valores de conductividad se concentran en el punto 7: Quebrada La Palma (281 $\mu\text{S}/\text{cm}$), seguido del punto 95: Río Pamplonita (251 $\mu\text{S}/\text{cm}$), de acuerdo con este parámetro estos cuerpos se tienen una calidad entre buena y excelente.

Teniendo en cuenta que el punto 7 que corresponde a la quebrada La Palma presenta una captación para consumo humano, se puede decir que de acuerdo con su conductividad esta

es apta para tal uso. Lo anterior debido a que para consumo humano según los estándares nacionales establecidos en la (Resolución 2115 de 2007), el valor máximo aceptable para conductividad es hasta los 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La conductividad en los cuerpos de agua monitoreados, presentan un grado de mineralización débil, muy débil y media de acuerdo con los niveles establecidos para la relación mineralización - conductividad por (Rodier, Legube, Merlet, & colaboradores, 2009), (Tabla 5.60). El menor valor de conductividad reportado es de 82 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto 3: Quebrada NN-27 indicando que este sistema tiene muy poca capacidad de conducir la corriente eléctrica por la escasa ionización como resultado de las bajas concentraciones de sólidos disueltos 41 g/l.

Tabla 5.60 Escala de mineralización en agua de acuerdo con la conductividad

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Mineralización
Menor de 100	Muy Débil
100 - 200	Débil
200 - 700	Media
700 - 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: (Rodier, Legube, Merlet, & colaboradores, 2009)

5.1.6.1.3.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD), como su nombre lo dice, corresponde al oxígeno que se encuentra disponible en el agua, este parámetro es uno de los indicadores más importantes de calidad de agua debido a que provee el desarrollo de vida en los cuerpos de agua. La principal fuente de oxígeno es la interacción aire-líquido, este se da por turbulencia en los cuerpos lóticos, mientras que en los cuerpos lénticos la principal fuente son los procesos de fotosíntesis. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 - 18 partes por millón (ppm) aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 - 6 ppm para soportar una diversidad de vida acuática (Tabla 5.61).

Tabla 5.61 Escala de OD y su relación con la calidad del agua

Nivel de OD (mg/l)	Calidad del Agua
0,0 – 4,0	MALA: Algunas poblaciones de peces y macroinvertebrados empezarán a bajar
4,1 – 7,9	ACEPTABLE: Preservación de flora y fauna aguas cálidas.
8,0 – 12,0	BUENA
>12,0	El agua presenta aireación asistida (aireación artificial o en caso de no presentar, inconsistencia en el muestreo o análisis de la muestra)

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

A continuación, en


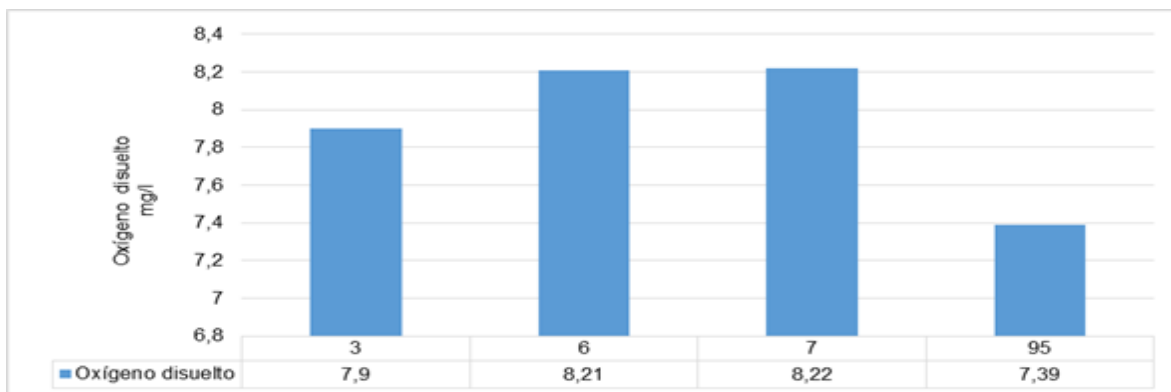
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.63 se presentan los valores de OD registrados para los diferentes puntos monitoreados en el área de influencia del proyecto.

Figura 5.63 Valores de Oxígeno Disuelto



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Los valores de oxígeno determinados en los diferentes puntos monitoreados presentan valores que fluctúan entre 7,4 mg/l y 8,2 mg/l, los cuales no generan restricciones de uso ni indican contaminación para los cuerpos de agua estudiados, además son aceptables según los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica de río Pamplonita (≥ 4 en el tramo 6 de uso paisajismo urbano y asimilación). Además, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5.61, las condiciones son óptimas para el desarrollo de la vida acuática dado que en cada uno de los sistemas monitoreados las concentraciones de oxígeno disuelto superan los 4 mg/l de concentración, obteniendo que la calidad del recurso se encuentra entre aceptable y buena. Los mayores valores de oxígeno disuelto se concentran en el punto 7: Quebrada La Palma (8,22 mg/l) y en el punto 6: Quebrada San Antonio (8,21 mg/l).

5.1.6.1.3.4 pH

Se trata de la medida de las propiedades ácido-base de una solución, del grado de concentración del ión H^+ o de la relación entre los iones H^+ y OH^- , que se da a una temperatura específica por disociación de sustancias ácidas (H^+) o básicas (OH^-). Los cambios en este parámetro naturalmente se dan por procesos de degradación de materia orgánica proveniente de vegetación en descomposición que promueven la generación de ácido carbónico (H_2CO_3) debido a la interacción del CO_2 con el agua, se puede dar por la presencia de minerales de calcio y de magnesio que provienen de la roca caliza o por la presencia de sales ácidas. Otras fuentes externas pueden ser la lluvia ácida o fuentes de agua con alto contenido de sustancias ácidas o alcalinas. El pH del agua potable natural debe estar entre 6,5 y 8,5. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales.

Las industrias y los vehículos con motor emiten óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre al ambiente, cuando estas emisiones se combinan con vapor de agua en la atmósfera forman ácidos. Tales ácidos se acumulan en las nubes y caen a la tierra como lluvia ácida o nieve ácida, está daña los árboles, cosechas y edificios; además puede formar lagos y ríos tan ácidos que los peces y otros organismos acuáticos no pueden sobrevivir (



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.62).

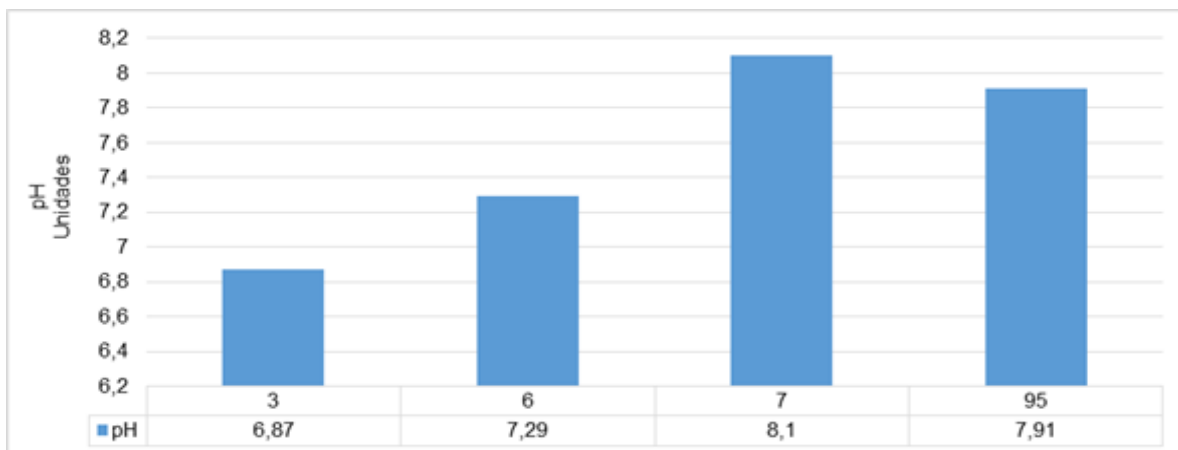
Tabla 5.62 Escala de pH y su relación con la calidad del agua

pH	Calidad de Agua
< 5,5	Mala: Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales.
5,5-5,9	Aceptable
6-6,4	Buena
6,5-7,5	Excelente
7,6-8	Buena
8,1-8,5	Aceptable
>8,6	Mala: Muy Alcalina los peces y otros organismos se ven drásticamente disminuidos

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

A continuación, en la Figura 5.64 se presentan los valores de pH registrados para los diferentes puntos monitoreados en el área de influencia del proyecto.

Figura 5.64 Valores de pH



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con lo anterior, el comportamiento del pH para los diferentes puntos monitoreados fluctúa entre 6,9 y 8,1 unidades de pH, tales valores muestran que el pH de las fuentes analizadas hace posible su uso doméstico, humano, agrícola, pecuario. Lo anterior de acuerdo con los criterios de calidad para tales usos estipulados en el (Decreto 1076 de 2015) donde el límite inferior más bajo es de 4,5 y el límite superior más bajo es de 8,4, por tanto, todos los resultados obtenidos de las fuentes analizadas entran en los rangos estipulados.

Además, en comparación con los objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica el río Pamplonita los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos estipulados para los usos propuestos en el mismo, lo cual se expresa en la (Resolución 0118 de 2007) expedida por Corponor. Por otro lado, de acuerdo con la escala de pH y su relación con la calidad de agua (

Tabla 5.62) los resultados obtenidos reflejan una calidad del agua aceptable para el desarrollo de fauna y flora.

Teniendo en cuenta que la quebrada La Palma - punto 7 presenta uso de consumo humano, la Resolución 2115 de 2007 establece máximos admisibles de calidad de agua para tal uso, el valor de pH debe estar comprendido entre 6,5 y 9,0 por lo que de acuerdo con este parámetro la corriente es apta.

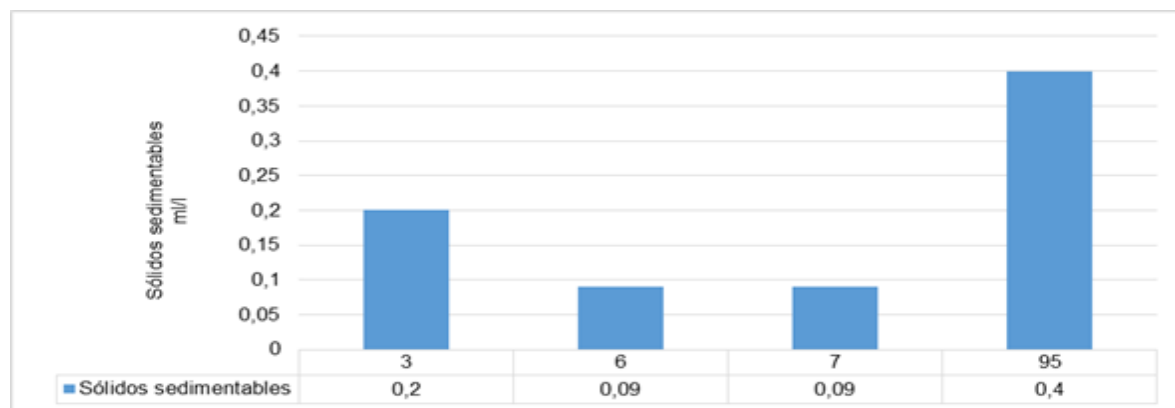
5.1.6.1.3.5 Sólidos Sedimentables

Los sólidos sedimentables hacen referencia a las partículas que, debido a su elevada masa, se precipitan por acción de la gravedad. Estos generalmente no son reactivos y están compuestos por material como arenas, grabas y flocs en estado estable. Se trata de los sólidos que van al fondo de un cono estandarizado (Imhoff) para un periodo de 60 minutos, para fines cuantitativos se expresa en ml/l de agua, este parámetro se evalúa con el propósito de estimar la cantidad de sedimentos que pueden acumularse en sistemas de tratamiento o determinar la necesidad de construir unidades de sedimentación en el tratamiento de aguas residuales (Ramos Olmos, Sepúlveda Marqués, & Villalobos Moreto, 2003).

Los sólidos sedimentables son los causantes de la turbidez debido a que producen dispersión de la luz que atraviesa la muestra de agua. Los valores de sólidos sedimentables determinados en dos de los puntos evaluados presentaron valores inferiores a 0,1 ml/l, mientras que en los puntos 3 y 95 se obtuvieron valores de 0,2 y 0,4 mg/l respectivamente.

En la Figura 5.65 se presentan los valores de sólidos sedimentables para los cuerpos de agua monitoreados.

Figura 5.65 Valores de sólidos sedimentables



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.6 Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que determina el comportamiento de los procesos en el agua, y por tanto influye en los demás parámetros de calidad, como son el pH y el oxígeno disuelto (por alteración en la absorción y por catálisis de actividades biológicas); condicionando, entre otras cosas, la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Adicionalmente, puede afectar

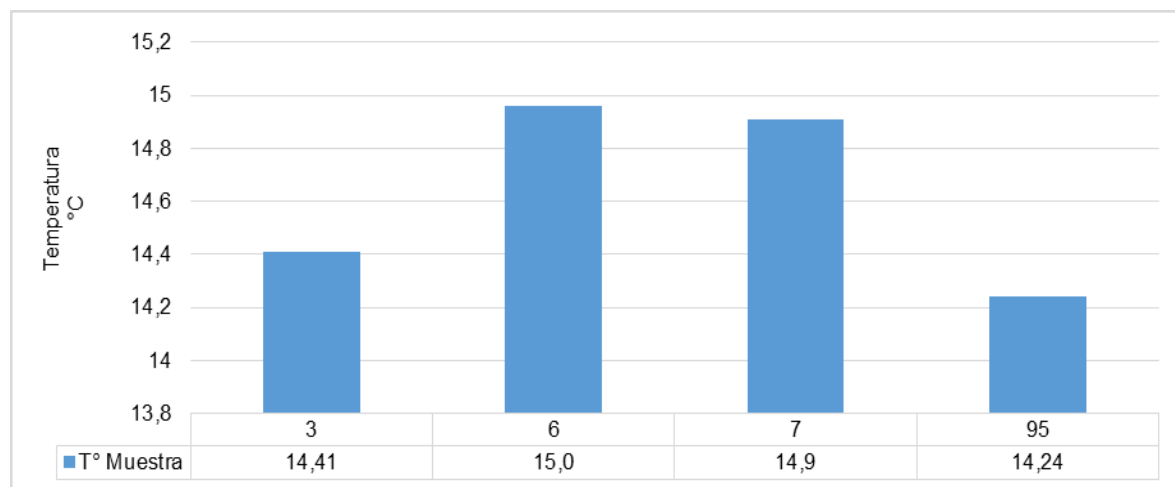
la precipitación o la solubilidad de ciertos compuestos como las sales (Salamanca & Palacios, 2005), limitando la presencia de los sólidos disueltos o agregados en el agua.

El índice metabólico de los organismos acuáticos aumenta en el agua tibia. Puesto que el metabolismo requiere oxígeno, algunas especies podrían no sobrevivir si no hay suficiente oxígeno en el agua para satisfacer sus necesidades. Además, la temperatura del agua puede afectar los índices de reproducción de algunas especies acuáticas; algunas especies podrían dejar de reproducirse en aguas más calientes. Puesto que las bacterias y otros organismos que causan enfermedades crecen con más rapidez en agua caliente, la susceptibilidad de los organismos acuáticos a las enfermedades aumenta también en agua caliente.

Los aumentos repentinos en la temperatura pueden ser ocasionados por contaminación térmica, que es la descarga de grandes cantidades de agua caliente proveniente de plantas industriales. Los cambios repentinos en la temperatura del agua pueden causar un choque térmico en algunas especies acuáticas y ocasionar la muerte de dichas especies. La contaminación térmica, aunque sea gradual, puede perturbar el balance del ecosistema de tal modo que podría exterminar las especies que no toleran el calor en esa área.

De acuerdo con la Figura 5.66, los registros de temperatura en los puntos de agua superficiales monitoreados, no presentan variaciones significativas entre sí, los valores determinados oscilan entre 14,2°C y 15°C para los diferentes puntos monitoreados.



Figura 5.66 Valores de Temperatura



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.7 Resultados de análisis físico – químicos en laboratorio

Con relación a los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio y cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.64 y Tabla 5.65, se destacan y analizan a detalle aquellos que no cumplen con el (Decreto 1076 de 2015) o que presentaron valores muy cercanos a los permitidos.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Además, en la Tabla 5.63 se muestra la relación entre los puntos de monitoreo y los códigos de muestras establecidos por CIMA para el análisis de los parámetros de laboratorio, estos códigos son usados en los reportes de resultados anexos para la presentación de los datos.

Los puntos de monitoreo 1, 2 y 4 no se muestran en la Tabla 5.63 y Tabla 5.65, debido a que fueron reportados como fuentes hídricas secas por el laboratorio por lo tanto no fueron monitoreados.

Tabla 5.63 Codificación y nomenclatura de los puntos de muestreo analizados

Id punto	Descripción de la muestra (cima)	Código muestra laboratorio cima	Nombre corriente
3	P3-uf1	30881	Nn-27
6	P6-quebrada san antonio	26254	Quebrada san antonio
7	P7-quebrada la palma	26255	Quebrada la palma
95	Vertimiento	28205	Rio pamplonita

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

5.1.6.1.3.8 Acidez y Alcalinidad

La alcalinidad es definida como la resistencia del agua para neutralizar un ácido (Henry & Heinke, 1999) (capacidad buffer), está asociada, principalmente, a aniones que neutralizan los H⁺ provenientes de las sustancias ácidas. Estos aniones generalmente se derivan de compuestos de carbón inorgánico disuelto, carbonatos (CO₃²⁻) y los bicarbonatos (HCO₃⁻), como resultado de la disolución de sustancias minerales.

En el caso de los cuerpos de agua, estos se originan por la interacción del suelo con el agua junto con procesos de descomposición de la materia orgánica. Otra fuente de alcalinidad también pueden ser los hidróxidos (OH⁻). Por tanto, un grado alto de alcalinidad evita los cambios bruscos de pH, dando la capacidad de realizar procesos biológicos de forma estable. Los valores de alcalinidad en un cuerpo de agua pueden determinar si el agua es dura o blanda de acuerdo con lo establecido en la Tabla 5.66.

Tabla 5.64 Estándares de calidad de agua para parámetros físicos-químicos en laboratorio de acuerdo diversos usos del agua

Parámetro	(Decreto 1076 de 2015)				Resolución 0118 de 2007
	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6	Tramo 6
	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.
Acidez	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Alcalinidad total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Arsénico total	0,05	0,05	0,1	0,2	N.E.
Bario total	1	1	N.E.		N.E.
Cadmio total	0,01	0,01	0,01	0,05	N.E.
Cobre total	1	1	0,2	0,5	N.E.
Coliformes fecales termotolerantes	2000	N.E.	N.E.	N.E.	≤2000
Coliformes totales	20000	1000	N.E.	N.E.	≤20000
Color real	75	20	N.E.	N.E.	N.E.
Cromo total	0,05	0,05	0,1	1	N.E.
DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno)	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
DQO (demanda química de oxígeno)	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza cálcica	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Dureza total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Fenoles totales	0,002	0,002	N.E.	N.E.	N.E.
Fósforo total	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Grasas y aceites	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mercurio total	0,002	0,002	N.E.	0,01	N.E.
Nitrógeno orgánico	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Parámetro	(Decreto 1076 de 2015)				Resolución 0118 de 2007
	Artículo 2.2.3.3.9.3	Artículo 2.2.3.3.9.4	Artículo 2.2.3.3.9.5	Artículo 2.2.3.3.9.6	Tramo 6
	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	Criterios de calidad para uso pecuario.	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.
Nitrógeno total Kjeldhal	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Níquel total	N.E.	N.E.	0,2	N.E.	N.E.
Plata total	0,05	0,05	N.E.	N.E.	N.E.
Plomo total	0,05	0,05	5	0,1	N.E.
Selenio total	0,01	0,01	0,02	N.E.	N.E.
Sólidos suspendidos totales	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0 - 10
Turbiedad	N.E.	19	N.E.	N.E.	N.E.
Cinc total	15	15	2	25	N.E.

Fuente: Adaptado de (Decreto 1076 de 2015)y (Resolución 0118 de 2007)

Tabla 5.65 Resultados de parámetros fisicoquímicos puntos de monitoreo

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95-VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM ⁵	ID Punto LCM ⁶	3	6	7	95
Acidez	mg CaCO ₃ /l	2,993	5	5	5	8	33
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	NA	4	42	95	170	52

5 LDM: Limite de detección del método

6 LCM: Limite de cuantificación del método

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95-VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM ⁵	ID Punto LCM ⁶	3	6	7	95
Arsénico total	mg Metal/l	S.I.7	0,0045	Pendiente	<0,0045	<0,0045	<0,0045
Bario total	mg Ba/l	0,05	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmio total	mg Cd/l	0,002	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre total	mg Cu/l	0,01	0,015	<0,015	<0,05	<0,05	<0,015
Color real	UPC		6,3	Pendiente	19,17	24,41	131,1
Cromo total	mg Cr/l	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
DBO ₅ (demanda bioquímica de oxígeno)	mgO ₂ /l		10	Pendiente	<10	<10	30
DQO (demanda química de oxígeno)	mgO ₂ /l	1	10	Pendiente	10	19	143
Dureza cálcica	mg CaCO ₃ /l	1	5	Pendiente	58	111	38
Dureza total	mgCaCO ₃ /l	1	5	Pendiente	64	125	40
Fenoles totales	mg/l	S.I.	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Fósforo total	mg P/l	S.I.	0,02	14	0,058	0,052	2,9
Grasas y aceites	mg/l	0	0,5	7	3,6	1,9	14,4
Mercurio total	mg Metal/l	S.I.	0,0006	Pendiente	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Nitrógeno orgánico	mg/l		3,3	<2	<2	<2	2
Nitrógeno total kjeldhal	mg N/l	0,56	2	<2	<2	<2	14
Níquel total	mg Ni/l		0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plata total	mg Ag/l	0,02	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	mg Pb/l	0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Selenio total	mg Metal/l	S.I.	0,0055	Pendiente	<0,0055	<0,0055	<0,0055

7 S.I.: Sin información ya que es un parámetro que fue subcontratado por CIMA, por lo que se está a la espera de la información pertinente.

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Parámetro	Unidades	Descripción Muestra		P3-UF1	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	P95- VERTIMIENTO
		Nombre Corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La palma	Rio pamplonita
		LDM ⁵	ID Punto LCM ⁶	3	6	7	95
Sólidos suspendidos totales	mg/l		5	20	48	32	79
Turbiedad	NTU	0,112	0,3	233	75	17,6	29,9
Cinc total	mg Zn/l	0,005	0,01	<0,02	0,01	<0,01	0,04

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.66 Escala de Mineralización en Agua de acuerdo con la Alcalinidad

Valoración	Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)
Muy Baja	< 12,3
Baja	24,6 - 41
Media	41 – 98,4
Alta	98,4 – 147,6
Muy Alta	> 147,6

Fuente: (Universidad tecnológica Oteima, 2014)

De acuerdo con (Henry & Heinke, 1999), la acidez se considera como la capacidad de neutralizar las bases. En las aguas, esta capacidad se debe al dióxido de carbono (CO₂), el cual puede ser incorporado con los coagulantes químicos, mediante la oxidación de materia orgánica, por disolución del dióxido de carbono atmosférico, por la presencia de ácidos minerales procedentes de ácidos fuertes (HCl, H₂SO₄, HNO₃) y por hidrólisis de sales de ácidos fuertes y bases débiles.

La acidez en aguas naturales es causada por la presencia de CO₂ o por ácidos minerales fuertes, donde el CO₂ es el principal causante de la acidez a pH mayores de 4,0. El CO₂ puede ingresar en agua superficial por absorción de este desde la atmósfera, solo cuando el cuerpo de agua presenta una concentración de CO₂ menor que el de la atmósfera. El CO₂ también puede ser producido por la oxidación de materia orgánica particularmente en aguas contaminadas, si, adicionalmente la actividad fotosintética es limitada, la concentración de CO₂ puede ser mayor que en la atmósfera y escapará al aire (IDEAM , 2007)

De acuerdo con el (IDEAM , 2007), las consecuencias que tendría un incremento en la acidez son bastante importantes pues pueden producir cambios drásticos y fatales en la mayoría de las especies vivas y disminuye la productividad primaria. Bajo condiciones ácidas, las especies vegetales disminuyen la producción de clorofila, desaparecen la mayoría de los invertebrados acuáticos y se produce un cambio de bacterias a una población de hongos disminuyéndose la composición de celulosa y la concentración de oxígeno.

Finalmente, los bicarbonatos tienen gran relevancia en la química del agua, básicamente debido a su capacidad buffer, acomplejamiento de metales y el metabolismo biológico (MWH, 2005). Los carbonatos son responsables, junto a los carbonatos, de la neutralización de los procesos de acidificación del agua. En cuerpos superficiales tiende a ser más baja su concentración con relación a las aguas subterráneas donde forma complejos con Ca, Mg, Cu, Zn y Fe.

De acuerdo con los resultados observados en la Tabla 5.65, los valores de alcalinidad para los cauces monitoreados varían entre 42 y 170 mg/l CaCO₃, cuyo valor más alto se presenta en el punto 7: Quebrada La Palma (170 mg/l CaCO₃) seguido del punto 6: Quebrada San Antonio (95 mg/l CaCO₃), en aguas naturales estos son debidos a la presencia de Bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos formados por la acción de CO₂ sobre materiales básicos del suelo por la disolución de rocas básicas carbonatadas.

Normalmente, las aguas superficiales tienen una alcalinidad apreciable, debido a la variación del pH entre 6 y 8, condiciones en las cuales la especie de carbono inorgánico

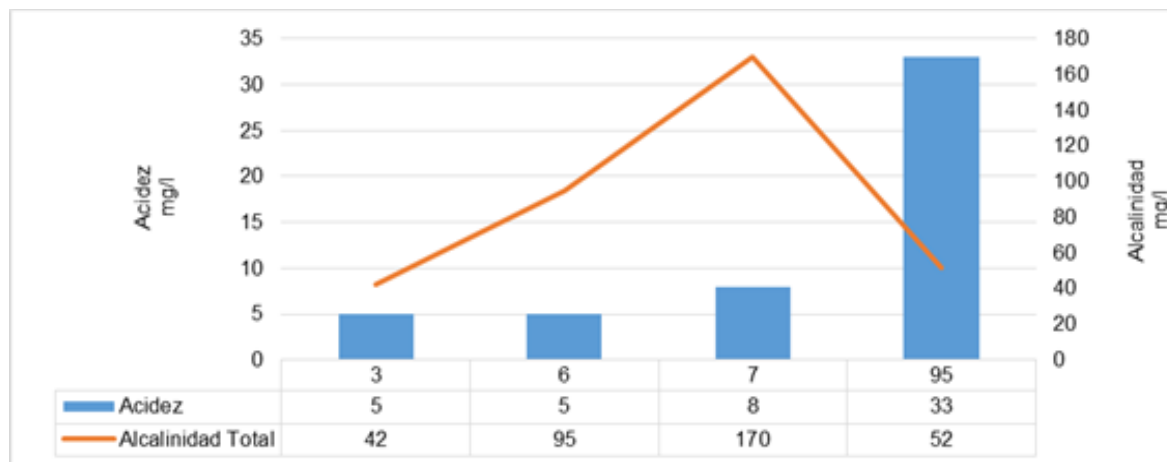
predominante es el ion HCO_3^- . Además, las aguas superficiales con algas también pueden presentar alcalinidad, debido a que toman el CO_2 que está en forma libre y lo combinan de tal forma que el pH puede aumentar.

Los valores mínimos de alcalinidad se presentan en el punto 3: Quebrada NN-27 (42 mg/l CaCO_3), valor que se encuentran encima de 20 mg/l CaCO_3 , el cual es un límite de alcalinidad internacionalmente aceptable para mantener la vida acuática, ya que cuando el agua tiene alcalinidades menores se vuelve muy sensible a la contaminación pues no posee la capacidad de oponerse a las modificaciones que generen disminuciones del pH.

Por otro lado, la fuente que presenta una mayor acidez es el río Pamplonita (Punto 95). La principal fuente de acidez en aguas naturales es el dióxido de carbono proveniente de la atmosfera y la oxidación bacteriana de la materia orgánica. Por tanto, la acidez proviene de ácidos débiles siendo el principal el CO_2 , aunque otros ácidos débiles también pueden estar presentes en el agua natural como H_2S , H_2PO_4 , ácidos húmicos y fulvicos, así como los ácidos carboxílicos formados por la descomposición de la materia orgánica. Lo anterior puede ser el motivo por el cual el río Pamplonita presenta el valor de acidez más alto, pues este cuerpo de agua es receptor de aguas residuales con altas cargas de materia orgánica.

A continuación, en la Figura 5.67 se presentan los valores de alcalinidad y acidez registrados para los diferentes puntos monitoreados.

Figura 5.67 Valores de Acidez y alcalinidad



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.9 Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales

La Turbiedad mide el grado de dispersión de la luz generado por los sólidos en suspensión, el efecto que causa la turbiedad es la interferencia con la penetración de la luz a través del agua, por lo que afecta los procesos de fotosíntesis (Gómez, 2003). La dispersión de la luz de las partículas depende de su tamaño, su forma, el índice de refracción y su composición.

Los sólidos suspendidos, están compuestos por partículas de origen orgánico e inorgánico; así como líquidos inmiscibles (Gómez, 2003). Las principales características de estas partículas, además de estar influenciadas por la turbidez, es que generan un aspecto al agua no tan agradable a la vista, proveen un refugio para el transporte de agentes químicos

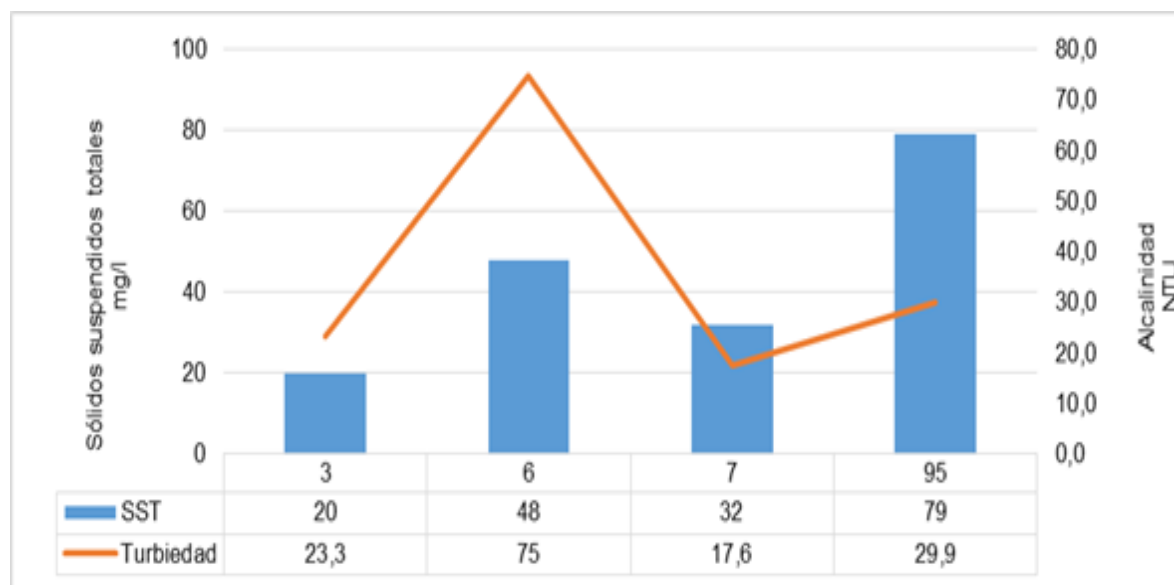
que pueden ser tóxicos y agentes biológicamente activos precursores de enfermedades. Las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) tiene una relación directa con la turbiedad, el agua toma una apariencia oscura debido a una alta concentración de partículas en suspensión, es decir una alta turbiedad.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 5.65, los valores de turbiedad fluctúan entre 17,6 y 29,9 NTU, donde el mayor valor es resultado del rio Pamplonita (29,9 NTU) seguido por la quebrada NN-27 (23,3 NTU).

De acuerdo con los objetivos de la calidad para la cuenca hidrográfica del Rio Pamplonita en el tramo 6, los resultados obtenidos en todas las fuentes hídricas evaluadas no cumplen con los criterios definidos en la (Resolución 0118 de 2007) de Corponor. La cual establece un objetivo para SST ≤ 10 mg/l en el tramo 6 cuyo uso es paisajismo urbano y asimilación.

Respecto a la turbiedad en el artículo 2.2.3.3.9.4 del (Decreto 1076 de 2015) se establece como criterio admisible de calidad un total de 19 NTU, para el cual únicamente la quebrada La Palma cumple. En la Figura 5.68 se presentan los valores de SST y turbiedad y su correlación para los diferentes puntos monitoreados.

Figura 5.68 Valores de Turbiedad y SST



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.10 Color

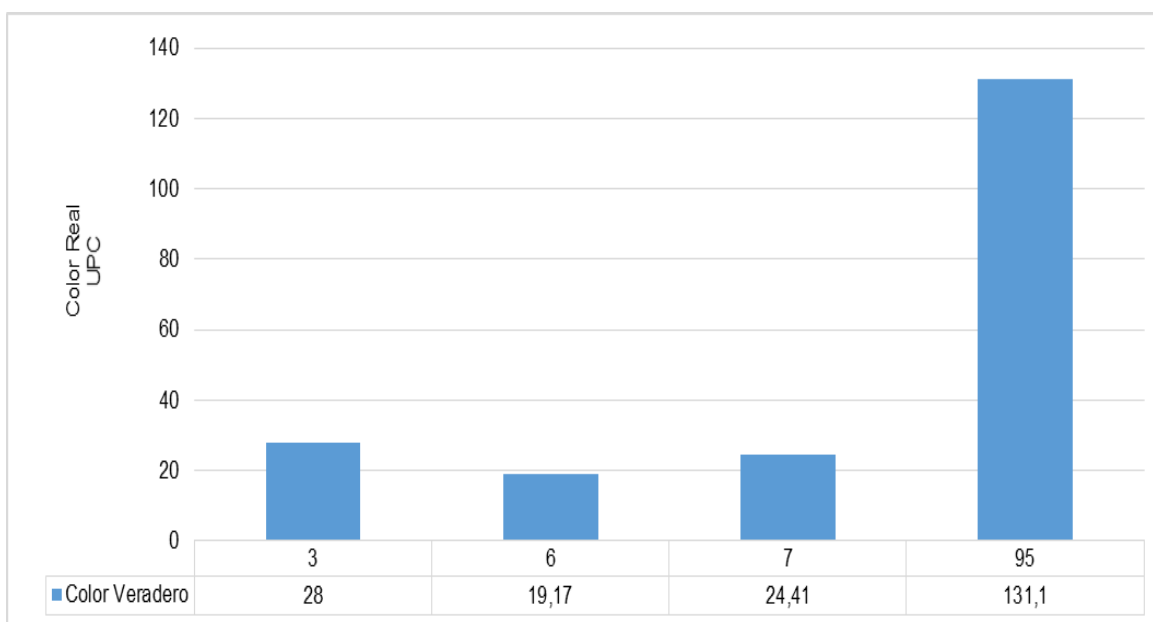
El Color del agua dependerá tanto de las sustancias que se encuentren disueltas, como de las partículas que se encuentren en suspensión. Se clasifica como “Color verdadero” al que depende solamente el agua y sustancias disueltas, mientras el “aparente” es el que incluye las partículas en suspensión (que a su vez generan turbidez). Para determinar el color verdadero, sería necesario filtrarla para eliminar todas las partículas suspendidas.

El agua de uso doméstico e industrial tiene como parámetro de aceptación la de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra Coloreada

y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha Coloración. Las aguas superficiales pueden estar Coloreadas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales como en el caso de las industrias de papel, curtido y textil; esta última causa Coloración por medio de los desechos de teñido los cuales imparten Colores en una amplia variedad y son fácilmente reconocidos y rastreados.

De acuerdo con los resultados presentados en la Figura 5.69, los valores de Color van desde 19,17 UPC (Punto 6: Quebrada San Antonio) a 131,1 UPC (Punto 95: Río Pamplonita), donde UPC (Unidades Platino Cobalto) representa la medida del Color que los contaminantes confieren al agua. El artículo 2.2.3.3.9.3 del (Decreto 1076 de 2015) establece como límite permisible 75 UPC para el uso humano y doméstico, el cual es sobrepasado por el río Pamplonita mientras que las demás fuentes se encuentran bajo este límite. Esta Coloración puede deber a la presencia de materia orgánica y contaminantes domésticos producto del vertimiento de aguas residuales al cuerpo hídrico.

Figura 5.69 Valores de Color



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.11 Dureza cálcica y Dureza Total

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.

Según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se define como agua blanda la que presenta concentraciones inferiores a 60 mg/l de carbonato de calcio (CaCO_3), medianamente dura entre 61 y 120 mg/l, dura entre 121 y 180 mg/l y muy dura

aquella con valores superiores a 180 mg/l. El calcio se disuelve prácticamente de todas las rocas y, por lo tanto, se detecta en todas las aguas (Tabla 5.67).

Tabla 5.67 Clasificación de la Dureza por CaCO_3 en el Agua (OMS)

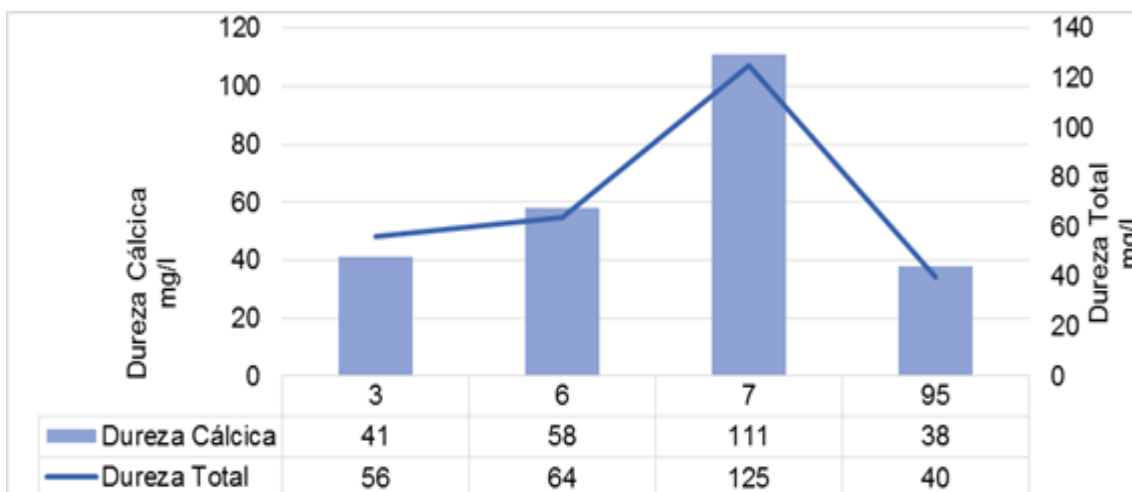
Concentración de CaCO_3 /mg/l	Tipo	Codificación
0 - 60	Blanda	Azul
61 - 120	Moderadamente Dura	Verde
121 - 180	Dura	Amarillo
>180	Muy Dura	Rojo

Fuente: (Universidad de Costa Rica, 2009)

Teniendo en cuenta los resultados del parámetro de Dureza Total para cada uno de los cuerpos de agua monitoreados, del total de fuentes evaluadas solo 2 tienen aguas blandas, y los 2 restantes se encuentran entre moderadamente dura y dura.

De acuerdo con la Figura 5.70, la mayor dureza total se presentó en el punto 7: Quebrada la Palma (125 mg/l) seguido del punto 6: Quebrada San Antonio, lo cual se asocia con el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

Figura 5.70 Valores de Dureza cálcica y Dureza Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.12 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DBO está definida como la cantidad de oxígeno requerido por las bacterias para descomponer la materia orgánica bajo condiciones aeróbicas. Esta prueba sirve para cuantificar la contaminación de aguas domésticas e industriales con materia orgánica en términos de requerimiento de oxígeno. (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008) y (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002). Se constituye una medida indirecta de la concentración de la materia orgánica e inorgánica degradable o transformable biológicamente.

En las aguas superficiales el requerimiento de oxígeno para oxidación biológica es muy variable y depende de las fuentes contaminantes aguas arriba. En aguas residuales domésticas el requerimiento se sitúa entre 100 y 350 ppm. En aguas industriales el

requerimiento alcanza varios miles de ppm (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA). La prueba de la Demanda Química de Oxígeno DQO es ampliamente usada para determinar la carga orgánica e inorgánica de aguas residuales domésticas e industriales (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002)

Existe materia orgánica que se puede oxidar por procesos biológicos para la cual aplica la prueba de DBO, pero existe otra que no puede degradarse por este medio o puede demorar un tiempo muy prolongado, y por ello se pone en contacto con agentes fuertemente oxidantes como el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$). El resultado es la determinación de la cantidad de desechos en términos de toda la cantidad de oxígeno requerido para oxidar estos desechos y llevarlos a dióxido de carbono y agua considerando que la mayoría de la materia orgánica se oxida por estos agentes oxidantes (Sawyer, McCarty, & Parkin, 2002); (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2005).

La DQO o demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer químicamente la materia tanto orgánica como inorgánica. Con esta se puede determinar la cantidad total de contaminantes orgánicos en aguas residuales. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 a 5 ppm. Las aguas residuales domésticas están entre 260 y 600 ppm. Existe un índice que indica que tipo de aguas se están analizando, el cual se obtiene con la relación (DBO/DQO). Si esta relación es menor de 0,2 el vertido será de tipo inorgánico y si es mayor de 0,6 se asume como un vertido orgánico (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA).

En la Tabla 5.68 se muestra una clasificación de la calidad de agua de acuerdo con su DBO de donde se puede concluir que 3 de las fuentes hídricas tienen una calidad aceptable siendo menores a 10 mg/l, las cuales no fueron detectadas por el límite de cuantificación de la técnica (10 mg/l). Sin embargo, para el caso de punto 95: Río Pamplonita (33 mg/l DBO₅) la clasificación es contaminada encontrándose en el rango entre 30 y 120 mg/l donde se encuentran las aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas en origen municipal principalmente. Lo anterior es debido a que como se ha mencionado anteriormente el río Pamplonita es un cuerpo receptor de aguas residuales domésticas de la población aledaña.

Tabla 5.68 Escala de clasificación de la calidad de agua, con base en la DBO

DBO	Criterio	Descripción
≤ 3 mg/l	Excelente	No contaminada
3 – 6 mg/l	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánica biodegradable
6 – 30 mg/l	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales tratadas biológicamente.
30 – 120 mg/l	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
≥ 120 mg/l	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales.

Fuente: (Sánchez, Herzig, Peters, Márquez, & Zambrano, 2007)

Tabla 5.69 Escala de clasificación de calidad de agua, con base en la DQO

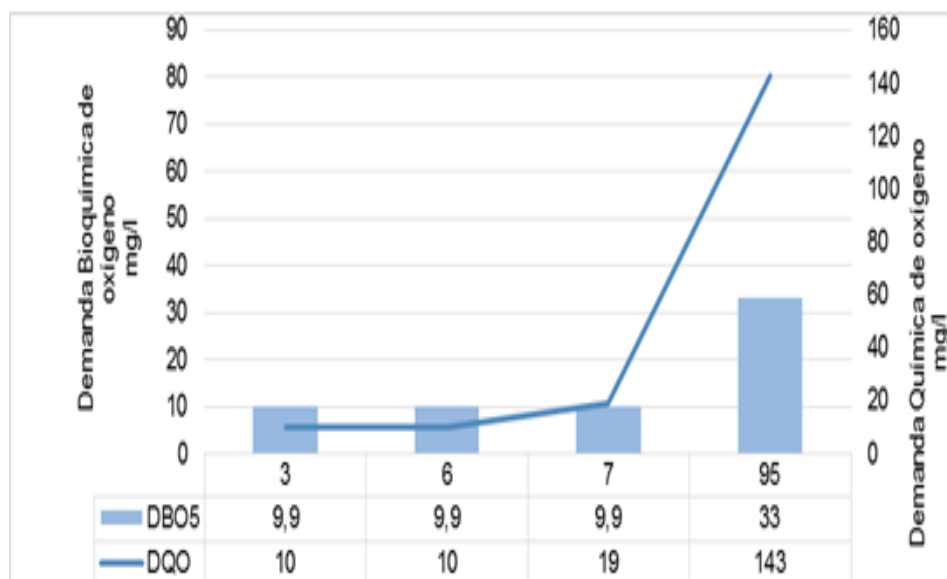
DQO	Criterio	Descripción
≤ 10 mg/l	Excelente	No contaminada
10 – 20 mg/l	Buena calidad	Aguas superficiales con bajo contenido de materia orgánico biodegradable y no biodegradable
20 – 40 mg/l	Aceptable	Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de autodepuración o con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
40 – 200 mg/l	Contaminada	Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.
≥ 200 mg/l	Fuertemente contaminada	Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales, crudas municipales y no municipales.

Fuente: (Sánchez, Herzig, Peters, Márquez, & Zambrano, 2007)

Los resultados de DBO y DQO se presentan en la Figura 5.71 y su correlación para los diferentes puntos monitoreados. En cuanto a la DQO los valores fluctúan entre 10 y 143 mg/l, donde el mayor valor se presenta en el río Pamplonita. Por otro lado, de acuerdo con los resultados presentados para clasificación de calidad de agua con base en la DQO se puede decir que 3 de las 4 fuentes hídricas estudiadas presentan una calidad excelente donde no hay contaminación debido a que presentan valores menores a 10 mg/l, mientras que el río Pamplonita presenta contaminación con presencia de descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de las técnicas DBO₅ y DQO (≥ 10 mg/l en ambos casos) y que en los resultados es mostrado como < 10 mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 9,9 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.71 Valores de DBO₅ y DQO



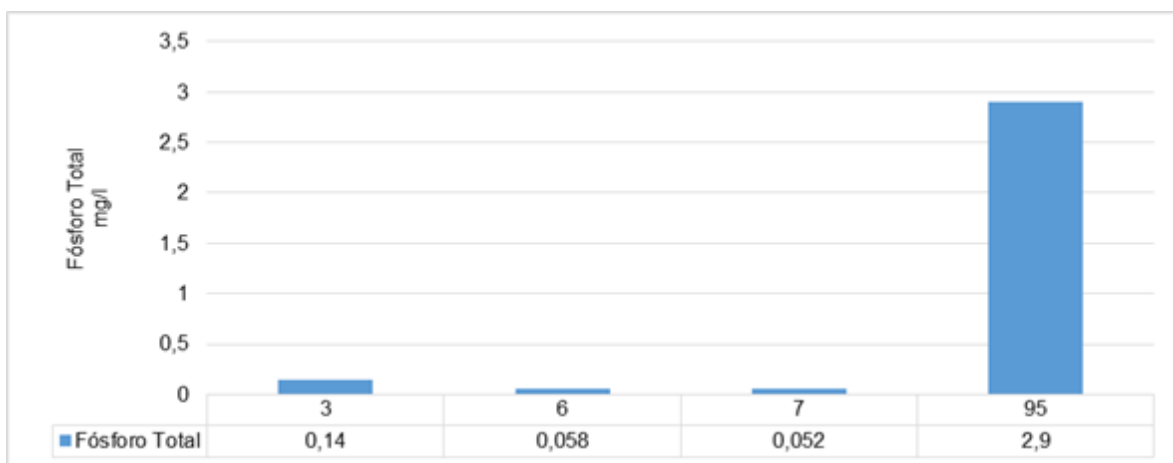
Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.13 Fósforo total

El fósforo orgánico esta principalmente presente en biomasa microbiana y en materia orgánica derivada de procesos de descomposición de esta. Por lo general, la fracción orgánica del fosforo tiende a mineralizarse por interacción con el entorno. La fracción inorgánica esta principalmente constituida por ácidos derivados de la reacción de la fracción orgánica con agentes presentes en el medio, así como también por los cambios de pH y la interacción de minerales a base calcio y hierro principalmente; encontrándose estos compuestos en el agua en su forma más soluble como aniones ortofosfatos de HPO_4 , H_2PO_4 -, o como fosfatos de calcio, hierro y aluminio.

A continuación en la Figura 5.72 se presentan los valores de fósforo total para los puntos de agua monitoreados, observando que los datos fluctúan entre 0,058 y 2,9 mg/l donde el mayor valor fue alcanzado en el punto 95: Río Pamplonita, lo cual es explicado con la base de que este cuerpo recibe aguas residuales domésticas con contenidos de nutrientes como fósforo, en este tipo de aguas el fósforo proviene de los desechos humanos, actividades industriales, detergentes sintéticos y productos de limpieza.

Figura 5.72 Valores de Fósforo Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.14 Nitrógeno total Kjeldahl

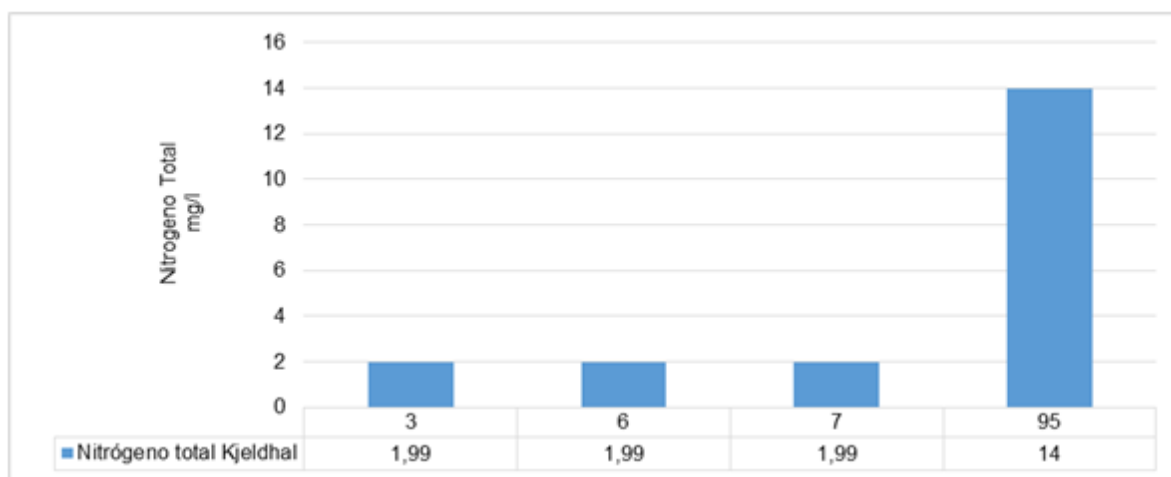
El nitrógeno es un indicador relevante de la calidad de aguas, ya que una alta concentración de nitrógeno orgánico es característica de una contaminación fresca o reciente. Todo el nitrógeno presente en compuestos orgánicos se considera nitrógeno orgánico, su contenido en el agua incluye el nitrógeno de aminoácidos, aminos, polipéptidos, proteínas y otros compuestos orgánicos del nitrógeno. El nitrógeno amino y el amoniaco libre es convertido a amonio en presencia de H_2SO_4 , K_2SO_4 y CuSO_4 como catalizador. Durante la digestión, mientras el carbono e hidrógeno son oxidados, el sulfato es reducido a dióxido de azufre y el grupo amino es liberado como amoniaco, el cual puede escapar del medio ácido y permanece como una sal de amonio. El método Kjeldahl es el más usado para la determinación de nitrógeno total, este es la suma del nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal.

El nitrógeno representa un papel muy importante en la química del agua puesto que es el responsable del crecimiento de los organismos tanto animales como vegetales en el medio acuático. En condiciones normales, los compuestos nitrogenados provienen de la degradación de materia orgánica muerta, sin embargo, en condiciones del medio alteradas, los aportes provienen de los vertimientos urbanos y del uso creciente de fertilizantes y pesticidas de la agricultura.

De acuerdo con los valores obtenidos, solo una de las fuentes evaluadas superó el límite de cuantificación del método, es decir 2 mg/l, fuente que corresponde al río Pamplonita (14 mg/l), mientras que las demás fuentes evaluadas no superaron tal límite lo cual indica que presentaron valores menores a 2 mg/l. La situación presentada en el río Pamplonita puede deberse a la descarga de aguas residuales domesticas que generalmente contienen una concentración elevada de nutrientes.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de la técnica (≥ 2 mg/l) y que en los resultados es mostrado como < 2 mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 1,9 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.73 Valores de nitrógeno Total



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

■ Grasas, Aceites y Fenoles

La presencia de grasas o aceites en las aguas se da principalmente por vertimientos, tanto de origen industrial como doméstico. El principal efecto sobre la calidad del recurso se da por su presencia en forma de película sobre la superficie del agua, lo cual dificulta la interacción aire-agua, provocando problemas de difusión y concentración del oxígeno en el agua (Salamanca & Palacios, 2005). Por otro lado, los compuestos fenólicos son utilizados en diferentes actividades productivas del sector industrial, y proceden principalmente de restos de aceites, restos de disolventes, pinturas, entre otros; causando principalmente problemas en las características organolépticas del agua.

Las grasas y aceites son contaminantes del agua constituido principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, algunas de sus características más representativas son

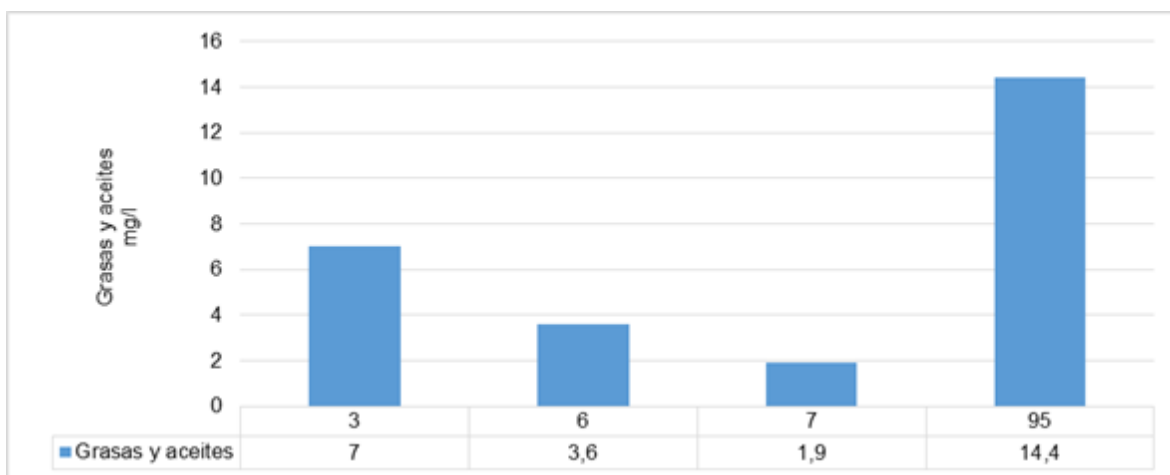
baja densidad, poca solubilidad en agua y baja o nula biodegradabilidad. Según la norma colombiana “El agua potable no debe presentar grasas y aceites”. Por ello, si la presencia de estos compuestos no es controlada se acumula en el agua formando natas en la superficie del líquido” (Universidad del Valle, 2007).

La guía canadiense para calidad de aguas recreacionales establece las grasas y aceites no deben estar presentes en concentraciones que:

- Puedan ser detectadas como capa visible, brillo o decoloración en la superficie.
- Puedan detectarse por el olor.
- Puedan formar depósitos y sedimentos inferiores detectables por la vista y olor.

A partir de los resultados de los cuerpos de agua se puede observar que los valores para grasas y aceites fluctúan entre 1,9 y 14,4 mg/l, donde la fuente con mayor contenido fue la que corresponde al punto 95: Río Pamplonita (14,4 mg/l) (Figura 5.74). Estos resultados se relacionan con las descargas de aguas residuales domésticas e industriales (talleres mecánicos) que recibe esta corriente hídrica.

Figura 5.74 Valores de grasa y aceites



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

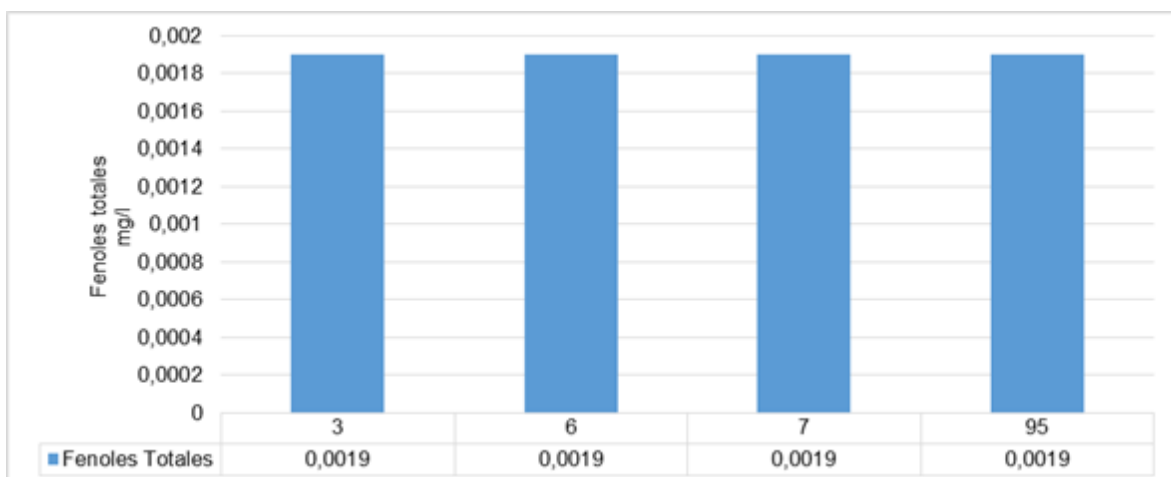
Los fenoles son compuestos orgánicos derivados del benceno por sustitución de átomos de hidrogeno por grupo hidroxilo, en general los fenoles no son sustancias comunes en el agua natural, salvo en las que atraviesan o fluyen por zonas de turberas y aguas ricas en materias húmicas. Su origen está ligado a efluentes industriales y procedentes de pasta de papel, explotaciones mineras, refinerías de petróleo, industrias químicas y farmacéuticas, etc.

Toxicológicamente, niveles de solo 1 mg/l de fenoles en aguas naturales resultan tóxicos para los peces, mientras que concentraciones menores afectan a otros organismos acuáticos como moluscos, algas, protozoos y bacterias. En general, los compuestos fenólicos debido a su poder bactericida y bacteriostático pueden degradarse por microorganismos presentes en aguas naturales como el grupo *Pseudomonas* (Marín Galván, 2003).

De acuerdo con los resultados obtenidos y mostrados en la Figura 5.75, el parámetro fenoles no fue detectado por la técnica para ninguna de las fuentes evaluadas por lo que se asumen que estas fuentes presentan valores menores a 0,02 mg/l. Por lo anterior, ninguna fuente superó el límite establecido en el (Decreto 1076 de 2015) de 0,002 mg/l para uso humano y doméstico con indicación de que para la potabilización se requiera un tratamiento convencional o desinfección.

Es importante aclarar que para aquellos puntos en que la concentración de los parámetros no fue detectada por el límite de cuantificación de la técnica ($\geq 0,002$ mg/l) y que en los resultados es mostrado como $< 0,002$ mg/l, se asumió un valor inferior correspondiente a 0,00198 mg/l únicamente con el fin de poder graficar, por lo tanto, esos valores son de referencia.

Figura 5.75 Valores de fenoles totales





Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.15 Metales Pesados

La presencia de los metales en los cuerpos de agua se da principalmente por aportes del suelo y procesos de contaminación generados por el hombre, de los cuales algunos son necesarios por los humanos como son el Fe, Zn, Cu, pero otros pueden causar un efecto tóxico al bioacumularse en el cuerpo como son el Cr, Cd, Hg, Pb, As, Ba etc. La presencia de estos agentes tóxicos está básicamente relacionada con las actividades antrópicas que generan una acumulación en la cadena trófica hasta llegar al cuerpo humano por consumo de algún alimento contaminado.

Teniendo en cuenta los resultados de laboratorio observados se puede concluir que, para el Arsénico, 3 de los resultados obtenidos no alcanzaron el límite de cuantificación de la técnica (0,0045 mg/l), por lo que se encuentran dentro del límite admisible de los criterios de calidad establecidos en el (Decreto 1076 de 2015) donde el límite es de $< 0,01$ mg/l para uso de consumo humano doméstico y agrícola y 0,05 mg/l para uso pecuario. Sin embargo, el punto 3 fue analizado con una técnica cuyo límite de cuantificación es $< 1,5$, por lo que no se tiene certeza del valor obtenido.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Para algunos de los metales pesados evaluados se dio el caso que los resultados obtenidos para todas las fuentes hídricas no alcanzaron los límites de cuantificación de las técnicas usadas en cada caso, estos se muestran a continuación con el valor de su respectivo límite de cuantificación:

- Bario (<0.1 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)
- Cadmio (<0,005 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)
- Cobre (<0,0015 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015)
- Cromo (<0,05 mg/l), cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015) Níquel (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).
- Mercurio (<0,0006 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).
- Plomo (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).
- Plata (<0,05 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).
- Selenio (<0,0055 mg/l) cumple los límites establecidos en el (Decreto 1076 de 2015).


5.1.6.1.3.16 Resultados de parámetros Microbiológicos

Con relación a los parámetros microbiológicos analizados en laboratorio y cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.71; se destacan y analizan a detalle aquellos que no cumplen con el (Decreto 1076 de 2015) o que presentaron valores muy cercanos a los permitidos.

En esta tabla no se incluyen los datos de la quebrada 8,12 y 16, debido a que estas fueron reportadas como secas por el laboratorio. En la Tabla 5.70 se muestran los criterios establecidos para el uso del recurso hídrico de acuerdo con el (Decreto 1076 de 2015) y la (Resolución 0118 de 2007) que se encuentra en el anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta B Calidad de agua.

Tabla 5.70 Criterios de calidad de agua por coliformes para diversos usos

Decreto -Resolución	Artículo	Descripción	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
(Decreto 1076 de 2015)	Artículo 2.2.3.3.9.3	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es el desarrollo de tratamiento convencional.	2000	20000
	Artículo 2.2.3.3.9.4	Criterios de calidad admisibles para destinación del recurso para consumo humano y doméstico, donde la indicación para su potabilización es únicamente desinfección.	N.E.	1000
	Artículo 2.2.3.3.9.5	Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola	N.E.	N.E.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Decreto -Resolución	Artículo	Descripción	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
	Artículo 2.2.3.3.9.6	Criterios de calidad para uso pecuario.	N.E.	N.E.
Resolución 0118 de 2007, Objetivos de calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011	Artículo 1: Tramo 6	Criterios de calidad para uso de paisajismo urbano y asimilación.	≤2000	≤20000

Fuente: Adaptado de (Decreto 1076 de 2015) y (Resolución 0118 de 2007)

Tabla 5.71 Resultados de parámetros microbiológicos

ID Punto muestreo	Nombre del punto de monitoreo	Parámetro	Coliformes Fecales Termotolerantes (NMP/100 ml)	Coliformes Totales (NMP/100 ml)
		LCM ⁸ Nombre corriente	10	10
3	P3-UF1	NN-27	549	6488
6	P6-QUEBRADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	771	12110
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	504	8550
95	VERTIMIENTO	Rio Pamplonita	1374000	3654000

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.3.17 Coliformes fecales y totales

Las bacterias coliformes no son microorganismos patógenos, pero están asociados a microorganismos que sí lo son, estas bacterias son más resistentes que las patógenas y por esta razón su ausencia da un índice de la ausencia de microorganismos patógenos. Los coliformes fecales son un buen indicador de la contaminación por excretas de animales y del ser humano, lo que da indicios de la presencia de parásitos y agentes infecciosos.

La presencia de bacterias coliformes es un indicio de que el agua puede estar contaminada por material en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población (Ramos Ortega et al, 2008).

⁸ LCM: Límite de cuantificación del método

La Organización Mundial de la Salud OMS, ha clasificado el agua de acuerdo con el número más probable (NMP) de coliformes totales en 100 ml, que se presenta a continuación (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008):

NMP de Coliformes totales entre 0 y 50. Indica que el agua solo requiere un simple tratamiento de desinfección.

NMP de Coliformes totales entre 50 y 5.000. Indica que el agua requiere métodos habituales de tratamiento como coagulación y filtración. Agua con un NMP máximo de 200 sirve para fines recreativos, un NMP máximo de 230 junto con un NMP para coliformes fecales de 43, sirve para fines acuícolas. Hasta un NMP de 1.000 indica que el agua es apta para actividades como remo y pesca y un NMP de 5.000 y 1.000 para coliformes fecales como máximo, permite que el agua sea usada en la agricultura.

NMP de Coliformes totales entre 5.000 y 50.000. Indica que el agua se encuentra contaminada intensamente y requiere tratamientos más activos.

NMP de Coliformes totales mayores a 50,000. Indica que el agua es inaceptable.

Se considera que *Escherichia coli* es el índice de contaminación fecal más adecuado. En la mayoría de las circunstancias, las poblaciones de coliformes termotolerantes se componen predominantemente de *E. coli*; por lo tanto, este grupo se considera un índice de contaminación fecal aceptable, pero menos fiable que *E. coli*. *Escherichia coli* (o bien los coliformes termotolerantes) es el microorganismo de elección para los programas de monitoreo para la verificación, incluidos los de vigilancia de la calidad del agua de consumo.

Estos microorganismos también se utilizan como indicadores de desinfección, pero los análisis son mucho más lentos y menos fiables que la medición directa de la concentración residual de desinfectante. Además, *E. coli* es mucho más sensible a la desinfección que los protozoos y virus entéricos.

Hay grandes cantidades de *Escherichia coli* en las heces humanas y animales, en las aguas residuales y en el agua que ha estado expuesta recientemente a contaminación fecal. Es muy poco probable que la disponibilidad de nutrientes y la temperatura del agua en los sistemas de distribución de agua de consumo favorezcan la proliferación de estos microorganismos.

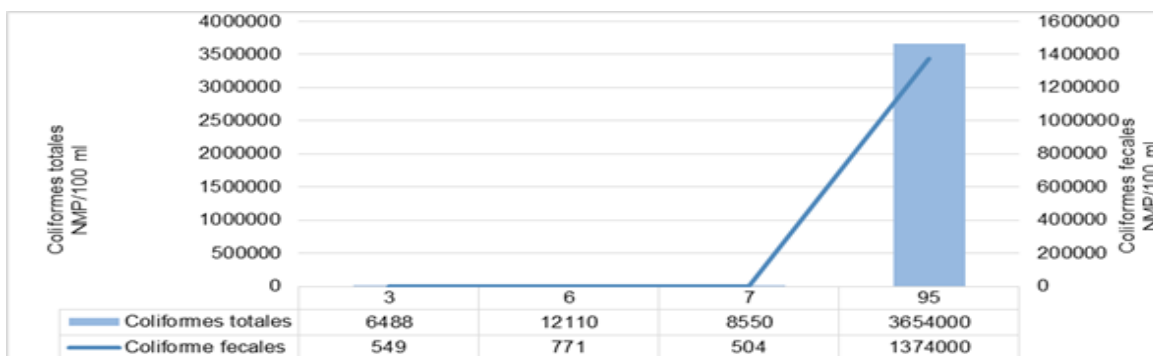
El grupo de coliformes totales incluye varios géneros que en condiciones adecuadas pueden multiplicarse en presencia de material orgánico, algunas de las especies de coliformes son asociadas a desechos vegetales o pueden ser habitantes comunes del suelo o agua superficial. Por tanto, el grupo coliformes no debe ser considerado en general como un indicador de organismos de origen exclusivamente fecal, especialmente en países con altas temperaturas donde pueden abundar bacterias coliformes de origen no fecal. La medición de coliformes fecales en forma específica es un mejor indicador de la contaminación por materia de origen fecal (Organización Panamericana de la salud, 1988)

A continuación, en la Figura 5.76 se presentan los valores de coliformes totales, y su correlación para los diferentes puntos monitoreados. Para el caso de los coliformes fecales, los valores fluctúan entre 549 y 1374000 NMP/100 ml. El resultado más alto se presenta en el punto 95: río Pamplonita (1374000 NMP/100 ml). Esta fuente hídrica, por tanto, no cumple con el límite admisible (≤ 2000 NMP/100 ml) establecido en el (Decreto 1076 de 2015) para

uso humano o doméstico donde para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional, ni con los objetivos de calidad de la cuenca hidrográfica fijados para el tramo 6 mediante la (Resolución 0118 de 2007) de CORPONOR. El alto valor presentado por el río Pamplonita puede deberse a las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento directamente sobre tal cuerpo de agua provenientes de la población aledaña.

Respecto a los coliformes totales, el valor más alto se reporta en el punto 95: río Pamplonita (3654000 NMP/100 ml), por tanto, no cumplen con el límite admisible (≤ 20000 NMP/100 ml) establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del (Decreto 1076 de 2015) para uso humano o doméstico donde para su potabilización solo se requiere tratamiento convencional. Además, esta no cumple con los objetivos de calidad para la cuenca del río Pamplonita en el tramo 6 (≤ 20000 NMP/100 ml). Sumado a lo anterior, ninguna de las fuentes cumple con el límite admisible establecido en el artículo 2.2.3.3.9.4 (1000 NMP/100 ml) para uso humano y doméstico cuando su tratamiento para potabilización sea únicamente una desinfección.

Figura 5.76 Valores coliformes totales y coliformes fecales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Además, y de acuerdo (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008), para uso agrícola el NMP de coliformes totales no debe exceder los 5000 cuando ese recurso es usado para el riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara. En referencia a lo anterior, ninguna de las fuentes hídricas cumple con este límite de calidad para aguas de riego. El río Pamplonita de acuerdo con sus coliformes totales puede decirse que posee un agua inaceptable, mientras que de acuerdo con el mismo parámetro.

Debido a presencia de captación para consumo humano en una de las fuentes analizadas es necesario revisar el valor límite permisible para tal uso. El agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores, la OMS da algunos valores de referencia de calidad microbiológica donde para agua destinada a ser bebida las bacterias coliformes termotolerantes no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.

Por otro lado, la Resolución 2115 de 2007 establece las características microbiológicas del agua de consumo humana, donde en ningún caso se deben detectar coliformes totales, sin embargo, en los resultados de las corrientes evaluadas en ningún caso se da esta condición. Por tanto, ninguna de las fuentes evaluadas es apta para consumo humano teniendo en cuenta los parámetros microbiológicos de calidad de agua.

5.1.6.1.3.18 Caracterización de hidrobiológicos

La caracterización del componente hidrobiológico se presenta en el numeral 5.2.1.2. Ecosistemas Acuáticos.

5.1.6.1.4 Índices de calidad ambiental del agua

La aplicación de índices para determinar la calidad del agua de las fuentes hídricas superficiales es una herramienta fundamental para establecer las presiones que éstas sufren por las acciones que desarrollan las poblaciones asentadas a su alrededor, ya que combinan ciertos parámetros que determinan susceptibilidades a tipos de contaminación y transmiten de una manera más clara y fácil de interpretar.

Teniendo en cuenta lo establecido en los Términos de Referencia M-M-INA-02 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015, a continuación, se presenta el índice de Langelier, Capacidad Buffer (Tampón) y el Índice de Calidad del Agua (ICA) para las fuentes hídricas que serán interceptadas por el proyecto, y el índice de alteración de la calidad del agua de la subzona hidrográfica a la cual corresponden dichas fuentes hídricas.

5.1.6.1.4.1 Índice de Saturación o de Langelier

El Índice de Langelier es un índice para calcular el carácter incrustante o agresivo del agua y tiene que ver con los diversos equilibrios en el agua del anhídrido carbónico, bicarbonato-carbonatos, el pH, la temperatura, la concentración de calcio y la salinidad total.

Con el fin de conocer el balance químico del agua superficial, se debe calcular el Índice de Saturación o de Langelier (ISL), cuyos valores aceptables deben estar entre -0.5 y +0.5.

El LSI se define así:

$$LSI = pH - pHs$$

Donde:

- pH es el valor medido del pH del Agua
- pHs es el pH a saturación en calcita o carbonato de calcio definido como:

Para calcular el pHs se tiene que:

$$pHs = (9,3 + A + B) - (C + D)$$

Donde:

- $A = (\text{Log}_{10} [\text{STD}] - 1) / 10$
- $B = -13.12 \times \text{Log}_{10} (^{\circ}\text{C} + 273) + 34.55$
- $C = \text{Log}_{10} [\text{Ca}^{2+} \text{ como } \text{CaCO}_3] - 0.4$
- $D = \text{Log}_{10} [\text{alcalinidad como } \text{CaCO}_3]$

Tabla 5.72 Clasificación del Agua según el Índice de Langelier

Índice de Saturación o de Langelier - ISL	Consideraciones
0	Agua totalmente balanceada
<0	Agua con tendencias corrosivas
>0	Agua con tendencias incrustantes

Fuente: ANASCOL S.A. 2016.

Tabla 5.73 Índice de Saturación o de Langelier – ISL en los cuerpos de agua monitoreados

ID	Nombre del punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Datos de monitoreo de calidad del agua						pHs					Índice	
			pH	Sólidos Suspendidos Totales mg/l	Dureza Cálcica mg CaCO ₃ /l	Calcio mg/l	Temperatura °C	Alcalinidad mg CaCO ₃ /l	A	B	C	D	pHs	ISL	Interpretación
3	P3-Uf1	NN-27	6,87	20	41	16,4	14,41	42	0,03	2,29	1,20	1,62	8,80	-1,93	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	7,29	48	58	23,2	15,0	95	0,07	2,28	1,36	1,98	8,32	-1,03	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo.
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma	8,1	32	111	44,4	14,9	170	0,05	2,28	1,64	2,23	7,76	0,34	El pH real del agua es superior al de saturación. El agua tiene carácter incrustante.
95	Vertimiento	Rio Pamplonita	7,91	79	38	15,2	14,24	52	0,09	2,30	1,17	1,72	8,80	-0,89	El pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter corrosivo.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con lo anterior, se concluye que las corrientes: Quebrada San Antonio, Río Pamplonita y NN-27 presentan condiciones corrosivas, lo cual indica que si el agua entra en contacto con algún instrumento de transporte, tal como tuberías, puede generar efectos de desgaste y erosión de los materiales, lo cual se traduce en efectos corrosivos sobre los mismos; por otro lado también se debe tener en cuenta si estos cuerpos de agua pueden ser utilizados como fuente de consumo humano, por lo que deben estar sujetos a algún tipo de tratamiento.

5.1.6.1.4.2 Capacidad de Buffer o tampón

El índice Buffer está definido como el número de moles de ácido o base requeridos para producir un cambio de pH dado por las variaciones naturales, esta capacidad en las aguas naturales se debe en gran medida a las sales ácido carbónico. La capacidad buffer se encuentra dada por la siguiente ecuación:

$$\beta = 2,303 \left[\frac{K_w}{[H^+]} + [H^+] + \frac{C K_{A_1} [H^+]}{(K_{A_1} + [H^+])^2} + \frac{C K_{A_2} [H^+]}{(K_{A_2} + [H^+])^2} \right]$$

Dónde:

B = Índice de Capacidad Buffer

K_w = Constante de Ionización del Agua (10⁻¹⁴)

H⁺ = Concentración de Ión Hidrógeno

C = Concentración de Alcalinidad (Molar)

K_A = Constantes de Ionización del ácido carbónico, K_{A1} = 4,3 * 10⁻⁷ y K_{A2} = 4,7 * 10⁻¹¹

En la Tabla 5.74 se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de la capacidad Buffer. La interpretación de esta característica debe hacerse a partir del concepto de capacidad Buffer. En este contexto, a mayor capacidad buffer, mayor es la resistencia del cuerpo de agua a cambios en su pH ante el vertimiento de un ácido o una base, de esta forma se identificó que el punto 7 (Quebrada la Palma) presenta la mayor capacidad buffer.


Tabla 5.74 Capacidad buffer en cuerpos de agua superficial analizados

ID	3	7	8	9
Corriente hídrica	NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La Palma	Rio Pamplonita
Capacidad Buffer (meq-g / Unidades de pH)	0,0005	0,002	0,005	0,001

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.6.1.4.3 Índice de calidad de aguas superficiales – ICA

El Índice de Calidad del Agua Superficial (ICA) es tomado del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, (IDEAM, 2010) el cual corresponde a un valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo j en el tiempo t.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

Dónde:

ICA njt:	Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.
Wi:	Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i. Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t; n es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.
likjt:	

A continuación en la Tabla 5.75, se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplea 6 variables, la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

Tabla 5.75 Ponderación asignada a las variables fisicoquímicas

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto OD:	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos totales SST	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno DQO.	mg/l	0,17
Conductividad eléctrica C.E.	µs/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15
NT/NP	-	0,17

Fuente: IDEAM. 2014

Para cada una de las variables se construye una “relación funcional” o “curva funcional” (ecuación) en la que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abscisas, trazando en cada grafico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante.

Para los resultados obtenidos a partir de la definición de este índice se debe tener en cuenta que evalúa la calidad de un cuerpo de agua superficial en un tiempo determinado en términos de bienestar humano, independientemente del uso.

Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo con ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un Color como señal de alerta. En la



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.76 se registra la relación entre valores y calificación:


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.76 Calificación de la Calidad del Agua según los valores que tome el ICA

Categorías de Valores que puede tomar el Indicador	Calificación de la Calidad del Agua	Señal de Alerta
0,00 – 0,25	Muy Mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90.	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente: (IDEAM)

De acuerdo con lo anterior y las concentraciones obtenidas en el monitoreo realizado, se calculó el Índice de calidad del agua para las fuentes hídricas que serán interceptadas por el proyecto, tal como se presenta en la Tabla 5.77. La representación gráfica de los resultados de índice de calidad de agua se observa en la


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

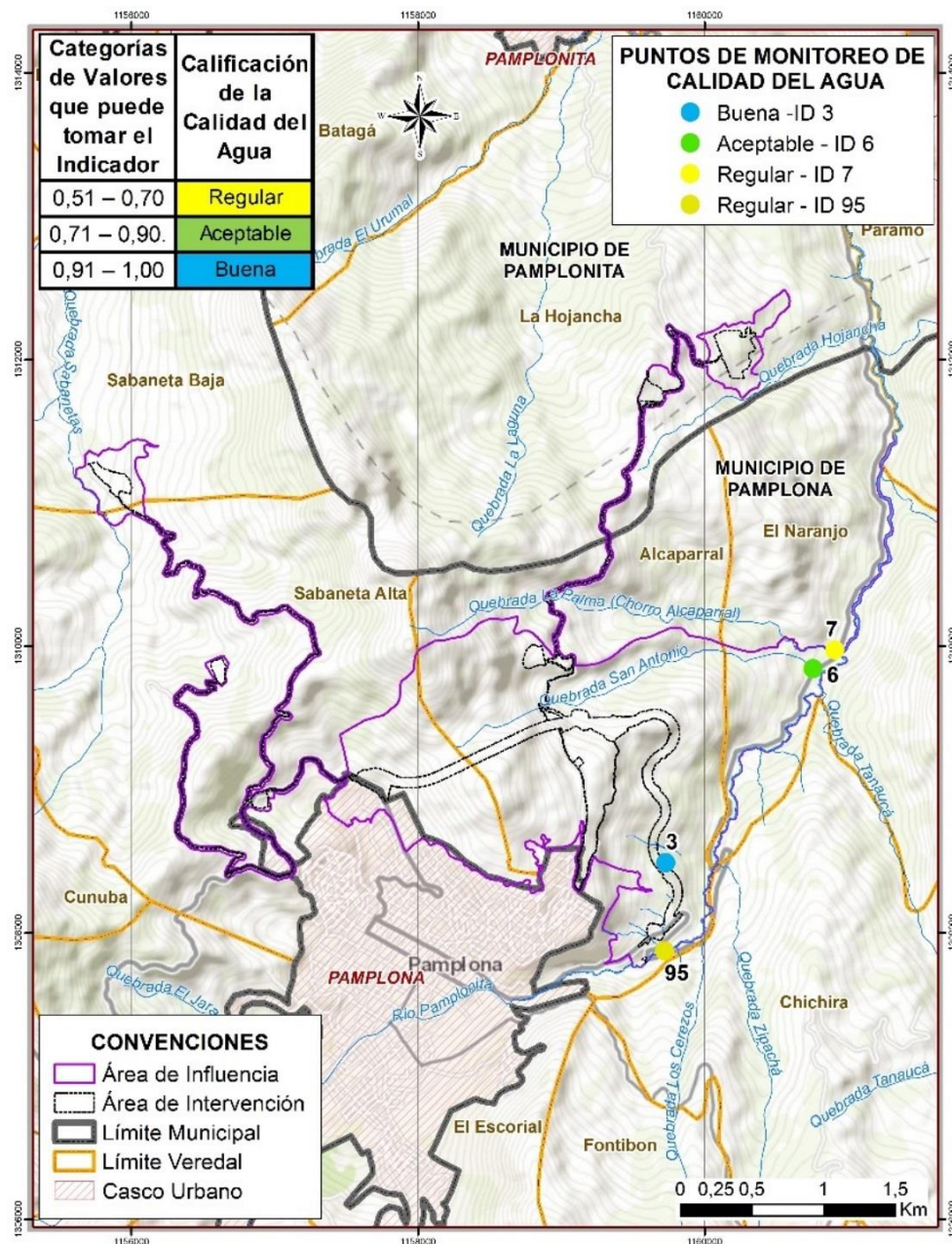
Figura 5.77 Resultados – Índice de Calidad del Agua.

Tabla 5.77 Resultados – índice de calidad del agua

ID del punto monitoreado		3	6	7	95
Nombre del punto de monitoreo		P3-UF1	P6-QUEBRADAS SAN ANTONIO	P7-QUEBRADA LA PALMA	VERTIMIENTO
Nombre de la corriente		NN-27	Quebrada San Antonio	Quebrada La Palma	Rio Pamplonita
Sólidos Suspendidos totales		20	48	32	79
DQO		10	10	19	143
Oxígeno%		83,7	101,7	102,4	93,1
Cond.	Eléctrica	82	141	281	251
pH		6,87	7,29	8,1	7,91
Nitrógeno Total / Fósforo		14,2	32,8	36,5	4,828
Subíndices	SST	1	0,9	0,9	0,8
	DQO	0,91	0,91	0,91	0,125
	%SAT. O2	1,8	1	1	1,9
	C.E	0,8	0,6	-0,1	0,1
	pH	0,9	1	0,7	1
N/P		0,6	0,15	0,15	0,15
ICA		1	0,75	0,59	0,67
Clasificación		Buena	Aceptable	Regular	Regular

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017) y (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.77 Resultados – Índice de Calidad del Agua



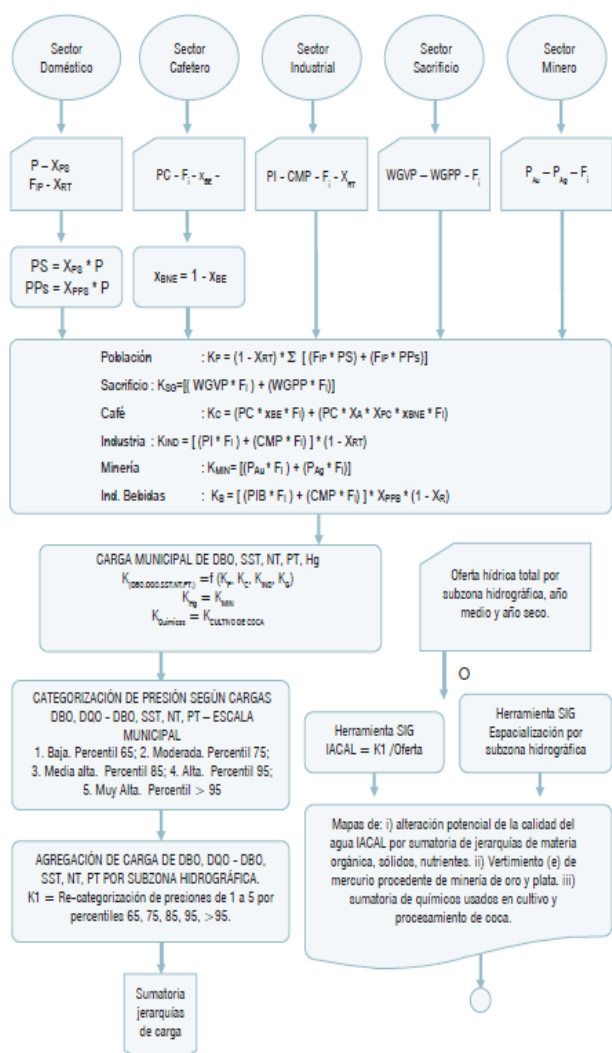
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.4.4 Índice de Alteración de la calidad del agua (IACAL)

El Indicador de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL) da cuenta de la presión de los contaminantes vertidos a los sistemas hídricos superficiales (materia orgánica, sólidos suspendidos y nutrientes) que afectan las condiciones de calidad del agua (IDEAM, 2010).

El cálculo del IACAL involucra las siguientes variables: Demanda química de oxígeno – DQO, demanda bioquímica de oxígeno – DBO, sólidos suspendidos totales – SST, nitrógeno total- NT, fosforo total – PT y la oferta hídrica. Este componente de oferta representa en forma general una señal de la capacidad de dilución de los sistemas hídricos (subzonas) en condiciones hidrológicas específicas (secas y medias). En la Tabla 5.78 se presentan las categorías y rangos del IACAL.

Figura 5.78 Esquema para obtener las estimaciones de las cargas contaminantes



P: Población municipal (número de personas)10
XPS: Fracción de la población conectada al alcantarillado
PS: Población conectada al alcantarillado (Nro. personas)
PPS: Población conectada a pozo séptico (Nro. personas)
FiP: Factor de emisión de DBO5 por persona, según si está conectada al alcantarillado o a pozo séptico (18,1 y 6,9 kg/persona-año, respectivamente)
XRT: Fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes dependiendo del tipo de tratamiento de agua residual municipal
PC: Producción municipal de café como número de sacos de 60 kg de café pergamino seco
XBE: Fracción de beneficio ecológico nacional de café
XBNE: Fracción de beneficio no ecológico nacional de café
PI: Producción industrial como volumen (cantidad) de producción para 43 actividades económicas de interés
CMP: Consumo de materias primas para una industria determinada
XRT: Fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector
Fi: Factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida
WGVP: Tonelada de animal (vacuno) en pie
WGPP: Tonelada de animal (porcino) en pie
KP: Carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año
KC: Carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año
KIND: Carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año KSG: Carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año
KMIN: Carga de mercurio vertida al agua proveniente del beneficio del oro y de la plata en ton/año
K: Carga municipal de DBO5 en ton/año
Kquimicos: Carga de químicos usados en la transformación de coca en toneladas y miles de litros /año

Fuente: (IDEAM, 2013)


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.78 Categorías y Rangos del IACAL

Categoría	Rangos (Carga en toneladas - año / Millones de metros cúbicos)				
	DBO	DQO - DBO	SST	NT	PT
Muy Baja	< 0,13	< 0,13	< 0,3	< 0,02	< 0,004
Baja	0,14 a 0,39	0,14 a 0,35	0,40 a 0,70	0,03 a 0,05	0,005 a 0,0013
Media	0,40 a 1,20	0,36 a 1,16	0,80 a 1,80	0,06 a 0,13	0,014 a 0,035
Alta	1,20 a 4,85	1,17 a 6,77	1,90 a 7,60	0,14 a 0,55	0,0036 a 0,134
Muy Alta	> 4,86pH	> 6,78	> 7,70	> 0,56	> 0,135

Fuente: IDEAM. Estudio Nacional del Agua. 2014.

La información que se registra a continuación corresponde a los resultados que CORPONOR presentó en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y a los valores obtenidos por el IDEAM para el Estudio Nacional del Agua correspondiente a los años 2010 y 2014.

Las estimaciones del indicador y el análisis de resultados para cada una de las subzonas hidrográficas fueron desarrolladas en el capítulo 6 - Calidad de Agua del Estudio Nacional del Agua 2014, y los resultados para la subzona hidrográfica que corresponde al área de influencia del presente estudio se muestra en la Tabla 5.79.

Tabla 5.79 Índice de Calidad del Agua en los cuerpos de agua monitoreados

ID	Nombre punto de monitoreo	Nombre de la corriente	ZH ⁹	SZH ¹⁰	IACAL Año Medio		IACAL Año Seco	
					Valor	Categoría	Valor	Categoría
3	P3-UF1	NN-27	Catatumbo	Rio Pamplonita	5,0	Muy Alta	5,0	Muy alto
6	P6-Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio						
7	P7-Quebrada La Palma	Quebrada La Palma						
95	Vertimiento	Rio Pamplonita						

Fuente: (IDEAM, 2014)

Adicionalmente los análisis realizados por CORPONOR y presentados en el Tomo III del documento de Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014), las subcuencas registran un índice alteración potencial de la calidad del agua Muy alto tanto para año medio como para año seco, como se muestra en la

⁹ ZH: Zona hidrográfica

¹⁰ SZH: Subona Hidrográfica


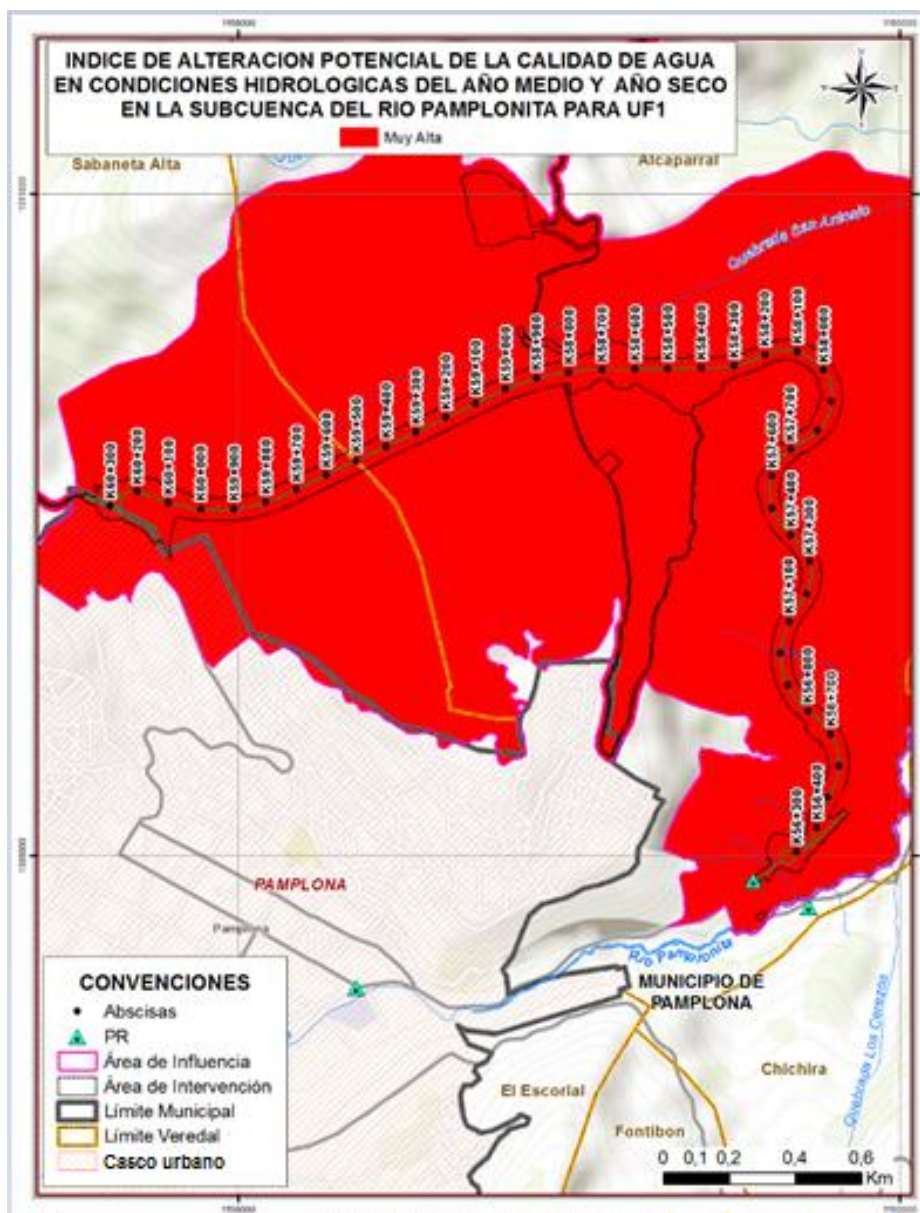
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.79. Es importante aclarar que el área de influencia del proyecto en la UF1 se encuentra mayoritariamente dentro de la subcuenca 25 El Volcán.

Figura 5.79 Ubicación cartográfica del IACAL para las subcuencas y tramo del río Pamplonita ubicados en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio y año seco



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014)

5.1.6.1.5 Índices de contaminación

Los índices de contaminación (ICO's) permiten evaluar cuantitativamente el impacto que sobre un cuerpo de agua produce una carga contaminante, empleando un código de Colores para indicar el Rango de los ICO's calculados en cada punto de muestreo, tal como se presenta en la Tabla 5.80.

Tabla 5.80 Clasificación de índices de contaminación

ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOPH		ICOTRO	
ÍNDICE	CONTAMINACIÓN	CONCENTRACIÓN*	CONTAMINACIÓN
0 - 0.2	Muy Baja	<0.01	Oligotrofia
> 0.2 - 0.4	Baja	0.01 - 0.02	Mesotrofia
> 0.4 - 0.6	Media	0.02 - 1.00	Eutrofia
> 0.6 - 0.8	Alta	> 1.00	Hipereutrofia
> 0.8 - 1	Muy Alta	*Concentración de fósforo Total en mg/l	

Fuente: Limnología Colombiana, Ramírez y Viña 1998.

Los índices que se calcularon de acuerdo con los resultados de calidad del agua presentados anteriormente son: ICOMI, ICOSUS, ICOMO, ICOTRO e ICOPH.

5.1.6.1.5.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

Agrupar la conductividad que expresa contenido de sólidos disueltos en la corriente del cuerpo de agua, dureza que se basa en la concentración de cationes de calcio y magnesio y alcalinidad que se expresa a través del contenido de los aniones de carbono y bicarbonato. Este índice (ICOMI) se define en un rango de 0 a 1 en el cual los valores cercanos a cero indican baja contaminación por mineralización, por el contrario, los valores cercanos a uno indican una alta contaminación por mineralización.

Se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{\text{conductividad}} + I_{\text{dureza}} + I_{\text{alcalinidad}})$$

Donde

$I_{\text{conductividad}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$\text{Log}_{10} / \text{conductividad} = -3,26 + 1,34 \text{ Log}_{10} \text{ Conductividad } (\mu\text{S}/\text{cm})$

$I_{\text{conductividad}} = 10^{\text{Log. I. Conductividad}}$

Conductividades mayores a 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tiene un índice de conductividad =1

I_{dureza} : se obtiene a partir de la siguiente expresión

$\text{Log}_{10} / \text{dureza} = -9,09 + 4,40 \text{ Log}_{10} \text{ dureza } (\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$

$I_{\text{dureza}} = 10^{\text{Log. I. Dureza}}$

Durezas mayores a 110 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ tienen $I_{\text{dureza}} = 1$

Durezas menores a 30 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ tienen $I_{\text{dureza}} = 0$

$I_{\text{alcalinidad}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión

$I_{\text{alcalinidad}} = -0,25 + 0,005 \text{ alcalinidad } (\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$

Alcalinidades mayores a 250 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ tiene $I_{\text{alcalinidad}} = 1$

Alcalinidades menores a 50 $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ tiene $I_{\text{alcalinidad}} = 0$

De acuerdo con lo anterior, se obtuvo que la Quebrada La Palma (ID 7) presentó condiciones de contaminación por mineralización, mientras que las demás fuentes hídricas registraron condiciones de baja y muy Baja contaminación por minerales. Lo anterior se ilustra en la


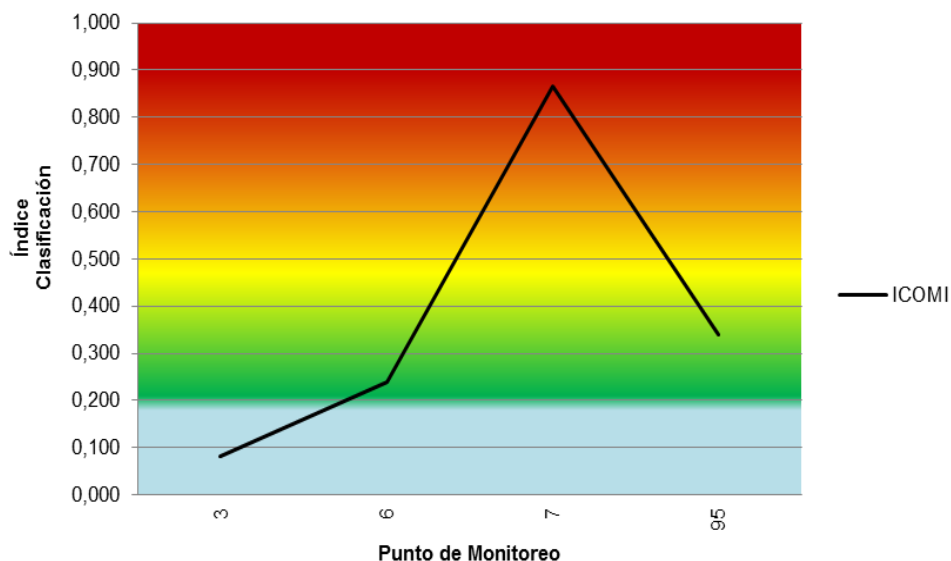
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.80.

Figura 5.80 Clasificación ICOMI – Índice de contaminación por mineralización



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.2 Índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS

Este índice de contaminación expresa la calidad del agua de acuerdo a la contaminación por sólidos suspendidos. Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos y se Calcula por medio de la siguiente expresión:

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Cuando los Sólidos Suspendidos son mayores a 340 mg/l tienen ICOSUS de 1, mientras que los sólidos suspendidos con valores menores o iguales de 10 mg/l tienen ICOSUS de 0 y se aplica la expresión antes mencionada.

Los indicadores ICOSUS e ICOMI se encuentran entre 0 a 1, en la medida en que los valores se aproximen a la unidad se presentan problemas de contaminación por sólidos suspendidos o por mineralización, según el caso.

De acuerdo con las concentraciones de sólidos suspendidos registrados en los cuatro puntos de monitoreo, se obtuvo tan sólo el punto 95: Río Pamplonita (ID 95) presentó un índice de contaminación bajo, el restante de puntos analizados se ubicó en la clasificación Muy Baja, tal como se puede observar en la


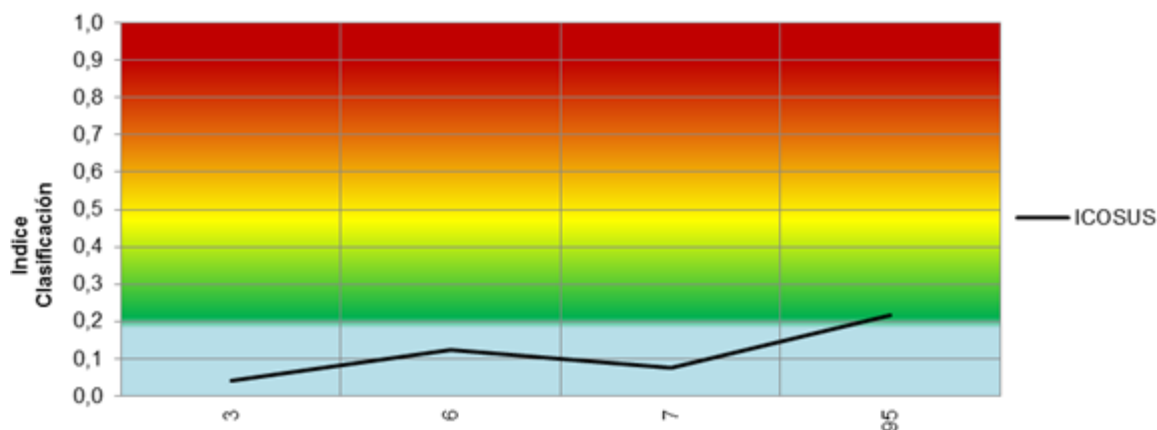
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.81.

Figura 5.81 Clasificación ICOSUS – Índice de contaminación por sólidos suspendidos



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.3 Índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO

Se expresa en variables que incluyen Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) Coliformes Totales y Oxígeno Disuelto debido a que reflejan fuentes diferentes de contaminación orgánica; igualmente se seleccionó el porcentaje de saturación de oxígeno que indica la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema ante este tipo de polución. Al igual que el ICOMI este índice es el promedio de cada una de las variables elegidas.

Figura 5.82.

Dónde:

$IDBO = -0.05 + 0.70 \log_{10} [DBO(g/m^3)]$

$DBO > 30 (mg/l) = 1$

$DBO < 2 (mg/l) = 0$

$ICOLTOL = -1.44 + 0.56 \log_{10} [ColTol (NMP)]$

$Coliformes Totales > 20000 = 1$

$Coliformes Totales < 500 = 0$

$Oxígeno\% = 1 - 0.01 Oxígeno (\%)$

$Oxígenos (\%) mayores a 100\% = 0$

Teniendo en cuenta las concentraciones de DBO, Coliformes Totales y %Oxígeno se obtuvo la clasificación que se presenta en la


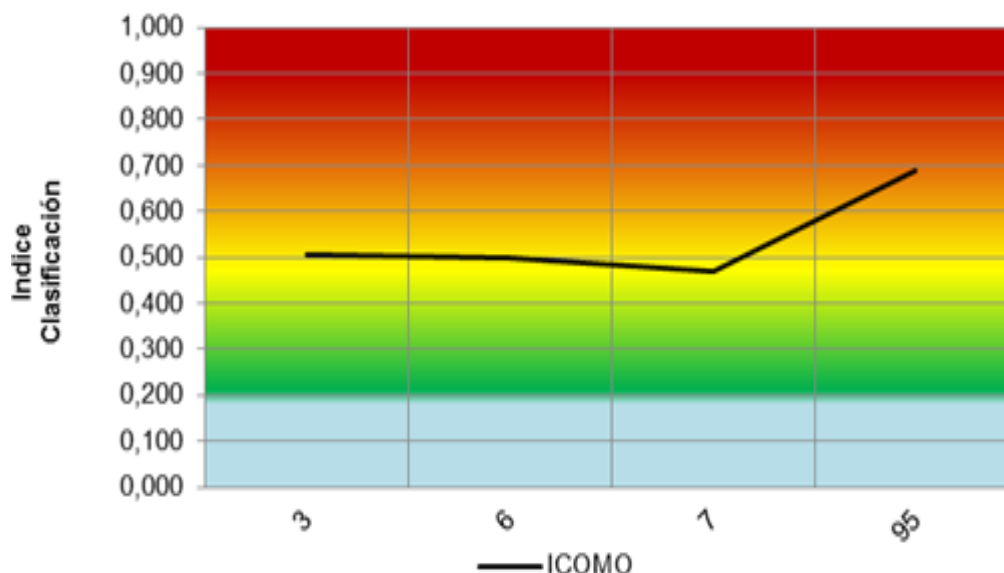
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.82, la cual indica que el río Pamplonita obtuvo un índice Alto de contaminación por materia orgánica; mientras que las corrientes NN-27, Quebrada San Antonio y Quebrada La Palma, se clasificaron en índice Medio de contaminación.

Figura 5.82 Clasificación ICOMO – Índice de contaminación por Materia Orgánica



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.6.1.5.4 Índice de contaminación por Tráfico – ICOTRO

El Índice de contaminación por tráfico – ICOTRO se determina a partir de la concentración del fósforo total al cual se le otorga una calificación cualitativa que se puede observar en la Tabla 5.81.

Tabla 5.81 Clasificación ICOTRO

ID	Nombre del punto de monitoreo	Nombre de la corriente	Fósforo Total	ICOTRO
3	P3-UF1	NN-27	0,14	Eutrofia
6	P6- QUBERADA SAN ANTONIO	Quebrada San Antonio	0,058	Eutrofia
7	P7-QUEBRADA LA PALMA	Quebrada La Palma	0,052	Eutrofia
95	VERTIMIENTO	Rio Pamplonita	2,9	Hipereutrofia

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Teniendo en cuenta las concentraciones de fósforo registradas en el área de estudio, se obtuvo la clasificación que se presenta en la Tabla 5.81, la cual indica que la única fuente hídrica que presentó contaminación por fósforo Total en nivel de hipereutrofia fue el río Pamplonita, mientras que los puntos restantes tuvieron una clasificación de Eutrofia.

5.1.6.1.5.5 Índice de contaminación por pH – ICOPH

Las aguas naturales pueden tener pH ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo.

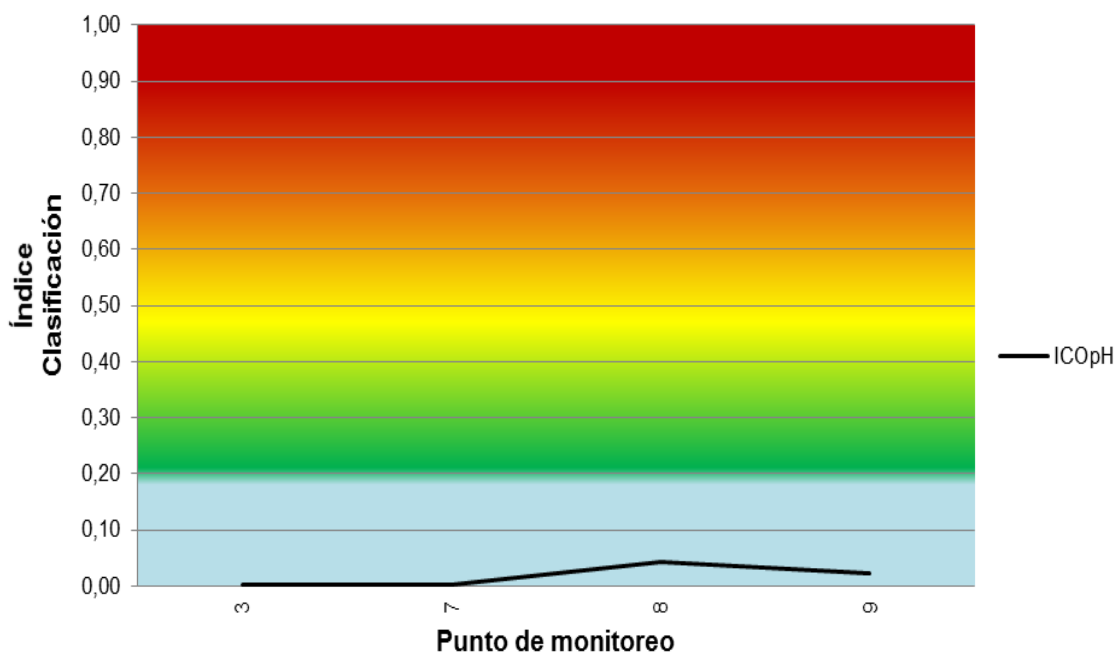
$$ICOpH = \frac{e^{-31,08+3,45 pH}}{1+e^{-31,08+3,45 pH}}$$

Dónde:

- pH menores a 7 unidades:
- pH=14-pH

De acuerdo con los niveles de pH registrados en el tramo de estudio, no se presentó contaminación por pH, tal como se muestra en la Figura 5.83.

Figura 5.83 Clasificación ICOPH



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7 Usos del agua

El agua es un recurso importante para el desarrollo de cualquier actividad humana, pues gran parte de las actividades antrópicas requieren del recurso hídrico ya sea como materia prima o como fuente receptora de agentes residuales.

La calidad de este recurso, en diferentes partes de la geografía nacional se encuentra afectada por la alta sedimentación, contaminación por extracción de material, desarrollo de actividades agropecuarias y vertimiento de residuos sólidos y líquidos a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento.

Con el fin de cumplir con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02 versión No. 2 adoptados mediante Resolución 0751 de 2015, a continuación, se presenta la caracterización de usos del agua, la cual se realizó tanto para las fuentes hídricas superficiales que serán interceptadas y/o para las cuales se solicitará permiso de captación y/o vertimiento requeridos para la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.7.1 Usos Actuales y Proyectos

La identificación de los Usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua que serán interceptados por el proyecto se llevó a cabo mediante el análisis de la información registrada en el Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y los actos administrativos emitidos por CORPONOR en los cuales se establecen los objetivos de calidad y las metas de reducción de carga contaminante para cuerpos receptores en los municipios de Norte de Santander; adicionalmente se realizaron recorridos en campo y entrevistas a los habitantes que se ubicaban cerca de las fuentes hídricas.

De acuerdo con lo anterior, el primer documento de análisis para determinar los usos del agua correspondió a la Resolución 0097 de 10 de abril de 2007 en la cual se establecieron los Objetivos de Calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, se definieron los tramos de estudio y los usos del agua actuales, relacionados en la Tabla 5.82, presentada a continuación:

Tabla 5.82 Clasificación de Usos del agua para el tramo 6 de la cuenca Río Pamplonita, que hace parte de la UF1

Usos de los recursos hídricos		Tramo 6 ¹	
		Real	Potencial
1.	Consumo Humano y doméstico	No	No
2.	Contacto Primario	No	No
3.	Contacto Secundario	No	No
4.	Transporte fluvial	No	No
5.	Recreativo y turismo	No	No
6.	Preservación y reproducción de flora y fauna	No	Si
7.	Pesca artesanal, deportiva e industrial	No	No
8.	Riego	No	No
9.	Industrial	No	No
10.	Estético	Si	Si
11.	Transporte de aguas residuales y asimilación	Si	No
12.	Aprovechamiento de material de arrastre	No	No

Nota: 1. La división de tramos corresponde a lo establecido en la Resolución 0097 de 2007, que para el caso del área de influencia de la UF1, corresponde al tramo 6 (desde el punto denominado curva Los Adioses hasta el puente de Ulagá).

Fuente: (Resolución 0097 de 2007, CORPONOR)

Teniendo en cuenta lo anterior, los usos primordiales del agua en la cuenca del río pamplonita en el área que incluye la UF1 corresponden a: Estético y Transporte de aguas residuales y asimilación, mientras que los usos potenciales están relacionados con: Preservación y reproducción de flora y fauna y Estético.

Luego, la Resolución 0118 del 27 de abril de 2007 corrigió el artículo 1 de la Resolución 0097 del 10 de abril de 2007 y estableció los Objetivos de Calidad para cada uno de los cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, tal como se presenta en la



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.83.


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.83 Objetivos de calidad, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Municipio	Tramo	Uso	Parámetro	Unidad	Actual	Nivel técnico o normativo	deseado	Objetivo de calidad
Pamplona	6	Paisajismo urbano y asimilación	OD	mg/l	4,42	≥2	≥4	≥4
			pH	Unidades	8,23	5 a 9	5 ≤ pH ≤ 9	5 ≤ pH ≤ 9
			Temperatura	°C	14,79	T ambiente ± 23 °C	T ambiente ± 23 °C	T ambiente ± 23 °C
			DBO5	mg/l	39	0-25	DBO5≤15	DBO5≤15
			SST	mg/l	62,9	≤10	0≤SST≤10	0≤SST≤10
			Coliformes fecales	NMP/100ml	1,12E+06	≤2000	≤2000	≤2000
			Coliformes Totales	NMP/100ml	4,63E+06	≤20000	≤20000	≤20000
			Sólidos flotantes	mg/l	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Grasas y Aceites	mg/l	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Hidrocarburos	mg/l	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Sedimentos	mg/l	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
			Olores Ofensivos		Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes

Fuente: (Resolución 0118 de 2007)


Posteriormente la Resolución 1284 de 2011 prorroga la vigencia de la Resolución No. 0118 de 2007 hasta tanto el ministerio defina los criterios de calidad del recurso hídrico y la Corporación establezca nuevos objetivos de calidad (Ver anexo 5.1.2 Hidrología, carpeta C Usos del agua).

En el mismo año, el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011”, en el Cuadro 26 se presenta la Demanda sectorial en la cuenca el río Pamplonita del cual se pudo inferir que los usos del agua para el municipio de Pamplona , corresponden a: Uso Doméstico, Uso Agrícola, Usos Pecuario y Uso Industrial, los cuales representan una demanda hídrica de 6.606.957,0 m3/año para Pamplona.

Adicionalmente, en el mismo documento se estableció que las fuentes de abastecimiento principal, aparte de los acueductos veredales y municipales, son las fuentes superficiales secundarias de la cuenca y en menor proporción las fuentes subterráneas. Asimismo, se reporta que del total de concesiones otorgadas por la corporación representan el 24% (75 concesiones de agua superficial) del total otorgado en las subcuencas, las cuales se ubican en mayor medida en el municipio de Pamplona; a su vez en el municipio no se registra concesiones sobre aguas subterráneas.

5.1.7.2 Inventario de usos y usuarios del agua

Con el fin de determinar los usos y usuarios de las fuentes hídricas que serán interceptadas por Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, realizaron recorridos en

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

campo y entrevistas a los habitantes ubicados en cercanías a éstas, durante los días 1, 5 y 7 de noviembre de 2017 y se estableció que las fuentes de agua superficial se usan para el transporte y asimilación de contaminantes producto del vertimiento de aguas residuales domésticas.

En la Tabla 5.84 se presenta el inventario general de usos y usuarios identificados en campo, y en los numerales siguientes se hace descripción de estos.

A la altura de la cuenca del río Pamplonita en el área de influencia del proyecto no se identifican captaciones sobre el río. La población manifiesta que el agua no es apta para ningún tipo de consumo, debido al vertido de las aguas de los habitantes del casco urbano de Pamplona.

Es importante señalar a los usuarios identificados en la captación C-2, cuya demanda de agua excede, en algunos meses del año el caudal ecológico, por lo cual, aguas abajo de la quebrada San Antonio, donde se establece el vertimiento de aguas de infiltración del túnel del proyecto (ver capítulo 7. Demanda, punto de vertimiento V13), no se evidenció caudal asociado al cauce durante la campaña de monitoreo.

Tabla 5.84 Inventario de Usos del agua

Nombre Geográfico	Nombre del usuario	Ubicación del usuario		Captación	Vertimiento	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Municipio	Vereda o corregimiento	ID	ID	Este	Norte
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	Sra. Lucia	Pamplona	El Naranjo	C-1		1160832,82	1309996,79
Quebrada San Antonio	Varios-No identificado. La captación es realizada por un grupo de usuarios.	Pamplona	Alcaparral	C-2		1158496,84	1309450,69
Quebrada San Antonio	Varios-No identificado. La captación es realizada por mangueras presuntamente de habitantes que no residen en las cercanías del punto de captación	Pamplona	Alcaparral	C-3		1159005,97	1309590,79
NN-26	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-1	1159853,48	1308079,81
NN-25	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-2	1.159.681,24	1.307.902,41
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral		V-3	1159712,18	1307870,55
Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en cercanías al PR72 de la vía existente.	Pamplona	Alcaparral		V-4	1159787,9	1307899,29

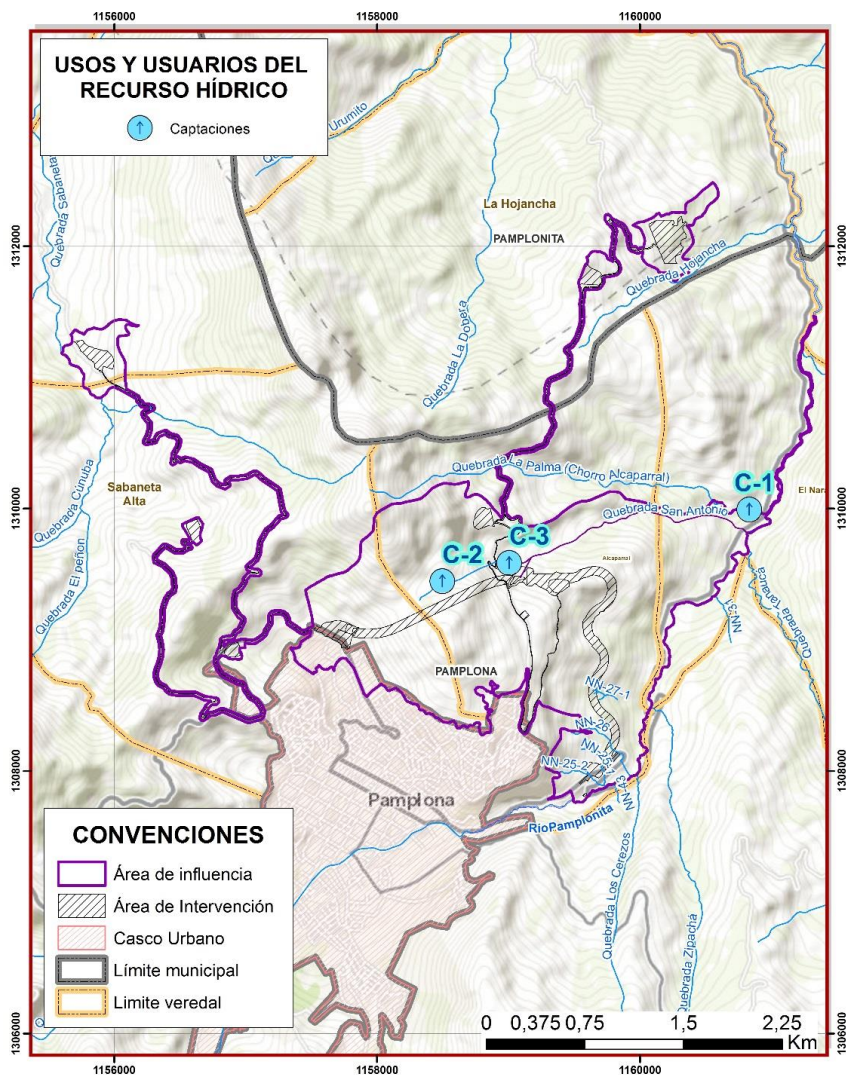
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7.2.1 Captaciones

Como resultado del inventario de usos y usuarios del agua se identificaron tres captaciones en las fuentes hídricas del área de intervención de la UF1 (Tabla 5.85 y Figura 5.84). Estas registran captaciones relacionadas con uso doméstico. Esta condición, de pocos usuarios de los cuerpos lóticos se da debido a que las captaciones en la zona son generalmente de puntos de agua hidrogeológicos.




De esta manera, las personas que habitan en el área de estudio por lo general toman el agua para consumo y riego de cultivos por captación directa de puntos hidrogeológicos (Ver numeral 5.1.8 Hidrogeología).

Figura 5.84 Ubicación cartográfica de las captaciones identificadas en las fuentes hídricas que serán interceptadas



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.85 Inventario de captaciones

Nombre Geográfico	Nombre local	Nombre	Ubicación del usuario		Uso: Captación				Descripción:	Registro Fotográfico
			Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá			
							Este	Norte		
Quebrada La Palma (Chorro Alcaparral)	Quebrada La Palma	Sra. Lucía Benavides	Pamplona	El Naranjo	C-1	CH	1160832,82	1309996,79	La captación se da directamente sobre la quebrada con mangueras de 3/4 de pulgada. Su uso es únicamente para consumo humano de 7 personas.	
Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Varios-No identificado	Pamplona	Alcaparral	C-2	CH	1158496,84	1309450,69	La captación es realizada por un grupo de usuarios de los barrios Cristo Rey, Juan 23 y Simón Bolívar para consumo humano y doméstico. Esta es una fuente de agua altera al acueducto del municipio de Pamplona del cual hacen uso.	
Quebrada San Antonio	Quebrada San Antonio	Varios-No identificado	Pamplona	Alcaparral	C-3	CH	1159005,97	1309590,79	No identificado el uso, se presume que los usuarios no residen en cercanías al punto de captación.	

ID: Identificación
CH: Consumo Humano

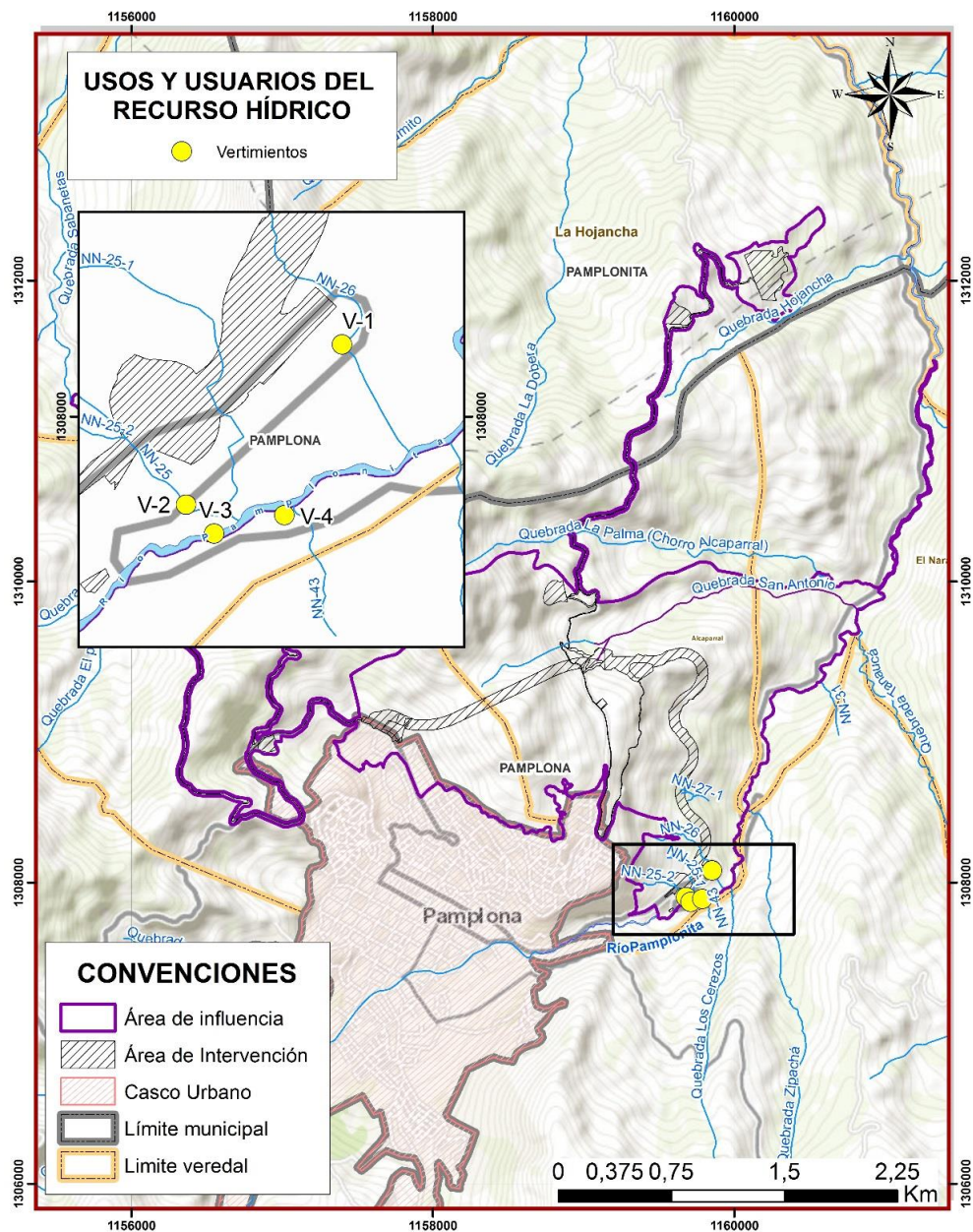
ID: Identificación CH: Consumo Humano

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

5.1.7.2.2 Vertimientos



Respecto a vertimientos, se identificaron cuatro (4) vertimientos sobre los cuerpos NN-25 y NN-26 los cuales desembocan pocos metros después sobre el río Pamplonita, estos se presentan en la Tabla 5.86 y la Figura 5.85.

Figura 5.85 Ubicación cartográfica de los vertimientos identificados en las fuentes hídricas que serán interceptadas

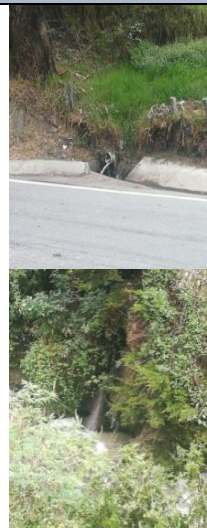



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.86 Inventario de vertimientos

Nombre Geográfico	Nombre local	Ubicación del usuario			Uso: Vertimiento						
		Nombre	Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción:	Registro Fotográfico	
							Este	Norte			
NN-26	No identificado	Corresponde a establecimiento comercial “Grasa Azul”	Pamplona	Alcaparral	V-1	Ind D	1.159.853,5	1.308.079,8	Vertimiento de aguas residuales tanto domésticas como industriales producto de mantenimiento y lavado de carros en la curva Los Adioses. Además de las viviendas ubicadas en el sector.		
NN-25	No identificado	Corresponde a viviendas en el sector curva Los Adioses y restaurantes ubicados en la misma zona.	Pamplona	Alcaparral	V-2	D Cm	1.159.681	1.307.902	Vertimiento de aguas residuales domésticas provenientes de las viviendas ubicadas en el sector y los establecimientos comerciales como restaurantes.		

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Nombre Geográfico	Nombre local	Ubicación del usuario			Uso: Vertimiento						
		Nombre	Municipio	Vereda o corregimiento	ID	Tipo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Descripción:	Registro Fotográfico	
							Este	Norte			
Rio Pamplonita	Rio Pamplonita	Corresponde a grupo de usuarios ubicados en el sector conocido como curva Los Adioses	Pamplona	Alcaparral	V-3	D	1.159.712,2	1.307.870,6	Vertimiento de aguas residuales domésticas y aguas de cunetas ubicadas en la vía existente.		
Rio Pamplonita	Rio Pamplonita	Taller montallantas ubicado sobre la vía existente	Pamplona	Alcaparral	V-4	D	1159787,9	1307899,29	Vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales producto de montallantas y vivienda.		
ID: Identificación D: Domestico Ind. Industrial Cm: Comercial Pc: Pecuario											

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los vertimientos son de origen doméstico provenientes de viviendas ubicadas en la vereda Alcaparral en el sector denominado curva Los Adiöses, y generadas básicamente durante las actividades de limpieza de instalaciones, baño, preparación de alimentos y lavado de utensilios; también se trata de vertimientos de origen industrial producto de actividades de lavado de vehículos y mantenimiento mecánicos de los mismos, éstas aguas tienen altos contenidos de detergentes, materia orgánica microorganismos y grasas y aceites.

Ninguno de los vertimientos identificados cuenta con un sistema de tratamiento previo a la descarga, los tubos de conducción llegan directamente a la corriente. Se aclara que el resto de las viviendas o locales comerciales ubicados cerca o sobre la ronda de las fuentes hídricas interceptadas por el proyecto, hacen sus vertimientos sobre el suelo, algunos son descargados a pozos sépticos mientras que otros con vertidos directamente.

En el capítulo de calidad del agua se presenta el compilado de los resultados de análisis para cada una de las corrientes hídricas que son interceptadas por la UF1 y que fueron monitoreadas. En la Tabla 5.88 se resalta en color gris los datos correspondientes al río Pamplonita, lo cuales comprueban las altas concentraciones de Coliformes Fecales (24196 NMP/100ml) y Coliformes Totales (573000 NMP/100 ml), DBO5 (34 mg/l), DQO (112 mg/l) y Grasas y Aceites (6,3 mg/L).

Los usos: recreativo, pesca, transporte fluvial, aprovechamiento de material de arrastre y riego, no fueron identificados para las fuentes hídricas que serán interceptadas por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR

Con el fin de conocer los usos y usuarios del recurso hídrico en el área de influencia e intervención de la UF1, la Concesión Unión Vial Río Pamplonita S.A.S consultó a CORPONOR, mediante comunicación radicada No. 8378 de junio 30 de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados entidades), sobre los permisos otorgados (concesiones y vertimientos) en el área de influencia del proyecto. En respuesta a dicha comunicación, CORPONOR entregó mediante radicado No. 7807 del 10 de agosto de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados. R. R7807_CORPONOR), un listado de concesiones de agua superficial y vertimientos que había autorizado en los municipios que hacen parte del área de influencia de la UF1.

Sin embargo tal listado no presenta coordenadas que permitan ubicar de manera puntual los permisos dentro del área de influencia físico-biótica, por lo tanto en comunicación radicada No. 1393 del 30 de octubre de 2017(ver Anexo 2 – Certificados entidades), se consultó nuevamente pero la respuesta entregada mediante radicado 12867 del 11 de diciembre de 2017 (ver Anexo 2 – Certificados entidades) sólo correspondió a las concesiones otorgadas, sin coordenadas de ubicación del punto de captación y no se aclara si los permisos se encuentran vencidos o renovados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procesó la información de CORPONOR y sólo se tuvo en cuenta los datos de concesiones de agua que fueron otorgadas desde el año 2012, para usuarios ubicados en las veredas que hacen parte del área de influencia físico-biótica de la UF1, y para las cuales se asume que aún están vigentes o renovadas (Tabla 5.87).

Tabla 5.87 Concesiones de agua otorgadas por CORPONOR

Solicitante	Vereda	Municipio	Caudal l/s	Número de resolución	Descripción	Tipo de concesión	Fuente abastecimiento	Uso
Luis Modesto Mogollón Mogollón	Alcaparral	Pamplona	2,1	0219 del 27/08/2013	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada NACIENTE ALCAPARRAL, para beneficio del PREDIO DOS (LOS ADIOSES)	Aguas Superficiales	Naciente Alcaparral	Agropecuario
Hermanas Bethlemitas Provincia del Sagrado corazón de Jesús	Pamplona	Pamplona	0,5	0050 del 15/05/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada QUEBRADA BRIGHTON, para beneficio de Quinta Brighthon	Aguas Superficiales	Quebrada Brighton	Agropecuario
Carlos Arnulfo Rueda Pérez	Alcaparral	Pamplona	0,3	0615 del 08/08/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada Laguna Carrizal, para beneficio del predio LA CHIGUAGUA	Aguas Superficiales	Chorro La Laguna carrizal	Agropecuario
María Esperanza Pedraza	Alcaparral	Pamplona	0,3	0113 del 14/05/2014	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de Dominio Público denominada EL PEDREGAL, para beneficio del predio CURTIEMBRE HOY VILLA VERSALLES	Aguas Superficiales	Naciente El pedregal	Agropecuario
Cristóbal Villamizar Villamizar	Pamplona	Pamplona	0,26	0675 del 22/08/2012	Solicita concesión de aguas superficiales de la corriente de dominio público La Piedad, para beneficio del predio b (Agua Clara)	Aguas Superficiales	Chorro La Piedad	Agropecuario

Fuente: Corponor, 2017

De acuerdo con las concesiones reportadas, el agua es destinada para uso agropecuario con un consumo aproximado de 3,46 l/s y las fuentes abastecedoras son de tipo quebrada, chorro y naciente. Se resalta que no se identifican captaciones sobre el río Pamplonita para las veredas que hacen parte del área de influencia de la UF1.

Además de lo anterior se revisó el anexo 8 Inventario Reglamentaciones del tomo III del “Ajuste al plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Pamplonita en el departamento de Norte de Santander, en el área de jurisdicción de la corporación autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 00036 de 2011”; este anexo presenta una lista de usuarios reglamentados para las fuentes hídricas de la cuenca del río Pamplonita. De acuerdo con las ubicaciones presentadas en tal documento, se evidenció que no se presentan usuarios reglamentados para el área de influencia de la UF1.

En cuanto a vertimientos, no se identificaron permisos en las veredas que hacen parte del área de influencia de la UF1.

5.1.7.4 Demanda actual de las fuentes a intervenir

De acuerdo con el capítulo 5 del Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010) “La demanda hídrica es igual al volumen total de agua extraída. Este volumen de agua extraído es igual a los consumos más el agua extraída no consumida”. Y se obtiene por medio de la siguiente expresión:


$$Dh = Ch + Csp + Csm + Css + Cea + Ce + Ca + Aenc$$

Donde

- Dh: demanda hídrica
- Ch: consumo humano o doméstico
- Csp: consumo del sector primario
- Csm: consumo del sector manufacturero
- Css: consumo del sector servicios
- Cea: caudal ecológico y ambiental
- Ce: consumo del sector energía (hidroeléctrica y termoeléctrica)
- Ca: consumo del sector acuícola
- Aenc: agua extraída no consumida

Pese a lo anterior y teniendo en cuenta que en los recorridos de campo sólo se identificó una (1) captación de uso masivo (Tabla 5.85) en los tramos de las fuentes hídricas que serán interceptados por la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Sector Pamplona y que la información de captaciones entregada por CORPONOR no cuenta con los datos de coordenadas, el desarrollo del presente numeral, se realizó con base en la información registrada en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011”.

En la Tabla 5.88 se registra la demanda hídrica sectorial de la cuenca del río Pamplonita, sin embargo, para efectos del presente estudio de impacto ambiental, se resaltó en color gris la información del municipio de Pamplona, el cual hace parte de manera parcial del área de influencia físico-biótica de la UF1.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Los datos que se exponen corresponden a los presentados en el numeral 1.1.4.3 del Tomo III del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014).

Tabla 5.88 Demanda hídrica sectorial, Cuenca del río Pamplonita

Municipio	Demanda Doméstica	Demanda Agrícola	Demanda Pecuaria	Demanda Industrial	Demanda Total
	m³/año				
Bochalema	373.100,0	11.057.649,0	285.079,0		11.715.828,0
Chinácota	1.028.120,0	4.644.330,0	159.958,0		5.832.434,0
Cúcuta	44.244.328,0	13.045.112,0	1.483.842,0	1.495.7333,0	60.272.014,0
Harrán	287.331,0	159.267,0	104.608,0		551.206,0
Los Patios	5.216.922,0	5.343.382,0	179.241,0	210,0	10.739.755,0
Pamplona	1.523.242,0	4.948.563,0	133.564,0	1.584,0	6.606.957,0
Pamplonita	291.565,0	10.120.853,0	93.625,0		10.506.043,0
Puerto Santander	71.804,0	2.439.541,0	196.146,0		2.707.491,0
Ragonvalia	447.235,0	279.861,0	88.805,0		815.901,0
Villa del Rosario	5.531.457,0	14.488.504,0	531.705,0		20.551.666,0
Tota	59.015.457,0	66.527.061,0	3.256.603,0	1.500.528,0	130.299.295,0

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, 2014)

En la tabla anterior, se puede observar que el sector agrícola representa el mayor consumo de agua así: 4.948.563,0 m³/año para Pamplona. En segundo lugar, se ubica el sector doméstico con demanda de agua correspondiente a 1.523.242,0 m³/año en Pamplona. El tercer lugar se tiene el sector pecuario con una demanda de 133.564,0 m³/año. La demanda hídrica para el sector industrial se ubica en el cuarto lugar con un consumo de 1.584,0 m³/año. De acuerdo con lo anterior la demanda hídrica en el municipio de Pamplona correspondió a 6.066.957,0 m³/año.

Por otra parte, y a partir de los caudales otorgados por CORPONOR en las veredas que hacen parte de manera parcial del área de influencia e intervención de la UF1 (ver Tabla 5.85) y para los cuales se asume que el permiso se encuentra vigente, se concluye que el agua fue destinada para el sector agropecuario y que la demanda correspondió a 3,46 l/s o 109.114,56 m³/año.

5.1.7.5 Conflictos por uso

5.1.7.5.1 Análisis de frecuencia de caudales mínimos

Teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos realizado a nivel mensual, se realizó el análisis de caudales mínimos de las corrientes principales, puntos de captación y vertimiento para diferentes periodos de retorno. Para el análisis se tuvieron en cuenta los periodos de estiaje para la UF1, los cuales comprenden los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre de acuerdo con el análisis de precipitaciones realizado en el capítulo 5.1.10 Atmósfera.

En la



 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.89 los análisis de frecuencias de caudales mínimos mensuales en la estación La Donjuana para cada mes de estiaje y su respectiva distribución probabilística a la cual se ajustan los datos analizados.

Tabla 5.89 Caudales mínimos mensuales probables para cada periodo de retorno

PERIODO DE RETORNO (años)	Enero	Febrero	Junio	Julio	Agosto	Diciembre
	GUMBEL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)
1.33	6,27	6	6,66	5,19	4,33	8,58
2.0	4,39	4,13	4,05	3,76	3,23	5,4
5	2,62	2,36	2,18	2,41	2,17	3,04
10	1,86	1,6	1,58	1,83	1,73	2,25
25	1,15	0,899	1,12	1,29	1,31	1,64
50	0,742	0,488	0,897	0,981	1,07	1,33
100	0,398	0,144	0,735	0,718	0,862	1,11
PRUEBA CHI CUADRADO	5,5	3,6	4,68	6,32	9,18	5,91

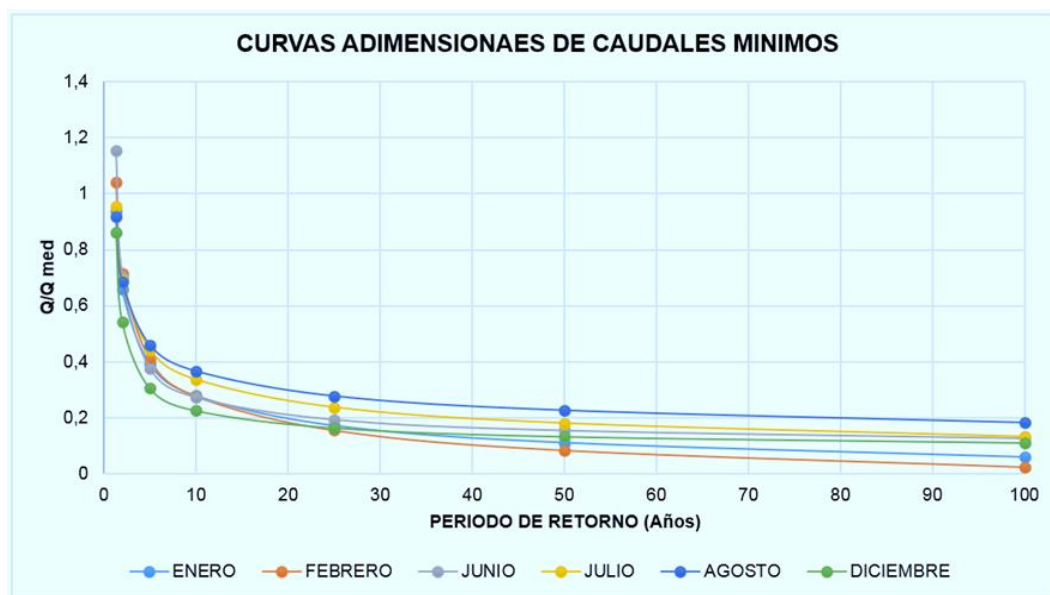
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Con base en la información de la

Tabla 5.89 se realiza la curva adimensional de caudales mínimos mensuales en función del caudal medio mensual para cada periodo de estiaje, las cuales son necesarias para determinar los rendimientos normalizados de cada cuenca. En la Figura 5.86 se presenta la curva para cada mes de estiaje y diferentes periodos de retorno.

Entre la Tabla 5.90 y la Tabla 5.95, se presentan los caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en los meses de estiaje para los drenajes que son interceptados por la vía y los puntos de captación y vertimiento.

Figura 5.86 Curvas adimensionales de Qmin para diferentes Tr y mes de estiaje



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)


Tabla 5.90 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje enero

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr ENERO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	18,15	12,71	7,59	5,38	3,32	2,14	1,14
Hojancha	10,16	7,11	4,25	3,01	1,86	1,20	0,64
La Palma	25,25	17,68	10,56	7,48	4,62	2,98	1,59
NN27	7,49	5,24	3,13	2,22	1,37	0,88	0,47
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	410,15	287,15	171,44	121,47	74,96	48,43	25,75

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.91 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje febrero

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr FEBRERO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	20,11	13,85	7,91	5,36	3,01	1,63	0,48
Hojancha	11,25	7,75	4,43	3,00	1,68	0,91	0,27
La Palma	27,98	19,27	11,01	7,46	4,19	2,27	0,66
NN27	8,30	5,71	3,26	2,21	1,24	0,67	0,20
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	454,36	312,90	178,75	121,09	68,04	36,90	10,76

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.92 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje junio

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr JUNIO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	22,33	13,57	7,30	5,29	3,74	2,99	2,45
Hojancha	12,50	7,60	4,08	2,96	2,09	1,68	1,37
La Palma	31,08	18,89	10,15	7,36	5,21	4,17	3,41
NN27	2,13	1,30	0,70	0,50	0,36	0,29	0,23
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	504,72	306,75	164,91	119,55	84,57	67,65	55,35

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.93 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje julio

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr JULIO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	18,49	13,39	8,57	6,52	4,59	3,49	2,55
Hojancha	10,35	7,49	4,80	3,65	2,57	1,95	1,43
La Palma	25,73	18,63	11,93	9,06	6,39	4,85	3,55
NN27	7,63	5,52	3,54	2,69	1,90	1,44	1,05
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	417,84	302,52	193,74	147,23	103,79	78,80	57,66

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.94 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje agosto

CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr AGOSTO						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	17,78	13,25	8,90	7,09	5,38	4,39	3,54
Hojancha	9,95	7,41	4,98	3,97	3,01	2,46	1,98
La Palma	24,73	18,44	12,38	9,87	7,48	6,11	4,92
NN27	7,34	5,47	3,67	2,93	2,22	1,81	1,46
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	401,70	299,45	201,04	160,29	121,47	99,18	79,96

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 5.95 Caudales mínimos probables para diferentes periodos de retorno en mes de estiaje diciembre

N CUENCA	Caudales mínimos (l/s) para diferentes Tr DICIEMBRE						
	1,33	2	5	10	25	50	100
San Antonio	16,65	10,48	5,89	4,35	3,18	2,59	2,14
Hojancha	9,32	5,86	3,29	2,44	1,78	1,45	1,20
La Palma	23,17	14,58	8,19	6,06	4,43	3,60	2,98
NN27	6,87	4,32	2,43	1,80	1,31	1,07	0,88
FRANJA 1 C11 – Río Pamplonita	376,33	236,79	133,00	98,41	71,88	58,43	48,43

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Debido a que la demanda del recurso tanto para las captaciones como para los vertimientos, es mucho menor a la disponibilidad del recurso, no se presentan conflictos por el uso del agua. Es necesario tener en cuenta que además del balance de aguas naturales contra la demanda sobre estas, los usuarios de las captaciones indicadas poseen a su vez conexión a los acueductos de la zona.

5.1.7.6 Índices de calidad ambiental del uso del agua

Dando cumplimiento a lo establecido en los Términos de Referencia M-M-INA-02 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015, a continuación, se presentan los índices de: Uso del Agua (IUA), Retención - regulación Hídrica (IRH) y Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento (IVH); los cuales son una herramienta fundamental para hacer seguimiento a la dinámica del recurso hídrico.

Teniendo en cuenta que las Hojas Metodológicas de Indicadores Ambientales (3.05-Índice de vulnerabilidad hídrica por desabastecimiento –IVH, 3.01-Índice de uso del agua e 3.04-Índice de Regulación Hídrica) del IDEAM (ver Anexo 5.1.2 Hidrología - carpeta C Usos del agua) indican que: “La cobertura del indicador es por subzonas hidrográficas y unidades hidrográficas abastecedoras de cabeceras municipales con antecedentes de desabastecimiento”. La información que se presenta a continuación corresponde a los resultados que CORPONOR presentó en el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR convenio 0036 de 2011 y a los valores obtenidos por el IDEAM para el Estudio Nacional del Agua correspondiente a los años 2010 y 2014.

5.1.7.6.1 Índice de Uso del Agua (IUA)

Según la publicación: Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación Regional del Agua 2013 (IDEAM, 2013), el índice de Uso del agua se define como la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible (OHRD) neta para las mismas unidades de tiempo y espaciales.

El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos.

Su cálculo se realiza mediante la relación porcentual de la demanda de agua y la oferta hídrica regional y ecuación se presenta a continuación:

$$IUA = \frac{dH}{Oh} * 100$$



Donde:

- IUA: Índice de uso del agua
- Dh: Σ (Volumen de agua extraída para usos sectoriales en un periodo determinado)

$$Dh = Ch + Csp + Csm + CSS + Ce + Ca + Aenc$$

Donde:

Dh: demanda hídrica sectorial
 Ch: consumo humano o doméstico
 Csp: consumo del sector agrícola
 Csm: consumo del sector industrial
 Ccss: consumo del sector servicios

 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Ce: consumo del sector energía
Ca: consumo del sector acuícola
Aenc: agua extraída no consumida
Oh: oferta hídrica superficial regional disponible

$$O_h = O_{htotal} - O_{qamb}$$

Donde:

Ohtotal: es el volumen total de agua superficial en una unidad de análisis espacial y temporal determinada.

OQamb: es el volumen de agua correspondiente al caudal ambiental en la misma unidad de análisis espacial y de tiempo de la oferta total.

La interpretación de los resultados arrojados por el índice se realizó de acuerdo con la categorización y significado que se presenta a continuación en la Tabla 5.96 y la

Tabla 5.97:

Tabla 5.96 Categoría y descriptos del IUA

Rango IUA	Categoría IUA	Significado
≤ 1	Muy Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.
1 -10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
>50	Muy Alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.

Fuente: (IDEAM, 2013)


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.97 Rangos y Categorías índice de uso de agua

Rango IUA	Categoría IUA	Significado
≤ 1	Muy Bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.
1 -10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
10.01 - 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
20.01 - 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
50,1 - 100	Muy Alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible.
>100	Crítico	La presión supera las condiciones de la oferta

Fuente: (IDEAM, 2014)

El Índice Uso del Agua que se presenta a continuación en la Tabla 5.98, corresponde a los datos de la Subzona Hidrográfica del Río Pamplonita, los cuales fueron calculados por el Estudio Nacional del Agua 2010 y 2014, y se encuentran publicados en la página web del Sistema de Información del Recurso Hídrico (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014).

Tabla 5.98 Clasificación del IUA en la subzona hidrográfica del río Pamplonita

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Año	Oferta media Mmc	Oferta seca Mmc	Demanda Mmc	IUA Año medio	IUA Año seco
Caribe	Catatumbo	Río Pamplonita	ENA 2010	745,0	218,0	168,49	22,62	77,46
			ENA 2014	21,61	7.283	No registra	25,21	66,98

Fuente: (IDEAM, 2014)

Según el Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010) la subzona hidrográfica del río Pamplonita sufre presiones de demanda del agua Alta en año medio y Muy alta en año seco, mientras que Estudio Nacional del Agua 2014 (IDEAM, 2014) registró que la presión de la demanda es Alta con respecto a la oferta disponible para Año Medio y Crítica en año seco ya que supera las condiciones de la oferta.

Sin embargo, los análisis realizados por CORPONOR y presentados en el Tomo III del documento de Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, muestran los IUA para la subcuenca 25 El Volcán y la subcuenca 24 Batagá. De acuerdo con lo anterior, se registra índice de Uso del Agua Alto para año medio y Muy Alto para año seco, tal como se presenta en la


	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

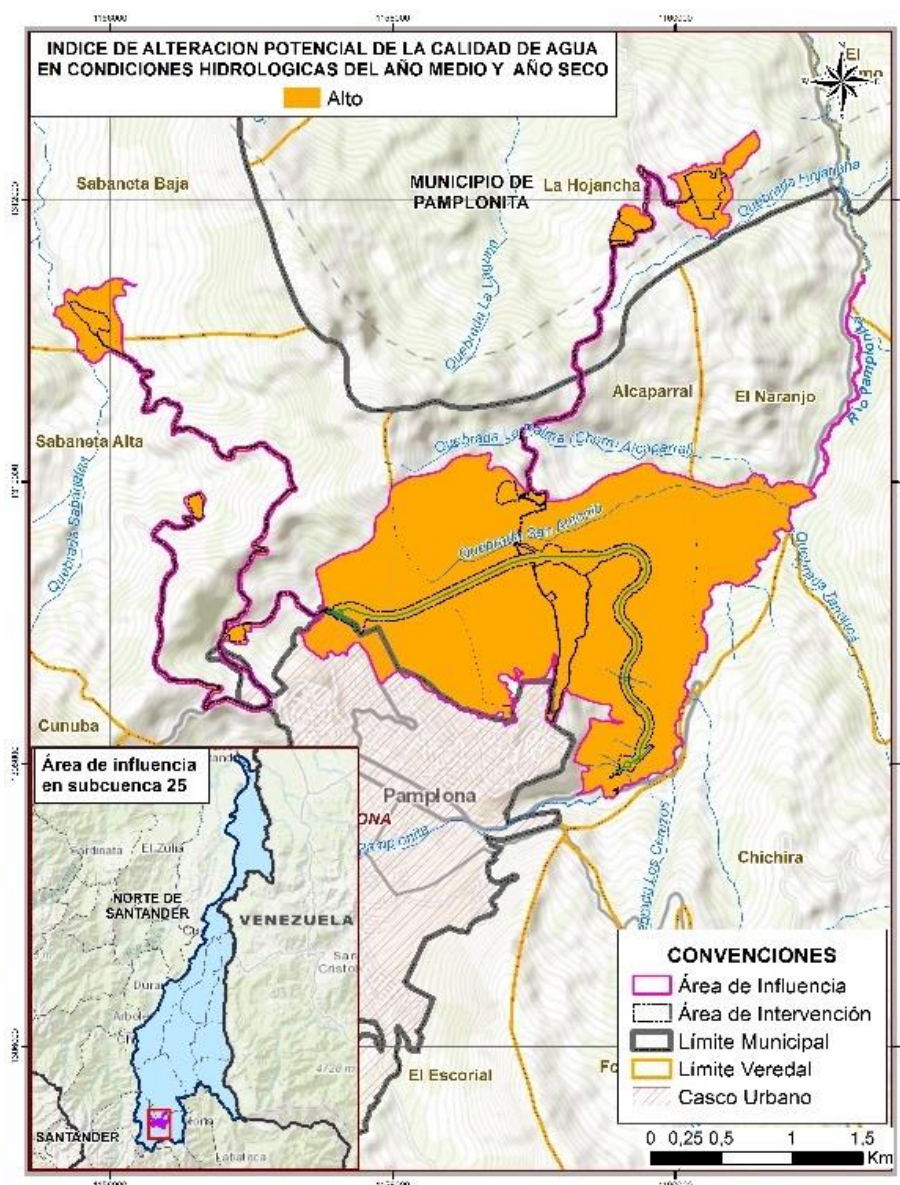
Tabla 5.99, Figura 5.87 y Figura 5.88.

Tabla 5.99 Valores y categorías del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita

Subcuenca	Año Medio		Año Seco	
	IUA	Categoría	Categoría	IUA
24	37	Alto	100	Muy alto
25	37	Alto	100	Muy alto


Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.87 Ubicación cartográfica del IUA para las subcuencas 24 y 25 del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, año medio



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

[illegible]
$$\text{IRH} = \frac{Vp}{Vt}$$

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Donde:

- IRH: Índice de retención y regulación hídrica
Vp: Volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios
Vt: Volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Los valores obtenidos con la estimación del IRH se agrupan en rangos para facilitar las comparaciones entre áreas y subzonas hidrográficas. A cada rango se le asigna una calificación cualitativa, tal como se presenta en la Tabla 5.100.

Tabla 5.100 Categoría y descriptos del IRH

Rangode valores del indicador	Categoría IUA	Significado
>0,80	Muy Alta	Muy alta retención y regulación de humedad
0,75 – 0,85	Alta	Alta retención y regulación de humedad
0,65 – 0,75	Moderada	Media retención y regulación de humedad media
0,50 – 0,65	Baja	Baja retención y regulación de humedad
<0,50	Muy Baja	Muy baja retención y regulación de humedad

Fuente: (IDEAM, 2010; IDEAM, 2014)

Teniendo en cuenta lo anterior, el Índice de Retención y Regulación Hídrica que se presenta a continuación corresponde a los datos de la Subzona Hidrográfica Pamplonita, los cuales fueron calculados por el Estudio Nacional del Agua 2010 y 2014.

Tabla 5.101 Clasificación del IRH en el área de estudio

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Año	Índice de Regulación
Caribe	Catatumbo	Río Pamplonita	ENA 2010	0,67
			ENA 2014	0,68

Fuente: (IDEAM, 2014)

De acuerdo con la información anterior, el Índice de Regulación Hídrica que registra el Estudio Nacional del Agua (2010) refleja que la subzona hidrográfica del río Pamplonita se ubica en un índice Moderado de regulación y retención hídrica con tendencia a ser Baja, lo cual indica que esta subzona tiene tendencia a disminuir su capacidad de mantener los regímenes de caudales.

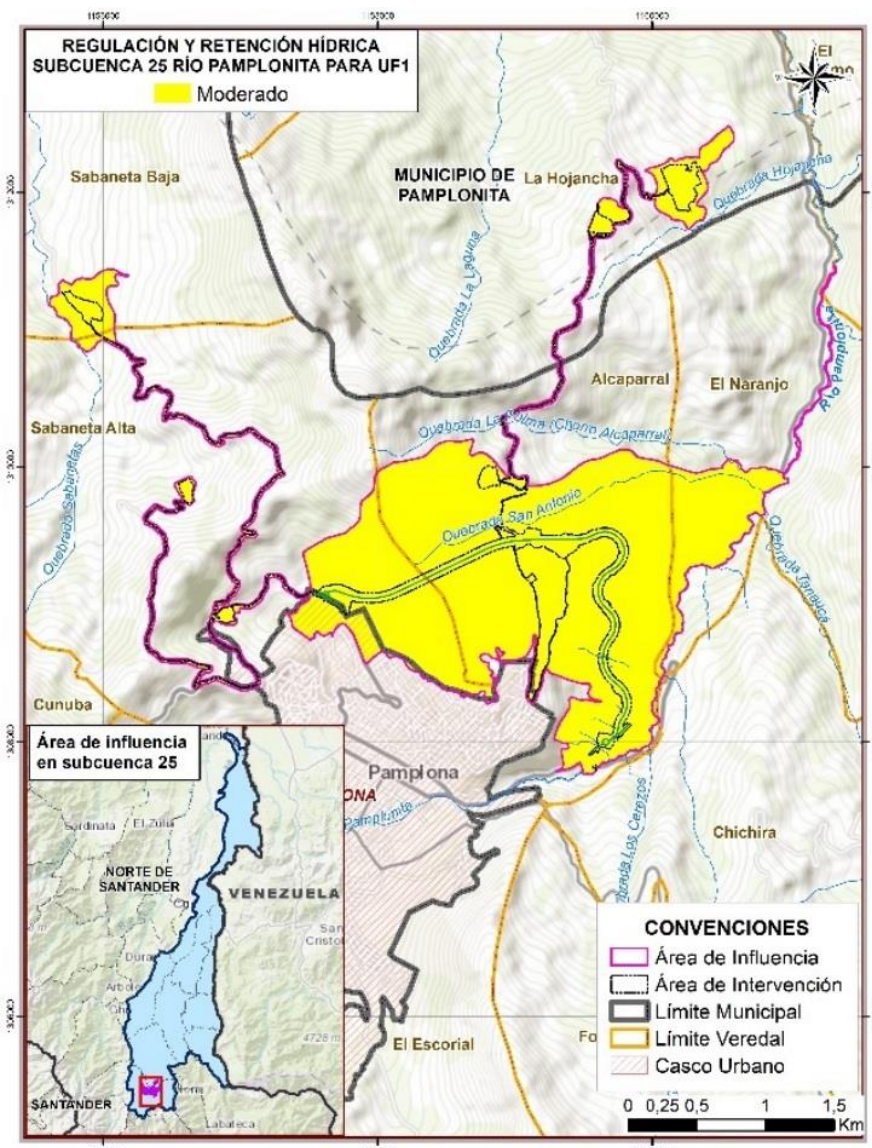
Respecto a los resultados reportados por CORPONOR, el índice de regulación hídrica para las subcuencas 24 y 25 correspondió a Moderada retención y regulación de humedad media, tal como se registran en la Tabla 5.102 y en la Figura 5.89.

Tabla 5.102 Valores y categorías del IRH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del río Pamplonita

Subcuenca	Año Medio	
	IRH	Categoría
24	0,75	Moderado
25	0,75	Moderado

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.89 Ubicación cartográfica del IRH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita en el área de influencia físico-biótica de la UF1



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

5.1.7.6.3 Índice de Vulnerabilidad por desabastecimiento

Es el Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)– podría generar riesgos de desabastecimiento (IDEAM, 2010)

La vulnerabilidad hídrica se determina por la relación entre el Índice de Uso del agua y el Índice de retención y regulación hídrica, tal como se presenta en la Tabla 5.103.

Tabla 5.103 Relación para categorizar el IVH, ENA 2010

Índice de Uso de agua	Índice de regulación y retención hídrica	Categoría de Vulnerabilidad
Muy Bajo	Alto	Muy Bajo
Muy Bajo	Moderado	Bajo
Muy Bajo	Bajo	Medio
Muy Bajo	Muy Bajo	Medio
Bajo	Alto	Bajo
Bajo	Moderado	Bajo
Bajo	Bajo	Medio
Bajo	Muy Bajo	Medio
Medio	Alto	Medio
Medio	Moderado	Medio
Medio	Bajo	Alto
Medio	Muy bajo	Alto
Alto	Alto	Medio
Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto
Alto	Muy bajo	Muy Alto
Muy Alto	Alto	Medio
Muy Alto	Moderado	Alto
Muy Alto	Bajo	Alto
Muy Alto	Muy Bajo	Muy Alto

Fuente: (IDEAM, 2010)

Adicionalmente en función de lo relacionado en la Tabla 5.104 y teniendo en cuenta los resultados de los índices de Uso del agua y de Regulación hídrica, la Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento reportados por el IDEAM en el Estudio Nacional del Agua 2010, la Subzona Hidrográfica del río Pamplonita se clasifica como Alto en año medio y Alto en año seco.

Tabla 5.104 Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico IVH, ENA 2014

Vulnerabilidad del recurso hídrico relación IRH – IUA					
IUA Extremo = porcentaje (Oferta/demanda)		Índice de regulación			
Rango	categoría	Alta	moderado	Baja	Muy baja
<1	Muy bajo	Muy baja	Baja	Media	Media
1-10	Bajo	Baja	Baja	Media	Media
10-20	Moderado	Media	Media	Alta	Alta
20-50	Alto	Media	Alta	Alta	Muy Alta
50-100	Muy Alto	Media	Alta	Alta	Muy Alta
>100	Crítico	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

Fuente: (IDEAM, 2014)

En los indicadores del año 2014, el Estudio Nacional de Agua reportó que el Índice de Vulnerabilidad Hídrica para la Subzona Hidrográfica del río Pamplonita se clasifica como Alto en año medio y año seco.



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.105.

Tabla 5.105 Valores y categorías del IVH en la subzona hidrográfica del río Pamplonita. ENA 2010

Subzona hidrográfica	Año Medio			Año Seco		
	IUA	IRH	IVH	IUA	IRH	IVH
Río Pamplonita	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto

Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

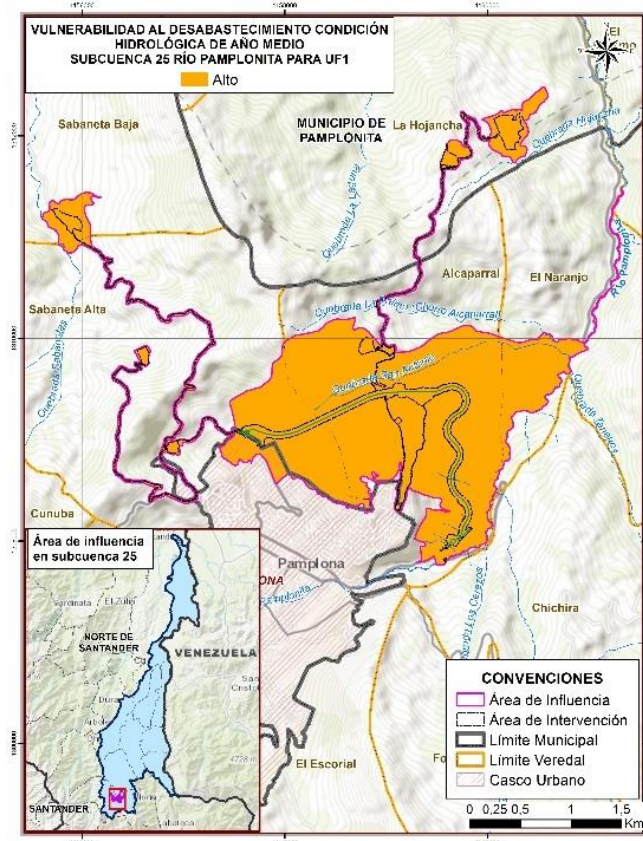
En cuanto a los resultados reportados por CORPONOR, el índice de vulnerabilidad hídrica para las subcuencas 24 y 25 correspondió a alto en año medio y alto en año seco, tal como se presenta en la Tabla 5.106, Figura 5.90 y Figura 5.91.

Tabla 5.106 Valores y categorías del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita correspondiente al área de influencia de la UF1

Subcuenca	Año Medio			Año Seco		
	IUA	IRH	IVH	IUA	IRH	IVH
24	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto
25	Alto	Moderada	Alto	Muy Alto	Moderado	Alto

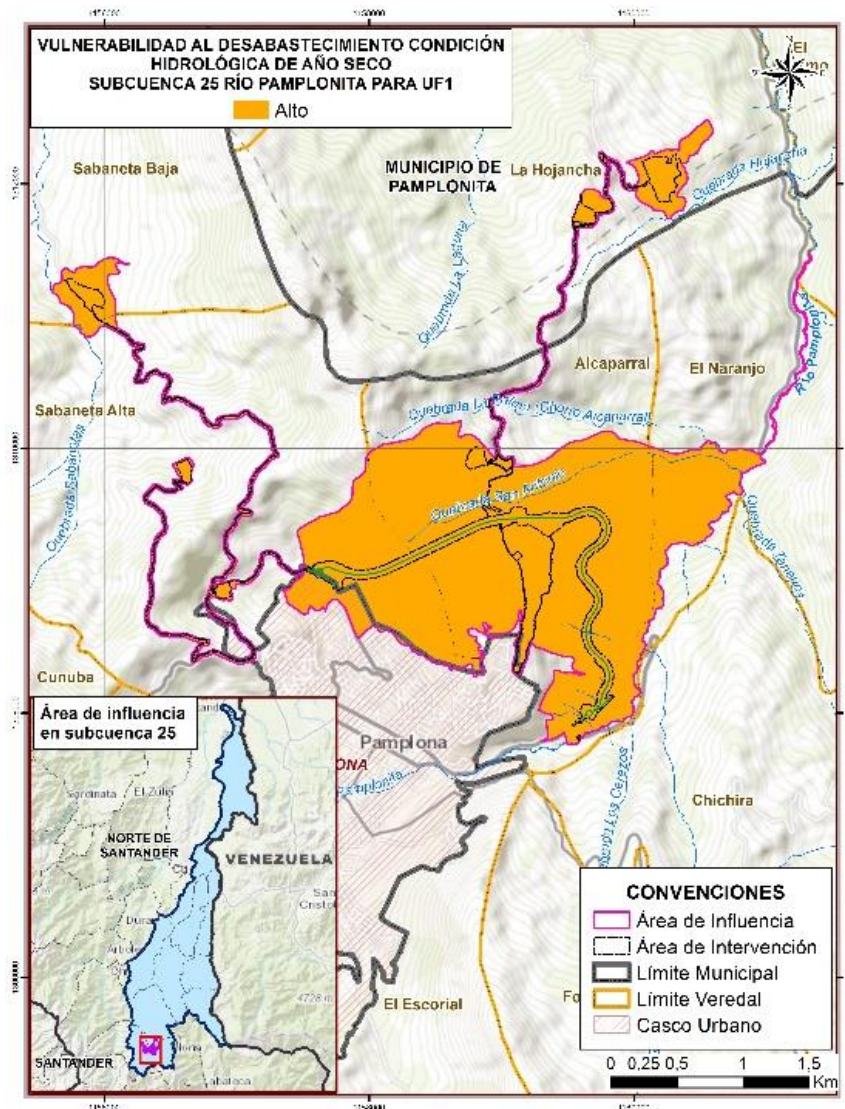
Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.90 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas 24 y 25 y un tramo del Río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Medio



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

Figura 5.91 Ubicación cartográfica del IVH para las subcuencas y un tramo del río Pamplonita ubicada en el área de influencia físico-biótica de la UF1, Año Seco



Fuente: (Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental-CORPONOR, 2014)

5.1.8 Hidrogeología

El estudio hidrogeológico del corredor vial Cúcuta - Pamplona, se enmarca en los términos de referencia con códigos M-M-INA-02, emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 26 de marzo del 2015, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) en proyectos de construcción de carreteras, las especificaciones técnicas del proyecto vial Cúcuta – Pamplona. De forma adicional en el desarrollo del presente estudio se emplea literatura hidrogeológica especializada.

En el Capítulo 5.1 Abiótico - Tomo II, se presenta la caracterización del componente hidrogeológico de la unidad funcional 1 (UF1) de la vía Cúcuta-Pamplona.

5.1.9 Geotecnia

Para el área de influencia de la Unidad Funcional 1 se realizó la zonificación geotécnica considerando aspectos de litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes, morfodinámica, precipitación y sismicidad. Además, se realizó una zonificación específica para el túnel, identificando sectores con potenciales comportamientos geomecánicos e hidrogeológicos homogéneos y la estabilidad del macizo en cada sector. En este numeral se presenta en primer lugar la zonificación geotécnica del túnel y luego la zonificación geotécnica generalizada para toda el Área de Influencia de la Unidad Funcional 1.

5.1.9.1 Geotecnia para tramo túnel

La sectorización geotécnica del túnel de Pamplona corresponde a la realizada por la empresa SACYR INGENIERIA E INFRAESTRUCTURA dentro de los estudios y diseños de detalle realizados para la CONCESIÓN UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA.

5.1.9.1.1 Materiales afectados por la excavación del túnel

El túnel se sitúa entre las progresivas K58+745 y K60+075, presenta una montera máxima de 225 m sobre el rasante entorno del K59+380, y una longitud de túnel de 1330 m.

Los materiales que se verán afectados por la excavación del trazado del túnel y la galería de evacuación corresponden a 3 formaciones de edad cretácica y una jurásica, concretamente a la formación Capacho, hasta la progresiva K58+885, a la formación Aguardiente, desde la anterior progresiva y hasta la K59+200, desde este punto y hasta K59+930 a la formación Tibú y Mercedes, y, a partir del K59+930 a la formación Girón de edad jurásica. Estos materiales fueron reconocidos tanto por estaciones geomecánicas como por sondeos realizados a lo largo del trazado del túnel. También se afectará a materiales cuaternarios y horizontes de meteorización del sustrato, en especial en los portales.

Según los materiales muestreados en los sondeos, los materiales de la formación Capacho a intervenir con excavación en el túnel están compuestos en un 100% por lodolitas, la formación Aguardiente presenta un 87% de areniscas frente a un 13% de arcillolitas, en la formación Tibú y Mercedes los porcentajes de arcillolitas aumentan considerablemente, siendo un 58 % de arcillolitas frente a un 42% de areniscas.


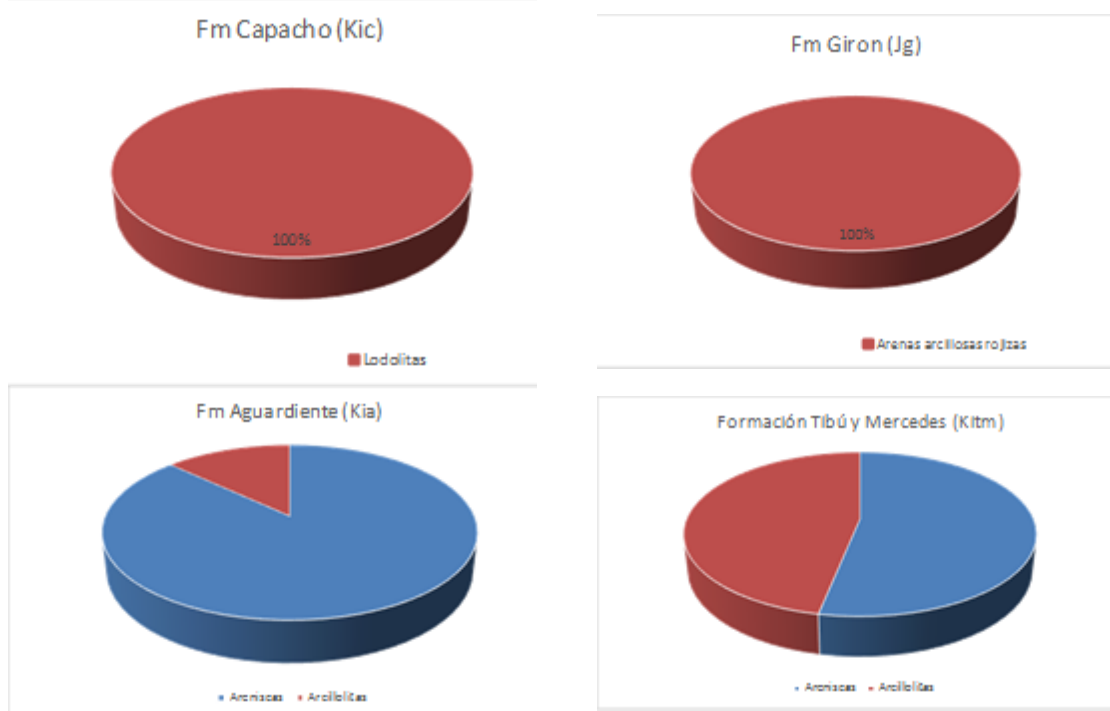
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.92

Figura 5.92 Porcentajes de litologías por formación geológicas



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

La formación Girón en el espesor investigado está compuesta por material tipo suelos en un 100%, que constituye el horizonte de meteorización de la formación. Desde un punto de vista granulométrico está compuesta por arenas arcillosas rojizas. Los materiales cuaternarios corresponden con arcillas y gravas en porcentajes variables, pueden presentar gravas y bloques.

Para realizar la caracterización de estos materiales se ha considerado adecuado diferenciar niveles compuestos mayoritariamente por tramos granulares de areniscas de los compuestos mayoritariamente por fracción fina. Además, dado que el comportamiento geotécnico de las formaciones cretácicas Aguardiente y Tibú y Mercedes presentan características similares caracterizaron conjuntamente los tramos areniscosos de ambas formaciones y los arcillolíticos. Así, a continuación se presentan los siguientes grupos geotécnicos:

- Lodolitas de la formación Capacho.
- Niveles de areniscas de la formación Aguardiente + Tibú y Mercedes
- Niveles de arcillolitas de la formación Aguardiente + Tibú y Mercedes
- Nivel de meteorización de la Formación Girón
- Suelos cuaternarios

5.1.9.1.2 Metodología para el análisis de resultados

5.1.9.1.2.1 Metodología para la caracterización de suelos

La afección a suelos dentro del tramo en estudio es importante, especialmente en el portal de salida.

Para la caracterización de los suelos se analizaron los ensayos disponibles desestimando para adopción de los parámetros característicos de cada unidad geotécnica analizada aquellos que se consideraron anómalos.

En los casos en los que no se contó con suficientes ensayos a modo de aproximación se consideró posible seguir la propuesta de parámetros recogida en la figura adjunta, para diferentes tipos de terreno, tomada las Recomendaciones para obras marítimas R.O.M 05 editado por el ministerio de fomento español. Figura 5.93 y Figura 5.94.

Figura 5.93 Parámetros tipo para suelos cohesivos

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas (Continuación)

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros ⁽²⁾	Resis. al corte sin drenaje ⁽⁶⁾ (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) (ϕ^0)	Módulo de deformación ⁽⁵⁾ drenado (MPa)	Coefficiente de permeabilidad ⁽³⁾ (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	10^{-6}
		Media	0,60	60	20	25	
		Blanda	0,80	20	10	20	
		Muy blanda	I	10	0	18	
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	10^{-8}
		Media	0,50	80	20	23	
		Blanda	0,70	40	10	19	
		Muy blanda	I	20	0	15	

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

- (1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
- (2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
- (3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres ordenes de magnitud diferentes a los indicados.
- (4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
- (5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
- (6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

Fuente (ROM.05)

Figura 5.94 Parámetros tipo para suelos granulares

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros ⁽²⁾	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento (φ°)	Módulo de deformación ⁽³⁾ drenado (MPa)	Coefficiente de permeabilidad ⁽³⁾ (cm/s)
Suelos granulares ⁽¹⁾	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	10 ⁻²
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) ⁽⁴⁾	Densa	0,20	10	40	50	10 ⁻³
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) ⁽⁴⁾	Densa	0,15	20	35	50	10 ⁻⁴
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	
Reellenos artificiales	Banquetas de todo-uno vertidas y esolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	1
		Muy floja	0,70	0	35	5	

Fuente (ROM.05)

De los ensayos triaxiales en suelos consolidados y drenado (CD) o consolidados y con medidas de presión de poro (CU+U), para la obtención de los parámetros de corte c y ϕ , se realizaron ajustes mediante gráficos p - q . Estos diagramas p - q corresponden a una manera diferente de representar los resultados de una serie de ensayos triaxiales frente a la representación de todos los círculos de Mohr obtenidos en cada prueba, resultando más sencillo ajustar una recta a una serie de puntos que ajustar una recta tangente a distintos círculos. Los puntos dan los valores de p y q correspondientes a los puntos máximos de las curvas esfuerzo-deformación. La curva trazada a través de estos puntos se denomina línea K_f . Al igual que la envolvente de Mohr, esta línea K_f también es curva, pero puede sustituirse por una recta para la gama de esfuerzos que interese.

De este modo, para la obtención de cada punto p - q se debe aplicar la siguiente formulación:

$$q = \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right); p = \left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \right)$$

Una vez obtenidos todos los puntos p - q y ajustada la recta K_f , se obtuvieron los parámetros de corte c y Φ según las expresiones siguientes:

$$\text{sen } \phi = \tan \alpha ; \quad c = a / \cos \phi;$$

Siendo:

α la pendiente de la línea

K_f ($q=a + p \cdot \tan \alpha$)

a la intersección de la Línea Kf con el eje q (eje y).

De los ensayos presiométricos (Ep) se pudo estimar el módulo edométrico (Em) mediante la siguiente expresión:

$$E_p = \alpha E_m$$

Adoptando α los siguientes valores

Tabla 5.107 Valores α

Suelo	Arcilla	Limo	Arenas	Gravas
α	2/3	1/2	1/3	1/4

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.1.2.2 Metodología para la caracterización de rocas

5.1.9.1.2.3 Caracterización roca intacta

Los parámetros resistentes de la roca matriz se determinan a partir de los ensayos de laboratorio efectuados, utilizándose ensayos a compresión simple o uniaxial, ensayos de tracción indirecta (brasileño), y ensayos de compresión triaxial en roca. De esta manera, si se representan los resultados de estos ensayos en el plano $[\sigma_3 - \sigma_1]$ se obtiene un punto para cada ensayo. Los diferentes criterios de rotura determinan una relación funcional entre estos puntos. Los dos criterios fundamentales son el de Mohr-Coulomb y el de Hoek-Brown.

El criterio de Mohr-Coulomb supone una relación lineal entre σ_3 y σ_1 :

Siendo la σ_c la resistencia a compresión simple del litotipo y λ un parámetro relacionado con el ángulo de fricción según la ecuación:

$$\lambda = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

A partir de σ_c y σ_3 se pueden obtener el ángulo de fricción (Φ) y la cohesión del litotipo (C) mediante la expresión:

$$\phi = 2 \cdot \arctan \sqrt{\lambda} - 90$$

$$c = \sigma_c \frac{1 - \sin \phi}{2 \cos \phi}$$

El criterio de Hoek-Brown supone una relación no lineal entre σ_1 y σ_3 de la forma:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c^i \cdot (m_b \cdot \sigma_3 / \sigma_c^i + s)^a$$

Donde:

- $m_b = m_i \cdot e^{(GSI - 100 / 24 - 14D)}$
- $s = e^{(GSI - 100 / 9 - 3D)}$
- $a = 1/2 + 1/6(e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$

Siendo m_i una constante del material y D un factor que depende del grado de alteración o daño ocasionado por el método de excavación (factor de disturbancia). El GSI es el índice de calidad del macizo rocoso denominado Geological Strength Index e introducido recientemente por Hoek.

Al estudiar la roca intacta $m_b = m_i$; $s = 1$ y $a = 1/2$, pudiendo expresarse la relación como

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_c^i \cdot (m_i \cdot \sigma_3 / \sigma_c^i + 1)^{1/2}$$

En primer lugar, cada uno de los litotipos fue caracterizado a nivel de roca intacta, asignando un valor σ_{ci} y de m_i deducido de los ajustes realizados a partir de los ensayos de laboratorio.

Los valores obtenidos de m_i según el criterio de Hoek y Brown deben ajustarse de modo aproximado a los rangos establecidos por Hoek y Marinos en 2.000, los cuales se muestran en la Figura 5.95. En caso de no disponer de un ajuste adecuado por no disponer de datos, es posible tomarlos como bibliográficos.

En cuanto al módulo de deformación de la roca intacta, para su determinación es posible recurrir al denominado Módulo Relativo (MR), basado en Deere y en Palmstrom y Singh, según el cual el módulo de deformación a nivel de roca intacta se puede estimar como el producto de la resistencia a compresión simple por el Módulo Relativo.

En la


	<p align="center"> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO </p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.96 se muestran los diferentes valores del Módulo Relativo establecidos para cada litología y a partir de la cual se le ha asignado a cada litotipo un valor.

Figura 5.95 Valores de la constante m_i para rocas intactas tomadas de la bibliografía

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerate (22)	Sandstone 19 —— Greywacke —— (18)	Siltstone 9	Claystone 4
	Non-Clastic	Organic	—— Chalk —— 7 —— Coal —— (8-21)			
		Carbonate	Breccia (20)	Sparitic Limestone (10)	Micritic Limestone 8	
		Chemical		Gypstone 16	Anhydrite 13	
	METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9	Hornfels (19)	Quartzite 24
Slightly foliated		Migmatite (30)	Amphibolite 25 - 31	Mylonites (6)		
Foliated*		Gneiss 33	Schists 4 - 8	Phyllites (10)	Slate 9	
IGNEOUS	Light		Granite 33		Rhyolite (16)	Obsidian (19)
	Dark	Granodiorite (30)			Dacite (17)	
		Diorite (28)			Andesite 19	
		Gabbro 27	Dolerite (19)	Basalt (17)		
	Norite 22					
	Extrusive pyroclastic type		Agglomerate (20)	Breccia (18)	Tuff (15)	

* These values are for intact rock specimens tested normal to bedding or foliation. The value of m_i will be significantly different if failure occurs along a weakness plane.

Fuente (Hoek y Marinos, 2.000 "Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rock masses")

Figura 5.96 Valores del Módulo Relativo para diferentes litologías según Deere y Palmstrom y Singh

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
Sedimentary	Clastic		Conglomerates 300-400 Breccias 230-350	Sandstones 200-350	Siltstones 350-400 Greywackes 350	Claystones 200-300 Shales 150-250 ^a Marls 150-200
		Carbonates	Crystalline limestones 400-600	Sparitic limestones 600-800	Micritic limestones 800-1000	Dolomites 350-500
	Non-clastic	Evaporites		Gypsum (350) ^b	Anhydrite (350) ^b	
		Organic				Chalk 1000+
Metamorphic	Non-foliated		Marble 700-1000	Hornfels 400-700 Metasandstone 200-300	Quartzites 300-450	
	Slightly foliated		Migmatite 350-400	Amphibolites 400-500	Gneiss 300-750 ^a	
	Foliated ^a			Schists 250-1100 ^a	Phyllines/Mica Schist 300-800 ^a	Slates 400-600 ^a
Igneous	Plutonic	Light	Granite ^c 300-550 Granodiorite ^c 400-450	Diorite ^c 300-350		
		Dark	Gabbro 400-500 Norite 350-400	Dolerite 300-400		
	Hypabyssal		Porphyries (400) ^b		Diabase 300-350	Peridotite 250-300
	Volcanic	Lava		Rhyolite 300-500 Andesite 300-500	Dacite 350-450 Basalt 250-450	
		Pyroclastic	Agglomerate 400-600	Volcanic breccia (500) ^b	Tuff 200-400	

^aHighly anisotropic rocks: the value of MR will be significantly different if normal strain and/or loading occurs parallel (high MR) or perpendicular (low MR) to a weakness plane. Uniaxial test loading direction should be equivalent to field application.

^bNo data available, estimated on the basis of geological logic.

^cFelsic Granitoidic: coarse grained or altered (high MR). Basic grained (low MR).

Fuente (Deere y Palmstrom y Singh)

5.1.9.1.2.4 Caracterización macizo rocoso

Una vez determinadas las propiedades de cada litotipo, a nivel de la roca intacta, es preciso estimar sus propiedades a nivel del macizo rocoso. Para ello a cada unidad se le ha asociado un Rock Mass Ratio (RMR), aplicando la clasificación de Bieniawski.

Los macizos rocosos, como medios discontinuos, presentan un comportamiento geomecánico complejo que, de forma simplificada, puede ser estudiado y categorizado en función de su aptitud para distintas aplicaciones. Con este objetivo surgieron las clasificaciones geomecánicas que aportan mediante la observación directa de las características de la matriz y del macizo rocoso en su conjunto, índices de calidad relacionados con los parámetros geomecánicos, tales como.

- Resistencia de la matriz
- Índice RQD
- Espaciado de las discontinuidades
- Orientación de las discontinuidades
- Condiciones de las discontinuidades

- Estructura geológica y fallas
- Filtraciones y presencia de agua
- Estado tensional

Una de las clasificaciones geomecánicas más utilizadas en la actualidad es el RMR de Bieniawski; el cual se emplea tanto para la caracterización de los macizos rocosos y sus propiedades como para su aplicación en túneles y taludes.

Para la caracterización de los macizos rocosos que se verán afectados por la infraestructura proyectada se realizaron estaciones geomecánicas y sondeos de reconocimiento ejecutados a lo largo del trazado del túnel. En cada una de ellas se estimaron las siguientes Clasificaciones de Geomecánicas de uso común para la caracterización de macizos rocosos tanto en túneles como en taludes:


- Índice Rock Mass Rating. RMR de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial).

Esta clasificación fue desarrollada por Bieniawski en 1973, con actualizaciones en los años 1979 y 1989. Constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo y de excavación y sostenimiento en túneles. El índice RMR (Rock Mass Ratio) varía desde los 0 a los 100 puntos, siendo 0 el valor mínimo de un suelo y 100 el de una roca sin meteorizar, sin apenas discontinuidades y en estado seco. Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa, pudiéndose emplear también la resistencia obtenida en el ensayo PLT (Point Load Test). Este parámetro equivale al subíndice RMR-1 y tiene valores desde 0 a 15 puntos.
- Grado de fracturación en términos de RQD. Este parámetro equivale al subíndice RMR-2 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Espaciado de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR-3 y tiene valores desde 0 a 20 puntos.
- Juntas por metro. Este parámetro unifica los subíndices RMR2 y RMR3 y equivale al parámetro de frecuencia de discontinuidades Σ (RMR2+RMR3), pudiendo alcanzar valores de 0 a 34 puntos.
- Condiciones de las discontinuidades, incluyendo persistencia o continuidad, abertura, rugosidad, relleno y alteración de las discontinuidades. Este parámetro equivale al subíndice RMR4, pudiendo alcanzar valores de 0 a 30 puntos.
- Condiciones hidrogeológicas a definir bien mediante estimación del caudal que sale del macizo rocoso, presión de agua o estado general. Este parámetro equivale al subíndice RMR5 y puede alcanzar valores de 0 a 15 puntos.

La suma de estos 5 subíndice (RMR1+RMR2+RMR3+RMR4+RMR5) constituyen el valor del RMR básico (RMRb) o sin corregir, ya que no se tiene hasta ahora en cuenta la orientación de las discontinuidades respecto a la actuación prevista, túneles, desmontes o cimentaciones.

De este modo, para la obtención del índice RMR corregido se debe aplicar una reducción del índice RMR básico según la incidencia de la orientación de las familias más importantes de discontinuidades existentes en el macizo, para lo cual será imprescindible conocer la orientación longitudinal del túnel, talud, o cimentación.

 Unión Vial Río Pamplona Una Compañía de Sacyr Concesiones	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

A continuación, en la Tabla 5.108 se presenta la clasificación geomecánica RMR de Bieniawski de 1989, incluyéndose los valores de corrección para la obtención del RMR corregido. Finalmente, en el mismo cuadro se incluye las distintas calidades del macizo rocoso en función del índice RMR obtenido.

Tabla 5.108 Clasificación del índice RMR de Bieniawski, 1989

RMR (1) RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE DE LA ROCA INTACTA																
VALOR (kg/cm²)	>2.500		1.000-2.500		500-1.000		250-500		50-250		10-50		<10			
VALORACIÓN	15		12		7		4		2		1		0			
RMR (2) RQD																
índice R.Q.D.	90-100%		75-90%		50-75%		25-50%		10-50%		5-25%		< 25%			
VALORACIÓN	20		17		13		9		6		3		0			
RMR (3) SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																
Espaciado de diaclasas	>2000 mm		600-2000 mm		200-600 mm		60-200 mm		30-60 mm		15-30 mm		<15 mm			
VALORACIÓN	20		15		10		8		5		3		0			
RMR (2+3) RQD Y SEPARACIÓN ENTRE DIACLASAS																
JUNTAS POR METRO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
VALORACIÓN	40	34	31	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	16	17
JUNTAS POR METRO	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VALORACIÓN	17	16	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8
JUNTAS POR METRO	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
VALORACIÓN	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	4	3
RMR (4) ESTADO DE LAS DIACLASAS																
PERSISTENCIA	<1 m		1-3 m		3-10 m		10-20 m		20-50 m		50-100 m		>100 m			
	6		4		2		1		0		0		0			
APERTURA	0		<0,1 mm		0,1-1 mm		1-5 mm		5-10 mm		10-20 mm		>20 mm			
	6		5		4		1		0		0		0			
RUGOSIDAD	Muy rugosa		Rugosa		Liger. rugosa		Lisa		Espejo falla		Espejo falla		Espejo falla			
	6		5		3		2		0		0		0			
RELLENO	NO HAY		DURO CON ESPESOR <5mm		DURO CON ESPESOR >5mm		BLANDO CON ESPESOR <5mm		BLANDO CON ESPESOR >5mm		BLANDO CON ESPESOR >5mm		BLANDO CON ESPESOR >5mm			
	6		5		3		2		0		0		0			
GRADO DE METEORIZACIÓN	NO AFECTADO		LIGERO		MODERADO		ALTO		DESCOMPUESTO		DESCOMPUESTO		DESCOMPUESTO			
	6		5		3		1		0		0		0			
RMR (5) EFECTO DEL AGUA																
ESTADO	SECO		LIG. HÚMEDO		HÚMEDO		GOTEANDO		GOTEANDO		GOTEANDO		AGUA FLUYENDO			
VALORACIÓN	15		10		7		4		3		2		0			

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Tabla 5.109 Corrección del índice RMR de Bieniawski, 1989 en función de la orientación

DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL				DIRECCIÓN PARALELA AL EJE DEL TÚNEL		Cualquier Dirección
Excavación hacia buzamiento	Excavación contra buzamiento			Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	
Buzam. 45-90	Buzam.20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 45-90	Buzam. 20-45	Buzam. 0-20
Muy favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Desfavorable
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

En función del RMR obtenido, los macizos rocosos se clasifican en las cinco categorías siguientes:

- Roca Muy Buena (RMR entre 81 y 100).
- Roca Buena (RMR entre 61 y 80).

- Roca Media (RMR entre 41 y 60).
- Roca Mala (RMR entre 21 y 40).
- Roca Muy Mala (RMR menor que 20).
- Índice de Resistencia Geológica GSI (Índice Geological Strength Index de Hoek, 1994)

El Índice de Resistencia Geológica, traducción de Geological Strength Index (GSI), fue desarrollado por Hoek et al. (1995). A diferencia del RMR, es un índice que se obtiene de forma simplificada y visual a partir de dos parámetros: la estructura de la matriz rocosa y el estado superficial de la misma.

La estructura de la matriz rocosa es función del grado de fracturación (o discontinuidades). Para ello, se definen cinco categorías en función del grado de trabazón de los bloques de la roca. El estado superficial de la matriz rocosa, es relación de la resistencia de la roca sana y las características de las discontinuidades en cuanto a resistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración; definiéndose cinco subcategorías en función de la calidad de la superficie.

El GSI, presenta una puntuación final comprendida dentro del intervalo 0-100. Con idéntica ponderación entre los distintos parámetros que lo componen. La Tabla 5.110, muestra, de forma esquemática, la idea expresada en el presente párrafo

Tabla 5.110 Influencia de la parametrización en el GSI

Parámetro	GSI
Resistencia a compresión simple	0
RQD y espaciado de las discontinuidades	50
Condición de las discontinuidades	50
Presencia de agua subterránea	0

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Tal y como se extrae de los párrafos anteriores, el GSI introduce un mayor empirismo en una clasificación de por sí empírica, opinión compartida por diversos autores. Sin embargo, es el punto de unión entre la descripción visual realizada en los trabajos de campo y el modelo constitutivo de rotura no lineal desarrollado por sus mismos autores e implementado en una gran gama de software empleados en el diseño de obras de ingeniería.

La evaluación del GSI se hace por comparación del caso que interesa con las condiciones típicas, y el mismo puede variar de 0 a 100, lo que permite definir 5 clases de macizos rocosos en analogía al índice RMR:

- Macizos de calidad MUY MALA (Clase V, GSI 0-20).
- Macizos de calidad MALA (Clase IV, GSI 21-40).
- Macizos de calidad REGULAR (Clase III, GSI 41-60).
- Macizos de calidad BUENA (Clase II, GSI 61-80).
- Macizos de calidad MUY BUENA (Clase I, GSI 81-100).

Para su determinación se pueden usar los ábacos que se muestran en la



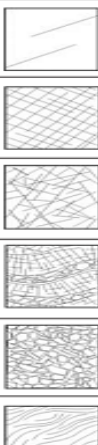
 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.97 para rocas fracturadas.

Figura 5.97 Ábaco para estimación del índice GSI en rocas fracturadas

Table 4.3 GSI values characterizing blocky rock masses on the basis of particle interlocking and discontinuity condition

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000) From the lithology, structure and surface conditions of the discontinuities, estimate the average value of GSI. Do not try to be too precise. Quoting a range from 33 to 37 is more realistic than stating that GSI=35. Note that the table does not apply to structurally controlled failures. Where weak planar structural planes are present in an unfavorable orientation with respect to the excavation face, these will dominate the rock mass behavior. The shear strength of surfaces in rocks that are prone to deterioration as a result of changes in moisture content will be reduced if water is present. When working with rocks in the fair to very poor categories, a shift to the right may be made for wet conditions. Water pressure is dealt with by effective stress analysis.		DECREASING SURFACE QUALITY				
STRUCTURE		VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Slidensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	VERY POOR Slidensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
 DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES	INTACT OR MASSIVE—intact rock specimens or massive <i>in situ</i> rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY—well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY—interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY—folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
	DISINTEGRATED—poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
	LAMINATED/SHEARED—lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Respecto al uso del índice GSI para caracterizar geotécnicamente el macizo rocoso, es conveniente indicar lo siguiente:

- No es aplicable en aquellos casos en que el comportamiento del macizo rocoso presenta un claro control estructural. De hecho, cuando el macizo presenta sólo dos sets de estructuras el criterio de Hoek-Brown (para el cual fue desarrollado el GSI) debe aplicarse con sumo cuidado.
- No considera la resistencia en compresión uniaxial de la roca intacta, ya que al evaluar la resistencia del macizo se incluyen los parámetros que definen el criterio de Hoek-Brown.
- No considera el espaciamiento entre estructuras, ya que éste está implícitamente incluido al evaluar los bloques del macizo rocoso (a mayor espaciamiento el macizo es más masivo y a menor espaciamiento presenta bloques más pequeños).

El índice GSI debe definirse en un rango y no como un valor específico. En la práctica es usual definir un rango de unos 10 puntos.

Por otro lado, también se puede obtener a partir del índice RMR el ya mencionado valor de GSI a partir de la formulación:

$$GSI = RMR_{\text{seco}} - 5$$

Donde RMR corresponde al índice RMR obtenido a partir de la clasificación de Bieniawski de 1989, y seco se refiere a que se le suman los 15 puntos correspondientes al factor del agua (RMR5).

A partir del valor de GSI también existen múltiples estimaciones del módulo del macizo (E_m) a partir de formulaciones empíricas, tales como la expresión de Diederichs, que considera GSI según la siguiente expresión

$$E_{rm}(\text{MPa}) = 100,000 \left(\frac{1 - D/2}{1 + e^{((75 + 25D - GSI)/11)}} \right)$$

Donde:

D = factor de disturbancia

Otras expresiones como la de Serafín y Pereira modificada por Hoek (2002), expresan el módulo como:

$$E_m (\text{GPa}) = (1 - D/2) \cdot (\sigma_c^i / 100)^{1/2} \cdot 10^{(RMR - 10)/40}$$

Por su parte, Bieniawski (2005) permite estimar el módulo a partir del de la roca intacta y del RMR. Éste expresa el módulo como:

$$E_m = E^i \cdot e^{(RMR - 10)/36}$$

A partir del índice RMR también puede estimarse a partir de expresiones empíricamente el módulo elástico in situ del macizo (ver



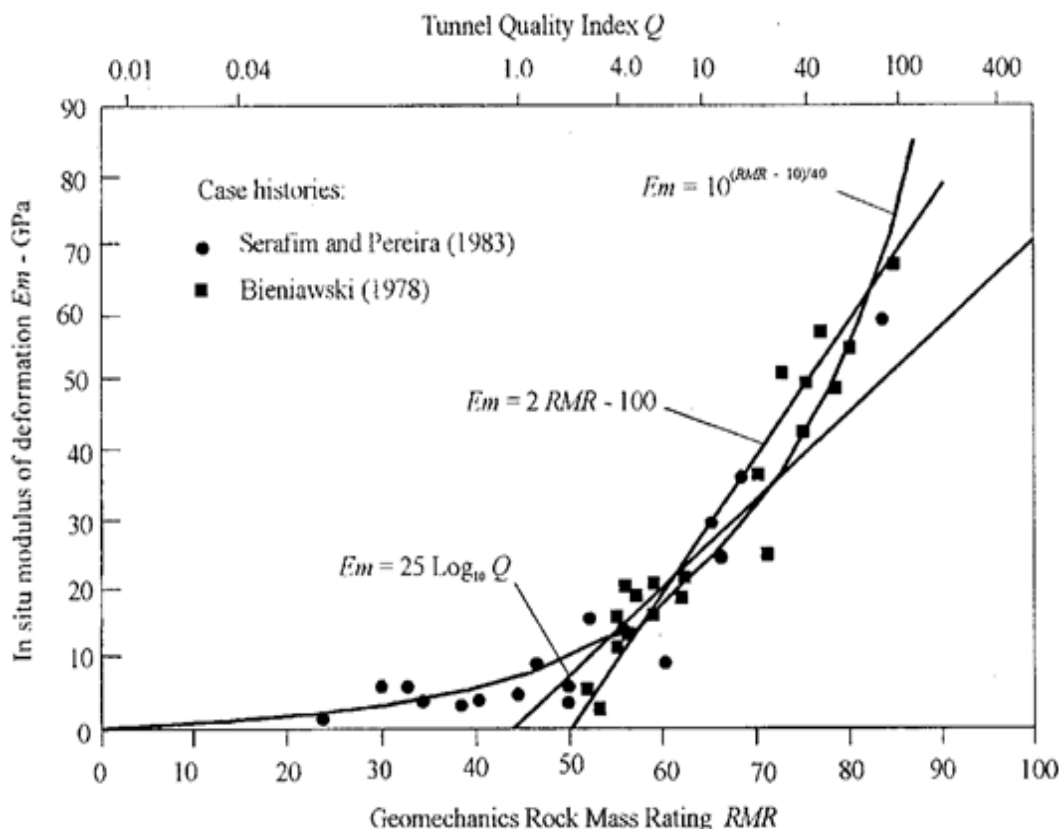
 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.98).

Figura 5.98 Correlaciones empíricas entre el índice RMR y Q y el módulo de deformación in situ E_m .



- E_m (GPa) = $2 \cdot RMR - 100$ para $RMR > 50$
- E_m (GPa) = $10(RMR - 15) / 40$ para $RMR < 50$ Serafín y Pereira (1983) y Bieniawski (1978)
- $E_m = [(RCS)/2] \cdot 10(RMR - 15) / 40$ Hoek y Brown (1997), donde RCS = Resistencia a Compresión Simple
- E_m (GPa) = $0.3 \cdot H \cdot \alpha \cdot 10(RMR - 20) / 38$ Verman (1993), donde H = profundidad y $\alpha = 0.16 - 0.3$ (disminuye con la resistencia de la roca).
- $E_m = E_i / 100 \cdot (0.0028 \cdot RMR^2 + 0.9 \cdot \exp(-(RMR / 22.82)))$, $E_i = 50$ GPa, Nicholson & Bieniawski
- $E_m = E_i \cdot (0.5 \cdot (1 - \cos(\pi RMR / 100)))$, $E_i = 50$ GPa, Mitri et al.
- $E_m = 0.1 \cdot (RMR / 10)^3$, Read et al.

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.1.3 Sectorización geotécnica del túnel

En el presente acápite se presenta sectorización del túnel de acuerdo con la clasificación geomecánica por tramos homogéneos.

Dicha clasificación se ha realizado a partir de los levantamientos geomecánicos realizados en las estaciones geomecánicas y perforaciones ejecutadas, habiendo realizado un

levantamiento estadístico de los datos obtenidos y que han servido para obtener la calidad geomecánica de cada tramo.

También se ha considerado el levantamiento estadístico de las orientaciones de las discontinuidades obtenidas en las estaciones geomecánicas y que han permitido, mediante el análisis estereográfico de las mismas, la definición de tres dominios estructurales. En la clasificación geomecánicas por tramos se ha considerado la clasificación geomecánica, Índice Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski (1989, Sistema CSIR-Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial).

Se ha establecido el RMR básico para cada tramo, habiendo corregido posteriormente el mismo según la orientación de la discontinuidad principal, considerándose esta como la estratificación al ser la discontinuidad más penetrativa y que pueden tener una mayor incidencia durante la excavación del túnel.

La corrección del RMR realizada se ha elaborado de acuerdo con los criterios establecidos por Bieniawski los cuales se muestran en la Tabla 5.109 y la Tabla 5.111.

Tabla 5.111 Corrección por orientación de las discontinuidades

Dirección y buzamiento		Muy Favorable	Favorable	Medio	Desfavorable	Muy Desfavorable
Puntuación	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentac.	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

En el Túnel de Pamplona, se aplica una corrección de -5 puntos hasta la progresiva K58+890, dado que la dirección de la estratificación es paralela al túnel con buzamientos entre 20-45° orientación media; y de -10 en el resto del trazado del túnel, donde la dirección de la estratificación es contraria al sentido de excavación con buzamientos entre 20-45°, orientación desfavorable. Tabla 5.112.

Tabla 5.112 Sectorización del Túnel

Párame tro	Sector																					
Pk	58730	58850	58860	5890 0	589 10	589 30	589 65	589 76	590 31	590 47	59070	591 20	591 49	592 11	592 23	59240	592 90	593 01	593 19	593 33	593 53	59360
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm Aguardiente (Kia). Areniscas						Fm Aguardiente (Kia). Arcillolitas	Fm Aguardiente (Kia). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas					Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras
Longitud	120	10	40	10	20	35	11	55	16	23	50	29	62	12	17	50	11	18	14	20	7	30
Montera	56	56	54	60	174						198	218				224	228					230
Dominio estructur al	Dominio 1 (E:252/30)		Dominio 2 (E:343/37)		Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)																	
RMR Básico	<30 (100%)		60-50 (12%), 50- 40 (21%), 40-30 (44%), <30 (23%)	<30 (100 %)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (34%), 40-30 (21%)						60-50 (21%), 50- 40 (20%), 40-30 (38%), <30(21)	80-60(14%),70-60 (23%), 60-50 (22%),50-40 (34%), 40-30 (7%)				60-50 (36%), 50- 40 (54%), 40-30 (10%)	70-60 (20%), 60-50 (54%), 50-40 (21%),40-30(5%)					60-50 (45%), 50-40 (55%)
Correcci ón RMR	-5				-10 (excavación en sentido avance progresivas)										-10 (excavación en sentido avance progresivas)							
RMR Corregid o	<30 (100%)		60-50 (8%), 50- 40 (25%), 40-30 (41%), <30 (26%)	<30 (100 %)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)						50-40 (21%), 40- 30 (19%), <30(60)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				50-40 (22%), 40- 30 (35%), <30(43%)	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40- 30 (25%)					50-40 (22%), 40-30 (29%), <30(49%)
Densida d aparente (KN/m³)	25				26						24,4	26				24,4	26					24,4
Resisten cia a compres ión simple (MPa)	7				70						10	70				10	70					10
σ_{cm} (MPa)	0,414	0,414	0,414- 0,917	0,41 4	7.664-19.275						0.848-1.76	9.937-24.93				0.848-1.76	9.937-19.275					1.111-1.76
E_m (MPa)	131,6 8	131,68	131.68- 898.22	131, 68	1197.11-12634.39						793.09- 5409.72	2268.14-16327				793.09- 5409.72	2268.14-12634.39					1502.64- 5409.72
σ_{cm}/P_o	0,296	0,296	0,307- 0,679	0,27 6	1.694-4.261						0.176-0.364	1.753-4.398				0.155-0.322	1.676-3.252					0.198-0.314

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Párametro	Sector																					
Pk	593 90	594 00	594 20	594 36	594 60	59470	595 00	595 18	595 28	595 50	59560	5963 0	59640	596 60	597 00	597 15	597 33	597 53	59776	59920	599 35	59960- 60120
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas					Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas, calizas y conglomerados				Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas muy alteradas	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas/ Zona de fractura		Fm Giron (Jg). Arena rojiza (GM IV)	
Longitud	10	20	16	24	10	30	18	10	22	10	70	10	20	40	15	18	20	23	144	15	25	160
Montera	230					218	224				222	210	206	200				160	70		70	
Dominio estructural	Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)																					
RMR Básico	70-60 (20%), 60-50 (54%), 50-40 (21%),40-30(5%)					60-50 (50%), 50-40 (40%), 40-30(10%)	70-60 (15%), 60-50 (50%), 50-40 (15%),40-30(20%)				60-50(35%), 50-40(45%), 40-30 (20%)	<30 (100 %)	40-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (25%),40-30 (68%)				<30 (100%)	60-50 (50%), 50-40 (10%), 40-30 (20%), <30(20%)		<30(100 %)	
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivas)																					
RMR Corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)					50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	60-50 (10%), 50-40 (50%), 40-30 (10%), <30(30%)				50-40 (28%), 40-30 (27%), <30(45%)	<30 (100 %)	<30 (100%)	50-40 (15%), 40-30 (20%), <30(65%)				<30 (100%)	50-40 (30%), 40-30 (25%), <30(45%)		<30(100 %)	
Densidad aparente (KN/m3)	26					24,4	26				24,4	26	24,4	26				24,4	26		19,4	
Resistencia a compresión simple (MPa)	70					10	70				10	70	10	70				10	70			
σcm (MPa)	9.937-19.275					0.848-1.76	7.664-19.275				0.848-1.76	7,664	0.848-1.111	7.664-15.398				0,848	7.664-15.398			
Em (MPa)	2268.14-12634.39					793.09-5409.72	1197.11-12634.39				793.09-5409.72	1197,11	793.09-1502.64	1197.11-8165.61				793,09	1197.11-8165.61			
σcm/P0	1.662-3.223					0.159-0.331	1.316-3.31				0.157-0.325	1,404	0.169-0.221	1.474-2.961				0,217	4.211-8.46			

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

Párametro	Sector																						
Pk	50	165	175	205	215	235	266	296	306	335	360	405	424	457	511	540	590	618	639	660			
Litología	Fm. Capacho (Kic). Lodolitas				Fm Aguardiente (Kia). Areniscas						Fm Aguardiente (Kia). Arcillolitas	Fm Aguardiente (Kia). Areniscas				Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas			Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras			
Longitud	115	10	30	10	20	31	30	10	29	25	45	19	33	54	29	50	28	21	21	40			
Montera	64	64	68	74	180						204	230				232	234			234			
Dominio estructural	Dominio 1 (E:252/30)			Dominio 2 (E:343/37)							Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)												
RMR Básico	<30 (100%)		60-50 (12%), 50-40 (21%), 40-30 (44%), <30 (23%)	<30 (100%)	70-60 (23%), 60-50 (22%), 50-40 (34%), 40-30 (21%)						60-50 (15%), 50-40 (18%), 40-30 (22%),>30(45%)		80-60(14%),70-60 (23%), 60-50 (22%),50-40 (34%), 40-30 (7%)				60-50 (35%), 50-40 (40%), 40-30 (25%)		70-60 (20%), 60-50 (60%), 50-40 (20%)			60-50 (45%), 50-40 (55%)	
Corrección RMR	-5				-10 (excavación en sentido avance progresivas)										-10 (excavación en sentido avance progresivas)								
RMR Corregido	<30 (100%)		60-50 (8%), 50-40 (25%), 40-30 (41%), <30 (26%)	<30 (100%)	70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)						50-40 (21%), 40-30 (19%), >30(60)		70-60 (7%), 60-50 (23%), 50-40 (22%), 40-30 (34%), <30(14%)				50-40 (22%), 40-30 (35%), <30(43%)		60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)			50-40 (22%), 40-30 (29%), <30(49%)	
Densidad aparente (KN/m ³)	25				26						24,4		26				24,4		26			24,4	
Resistencia a Compresión simple (MPa)	7				70						10		70				10		70			10	
σ _{cm} (MPa)	0,414	0,414	0,414	0,414	7.664-19.275						0.848-1.76		9.937-24.93				0.848-1.76		9.937-19.275			1.111-1.76	
E _m (MPa)	131,68	131,68	131,68	131,68	1197.11-12634.39						793.09-5409.72		2268.14-16327				793.09-5409.72		2268.14-12634.39			1502.64-5409.72	
σ _{cm} /P ₀	0,259	0,259	0,244	0,224	1.638-4.119						0.17-0.354		1.662-4.169				0.15-0.311		1.633-3.168			0.195-0.308	

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

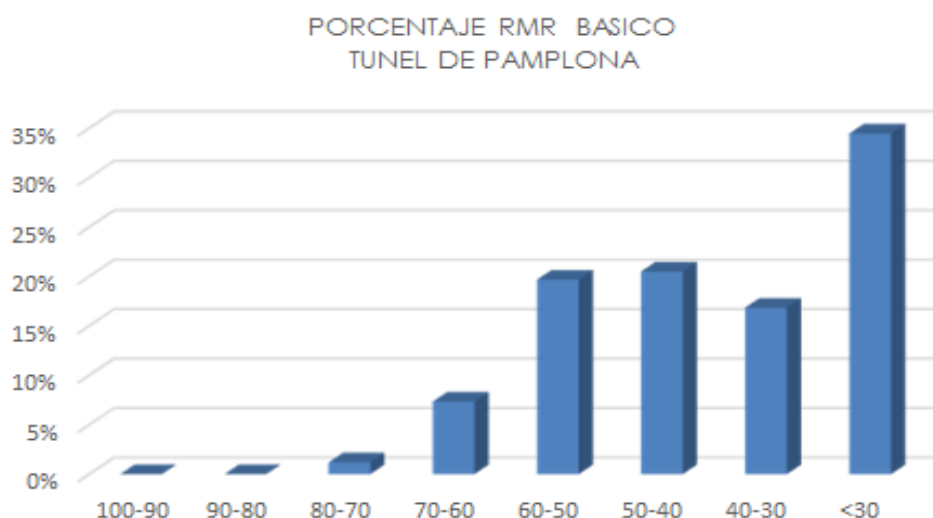
Párametro	Sector							
Pk	700	721	745	760	815	850	860	940
Litología	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas			Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras/ Posible zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas	Zona de fractura	Fm Tibú y Mercedes (Kitm) Presencia mayoritaria de Arcillolitas oscuras	Fm Tibú y Mercedes (Kitm). Areniscas, calizas y conglomerados
Longitud	21	24	15	55	35	10	80	26
Montera	234			228	226	222	220	210
Dominio estructural	Dominio 3 (E:080/32, J1:182/77, J2:271/60, J3:352/82)							
RMR Básico	70-60 (20%), 60-50 (60%), 50-40 (20%)			60-50 (50%), 50-40 (50%)	60-50 (10%), 50-40 (50%), 40-30 (10%), <30(30%)	<30 (100%)	40-30 (100%)	60-50 (7%), 50-40 (25%), 40-30 (68%)
Corrección RMR	-10 (excavación en sentido avance progresivas)							
RMR Corregido	60-50 (20%), 50-40 (55%), 40-30 (25%)			50-40 (25%), 40-30 (27%), <30(48%)	50-40 (40%), 40-30 (60%)	<30 (100%)	<30 (100%)	50-40 (15%), 40-30 (20%), <30(65%)
Densidad aparente (KN/m ³)	26			24,4	26	26	24,4	26
Resistencia a compresión simple (MPa)	70			10	70	70	10	70
σ_{cm} (MPa)	9.937-19.275			1.111-1.76	7.664-15.398	7,664	0.848-1.111	7.664-12.429
E_m (MPa)	2268.14-12634.39			1502.64-5409.72	1197.11-8165.61	1197,11	793.09-1502.64	1197.11-4473
σ_{cm}/P_0	1.633-3.168			0.2-0.316	1.304-2.62	1,328	0.158-0.207	1.404-2.276

Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

El perfil geológico de dicho túnel se puede observar en las Figura 5.14 a la Figura 5.16 del ítem de Geología, y la sectorización detallada en el **Anexo A “Estudios y Diseños de Fase III” – Volumen IX, Túneles, GEOCONSULT, 2018.**

A lo largo de túnel los porcentajes de RMR básico obtenidos se pueden observar en la Figura 5.99 presentada a continuación:

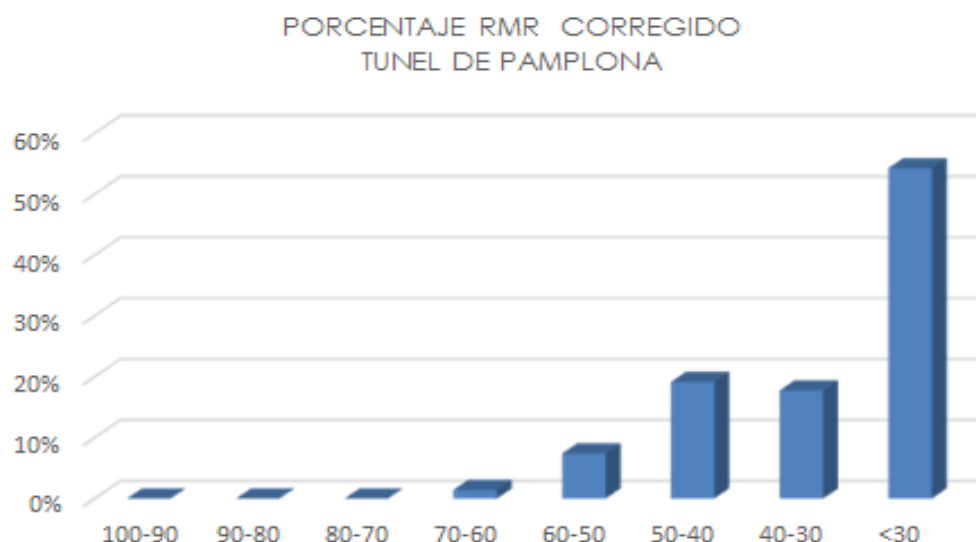
Figura 5.99 Porcentaje RMR básico a lo largo del túnel de Pamplona



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

Los porcentajes de RMR Corregido se presentan en la Figura 5.100.

Figura 5.100 Porcentaje RMR corregido a lo largo del tunel de Pamplona



Fuente: Informe IX: Túnel Pamplona UF-1. SACYR INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS

5.1.9.2 Geotecnia para Unidad Funcional 1

Para la Unidad Funcional 1, la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción y operación de la vía, para lo cual en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes: precipitación y amenaza sísmica; y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999)¹¹

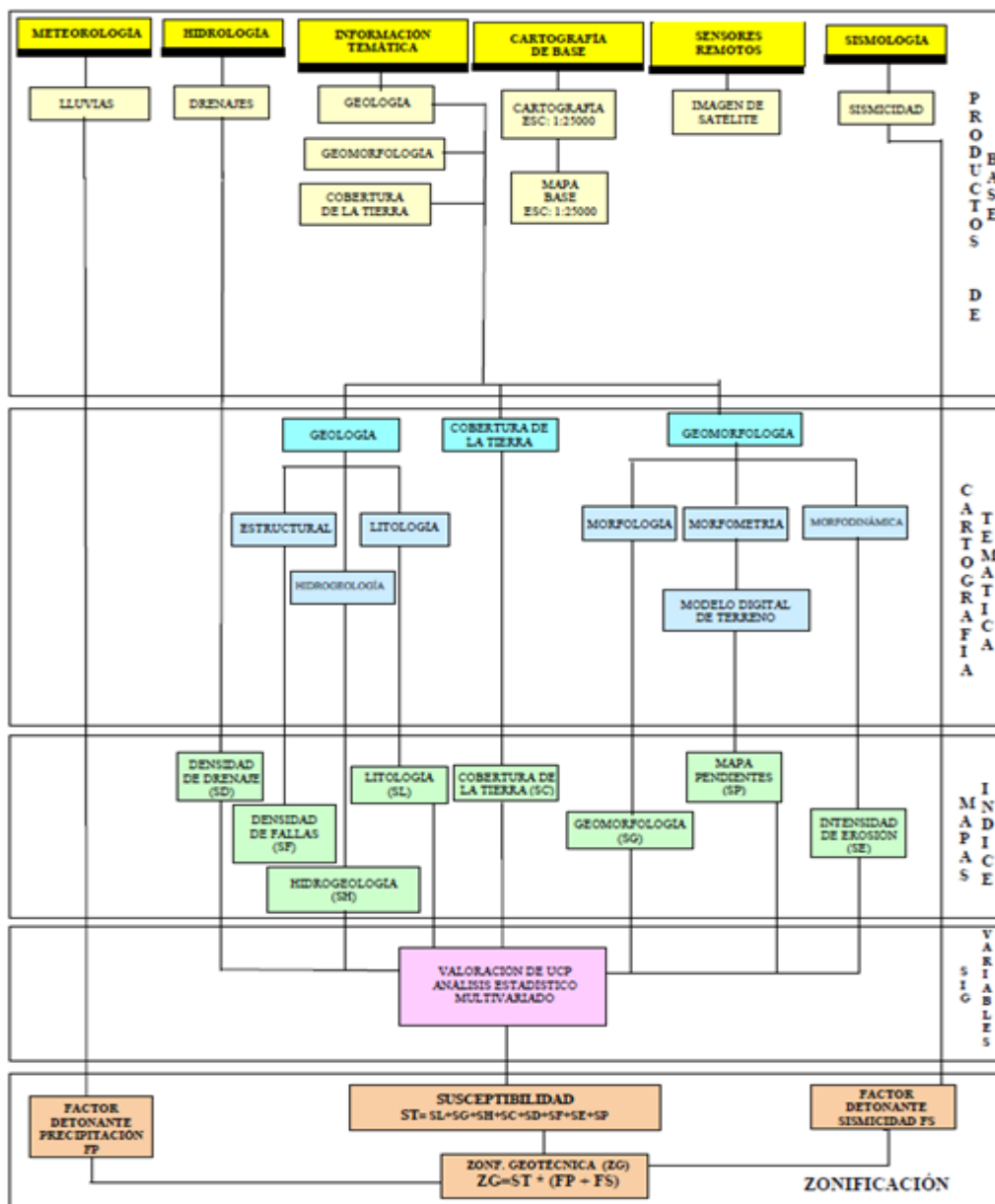
¹¹ Estudio Geoambiental y Zonificación de Amenazas por Erosión y Remoción en Masa en la Cuenca del Río Teusacá. Sabana de Bogotá. Colombia. X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería. Sociedad Colombiana de Ingenieros, Santa Fe de Bogotá, D.C., Noviembre de 1999.

Figura 5.101.

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).
- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluyendo curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.
- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
- Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
- Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semicuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.
- Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

Figura 5.101 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad.

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semicuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 5.113.


 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.113 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3 Modelación de Variables

Una vez establecidos semicuantitativamente los diferentes valores de susceptibilidad para cada UCP en cada una de las ocho variables que se incorporaron al análisis, se obtuvieron los mapas de susceptibilidad temática. Este proceso se realizó en un formato raster en el cual cada UCP está conformada por un conjunto de píxeles de igual valor.

Este valor asociado a un atributo cartográfico (nombre de la unidad cartográfica de parámetro), se recodificó o se reemplazó en un SIG (ArcGis10), por el valor asignado en las tablas de susceptibilidad, de tal forma que las imágenes mapas de susceptibilidad resultantes representan un rango de valores entre 1 y 5. A continuación se presentan los valores de susceptibilidad para cada una de las variables.

5.1.9.3.1 Litología (SL)

Es uno de los principales factores a considerar en la determinación de la estabilidad, debido a que la génesis, composición y estructura de las rocas, incide en la susceptibilidad del terreno a la meteorización y desarrollo de procesos erosivos y/o procesos de remoción en masa.

En la Tabla 5.114 se relacionan las diferentes litologías que componen el área de influencia, su descripción, peso y justificación.

Tabla 5.114 Valores de susceptibilidad por litología

Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Símbolo	Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Qant	Depósito antrópico	5	Ksl	Formación La Luna	3
CA	Cauce activo	5	Kic	Formación Capacho	3
Qc	Depósito coluvial	5	Kitm	Formación Tibú y Mercedes	2
Qca	Depósito coluvioaluvial	5	Jg	Formación Girón	2
Qal	Depósito aluvial	4	Kia	Formación Aguardiente	1
Qt	Depósito de terraza	4	PDo	Ortoneis	1
Qft	Depósitos fluviotorrenciales	4	Tpb	Formación Barco	1
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3			

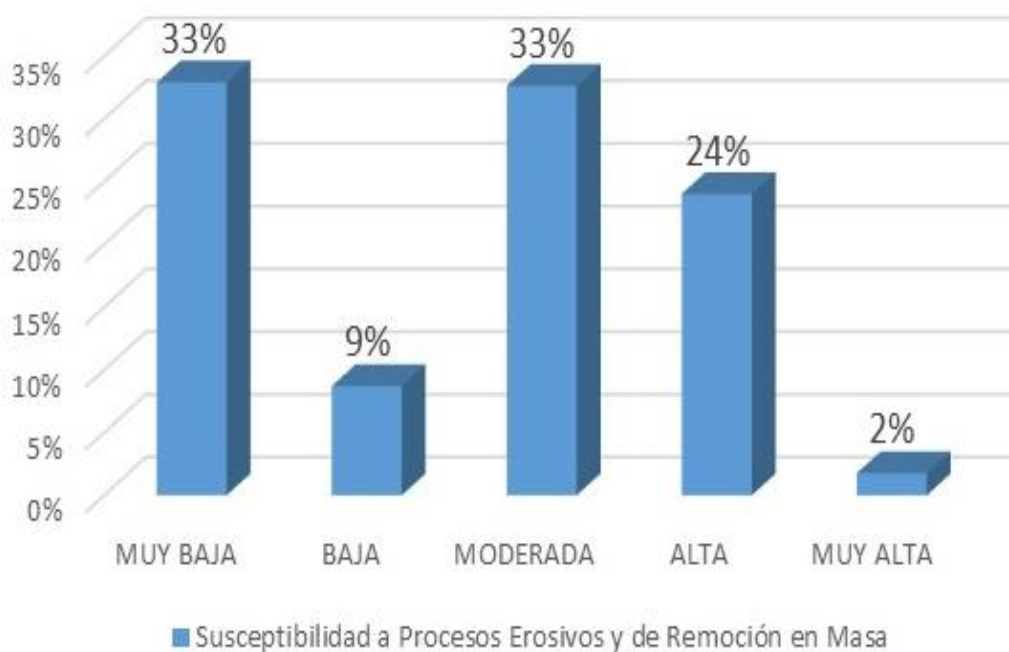
Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.102 se grafican los resultados porcentuales de la sectorización del área de influencia según los pesos establecidos para las litologías presentes.

El 33% del área se determina como de muy baja susceptibilidad a procesos de erosión y remoción en masa, correspondiendo a las formaciones geológicas Aguardiente (Kia), y Girón (Jg); un 9% del área, con litología de la formación Tibú Mercedes (Kitm), presenta susceptibilidad baja; un 33%, conformado por materiales de las formaciones La Luna (Ksl), Colón y Mito Juan (Kscm), Capacho (Kic), Barco (Tpb), y de depósitos de terraza (Qt),

presenta susceptibilidad moderada; un 24% del área de influencia presenta susceptibilidad alta en relación con la litología, correspondiente a depósitos antrópicos (Qant), depósitos coluviales (Qc), depósitos coluvioaluviales (Qca) y depósitos fluvioaluviales (Qft); el 2% del área de influencia restante presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción en masa, correspondiente a depósitos aluviales (Qal).

Figura 5.102 Susceptibilidad por litología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la


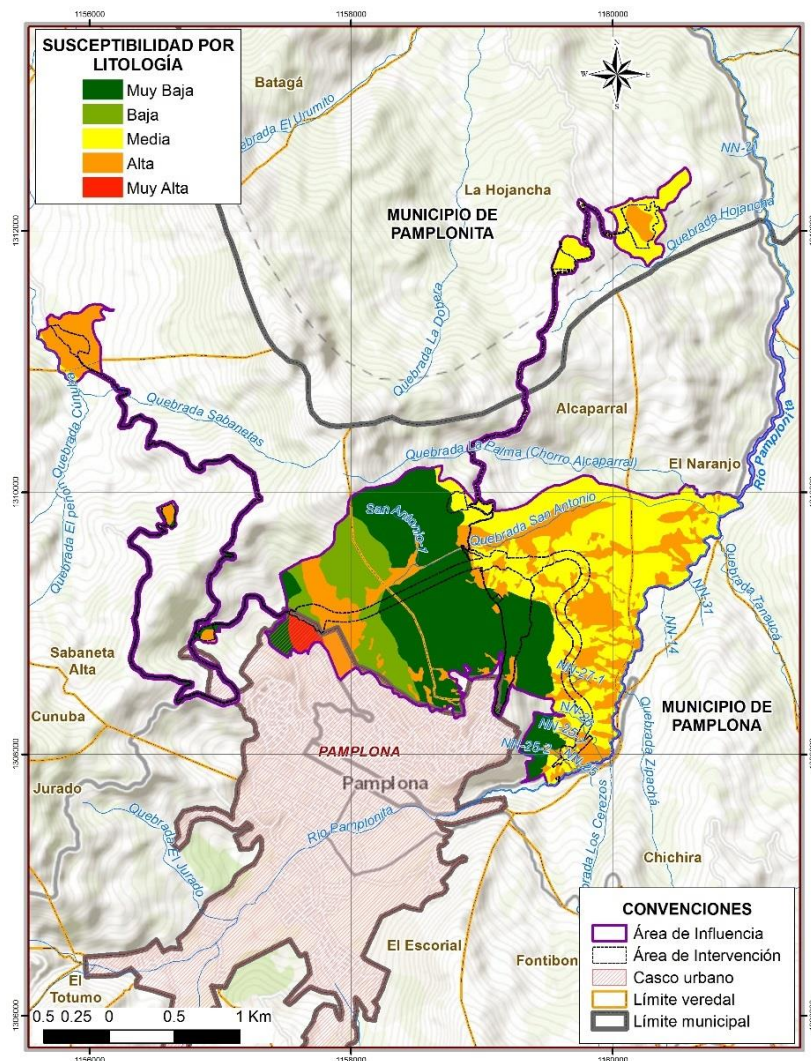
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.103 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por litología.

Figura 5.103 Mapa de susceptibilidad por litología




Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.2 Geomorfología (SG)

La calificación de susceptibilidad para las diferentes unidades geomorfológicas, se infiere sobre la base de dos factores que favorecen la remoción, los cuales corresponden a la topografía, entendida como la pendiente del terreno y los aspectos edáficos, representados por los procesos erosivos de los suelos, que se presentan de forma generalizada o focalizada.

La remoción en masa incluye de forma integral un conjunto de factores adicionales que favorecen su generación, los cuales están relacionados con la naturaleza de los materiales, clima y vegetación; éstos no son tenidos en cuenta para esta calificación de susceptibilidad desde esta perspectiva, pero implícitamente son evaluados desde otras temáticas que entran en concurso para la zonificación.

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Teniendo en cuenta lo anterior y sobre la base de los dos factores caracterizados en las unidades geomorfológicas (pendiente del terreno y erosión), se estableció la susceptibilidad del área de influencia frente a los procesos de remoción en masa.

Las unidades geomorfológicas calificadas de mayor susceptibilidad a movimientos en masa corresponden a cono o lóbulo coluvial y de solifluxión (SDco), cono de talus (SDct), cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (SDdrt), cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (SDdtr), y de cauce aluvial (Fca); considerados de muy alta susceptibilidad. En segundo lugar, considerados de susceptibilidad alta se encuentran las geoformas de flancos de canteras (Afc), por la conformación de taludes de corte. En tercer lugar, con carácter de susceptibilidad moderada se encuentran las geoformas de espolón moderado (SDefesmc, SDefesmm y SDefesml), los conos de deyección (Fcdy), las superficies de explanación (Asp), las terrazas de acumulación (Fta) y las laderas de contrapendiente (Slcp). Las áreas con geoformas de ladera campos y llenos antrópicos (Ar), altiplano (Sda), lomo denudado bajo de longitud larga, y de ladera estructural, presentan susceptibilidad baja. Finalmente, con susceptibilidad baja asociada a la alta estabilidad del terreno debida a su suave pendiente se encuentran las geoformas de glacis de acumulación (SDga) y de terraza o berma de fallamiento.

En la Tabla 5.115 se presenta la calificación de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, de acuerdo con las unidades geomorfológicas en el área de influencia.

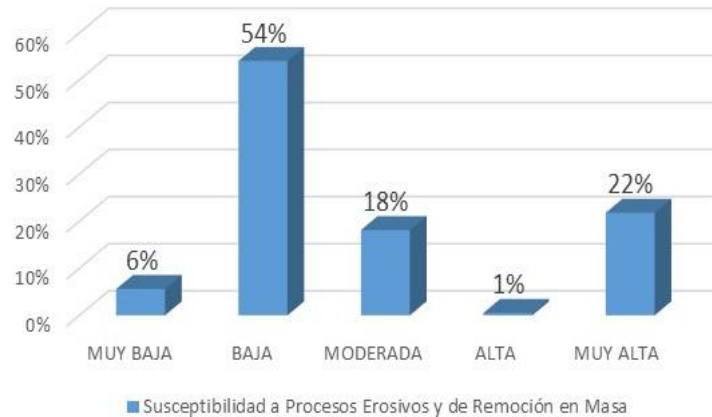
Tabla 5.115 Valores de susceptibilidad por geomorfología

SIMBOLO	Unidad Geomorfológica	Peso
SDco	Cono o Lóbulo coluvial y de solifluxión	5
SDct	Cono de Talus	5
SDdrt	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Rotacional	5
SDdtr	Cono o Lóbulo de Deslizamiento Traslacional	5
Fca	Cauce aluvial	5
Afc	Flancos de Canteras	4
SDefesmc	Espolón festoneado moderado de longitud corta	3
SDefesml	Espolón festoneado moderado de longitud larga	3
SDefesmm	Espolón festoneado moderado de longitud media	3
Fcdy	Cono de deyección	3
Asp	Superficies de explanación	3
Fta	Terraza de Acumulación	3
Slcp	Ladera de Contrapendiente	3
Ar	Campos y llenos antrópicos	2
Sda	Altiplano	2
SDldebl	Lomo Denudado bajo de longitud larga	2
SDle	Ladera estructural	2
SDlo	Ladera Ondulada	2
SDga	Glacis de Acumulación	1
SDbf	Terraza o berma de fallamiento	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 5.104 muestra que por la variable de Geomorfología el 22% del área de influencia se localiza en terrenos de muy alta susceptibilidad a procesos de erosión y movimientos en masa; el 18% de la zona se encuentra en terrenos de moderada susceptibilidad a dichos procesos; el 54% del área presenta susceptibilidad baja, y el 6% susceptibilidad muy baja.

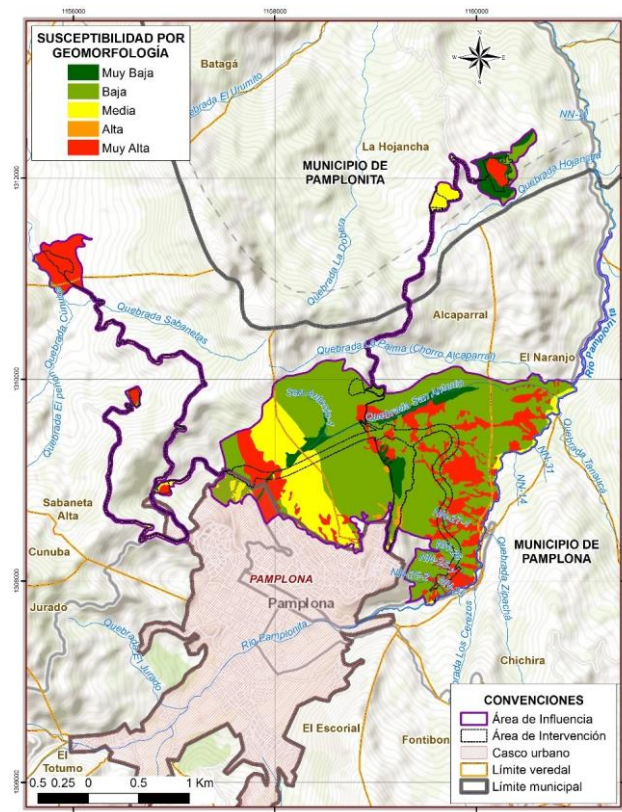
Figura 5.104 Susceptibilidad por Geomorfología



Fuente: AECOM – ConCol, 2018

En la Figura 5.105 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo a la sectorización por geomorfología.

Figura 5.105 Mapa de susceptibilidad por geomorfología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.3 Hidrogeología (SH)

Las diferentes formaciones geológicas se consideran a nivel de este estudio como complejo hidrogeológico independiente; luego, cada uno de estos complejos se agrupa de acuerdo con su comportamiento hidrogeológico más probable frente a las actividades que se deriven de la construcción y operación de la vía.

Los valores de susceptibilidad por hidrogeología tienen en cuenta además del tipo de porosidad de las formaciones (primaria o secundaria), su grado de consolidación, su resistencia a la degradación por presencia de agua y su permeabilidad. En la Tabla 5.116 se relacionan los pesos establecidos de susceptibilidad por hidrogeología.

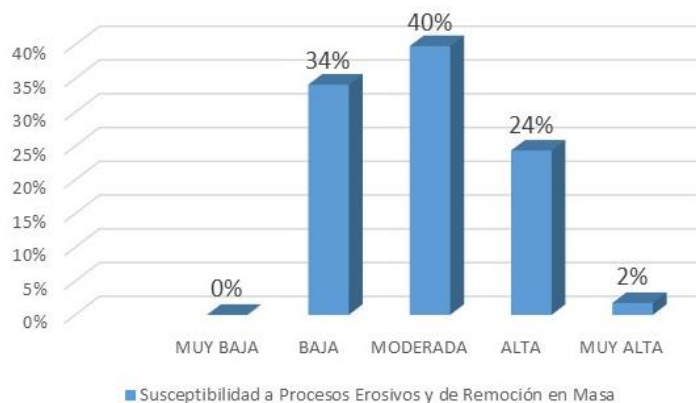
Tabla 5.116 Valores de susceptibilidad por hidrogeología

Símbolo	(UCP)	Peso
Qal	Depósito aluvial	5
Qc	Depósito coluvial	4
Qca	Depósito coluvioaluvial	4
Qft	Depósito fluviotorrencial	4
Qt	Depósito de terraza	4
Qant	Depósito antrópico	3
Kic	Formación Capacho	3
Kitm	Formación Tibú y Mercedes	3
Kscm	Formación Colón y Mito Juan	3
Ksl	Formación La Luna	3
Tpb	Formación Barco	3
Kia	Formación Aguardiente	2
Jg	Formación Girón	2
PDo	Ortoneis	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

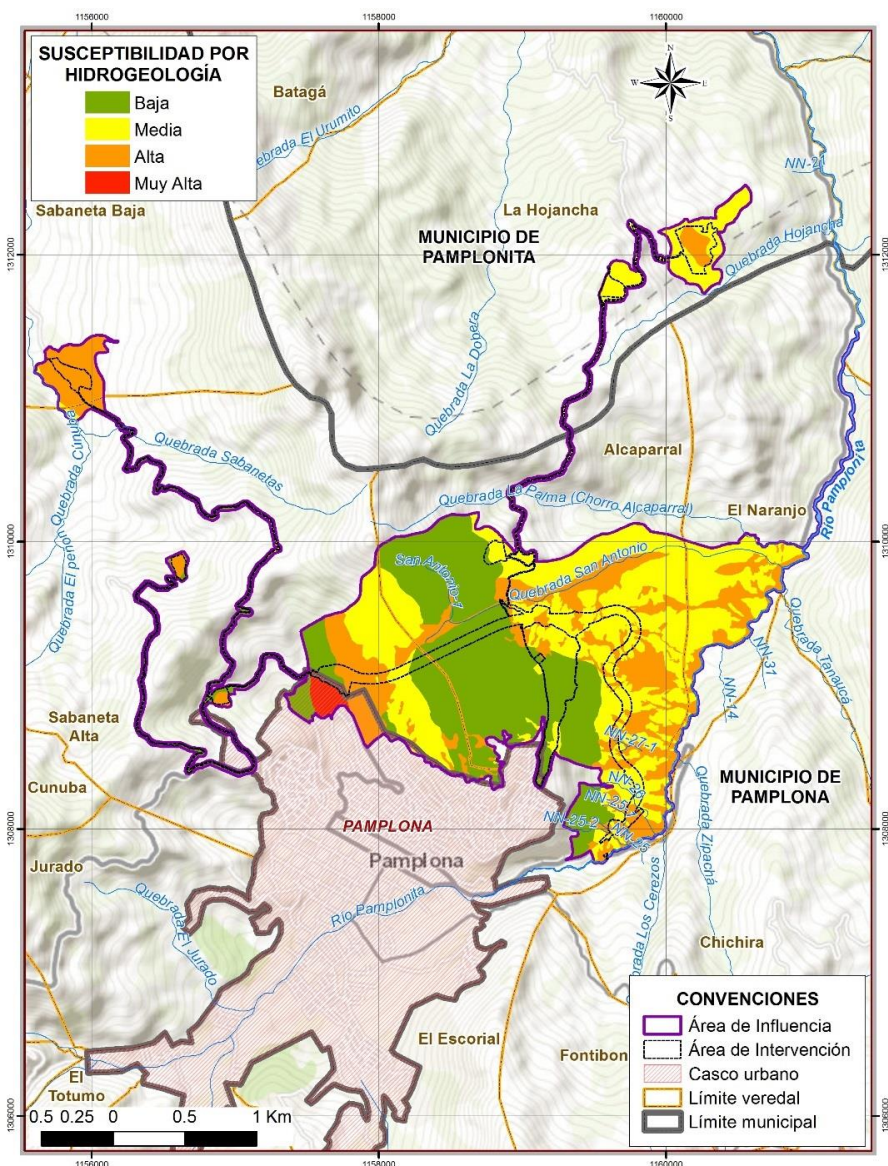
En la Figura 5.106 se muestra la susceptibilidad a movimientos en masa por la variable hidrogeología. El 34% del área presenta susceptibilidad por factores hidrológicos baja; el 40% del área presenta susceptibilidad moderada; el 24% del área presenta susceptibilidad alta; y el 2% del área de influencia presenta susceptibilidad muy alta.

Figura 5.106 Susceptibilidad por hidrogeología



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.107 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología



5.1.9.3.4 Cobertura de la tierra (SC)

Las coberturas vegetales son elementos naturales de protección del suelo contra la erosión; según Roldan (2.005; citado por Lianes, 2.008), la vegetación juega un papel muy importante en el proceso de erosión hídrica, pues controla la energía de las gotas de lluvia, mejora la capacidad de infiltración del suelo y disminuye la escorrentía. Los componentes aéreos como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en

movimiento y del viento, de esta manera, su efecto es menor que si actuaran directamente sobre el suelo.

De igual forma, los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo (Morgan, 1.997; citado por Lianes, 2.008); de este modo, la cantidad y calidad de la cobertura vegetal (protección vertical) disminuye notablemente los procesos erosivos (Marchamalo, 2.004; citado por Lianes, 2.008).

Por lo anterior, zonas que presentan coberturas boscosas muestran más estabilidad del relieve y menor susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa, que otras con suelos expuestos sin cobertura vegetal (canteras y lechos de ríos) o que áreas de cobertura dominada por pastos usualmente utilizadas en labores de ganadería extensiva.

Tabla 5.117 Valores de susceptibilidad por cobertura de la tierra

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso
Mosaico de pastos con espacios naturales	5
Mosaico de pastos y cultivos	5
Pastos arbolados	5
Pastos enmalezados	5
Pastos limpios	5
Río	5
Zonas de extracción de material de construcción	5
Construcciones Rurales	3
Red vial	3
Tejido urbano continuo	3
Tejido urbano discontinuo	3
Zonas comerciales	3
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2
Otros cultivos permanentes arbustivos	2
Arbustal denso alto	1
Arbustal denso bajo	1
Bosque de galería y ripario	1

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La


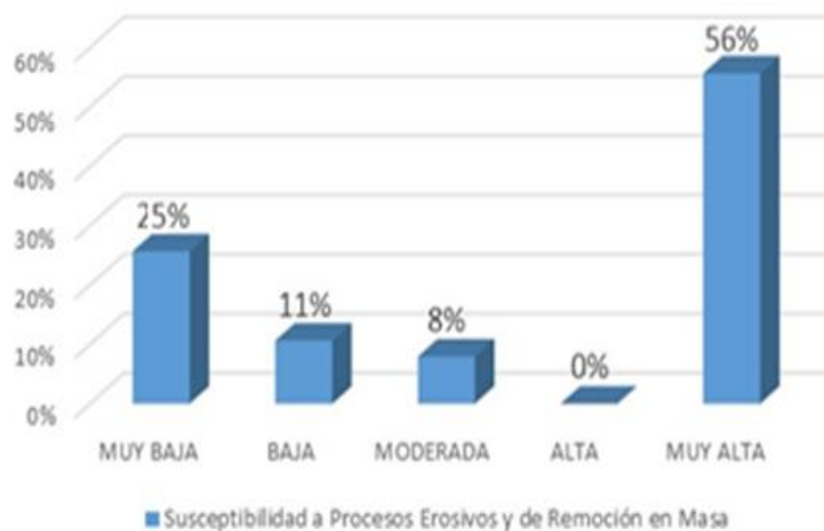
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Figura 5.108 muestra que el 56% de la UF1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por cobertura de la tierra, correspondiente a las áreas dominadas por pastos; el 26% presenta susceptibilidad muy baja, relacionada con áreas boscosas; el 11% del área presenta susceptibilidad baja mientras que el 8% presenta susceptibilidad moderada a dichos procesos.

Figura 5.108 Susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Figura 5.109 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por cobertura de la tierra.

5.1.9.3.5 Densidad de drenajes (SD)

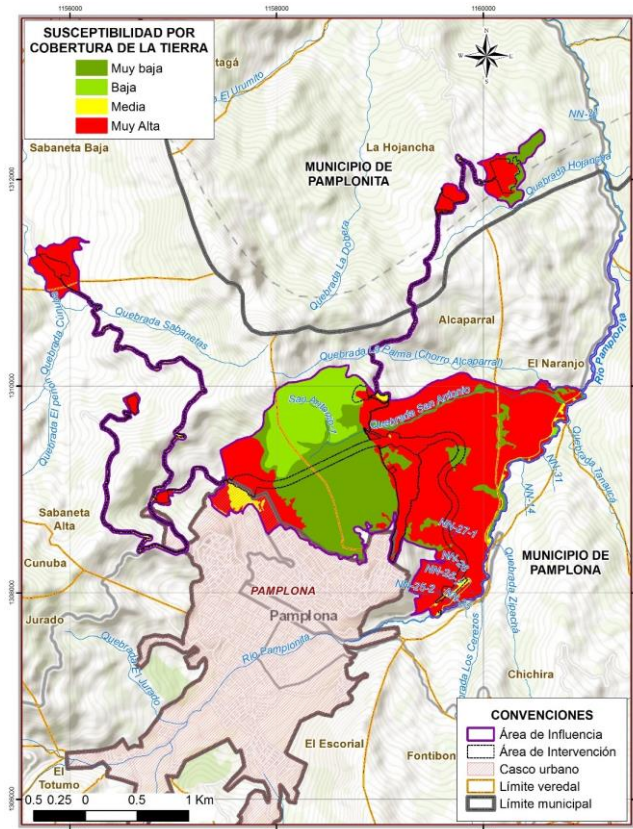
El cálculo de densidad de drenaje se realizó mediante procesamiento de la red en SIG; calculando la densidad de drenajes por unidad de área (m/m^2), con un radio de influencia de 100 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera (ver Tabla 5.117).

Tabla 5.118 Valores de susceptibilidad por densidad de drenajes

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m^2)	Peso
0 – 0,005	1
0,006 – 0,015	2
0,016– 0,025	3
0,026 – 0,035	4
> 0.035	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

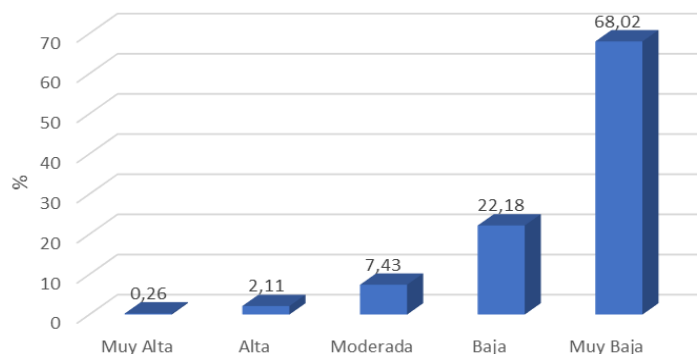
Figura 5.109 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

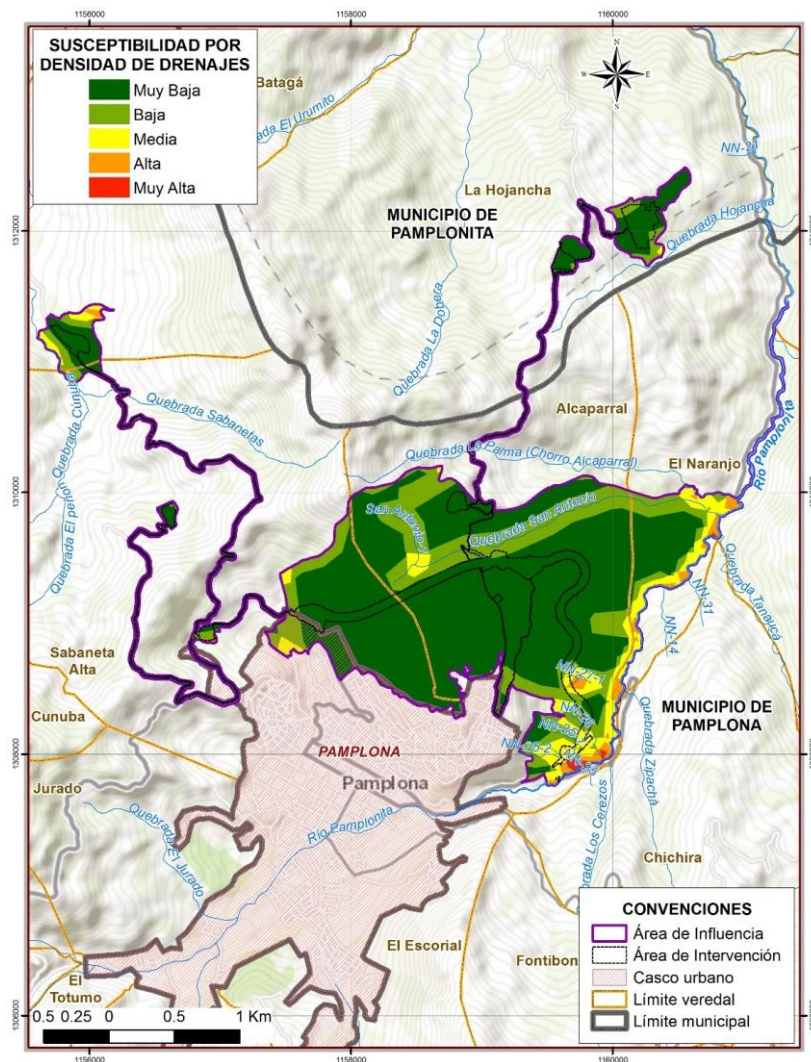
En la Figura 5.110 se muestra que el 68% del área de influencia presenta muy baja susceptibilidad a fenómenos de remoción por densidad de drenajes, el 22% es de susceptibilidad baja, el 7% es de susceptibilidad moderada y el 2% del área presenta susceptibilidad alta.

Figura 5.110 Susceptibilidad por densidad de drenajes



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.111 Mapa de susceptibilidad por densidad de drenajes



5.1.9.3.6 Densidad de Fallas Geológicas (SF)

El estado de fracturación de las rocas depende de la presencia y magnitud de las fallas geológicas, fracturas y sistemas de diaclasamiento, las cuales permiten en los macizos rocosos el desarrollo de procesos de meteorización, y desarrollo de zonas de debilidad de las mismas, que las hacen más susceptibles a fallamiento e inestabilización del terreno. La calificación se estableció considerando la densidad de fallas en cada punto del Área de Influencia, considerando un radio de 1000m, utilizando los valores de ponderación de la Tabla 5.119.

Tabla 5.119 Ponderación de fallas según su tipo

Tipo de fallas	Ponderación
Falla definida	4
Falla inferida	3
Falla inversa o de cabalgamiento inferida	3
Lineamiento fotogeológico	3
Pliegue anticlinal	2
Pliegue sinclinal definido con cabeceo	2
Eje Sinclinal	2

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Mediante el procesamiento de la información en SIG se hizo el cálculo de la densidad de fallas por unidad de área (m/m^2), estableciendo el radio de influencia mencionado de 1000 m. El resultado de esta operación permitió clasificar cada punto del mapa dentro de cinco categorías de la siguiente manera. Ver Tabla 5.120.

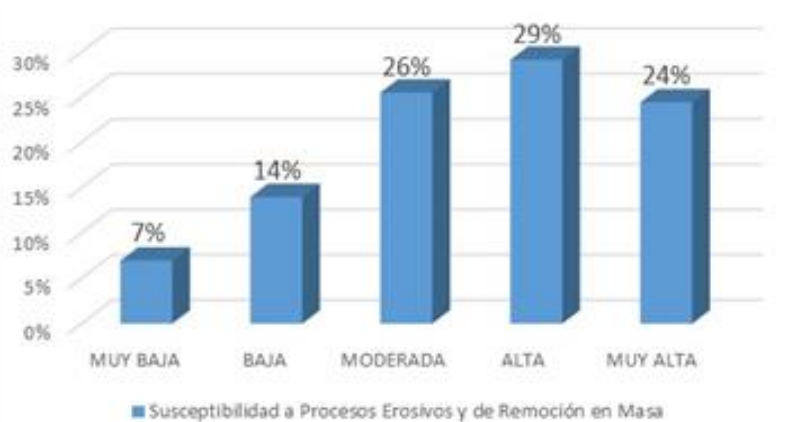
Tabla 5.120 Valores de susceptibilidad por densidad de fallas

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP) (m/m^2)	Peso
0.000 – 0.003	1
0,004 - 0,006	2
0,006 - 0,009	3
0,010 - 0,012	4
> 0.012	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.112 se muestra que el 24% del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 presenta susceptibilidad muy alta a procesos erosivos y de remoción por densidad de fallas geológicas; el 29% del área es de alta susceptibilidad; el 26% de moderada; el 14% de baja susceptibilidad y el 7% de muy baja susceptibilidad.

Figura 5.112 Susceptibilidad por densidad fallas Geológicas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la


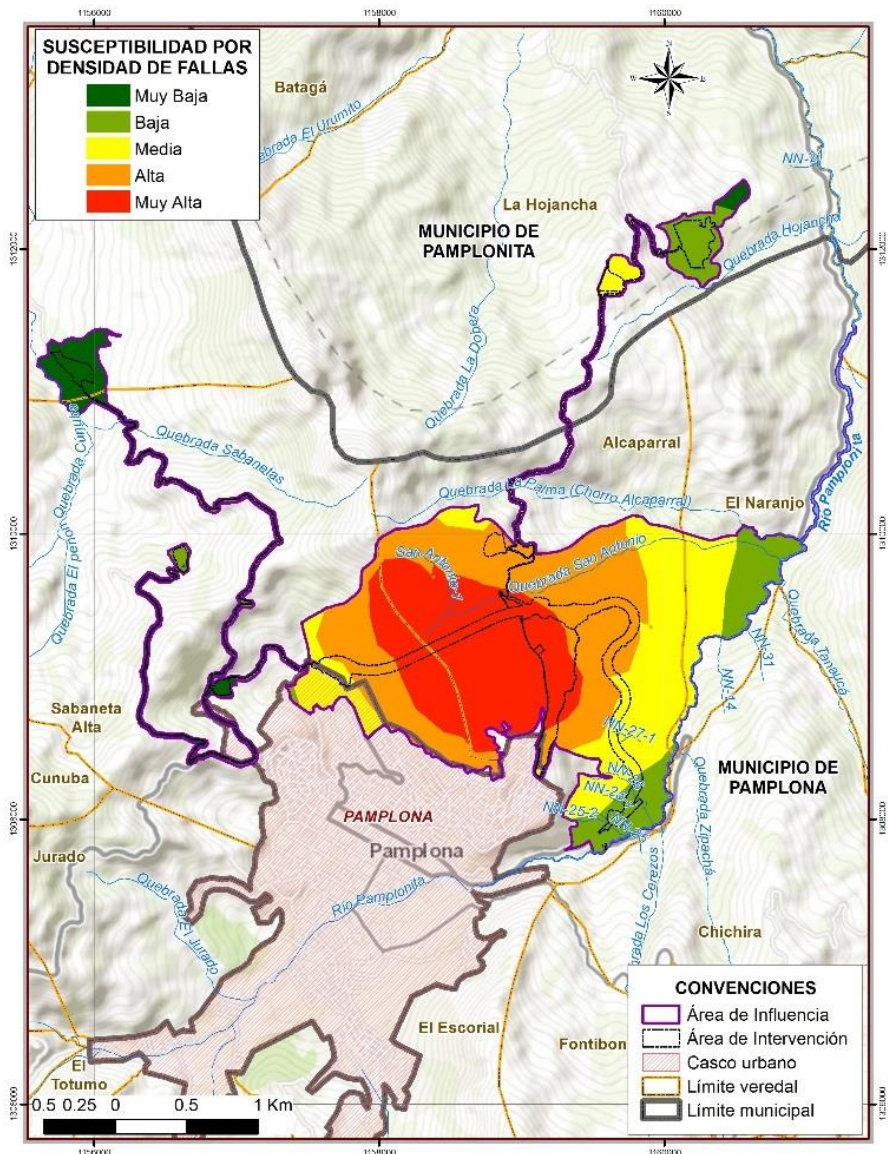
	<p align="center"> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO </p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.113 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa por la variable densidad de fallas.

Figura 5.113 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.7 Pendientes del Terreno (SP)

El grado de inclinación de las laderas naturales, favorece o disminuye la resistencia al corte de los diferentes materiales que conforman los taludes sobre el área de influencia. Se establecieron cinco categorías (con pesos de 1 a 5), donde a las pendientes escarpadas y muy escarpadas se les asignó el peso más alto, mientras que a los terrenos ligeramente planos y planos se les asignó el peso más bajo. Ver



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.121.

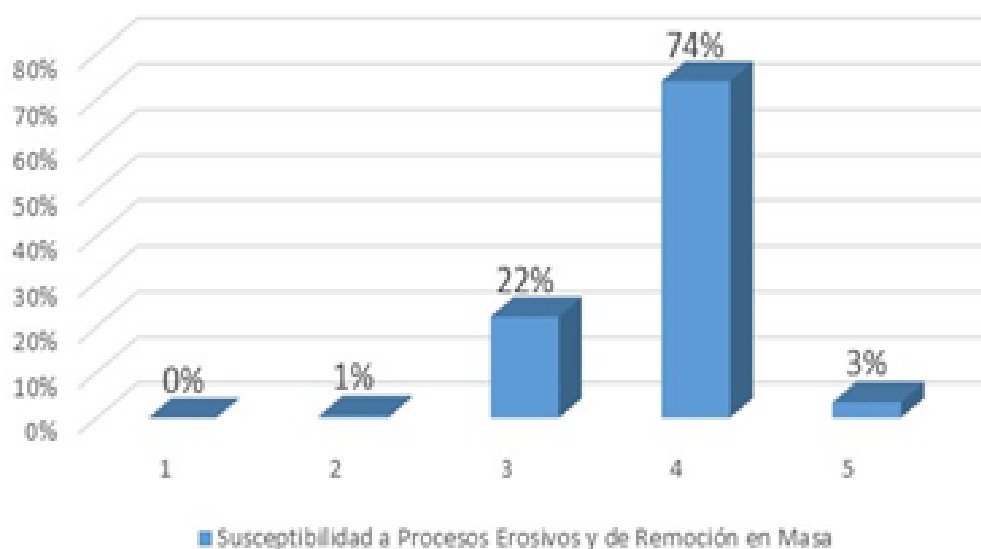
Tabla 5.121 Valores de susceptibilidad por pendientes

Unidad Cartográfica de Parámetro		Peso	Susceptibilidad
0-1%	Plano	1	Muy Baja
1-3%	Plano a Ligeramente Plano	1	Muy Baja
3-7%	Ligeramente Inclinado	2	Baja
7 -12%	Moderadamente Inclinado	3	Moderada
12 - 25%	Fuertemente Inclinado	3	Moderada
25 -50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	4	Alta
50-75%	Moderadamente Escarpado o Moderadamente Empinado	4	Alta
>75%	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 5.114 muestra que el 74% del Área de Influencia de la UF 1 es de alta susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa según la inclinación del terreno (pendientes entre 25-75%), el 22% es de susceptibilidad moderada (pendientes entre 7-25%), el 3% es de muy alta susceptibilidad (pendientes >75%) y menos del 2% presenta baja o muy baja susceptibilidad ((pendientes <7%).

Figura 5.114 Susceptibilidad por Pendientes del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la


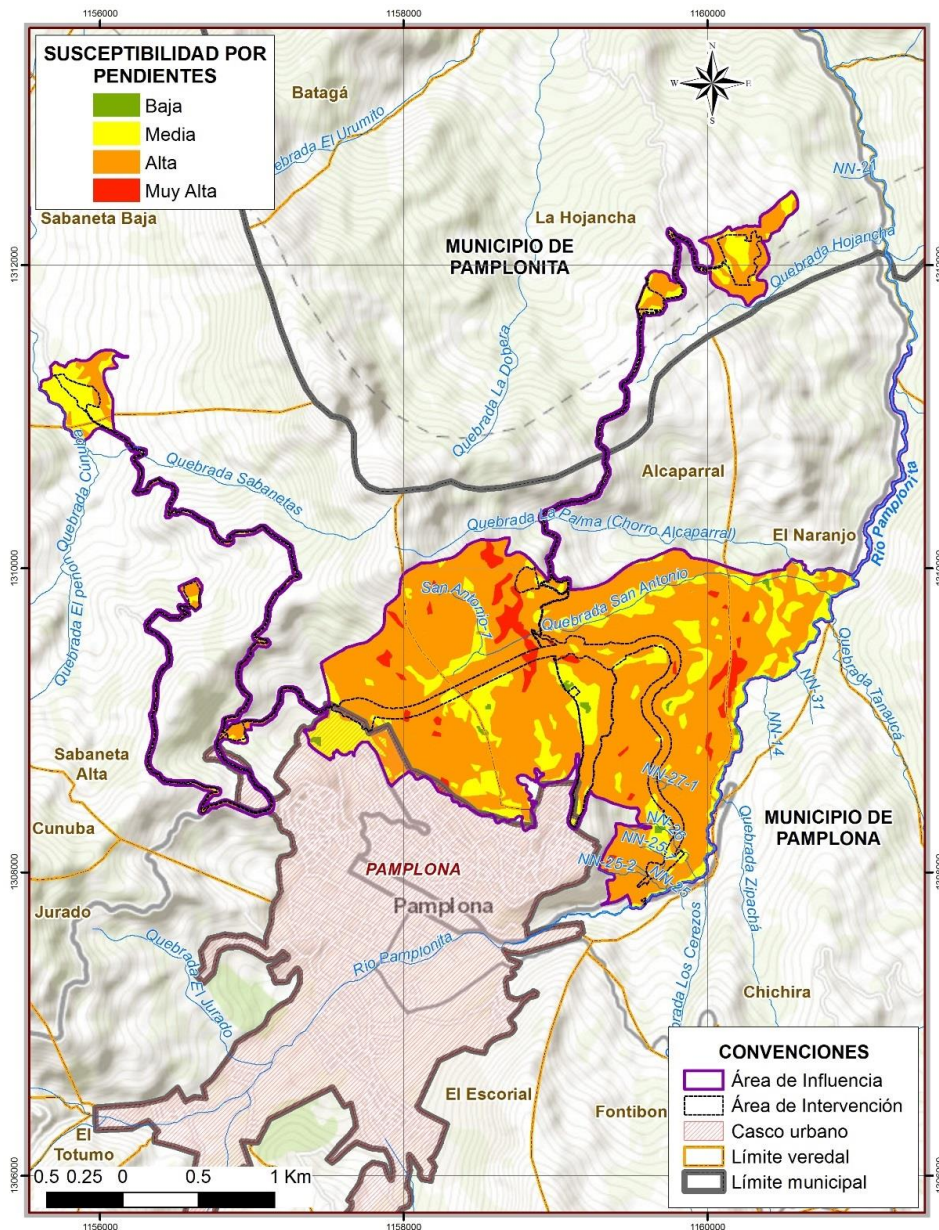
	<p align="center"> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO </p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.115 se presenta el mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa de acuerdo con la clasificación por pendientes.

Figura 5.115 Mapa de susceptibilidad por pendientes del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.3.8 Morfodinámica (SE)

Mediante la interpretación de imágenes y trabajo de campo se realizó la cartografía de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; esto permitió establecer áreas y tipos de procesos erosivos que caracterizan el área de influencia; la Unidad Funcional 1 se trabajó con imágenes Lidar (2013 y 2017), Google Earth (2017), de Bing y fotografías aéreas del año 1992 suministradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Para la evaluación de la morfodinámica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Interpretación de imágenes georreferenciadas y fotografías aéreas.
- Trabajo de campo. Se hicieron recorridos de campo en el área de influencia y se obtuvo un inventario de procesos morfodinámicos, debidamente georreferenciados.
- Para la cartografía de los procesos asociados a deslizamientos activos e inactivos se obtuvieron unidades de área.
- Se identificaron procesos morfodinámicos asociados a deslizamientos activos, deslizamientos inactivos, deslizamientos estabilizados con obras de contención, desprendimientos de rocas y explotación de canteras; delimitando aproximadamente las áreas que encierran dichos procesos mediante polígonos y resaltando con líneas los escarpes y cicatrices de deslizamiento.

Las áreas más susceptibles a procesos de erosión y remoción en masa son precisamente las actualmente afectadas por deslizamientos activos, considerados de susceptibilidad muy alta; en segundo lugar de acuerdo con la susceptibilidad del terreno se encuentran los procesos de remoción en masa inactivos, cuya susceptibilidad es alta; las áreas estabilizadas con obras civiles, que corresponden a sitios con deslizamientos estabilizados con obras como muros de concreto y anclajes, se consideran de susceptibilidad moderada; las áreas de cantera o con erosión en cárcavas también se clasifican como de susceptibilidad moderada (Ver Tabla 5.122).

Tabla 5.122 Susceptibilidad de procesos morfodinámicos

Procesos erosivos y/o fenómenos de remoción en masa	Peso
Deslizamiento activo	5
Deslizamiento inactivo	4
Deslizamiento estabilizado	3
Desprendimiento de rocas	3
Cantera	3
Erosión en cárcavas	3

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la


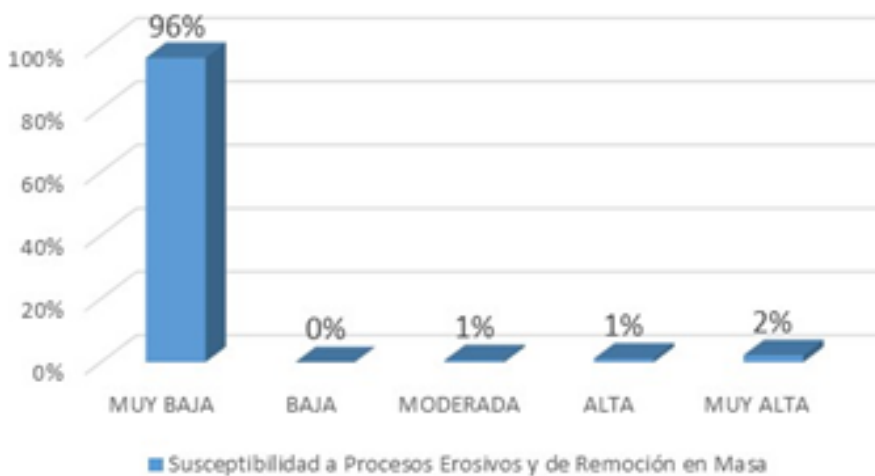
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.116 se muestra que la mayor parte del área, con un 96% del total es de muy baja susceptibilidad a procesos de remoción por influencia de procesos morfodinámicos, correspondiente a las zonas donde no existen procesos erosivos o estos se limitan a erosión laminar; y un 2% del área presenta susceptibilidad muy alta, correspondiente a las zonas afectadas por procesos de remoción en masa activos, en los que se tuvieron en cuenta incluso procesos menores de pequeños movimientos con desprendimientos superficiales originados en terracetas por sobrepastoreo. El restante 2% del área es de susceptibilidad moderada a alta, correspondiente a las zonas de erosión en cárcavas, y zonas estabilizadas con obras civiles o con rasgos de procesos inactivos.

Figura 5.116 Susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la

Figura 5.117 se presenta el mapa de susceptibilidad a los procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia de acuerdo con la sectorización por morfodinámica.

5.1.9.4 Susceptibilidad General del Terreno (ST)

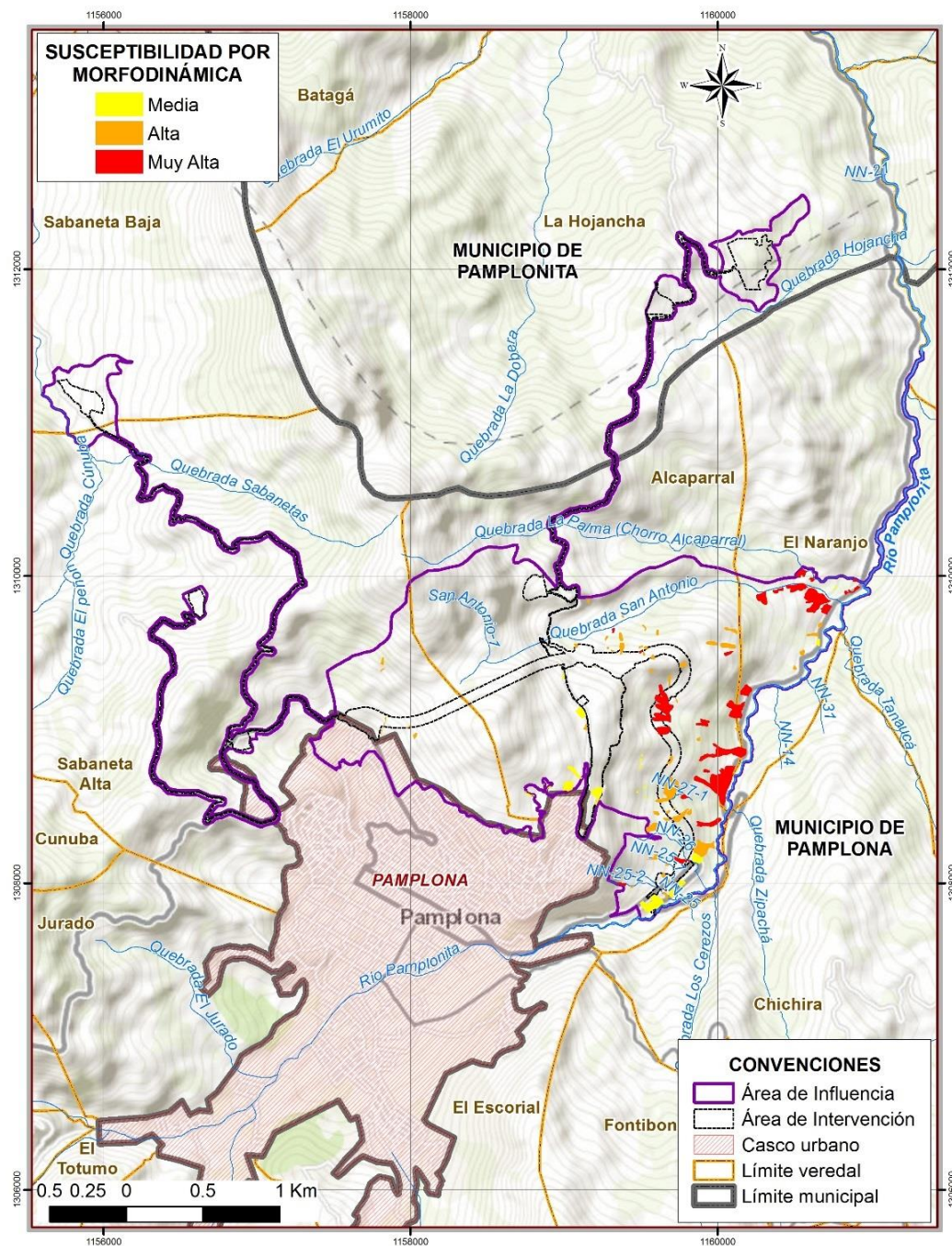
El mapa de susceptibilidad general del terreno se elaboró mediante análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), sumando digitalmente los ocho mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de procesos de erosión y remoción en masa. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, así:

$$ST = SL + SG + SH + SC + SD + SF + SP + SE$$

Dónde:

- ST = Susceptibilidad del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa.
- SL = Susceptibilidad del parámetro litología.
- SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.
- SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.
- SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.
- SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.
- SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas.
- SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.
- SE = Susceptibilidad del parámetro morfodinámica.

Figura 5.117 Mapa de susceptibilidad por Morfodinámica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

El procesamiento de información en SIG generó un rango de valores entre 13 y 34. Se establecen los siguientes intervalos para la categorización del mapa de susceptibilidad

general del terreno a los procesos erosivos y de remoción en masa, como se muestra a continuación en la Tabla 5.123.

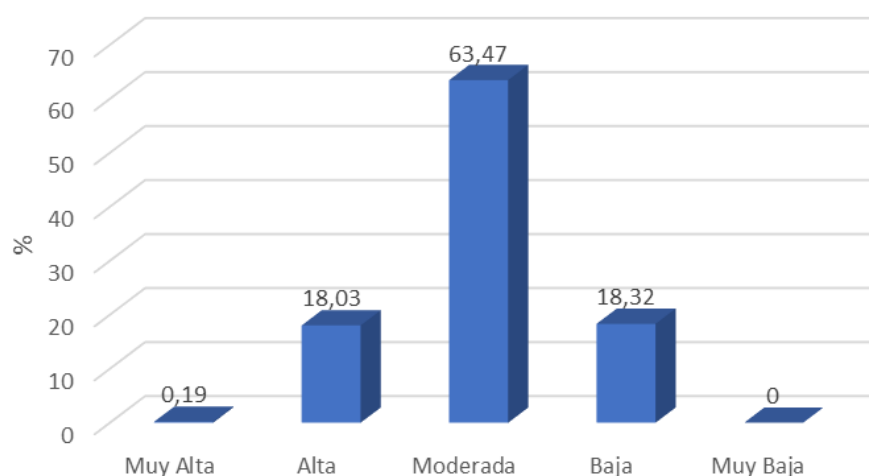
Tabla 5.123 Intervalos para categorizar la susceptibilidad general del terreno

Intervalos	Peso	Categorías de susceptibilidad
1 – 8	1	Muy Baja
9 – 16	2	Baja
17 – 24	3	Moderada
25 – 32	4	Alta
> 32	5	Muy Alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.118 se observa la distribución de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de influencia. El 63% del área es de moderada susceptibilidad a movimientos en masa, correspondiendo a zonas con procesos menores, inactivos o esporádicos de remoción en masa, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. El 18% es de baja a muy baja susceptibilidad, relacionado con zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa, en donde la combinación de parámetros como litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distanciado de fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea, favorecen la estabilidad geotécnica; finalmente, el restante 18% del Área de Influencia es de alta susceptibilidad, con zonas de depósito coluvial, de suelos residuales arcillosos húmedos o de rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.

Figura 5.118 Susceptibilidad general del terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En


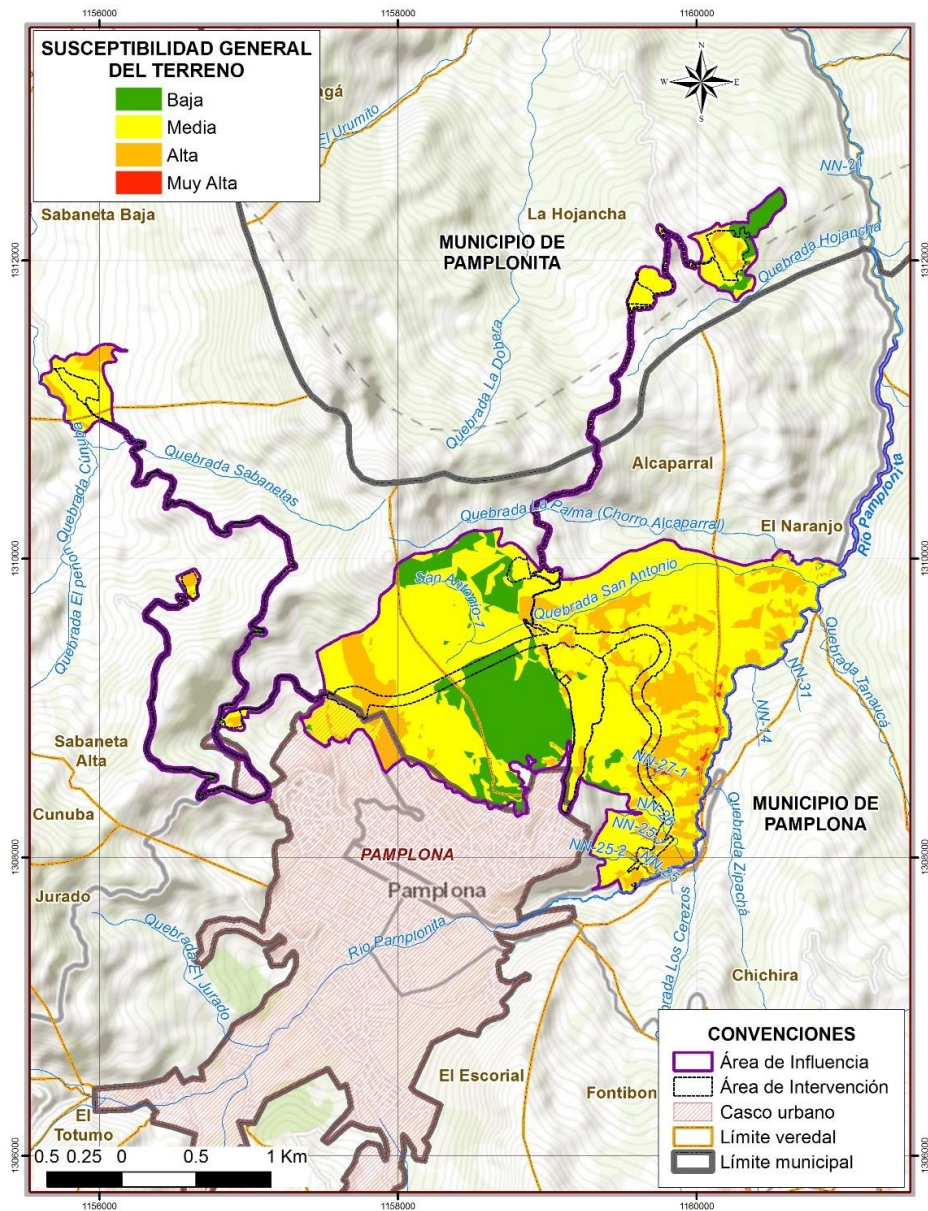
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.119 se presenta el mapa de susceptibilidad general del terreno a procesos erosivos y de remoción en masa.

Figura 5.119 Mapa de Susceptibilidad General del Terreno



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.5 Factores detonantes

Los factores desencadenantes o detonantes que se contemplaron en la ejecución del modelo son precipitación y sismicidad.

5.1.9.5.1 Precipitación (FP)

La precipitación, principalmente en periodos invernales, se define por su intensidad, duración y distribución espacial. La relación lluvia-deslizamiento varía de un sitio a otro

dependiendo de las condiciones locales de la zona, como la humedad, el tipo y uso del suelo, y topografía, entre otros.

El componente de escorrentía de la precipitación, usualmente es considerado un agente de erosión superficial o de erosión lineal con formación de surcos y cárcavas. La escorrentía tiene un efecto importante en la movilización de los materiales arrancados por los deslizamientos someros y profundos y en la generación de deslizamientos en las márgenes de las corrientes, por erosión lateral y socavación de orillas, que aumenta el valor de sus pendientes hasta hacerlas inestables. En la Tabla 5.124 se presentan los rangos de precipitación y su calificación asociados como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa.

Tabla 5.124 Intervalos de categoría de precipitación

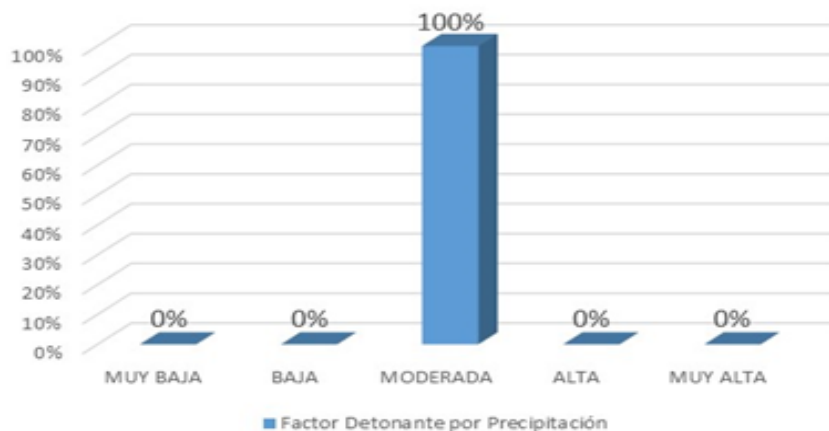
Rango de Precipitación(mm)	Categoría	Calificación
0 a 200	Muy Baja	1
200 – 800	Baja	2
800 – 1500	Moderada	3
1500 – 2500	Alta	4
>2500	Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La Figura 5.120 y la

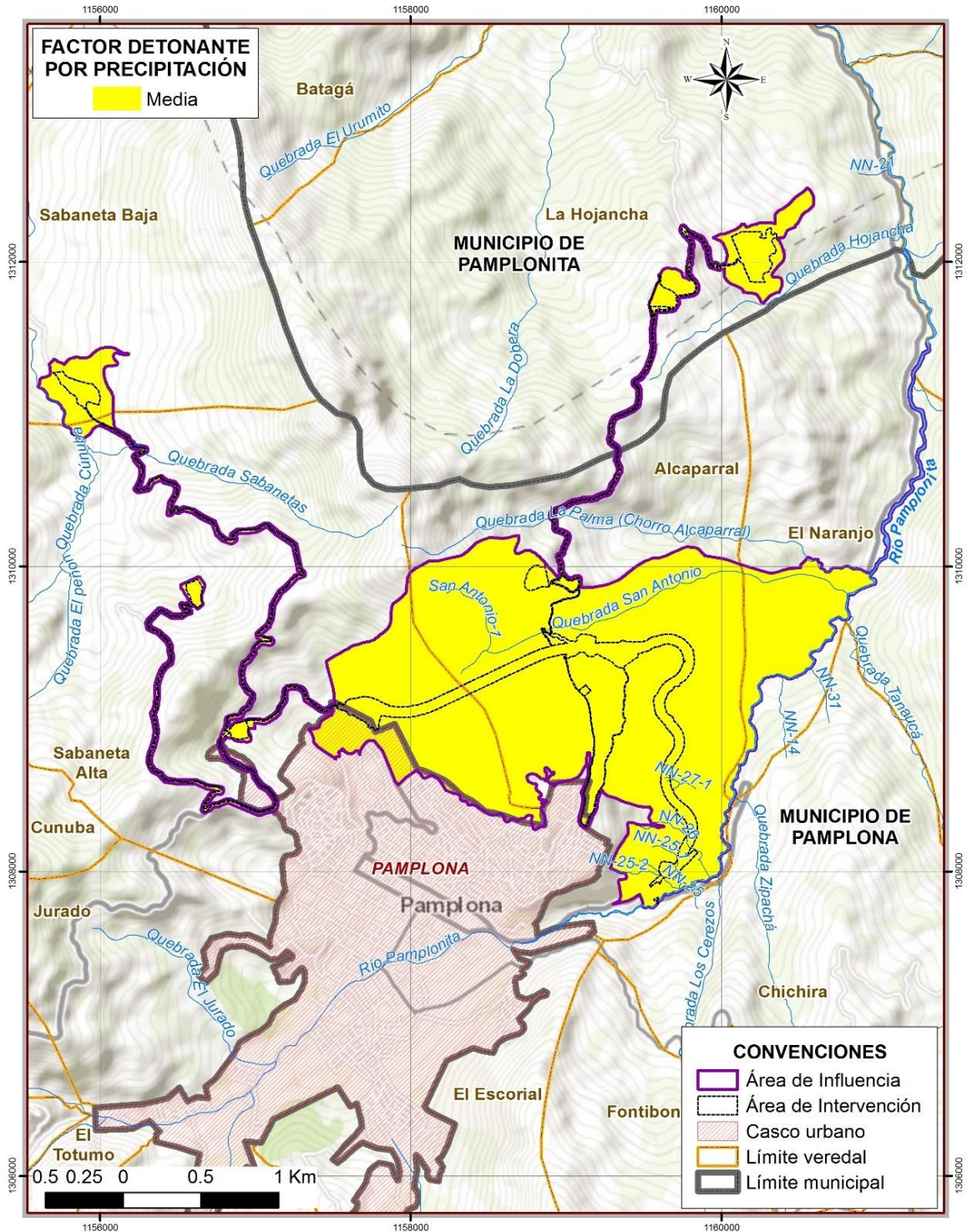
Figura 5.121 muestran la influencia de la precipitación como factor detonante de procesos erosivos y de remoción en masa en la Unidad Funcional 1; con el 84% del área con susceptibilidad baja y el 16% con susceptibilidad moderada a movimientos en masa.

Figura 5.120 Factor detonante por Precipitación



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.121 Factor detonante por precipitación

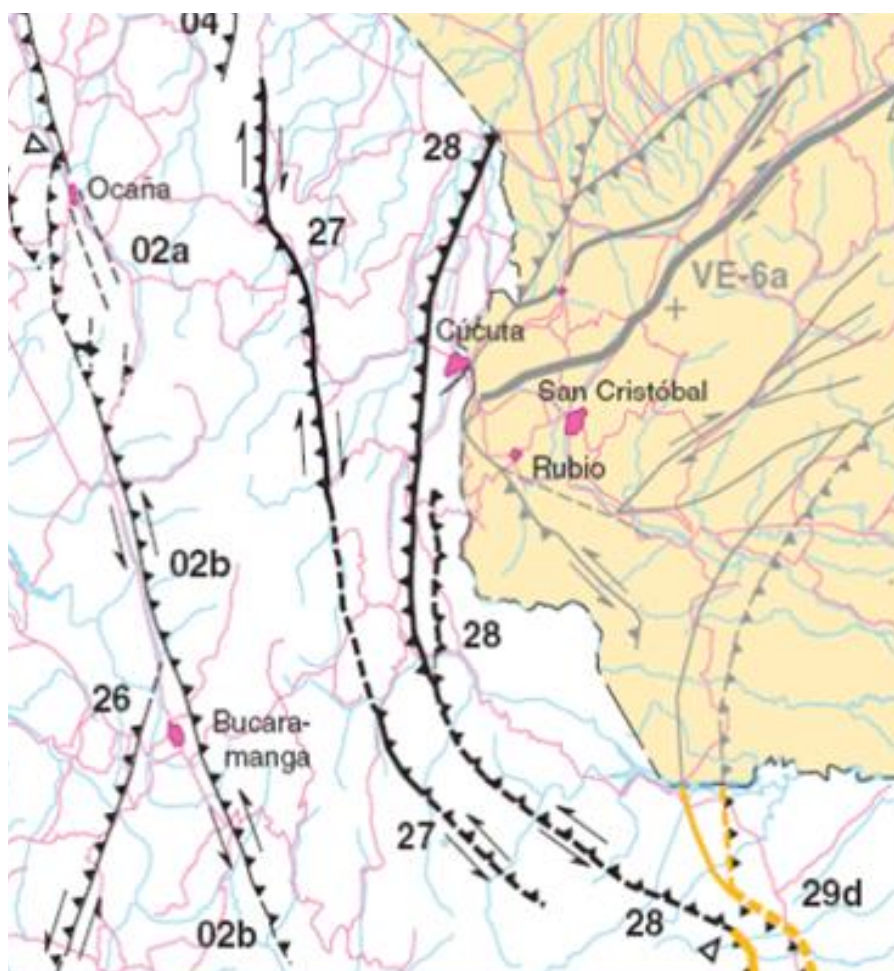


Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.5.2 Sismicidad (FS)

La Unidad Funcional 1 se encuentra dentro de una región geográfica afectada por la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica, con la consecuente generación de eventos sísmicos. En la zona donde se encuentra la Unidad Funcional 1 se encuentran fallas inversas de cabalgamiento de dirección predominante N-S, que conforman bloques y pliegues en dirección NNE-SSW. El área de influencia, ubicada en el departamento del Norte de Santander, corresponde a la provincia tectonoestratigráfica de dicho departamento, considerada subprovincia geológica de la cordillera oriental, y donde se encuentran rocas sedimentarias de edades desde el Jurásico hasta el Terciario-Paleoceno. En la Figura 5.122 se puede observar el fallamiento geológico de la zona, notándose que el área de estudio es cruzada por el sistema de fallas Pamplona – Chitagá.

Figura 5.122 Sistema Regional de fallas Pamplona-Chitagá (28)



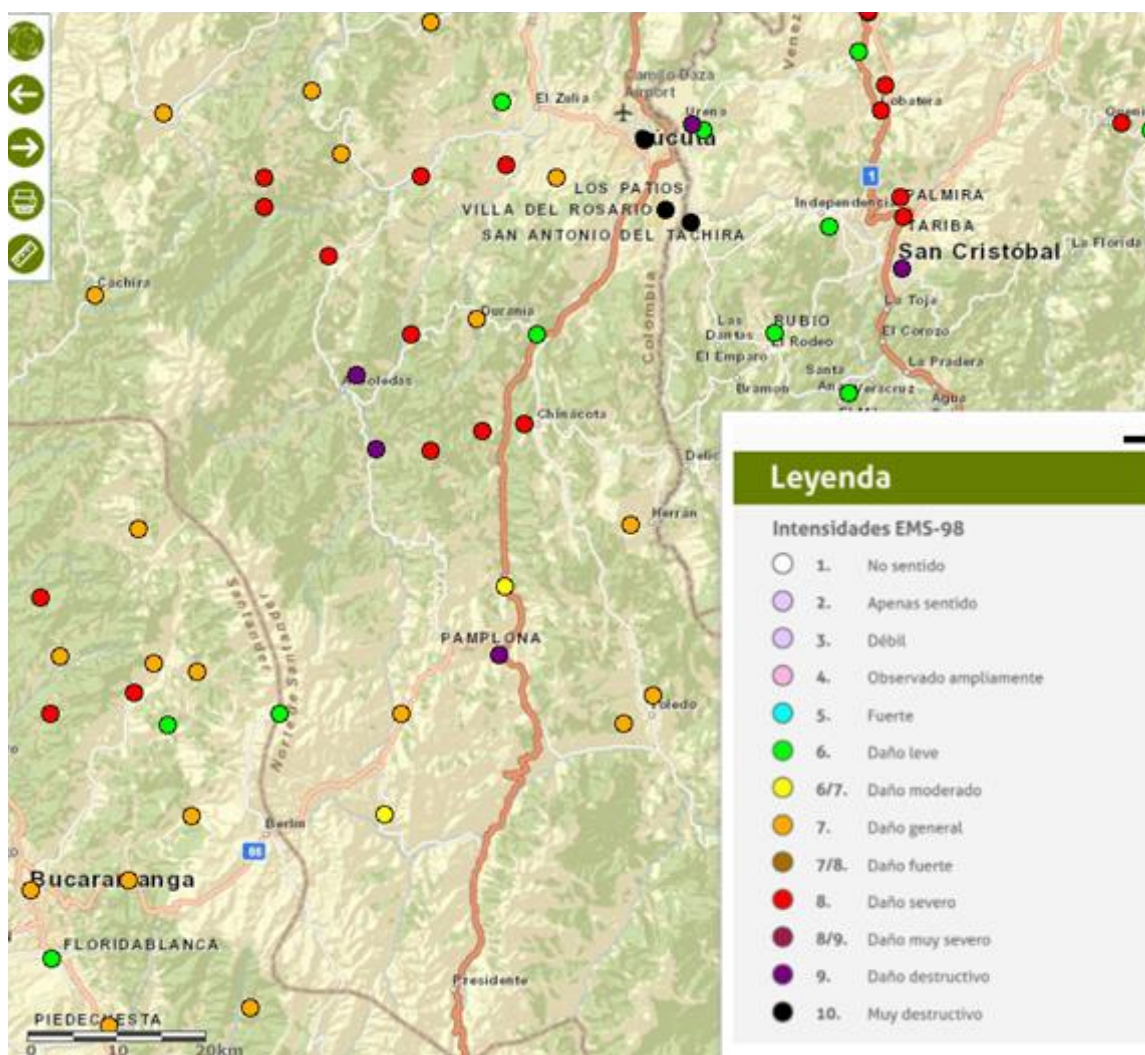
Fuente: Modificado del (SGC, 2011)

La historia de Colombia registra más de un centenar de sismos destructores, ubicados principalmente en la región andina, el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental y el Océano Pacífico, y con menor frecuencia en el Caribe. Las extensas fallas que delimitan

las cadenas montañosas, y las zonas de convergencia de placas litosféricas que se hallan en el territorio colombiano, muestran también evidencias de actividad sísmica en el pasado geológico reciente, sugiriendo posibles zonas de generación de sismos.

La Figura 5.123 muestra el mapa de sismicidad histórica en Colombia suministrado en su página Web por el Servicio Geológico Colombiano, en la región que cubre la zona entre Bucaramanga y Cúcuta. La Unidad Funcional 1 queda en cercanías del casco urbano del municipio de Pamplona, ubicado aproximadamente en la parte central de la Figura. Se destaca el registro histórico de sismos con intensidades de daño general, severo y destructivo en la región; especialmente el sismo de daño destructivo ocurrido en Pamplona el 15 de febrero de 1796, a escasos kilómetros de la UF1.

Figura 5.123 Mapa de Sismicidad Histórica entre Bucaramanga y Cúcuta



Fuente: Mapa sismicidad histórica de Colombia – Servicio Geológico Colombiano

El Servicio Geológico Colombiano en el mapa nacional de amenaza sísmica integra los avances en el conocimiento de la tectónica regional, de la actividad de las estructuras sismogénicas en Colombia, y de los efectos de la atenuación en la transmisión de ondas sísmicas. Estos conocimientos provienen de las nuevas fuentes locales de información instrumental, de los estudios de las manifestaciones en el terreno de grandes eventos, de la información más completa de los efectos de sismos históricos y de la disponibilidad de bases de datos globales estandarizadas y, en general, de los avances en el conocimiento en el tema de la amenaza sísmica.

Para este estudio de impacto ambiental el factor detonante por sismicidad se determinó con base en los resultados del Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), el cual presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA por sus siglas en inglés), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El Mapa de Amenaza Sísmica (INGEOMINAS & UNAL, 2010), considera valores de PGA (cm/s²) en un rango desde 50 – 250 PGA como se ilustra en la Tabla 5.125.

Tabla 5.125 Intervalos de categorías de sismicidad

Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP)	Peso	Susceptibilidad
0 – 50 PGA (cm/s ²)	1	Muy baja
50 – 100 PGA (cm/s ²)	2	Baja
100 – 250 PGA (cm/s ²)	3	Moderada
250 – 350 PGA (cm/s ²)	4	Alta
>350 PGA (cm/s ²)	5	Muy alta

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La totalidad del Área de Influencia de la Unidad Funcional 1 se ubica en el rango de 250 a 350 PGA, que corresponde a amenaza sísmica alta (Ver


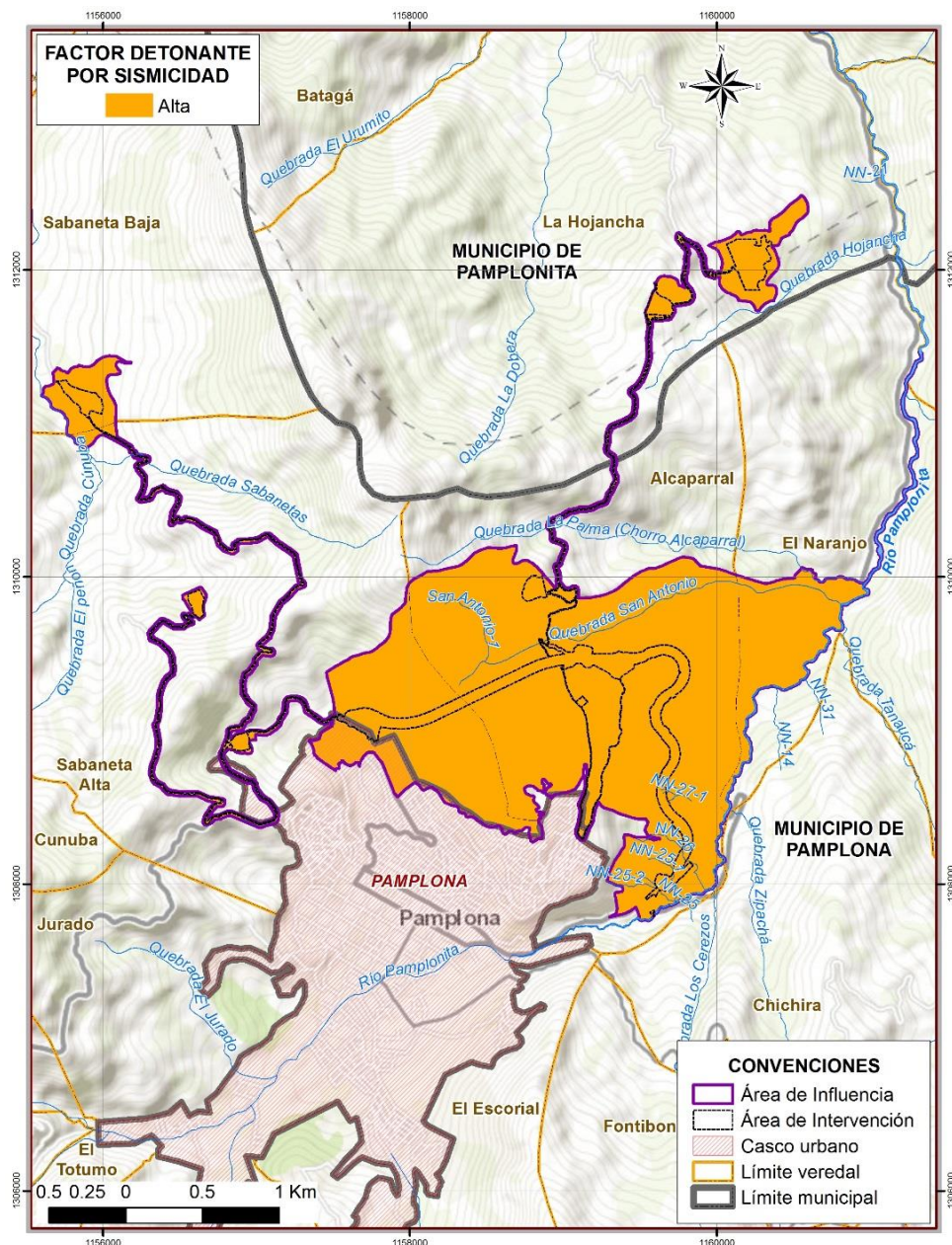
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Figura 5.124), lo cual va en línea con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, que cataloga el Municipio de Pamplona como de amenaza sísmica alta, con valores de aceleración horizontal pico efectiva A_a de 0.30, y de velocidad pico efectiva A_v de 0.25.

Figura 5.124 Mapa de factor detonante por sismicidad



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.6 Amenaza geotécnica del terreno (ZG)

La amenaza relativa del terreno se establece considerando la interacción de los factores intrínsecos y los factores desencadenantes o detonantes que intervienen en la generación de procesos de remoción en masa y erosivos. Para la elaboración del mapa de amenaza relativa se emplearon como factores detonantes la precipitación y la amenaza sísmica, empleando el siguiente algoritmo:

$$ZG=ST * (FP + FS)$$

Donde:

- ZG = Zonificación Geotécnica (Amenaza relativa del terreno por procesos erosivos y de remoción en masa).
- ST = Susceptibilidad total del terreno a los procesos erosivos y remoción en masa.
- FP = Factor detonante por precipitación.
- FS = Factor detonante por sismicidad.

La zonificación geotécnica del área de estudio se dividió en cinco categorías de amenaza (Tabla 5.126), que van desde muy alta a muy baja (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.

Tabla 5.126 Categorías para la zonificación geotécnica

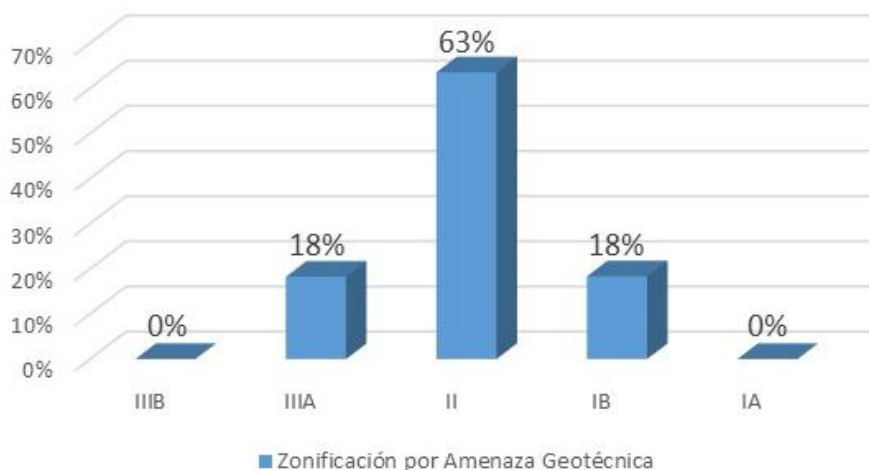
Rangos de valores	Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad Geotécnica	Peso
1 – 5	IIIB	Muy Baja	Muy Alta	1
6 – 15	IIIA	Baja	Alta	2
16 – 25	II	Moderada	Moderada	3
26 – 35	IB	Alta	Baja	4
>35	IA	Muy Alta	Muy Baja	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Figura 5.125 y en la

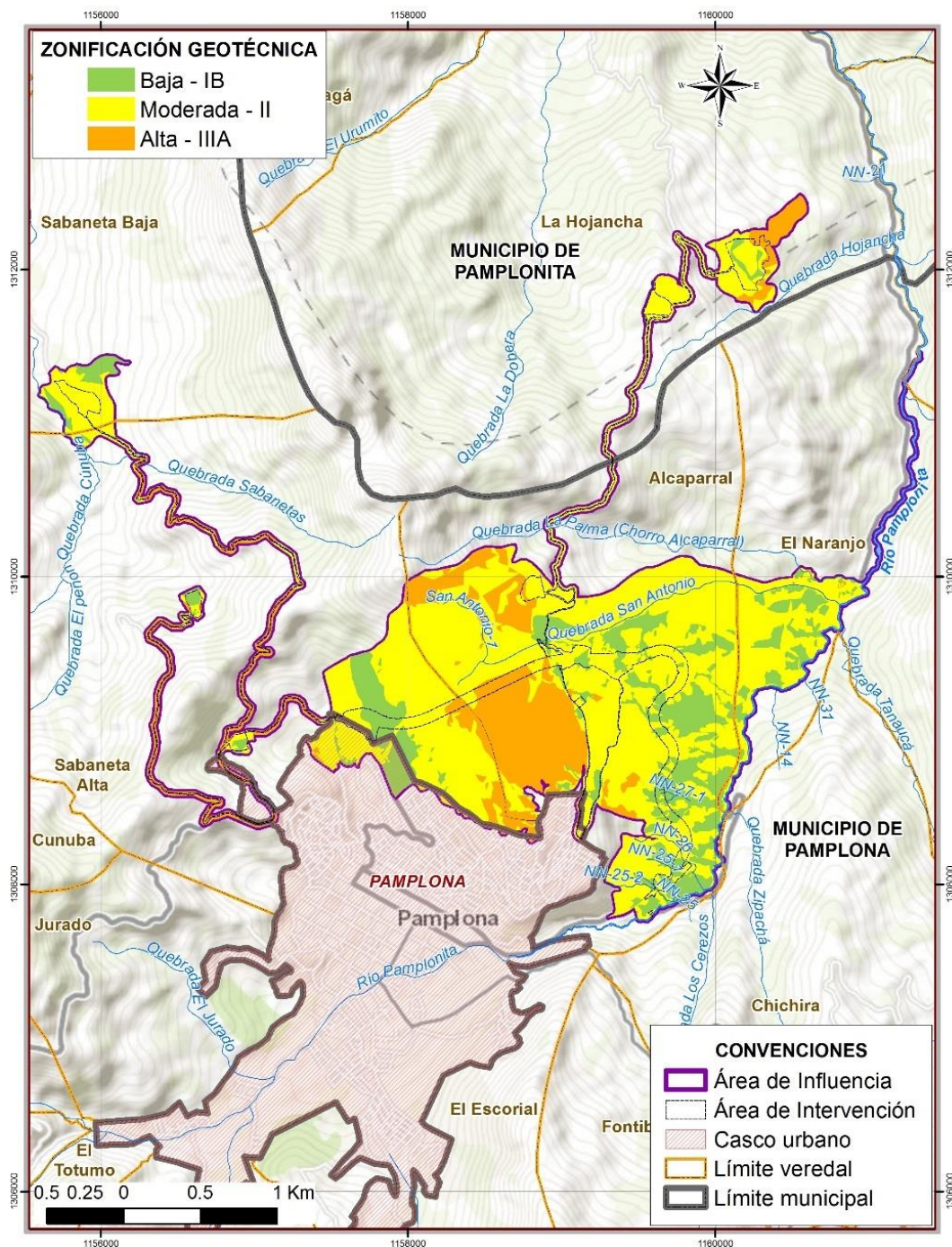
Figura 5.126 se observa la distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro del área de influencia, donde el 63% es de amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18% presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

Figura 5.125 Distribución de amenaza geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

Figura 5.126 Mapa amenaza geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol., 2018

En la Tabla 5.127 se muestran los resultados de las características de las áreas resultantes en la clasificación de zonificación geotécnica por procesos erosivos y de remoción en masa.


Tabla 5.127 Leyenda del mapa de zonificación geotécnica

Símbolo	Amenaza Relativa	Estabilidad geotécnica	Descripción	Área (ha)
IIIB	Muy Baja	Muy Alta	Áreas no sujetas a movimientos en masa, relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.	0
IIIA	Baja	Alta	Zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorece la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.	100.1
II	Moderada	Moderada	Zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.	347.2
IB	Alta	Baja	Zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.	99.5
IA	Muy Alta	Muy Baja	Zonas con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.	0

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

5.1.9.7 Descripción geotécnica del corredor vial

La descripción geotécnica del corredor vial considera los resultados de la zonificación geotécnica a partir de procesamiento de datos en SIG relacionados con litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas geológicas, pendientes del terreno, precipitación en la zona y amenaza sísmica; como

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

se detalló anteriormente. El corredor se dividió para su descripción en tramos que califican con el mismo grado de estabilidad geotécnica.

5.1.9.7.1 Sector del K56+300 al K 56+500

Cruza un tramo en general de estabilidad geotécnica baja con sectores de estabilidad moderada; con litología principalmente de depósitos coluviales suprayaciendo lutitas con intercalaciones de calizas fosilíferas de color gris de la formación Capacho. En este sector se presenta un deslizamiento menor activo entre el K56+440 y el K56+480, originado por intervención antrópica mediante corte del terreno para la construcción de una estación de servicio.

5.1.9.7.2 Sector del K56+500 al K 56+760

Sector de estabilidad geotécnica moderada, donde el alineamiento tendrá lugar interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas (formación Capacho), de cobertura vegetal dominada por pastos y dedicación a la actividad ganadera.

5.1.9.7.3 Sector del K56+760 al K 57+240

Sector con estabilidad geotécnica baja. En este tramo la vía se conformará interviniendo una ladera con depósitos coluviales y lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); con presencia de procesos de remoción en masa ubicados principalmente en el tramo entre el K56+760 y el K57+100.

5.1.9.7.4 Sector del K57+240 al K 57+400

Sector de estabilidad geotécnica moderada, donde el alineamiento tendrá lugar interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas (formación Capacho), de cobertura vegetal dominada por pastos y dedicación a la actividad ganadera.

5.1.9.7.5 Sector del K57+400 al K 57+700

Sector con estabilidad geotécnica baja. En este tramo la vía se conformará interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); con presencia de procesos de remoción en masa afectando la superficie del terreno.

5.1.9.7.6 Sector del K57+700 al K58+880

Sector con estabilidad geotécnica moderada con pequeños tramos de estabilidad geotécnica baja. La vía en este sector se conformará interviniendo una ladera con lutitas intercaladas con calizas de la formación Capacho (Kic); ocasionalmente con presencia de suelos de depósito coluvial. En sitios puntuales se presentan deslizamientos menores que afectan superficialmente el terreno.

5.1.9.7.7 Sector del K58+880 al K 59+660

Sector montañoso de estabilidad geotécnica alta en donde la vía se construirá en túnel. Superficialmente el macizo rocoso está conformado por areniscas de la formación Aguardiente; el sitio presenta cobertura vegetal protectora del suelo que lo protege ante la acción del agua lluvia; no se observan procesos de erosión acentuada ni de remoción en masa.

5.1.9.7.8 Sector del K59+660 al K 60+260

Sector de estabilidad geotécnica moderada con sitios puntuales de estabilidad baja, en donde la vía se conformará en calizas fosilíferas y arenosas, con lutitas y algunas intercalaciones de areniscas, de la formación Tibú y Mercedes (Kitm); en suelos de depósito coluvial; y en suelos residuales de Ortoneis.

5.1.9.8 Conclusiones

- La zonificación geotécnica se desarrolló siguiendo la metodología de Vargas modificada, considerando en el análisis la susceptibilidad general del terreno determinada a partir de parámetros de susceptibilidad a la generación de procesos erosivos y de remoción en masa por litología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes del terreno y morfodinámica; y considerando la precipitación y la sismicidad como factores detonantes de procesos de remoción en masa.
- La zonificación geotécnica se dividió en cinco categorías de amenaza relativa y estabilidad geotécnica, que van desde muy alta a muy baja estabilidad (IA, IB, II, IIIA y IIIB) y corresponden a la agrupación metodológica de zonas homogéneas de los factores de ponderación evaluados.
- La Zona IA, de estabilidad muy baja y amenaza muy alta, corresponde a terrenos con erosión muy severa o con deslizamientos activos de grandes proporciones. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IA.
- La Zona IB, de estabilidad baja y amenaza alta, corresponde a zonas afectadas por numerosos procesos de remoción en masa y/o con suelos no consolidados de origen coluvial y/o aluvial susceptibles a remoción; donde la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura del suelo no es favorable a la estabilidad geotécnica. Por lo general incluye suelos de depósito coluvial, zonas de suelos residuales arcillosos húmedos o rocas blandas muy meteorizadas en donde han tenido lugar procesos de remoción en masa.
- La Zona II, de estabilidad moderada y amenaza moderada, corresponde a zonas con procesos de remoción en masa menores, inactivos o esporádicos, y zonas no indicadas de inestabilidad al presente, pero potencialmente inestables y susceptibles a movimientos del terreno por registros geomorfológicos y desfavorables factores geológicos y de cobertura vegetal. Por lo general incluye macizos rocosos y suelos residuales en áreas donde los procesos morfodinámicos no son muy acentuados gracias a la combinación de factores geológicos, geomorfológicos y de cobertura de la tierra; la presencia de depósitos coluviales o aluviales es menor y sin afectación por procesos de remoción o erosión acentuada.
- La Zona IIIA, de estabilidad alta y amenaza baja, corresponde a zonas con escasos y menores procesos de remoción en masa o de erosión acentuada, en donde la combinación de parámetros geológicos, geomorfológicos y de cobertura vegetal favorecen la estabilidad geotécnica. Los parámetros que pueden favorecer la estabilidad son litologías resistentes sin presencia de alta humedad, distancia a fallas geológicas, geoformas de pendientes suaves, densidad de drenaje baja y cobertura del terreno arbórea.

- La Zona IIIB, de estabilidad muy alta y amenaza muy baja, corresponde a áreas no sujetas a movimientos en masa, con relieves planos no expuestos a socavación fluvial. En el área de Influencia de la Unidad Funcional 1 no se determinó ninguna área con zonificación geotécnica IIIB.
- La distribución de las categorías de amenaza geotécnica dentro de la Unidad Funcional 1 indica que el 63% del Área de Influencia, correspondiente a 346.9 ha, presenta amenaza moderada y estabilidad geotécnica moderada (Zona II); el 18%, correspondiente a 99.5 ha, presenta amenaza relativa baja y estabilidad geotécnica alta (Zona IIIA); y el 18% restante, correspondiente a 100 ha, presenta amenaza relativa alta y estabilidad baja (Zona IB).

5.1.10 Atmósfera

5.1.10.1 Meteorología

5.1.10.1.1 Ubicación de las estaciones

Las estaciones del IDEAM seleccionadas para identificar, zonificar y describir las condiciones meteorológicas del área de influencia de la Unidad Funcional 1 (en adelante UF1) fueron seleccionadas especialmente por dos motivos, el primero encontrarse activas y segundo que contaran con mínimo 10 años de registros, las estaciones seleccionadas se relacionan en la Tabla 5.128 y Figura 5.128.

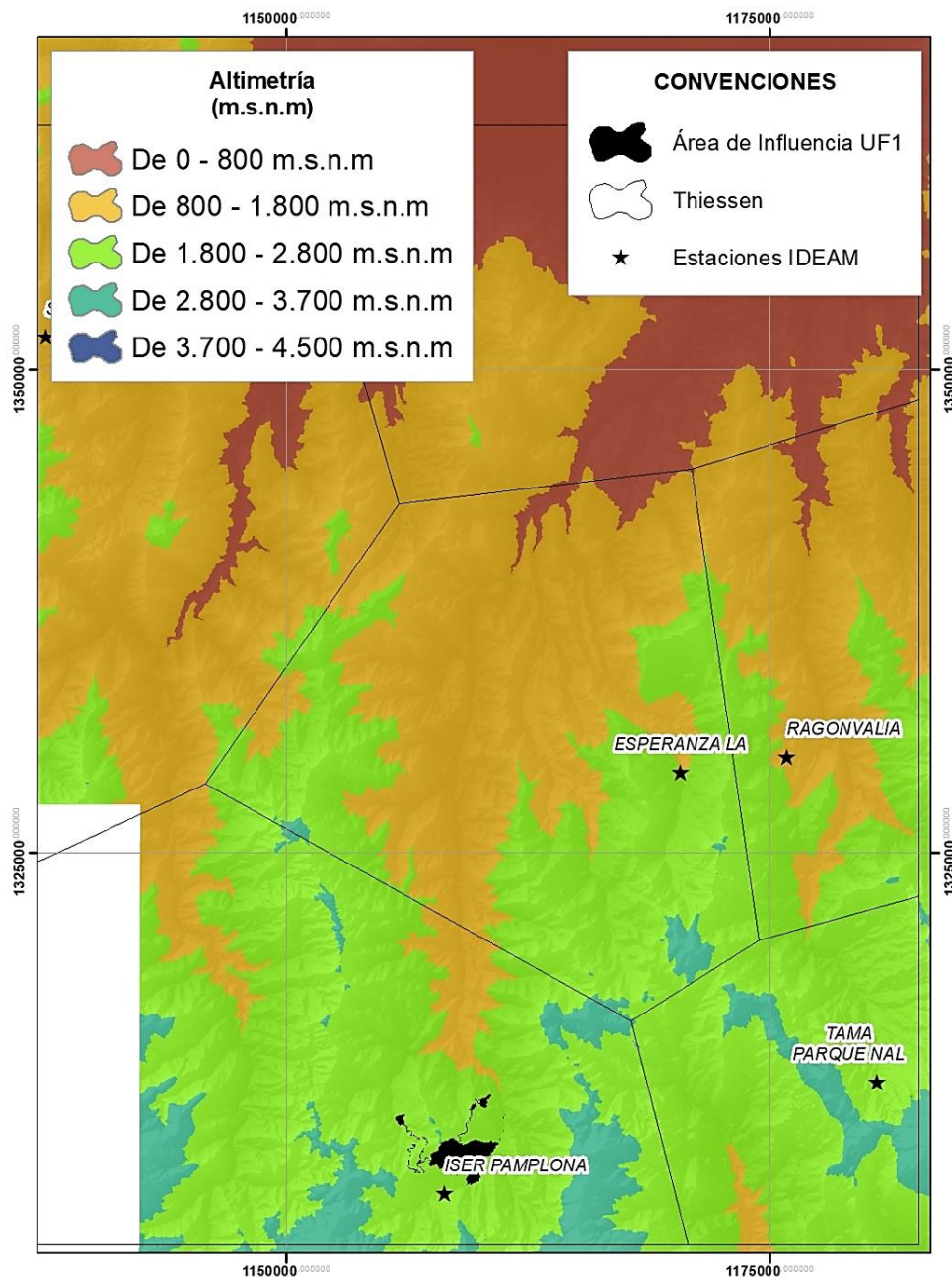
Tabla 5.128 Estaciones del IDEAM seleccionadas

Nombre	Código	Categoría	Fecha de instalación	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				ESTE	NORTE
Iser Pamplona	16015020	AM ¹	15/04/1972	1158172,27	1307342,79
Esperanza La	16015030	CO ²	15/11/1972	1170367,32	1329135,20
Tama Parque Nal	16015090	CP ³	15/04/1989	1180559,19	1313099,14
Ragonvalia	16015100	CP	15/07/2000	1175884,30	1329923,41
Carmen De Tonchala	16025010	CP	15/10/1968	1166700,87	1360007,36
Salazar	16025030	CP	15/03/1973	1137553,11	1351691,75

¹ Agrometeorológica, ² Climatológica ordinaria, ³ Climatológica principal


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.127 Localización general de las estaciones IDEAM seleccionadas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Posterior a la definición de las estaciones se delimitaron los polígonos de Thiessen con el objetivo de definir el área de influencia de cada una de las estaciones, el resultado indicó que la estación ISER PAMPLONA (Ver Figura 5.127), abarca en totalidad el área de influencia de la UF1, por lo tanto la descripción de las condiciones meteorológicas en el

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

área del proyecto registrará con base en los registros de dicha estación, los demás registros serán utilizados con la finalidad de la zonificación climática e isolíneas.

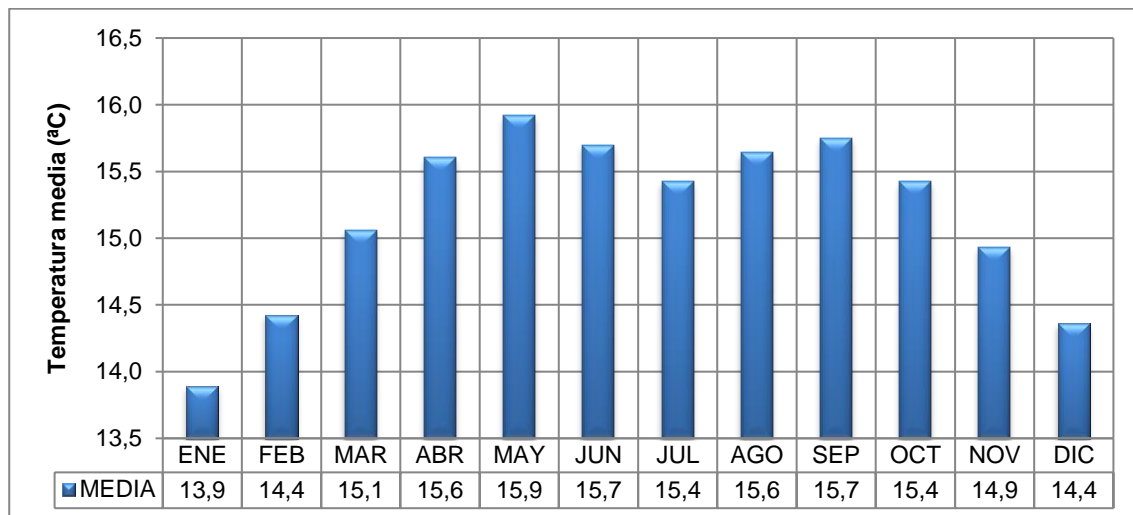
5.1.10.1.2 Temperatura

5.1.10.1.2.1 Temperatura media, máxima diaria y mínima diaria

De acuerdo a los histogramas (Figura 5.128,

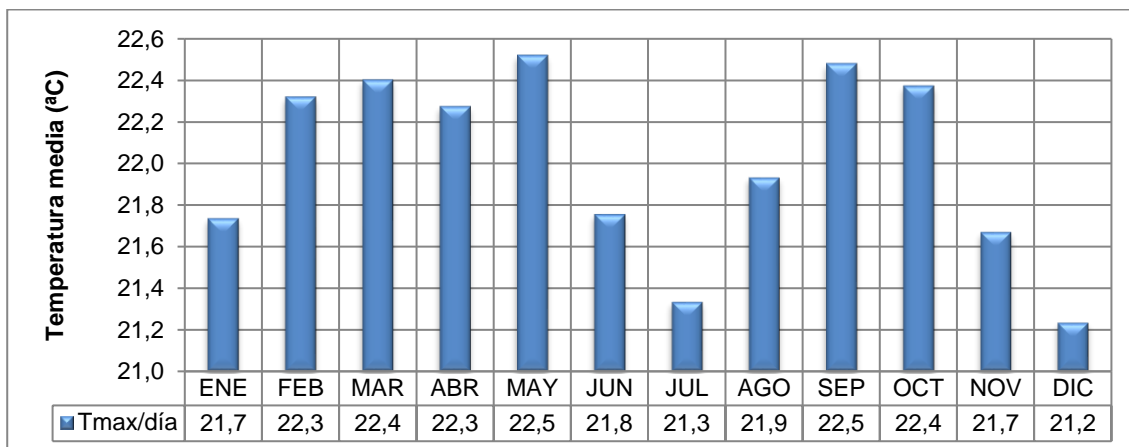
Figura 5.129 y Figura 5.130), la temperatura media mensual multianual registrada por la estación ISER PAMPLONA, a grandes rasgos tiene un comportamiento monomodal, es decir, hay un periodo con altas temperaturas y otro con bajas, sin embargo, se evidencian tres escenarios, el primero inicia a partir de septiembre (15,7°C) con un descenso contundente de la temperatura hasta enero (13,9°C), mes en el cual de acuerdo a los registros de la estación ocurren las temperaturas medias más bajas del año; en dicho periodo la temperatura tiene una amplitud o variación de 1,8°C.

Figura 5.128 Histograma temperatura media mensual multianual



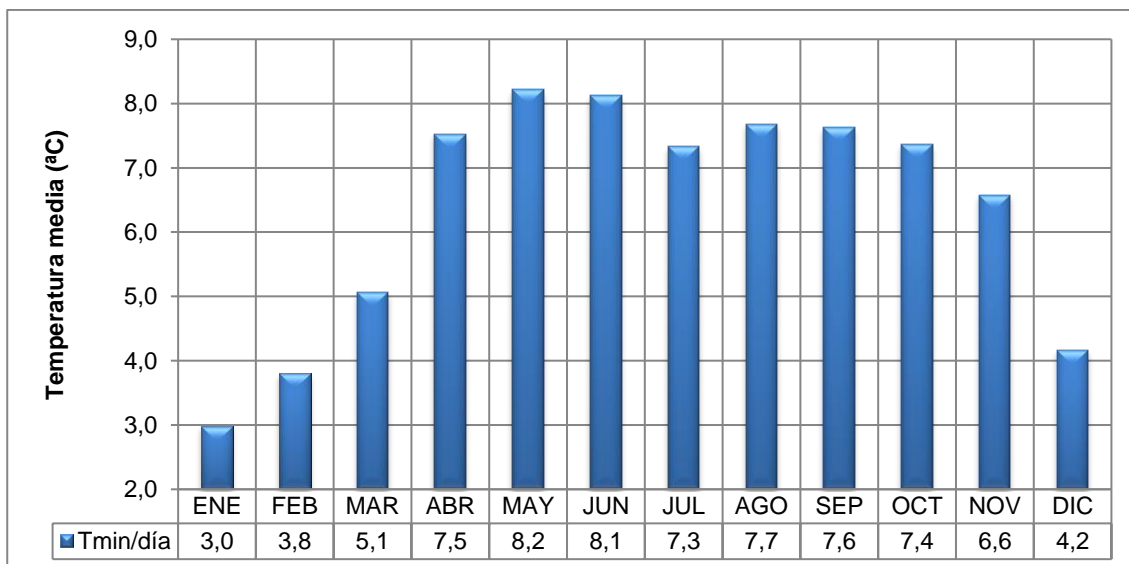
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.129 Histograma temperatura máxima diaria promedio



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.130 Histograma temperatura mínima diaria promedio



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

El siguiente escenario ocurre entre febrero y mayo en donde la temperatura tiene un comportamiento inverso al periodo anterior, es decir, aumenta de manera contundente hasta mayo (15,6°C), mes en el cual históricamente ocurren las temperaturas medias máximas del año; la amplitud de la temperatura en este periodo es 1,7°C. El tercer escenario ocurre entre mayo y septiembre, periodo durante el cual la temperatura tiende a mantenerse equilibrada, lo cual se refleja en que la amplitud máxima que ocurre en el periodo es 0,5°C, dicha amplitud ocurre en el mes julio donde hay un modesto descenso de la temperatura.

El histograma de la temperatura máxima diaria promedio (ver

Figura 5.129) indica que mayo (22,5°C) no solo es el mes cuando ocurren las mayores temperaturas medias, también es la temporada donde se presentan los días más calurosos del año. De igual manera el histograma indica que el primer semestre del año tiende a ser más caluroso que el segundo semestre, claro está que dichos eventos extremos obedecen a los efectos de la oscilación del sur – ENSO en este caso el fenómeno de El Niño. Durante el segundo semestre los meses más calurosos son septiembre y octubre.

Por su parte la temperatura mínima diaria promedio (Ver Figura 5.130) se comporta igual a la temperatura media, donde los meses diciembre, enero, febrero e incluso marzo son los meses donde ocurren los días con registros más bajos de temperatura. Enero se destaca puesto que en este mes ocurren las temperaturas más bajas o mínimas, así mismo los eventos de heladas donde la temperatura supera llega a -1°C.

Los anteriores histogramas (Ver Figura 5.128,

Figura 5.129 y Figura 5.130) permiten evidenciar que en el área de influencia de la estación ISER PAMPLONA la amplitud térmica (variación térmica entre la temperatura diurna y nocturna) es considerable, es decir, durante el día la temperatura puede variar como se relaciona en la Tabla 5.129.

Tabla 5.129 Amplitud térmica

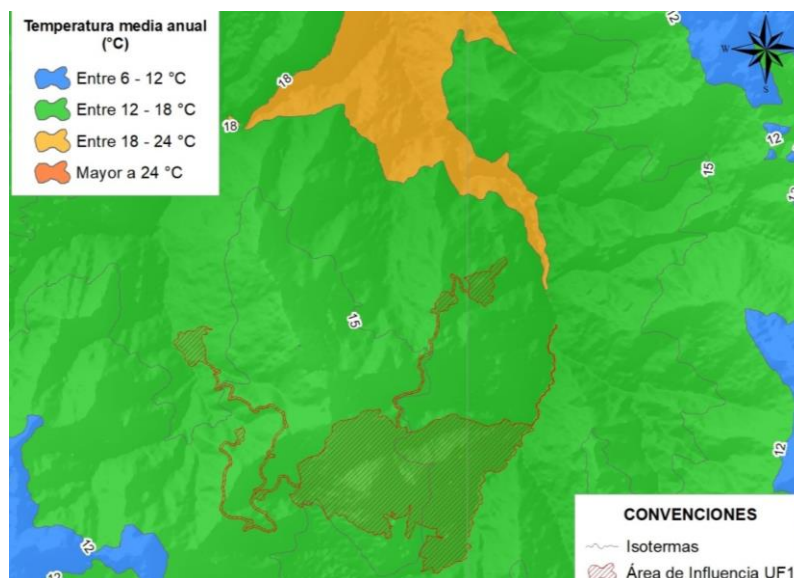
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MAXIMA DIARIA PROM.	21,7	22,3	22,4	22,3	22,5	21,8	21,3	21,9	22,5	22,4	21,7	21,2
MÍNIMA DIARIA PROM.	3,0	3,8	5,1	7,5	8,2	8,1	7,3	7,7	7,6	7,4	6,6	4,2
AMPLITUD	18,7	18,5	17,3	14,7	14,3	13,6	14,0	14,3	14,8	15,0	15,1	17,1

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.2.2 Zonificación de la temperatura media

La Figura 5.131 corresponde al resultado de la zonificación térmica, la cual se realizó con base en el gradiente altitudinal y posteriormente se categorizaron los valores de acuerdo con los rangos propuestos por Caldas, insumo para la posterior clasificación climática.

Figura 5.131 Zonificación de la temperatura media anual, con base en el gradiente altitudinal



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.3 Presión atmosférica promedio mensual (mb)

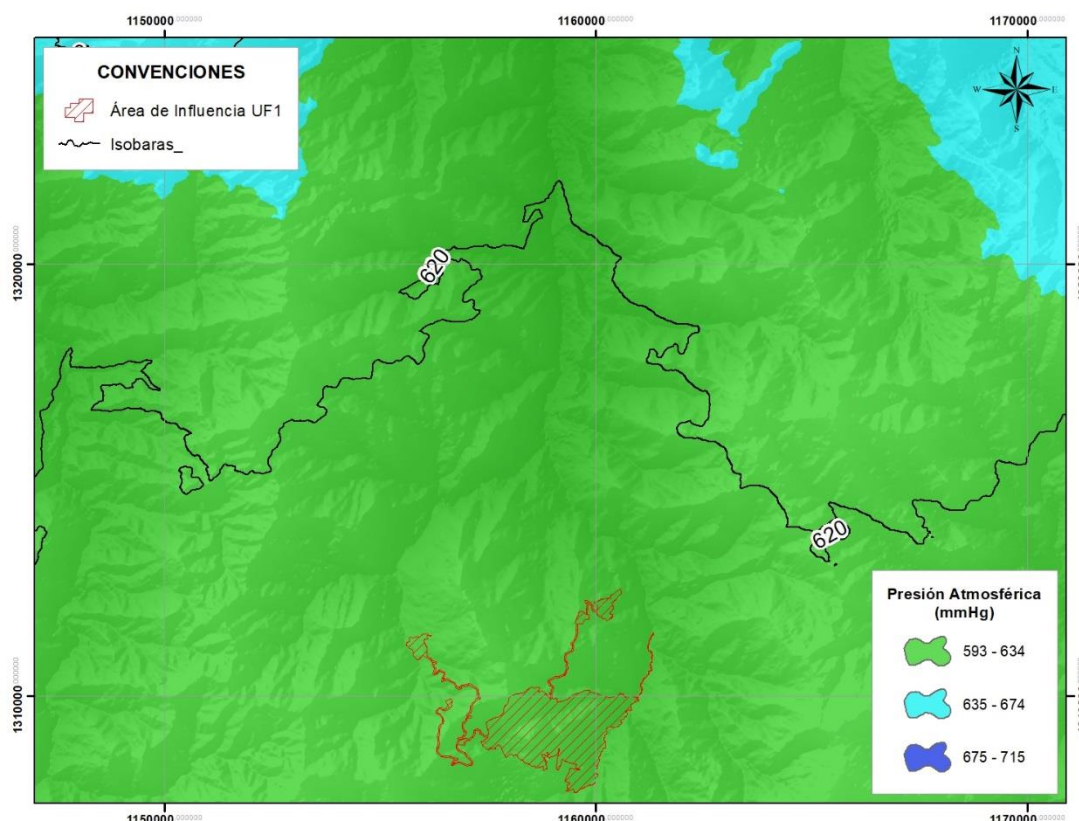
La presión atmosférica es la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra por encima de este punto, por lo cual la presión atmosférica disminuye con la altitud y al mismo tiempo disminuye la cantidad de aire presente en la atmósfera.

Ninguna de las estaciones climáticas cuenta con registros de presión atmosférica por lo tanto el cálculo de la Presión Atmosférica del área de influencia, se basó según lo expuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a partir de la siguiente ecuación:

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.006z}{293} \right)^{5.26}$$

Los resultados de la zonificación indican que la presión atmosférica media del área de influencia de la UF1 es 600 mmHg, el aumento de la presión respecto a la disminución de la altitud es clara, siendo la presión al norte, sector asociado al municipio Cúcuta de 700 mmHg.

Figura 5.132 Zonificación de la presión atmosférica (mmHg)

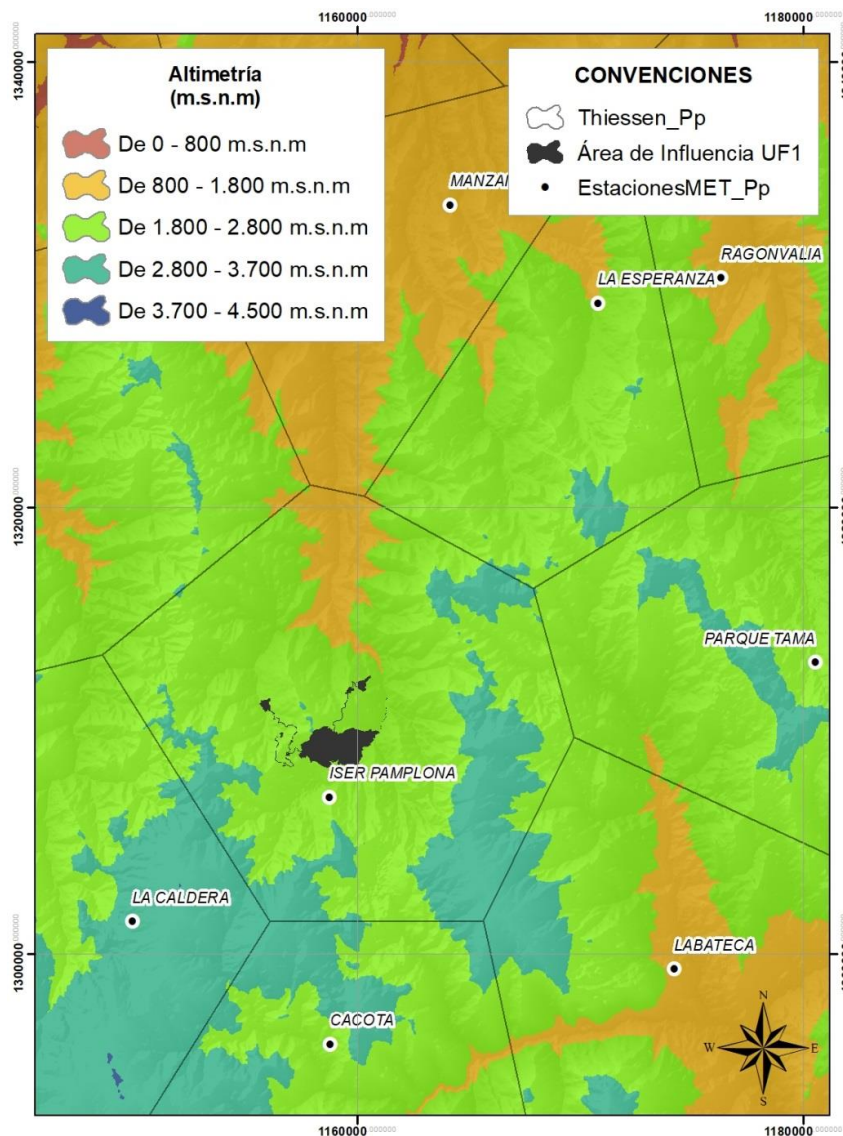


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4 Precipitación media diaria, mensual y anual

Con base en los polígonos de Thiessen (ver Figura 5.133) fue definida el área de influencia de cada una de las estaciones con la finalidad de determinar cuál o cuáles son representativas en relación con el régimen pluvial del área de influencia de la UF1. De acuerdo con lo anterior la estación ISER PAMPLONA abarca en totalidad el área del estudio, por lo tanto, esta estación corresponde a la estación índice, las demás serán utilizadas para la zonificación pluviométrica y como referencia para el comportamiento de la precipitación total anual.

Figura 5.133 Localización de las estaciones IDEAM seleccionadas para el estudio de la precipitación



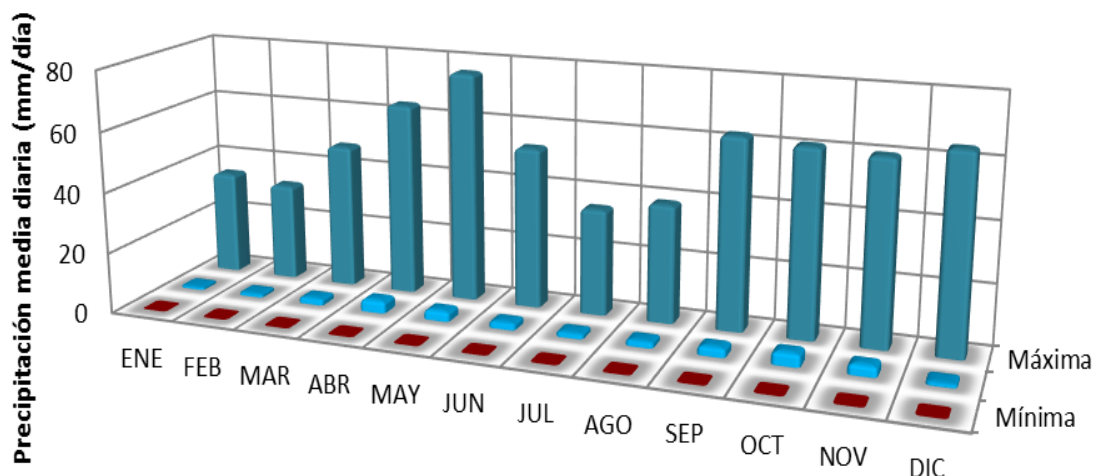
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.1 Precipitación media diaria

De acuerdo al histograma de la precipitación media diaria la pluviosidad tiene un régimen similar a la temperatura media diaria, sin embargo el comportamiento bimodal de este componente climático es concreto, es decir, el histograma claramente expresa que durante el año hay dos temporadas de alta pluviosidad comprendidas por los periodos abril (1,18 mm/día) – mayo (3,42 mm/día) y septiembre (3,09 mm/día) – noviembre (3,58 mm/día), durante el segundo ocurren mayores precipitaciones tanto en volumen como en temporalidad (el primer periodo de lluvia ocurre durante dos meses, el segundo periodo durante tres meses), el mes con mayor precipitación media diaria es octubre (4,34 mm/día), sin embargo, es mayo cuando pueden ocurrir la mayor precipitación en 24 horas. A partir del primer periodo decrece la precipitación diaria hasta alcanzar en julio 1,80 mm/día, sin

embargo, el periodo comprendido entre diciembre – marzo es cuando la precipitación alcanza su menor índice con 0,93 mm/día, volumen del mes enero. Figura 5.134.

Figura 5.134 Histograma para la precipitación media diaria (mm)



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
■ Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
■ Media	0,93	1,22	2,21	4,18	3,42	2,40	1,80	2,12	3,09	4,34	3,58	1,32
■ Máxima	34,5	32,4	48,0	64,0	76,2	53,2	35,2	39,0	63,0	61,6	60,5	64,6

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Es importante tener presente que la amplitud o variación entre la precipitación mínima (para todos los meses la precipitación mínima diaria es 0 mm) e incluso la media ante la máxima es bastante amplia. Es decir, en el área de influencia de la UF1 según los registros de la estación ISER PAMPLONA aún en el mes enero (mes históricamente de menor precipitación) puede llegar a ver precipitaciones desde 0 mm hasta 34,5 mm. El mes donde mayor es la amplitud de una posible precipitación es mayo con una variación de 72,8 mm. Tabla 5.130.

Tabla 5.130 Amplitud entre la precipitación media diaria y diaria máxima

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
max/día	34,5	32,4	48,0	64,0	76,2	53,2	35,2	39,0	63,0	61,6	60,5	64,6
med/día	0,9	1,2	2,2	4,2	3,4	2,4	1,8	2,1	3,1	4,3	3,6	1,3
AMPLITUD	33,6	31,2	45,8	59,8	72,8	50,8	33,4	36,9	59,9	57,3	56,9	63,3

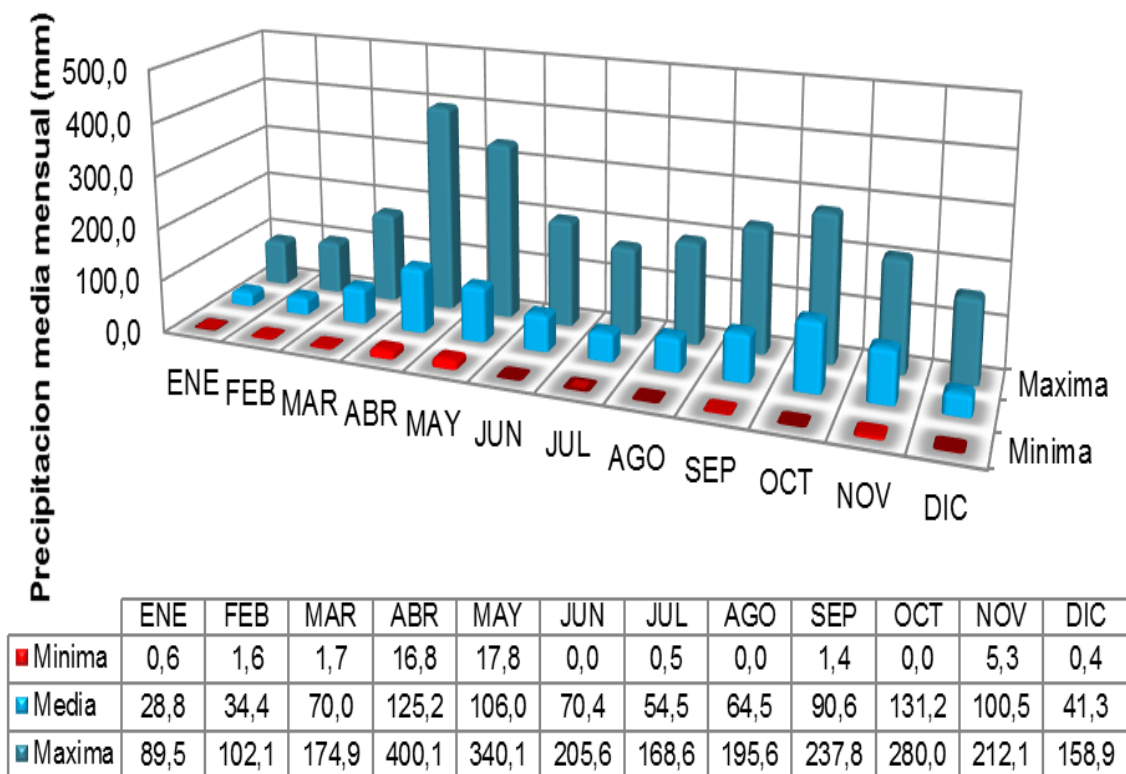
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.2 Precipitación Media mensual

El histograma de la precipitación media mensual multianual indica que los meses con mayor precipitación son abril y octubre, los periodos descritos con alta pluviosidad son los mismos indicados para la precipitación media diaria (abril – mayo y septiembre – noviembre), sin embargo hay una diferencia a esta escala (precipitación media mínima) y es que durante el

periodo entre las dos temporadas de lluvias, es decir, entre junio –agosto puede llegar a ocurrir una temporada de escasas, hasta ausentes lluvias, escenario tal de un año o temporada con eventos extremos tal como un año bajo la influencia del fenómeno de El Niño. Figura 5.135.

Figura 5.135 Histograma para la precipitación media mensual (mm)



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.3 Precipitación Media total anual

El análisis a la precipitación total anual se realizó para las estaciones relacionadas en la Tabla 5.131.

Tabla 5.131 Estaciones IDEAM para análisis de precipitación total anual

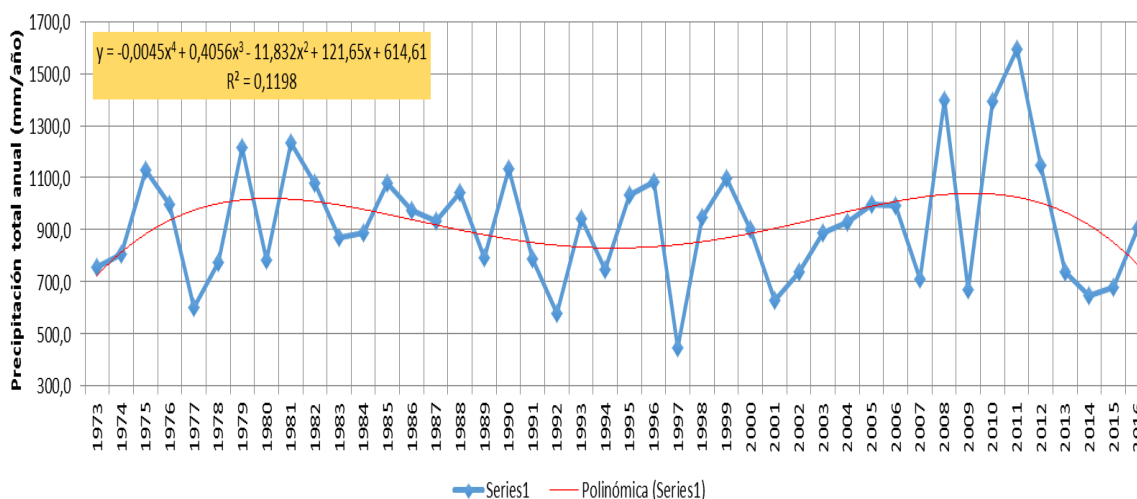
Estación	Altura (msnm)	Fecha de instalación	Precipitación total anual (mm/año)
(1) ISER PAMPLONA	2340	1972	923
(2) CACOTA	2645	1958	717
(3) LA CALDERA	2875	1976	1245

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Las estaciones son vecinas y se encuentran en rangos altitudinales comunes para el caso de 1 y 2 (rango 1800 a 2800 msnm - frío), la estación 3 (rango 2800 a 3700 msnm – muy frío), están separadas orográficamente y no corresponden a la misma cuenca hidrográfica,

sin embargo fueron utilizadas como referencia (ver Figura 5.137 y Figura 5.138) para los registros y comportamientos identificados para la estación índice ISER PAMPLONA (ver Figura 5.136).

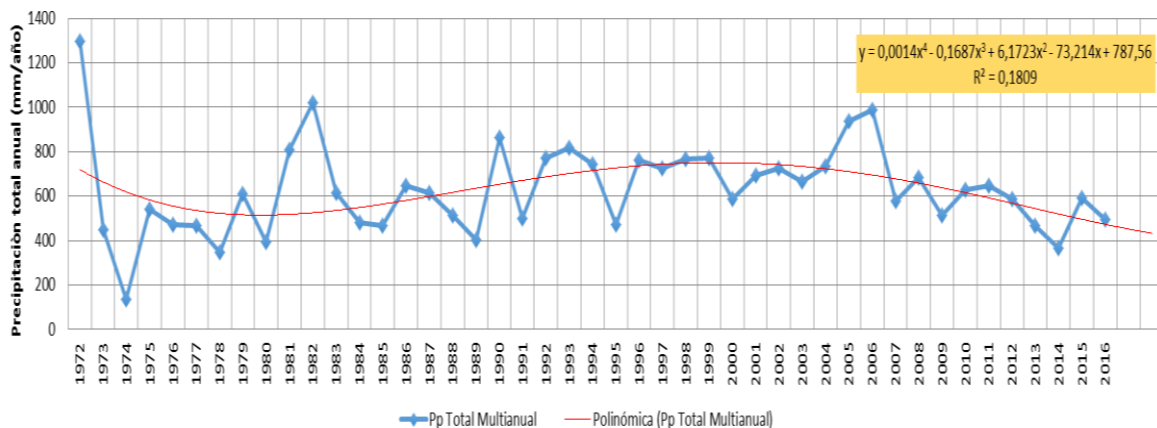
Figura 5.136 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación ISER Pamplona



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

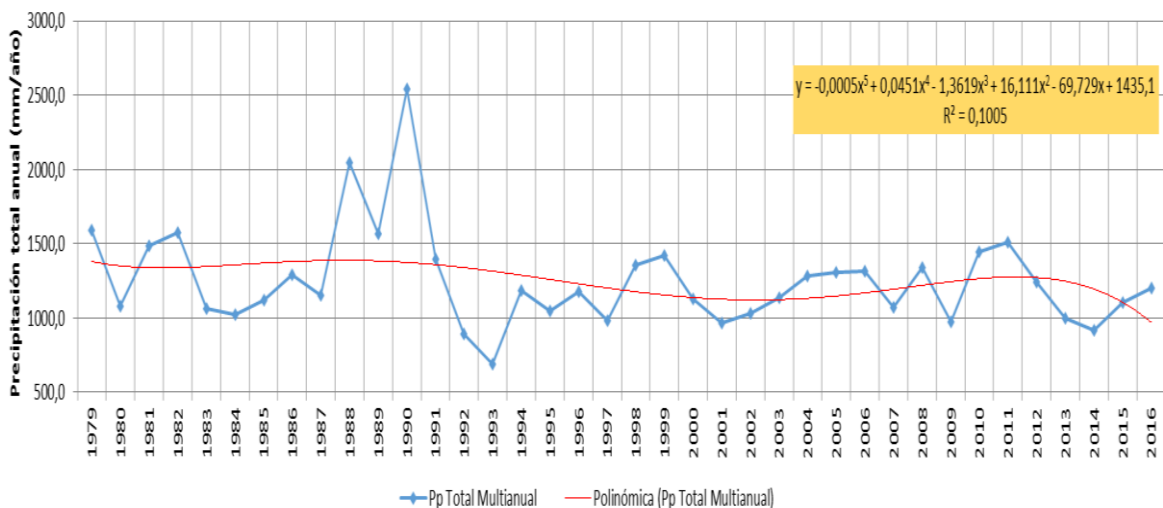
El histograma de la precipitación total anual (promedio multianual) indica que desde la década de los setentas hasta la actualidad la precipitación total anual tiene un comportamiento oscilante, en el área de influencia de ISER PAMPLONA puede observarse que a partir desde finales de la primera década del siglo la precipitación ha logrado niveles máximos mayores a los alcanzados históricamente en las tres décadas anteriores (desde los 70s hasta finales de los 90s, Tabla 5.131), así mismo la diferencia entre los años con eventos extremos de baja precipitación versus años con eventos extremos de alta precipitación situación que ejerce mayor presión sobre los sistemas de alertas tempranas y su respectiva respuesta pues la precipitación puede llegar a contar con casi 600mm más que el volumen medio histórico.

Figura 5.137 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) - Estación Cacota



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.138 Histograma de la precipitación total multianual (mm/año) – Estación La Caldera



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.4.4 Zonificación pluviométrica

La zonificación e isoyetas fueron determinadas con base en las estaciones IDEAM relacionadas en la Tabla 5.132.

Tabla 5.132 Estaciones meteorológicas utilizadas para la determinación de isoyetas y zonificación pluviométrica UF1

Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16010010	VILLA DEL ROSARIO	PM	1967-2017
16010080	LA DONJUANA 1	PM	1954-1977
16010110	MANZANARES	PM	1990-2017
16015030	LA ESPERANZA	CO	1979-2017
16015090	PARQUE TAMA	CP	1989-2017
16020080	CUCUTILLA	PM	1959-2017
16020110	LA CALDERA	PM	1976-2017

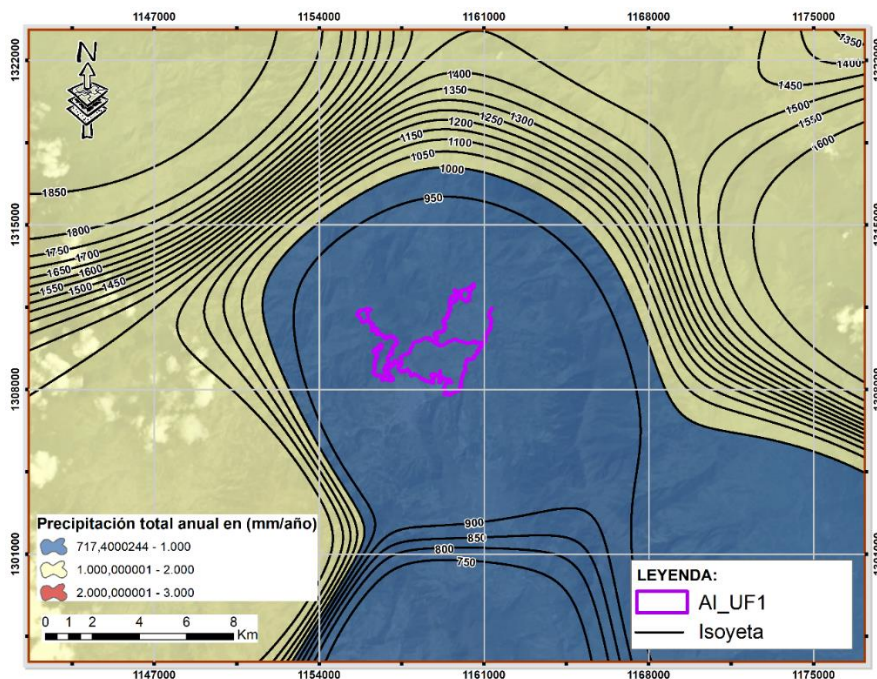
Código	Estación	Tipo	Periodo de registro
16025030	SALAZAR	CP	1987-2017
16010020	LA DONJUANA 2	PM	1973-2017
16015020	ISER PAMPLONA	AM	1972-2017
16015100	RAGONVALIA	CP	2000-2017
16020050	ARBOLEDAS	PM	1959-2017
16025010	CARMEN DE TONCHALA	CP	1987-2017
37010010	LABATECA	PM	1956-2017
37010030	CACOTA	PM	1959-2017
16010010	AEPTO CAMILO DAZA	SP	1944-2017

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Los resultados indican que el área de influencia de las 15 estaciones cuenta con tres denominaciones por precipitación (IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I.Sinchi, IIAP, 2007): muy seco (de 501 a 1000 mm/año), seco (de 1001 a 2000 mm/año) y húmedo (de 2001 a 3000 mm/año). Los sectores con menor precipitación (muy seco) se encuentran al norte (ver Figura 5.139) hacia los municipios Cúcuta y Los Patios, y al sur hacia el municipio Pamplona, donde se ubica el área de influencia de la UF1. El sector con mayor precipitación es Carmen de Tonchalá occidente del municipio Cúcuta. El territorio restante y mayoría de área corresponde a denominación “seco”.

De acuerdo con las isoyetas la precipitación total anual promedio asociada al área de influencia de la UF1 es 1000 mm/año.

Figura 5.139 Zonificación pluviométrica e isoyetas (200mm)



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

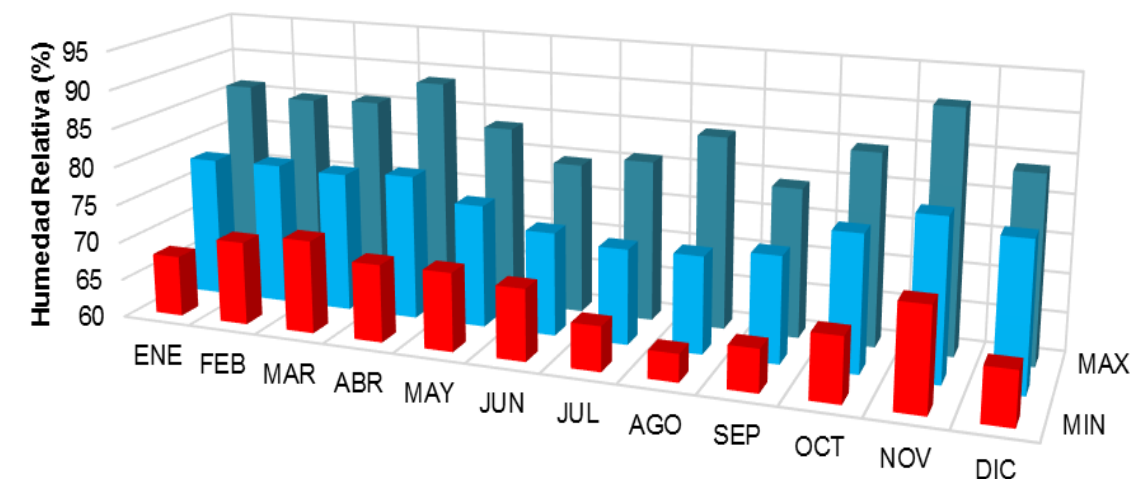
5.1.10.1.5 Humedad relativa

La humedad relativa regula la dinámica de la evaporación y transpiración en el ciclo del agua (Fries, Rollenbeck, Nauß, Peters, & Bendix, 2012). El análisis de su comportamiento partió de la revisión del estado de los registros de las estaciones ISER PAMPLONA, ESPERANZA LA, TAMA PARQUE NAL, RAGONVALIA, CARMEN DE TONCHALÁ y SALAZAR, dicha revisión revela que hay ausencia de datos frecuente la cual puede generar distorsión respecto al escenario real, por lo tanto serán considerados los registros cuando falten hasta 8 días sin información, los demás no serán considerados para determinar medios, máximos, mínimos u otra información estadística necesaria para la caracterización del componente climático.

5.1.10.1.5.1 Media, máxima y mínima mensual

De acuerdo con el histograma (Figura 5.140) durante el periodo comprendido entre mayo y septiembre se encuentran los valores más bajos de humedad relativa, el menor de los valores promedios mensuales multianuales se presenta en julio (72%). Dicho periodo coincide con el descenso de lluvias que ocurre entre abril y octubre, sin embargo, durante los meses con precipitación mínima (diciembre – febrero) la humedad relativa se mantiene cercana al promedio anual de 77%, situación que ocurre debido a la nubosidad de dichos meses que amortigua la radiación solar, manifestándose también en bajas temperaturas y reducida evapotranspiración. Los valores máximos de humedad relativa ocurren en noviembre y abril, meses con alta precipitación y temperatura.

Figura 5.140 Histograma de la humedad relativa mensual multianual



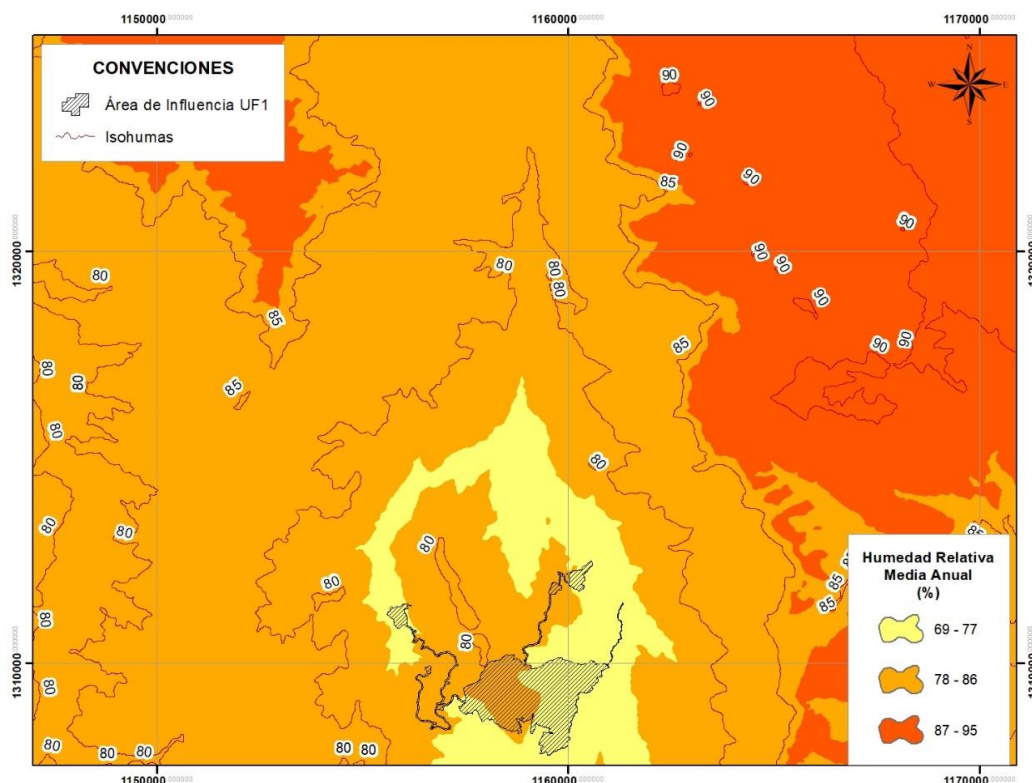
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
■ MIN	68	71	72	70	70	69	66	64	65	68	73	67
■ MED	78	78	78	79	76	73	72	73	74	77	81	79
■ MAX	86	85	86	89	84	80	81	85	79	85	91	84

Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.5.2 Zonificación de la humedad relativa

Se realizó con base en el gradiente altitudinal (ver Figura 5.141) el cual indica que la humedad relativa (HR) desciende con el aumento de la altitud. De acuerdo con las isohumas la HR_{media} para el área de influencia de la UF1 es 77%. Los sectores con menor humedad se encuentran asociados al cerro “Cristo Rey”, donde se presentan las mayores latitudes y menores temperaturas de dicha área. La HR aumenta conforme disminuye la altura en sentido al cauce del río Pamplonita, en cuyas inmediaciones se presentan los mayores porcentajes de humedad.

Figura 5.141 Zonificación de la humedad relativa e isohumas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.6 Viento

5.1.10.1.6.1 Dirección y velocidad

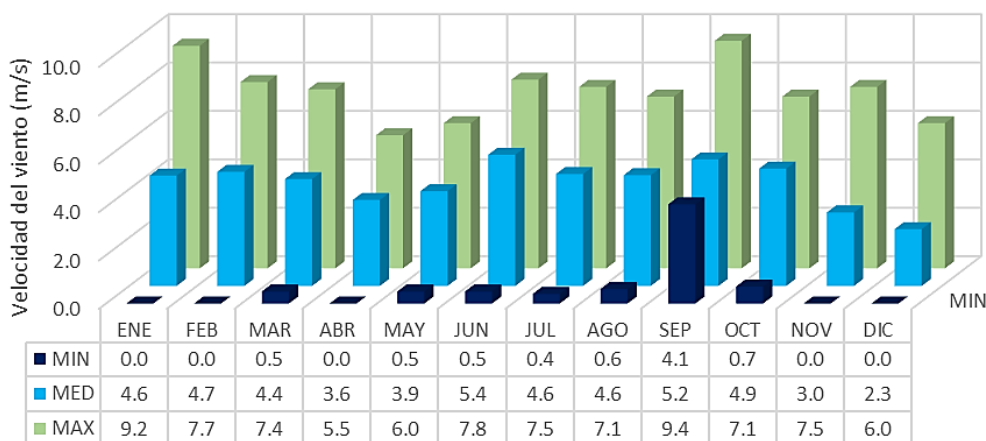
Los registros diarios mensuales multianuales de las estaciones climáticas ISER PAMPLONA, ESPERANZA LA, TAMA PARQUE NAL, RAGONVALIA, CARMEN DE TONCHALÁ y SALAZAR se encuentran fragmentados y predomina la ausencia de datos, únicamente en la estación ISER PAMPLONA hay un año con información completa, los demás años cuentan escasamente con un mes con información, por lo tanto la dirección y velocidad media mensual representará el episodio de un solo año y no se considera representativa totalmente del comportamiento del viento, sin embargo puede ser usada

como referencia y posteriormente confrontada a la rosa de los vientos de la estación ISER PAMPLONA.

De acuerdo con la escala Beaufort (NOAA / National Weather Service, 2018) los vientos medios del año 2008 (Figura 5.142) se clasifican como “Brisa Leve”, la cual se define como “La acción del viento se percibe sobre la cara; se percibe el susurrar de las hojas de las plantas; las veletas comunes se mueven por la acción del viento”. La velocidad máxima ocurre en enero y septiembre, su clasificación es “Vientos refrescantes”, se define como “en los árboles pequeños el ramaje comienza a mecerse y se forman pequeñas crestas en las ondas de aguas”, los demás meses se clasifican como “Brisa moderada”.

La velocidad de los vientos de acuerdo con los registros diarios mensuales del año 2008 indica que los meses con vientos más veloces son junio y septiembre, sin embargo, las velocidades máximas ocurren en enero y septiembre. Diciembre cuenta con los vientos más lentos del año, no obstante, durante enero, febrero, marzo noviembre y diciembre los vientos pueden llegar a ausentarse, lo cual beneficia a la humedad relativa, por ende, a la evaporación y transpiración. Figura 5.142.

Figura 5.142 Velocidad del viento (m/s) - Año 2008



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Según las direcciones registradas (


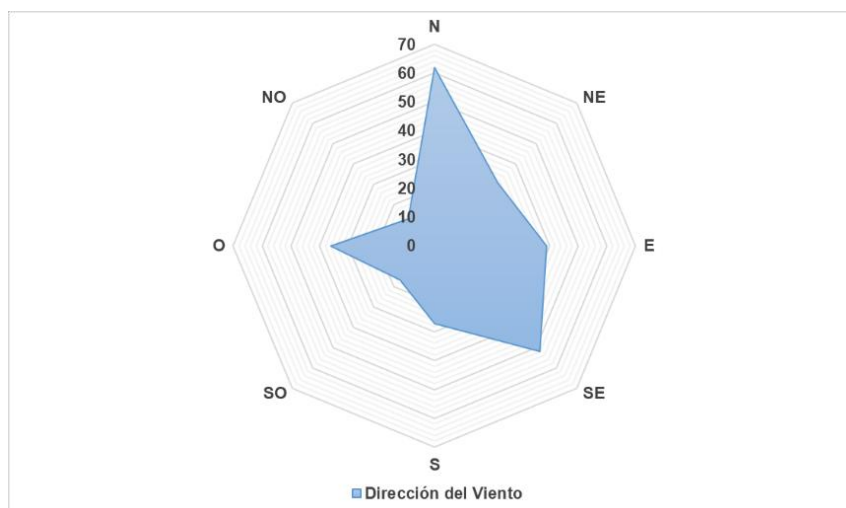
	<p align="center"> ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO </p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Figura 5.143) diariamente en el año 2008 la dirección del viento dominante fue el norte (N), seguida muy de cerca por el sureste (SE), en menor media occidente (O) seguida por el este (E).

Figura 5.143 Dirección del viento

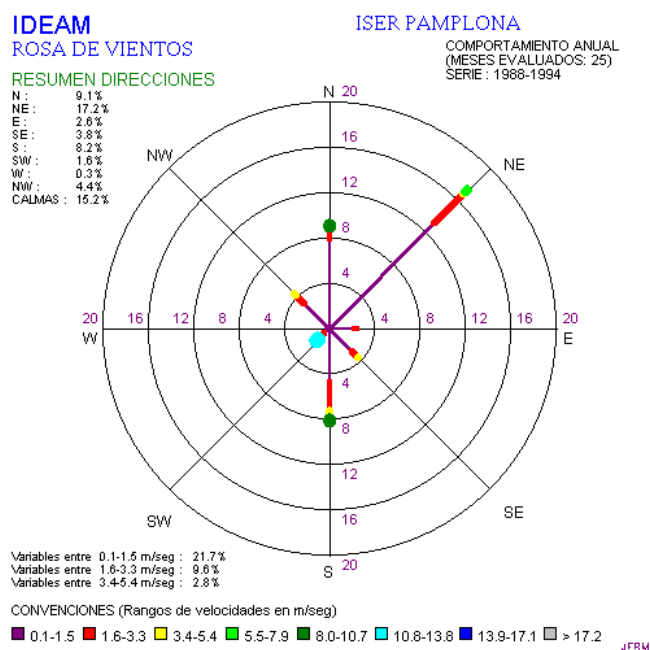


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.6.2 Rosa de los vientos

De acuerdo con los datos de dirección del viento suministrados por la estación ISER PAMPLONA (Figura 5.144), se cuenta con datos con un periodo de 25 meses evaluados entre 1988 – 1994, donde la dirección predominante del viento es noreste y la velocidad máxima registrada se encuentra dentro del rango de 5.5 a 7.9 m/s en dirección al noreste, hacia el valle del río Pamplonita.

Figura 5.144 Rosa de los vientos estación ISER PAMPLONA



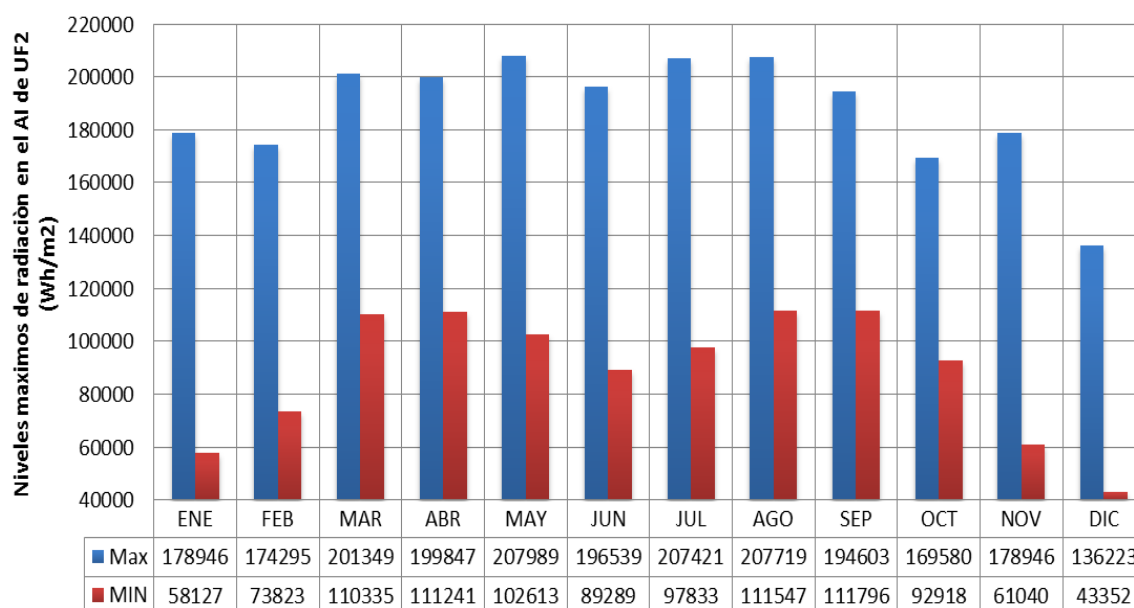
Fuente: IDEAM, 2017

5.1.10.1.7 Radiación solar (Irradiación solar o insolación)

De acuerdo con el IDEAM “la radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esa energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y el clima”

Ninguna de las estaciones climatológicas consultadas cuenta con mediciones de radiación solar, por lo tanto, la caracterización de este componente climático se realizó con base en la función Radiación Solar de Áreas del software ArcGIS proyectando la radiación potencial durante 2018, elemento referencia y que expone espacialmente la incidencia de la radiación solar, los resultados se presentan en dos histogramas (Figura 5.145) de los niveles de radiación solar máxima y mínima en el área de influencia de la UF1 y así mismo la zonificación de la radiación solar (Figura 5.146 y Figura 5.157):

Figura 5.145 Histograma de la radiación solar máxima y mínima año 2018 – AI UF1



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

De acuerdo con el histograma se puede observar que los meses durante los cuales la incidencia de la radiación solar es mayor sobre todo el territorio del área de influencia son los periodos marzo – abril y agosto – octubre. Los meses con los niveles de radiación máxima corresponden a mayo, julio y agosto; los que presentan menor radiación diciembre, enero y febrero.

5.1.10.1.7.1 Zonificación de la radiación solar

Los sectores con menor radiación corresponden a la vertiente nororiental del cerro “Cristo Rey” precisamente por donde cruza el trazado parte del túnel y vía en superficie, sector asociado también a la quebrada San Antonio; la radiación también tiene una baja incidencia en los sectores circundantes a los cauces de las quebradas Zipachá y demás drenajes menores.

Entre enero y marzo las mayores radiaciones ocurren en el sector occidental del área de influencia (casco municipal de Pamplona y vereda Sabaneta Alta), entre abril y octubre la radiación tiene su mayor incidencia en el sector central del área de influencia correspondiente a la vereda Alcaparral, durante los meses noviembre y diciembre la incidencia mayor de la radiación vuelve al sector occidental del AI. El sector norte, oriental y sur del AI es donde a lo largo del año se presentan radiaciones medias a mínimas. Figura 5.146 a Figura 5.157.

Figura 5.146 Radiación Solar Ene 2018

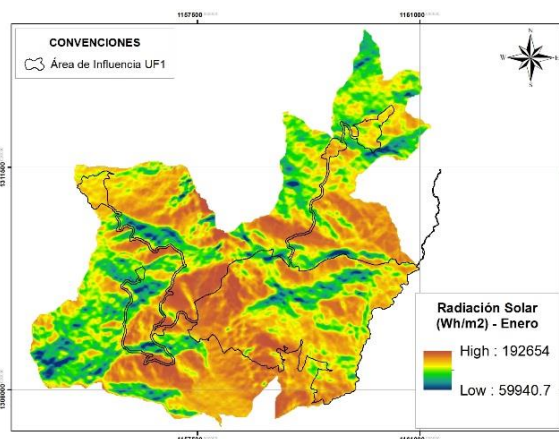


Figura 5.147 Radiación Solar Feb 2018

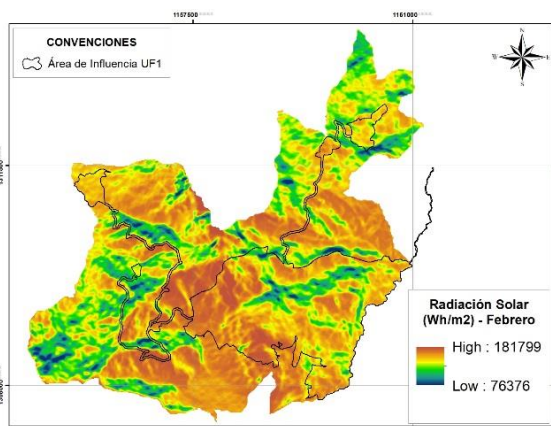


Figura 5.148 Radiación Solar Mar 2018

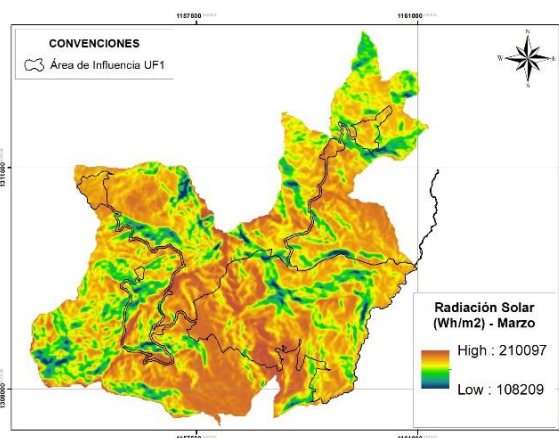


Figura 5.149 Radiación Solar Abr 2018

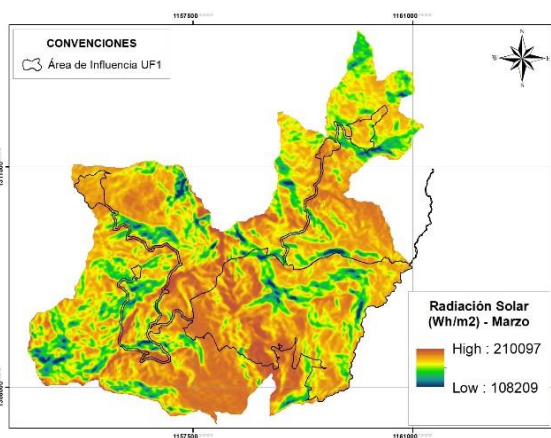


Figura 5.150 Radiación Solar May 2018

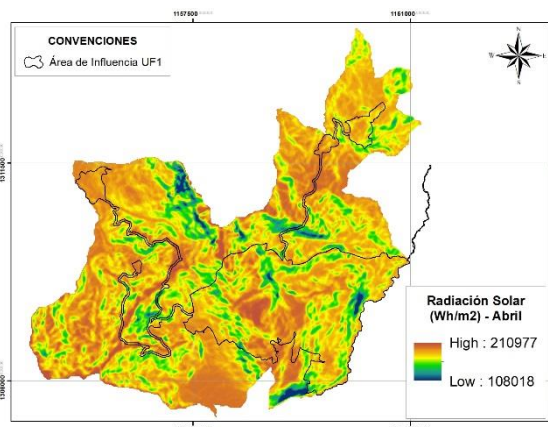


Figura 5.151 Radiación Solar Jun 2018

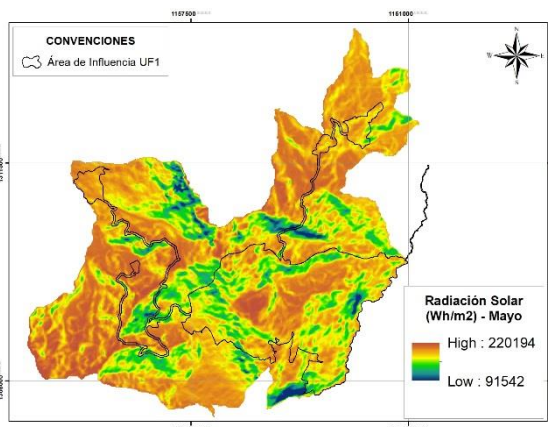


Figura 5.152 Radiación Solar Jul 2018

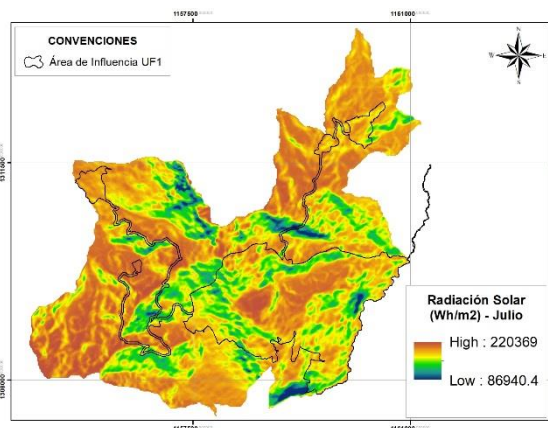


Figura 5.153 Radiación Solar Ago 2018

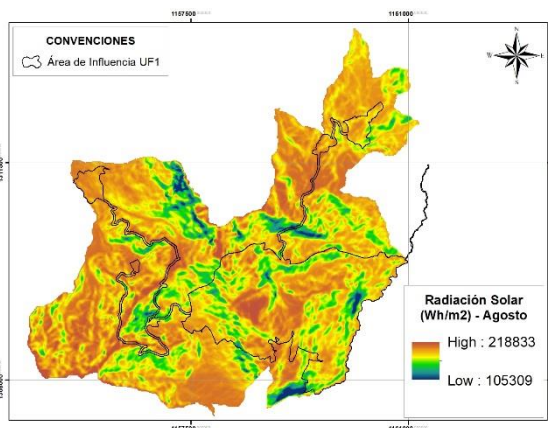


Figura 5.154 Radiación Solar Sep 2018

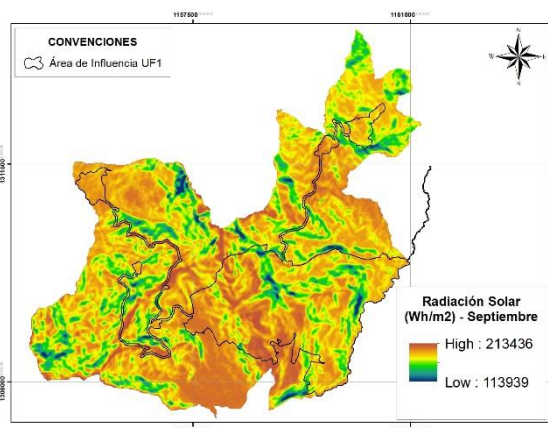


Figura 5.155 Radiación Solar Oct 2018

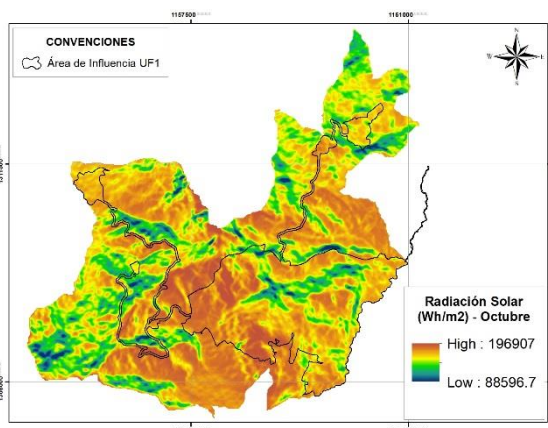


Figura 5.156 Radiación Solar Nov 2018

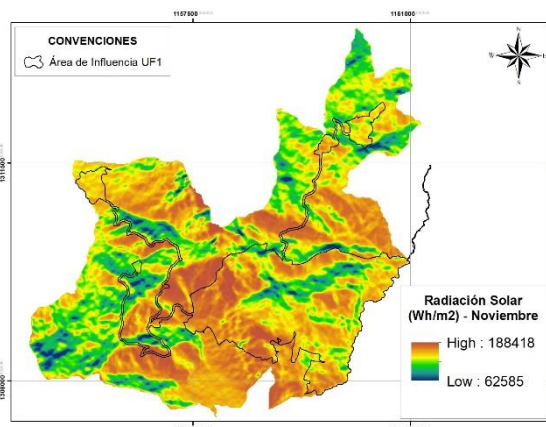
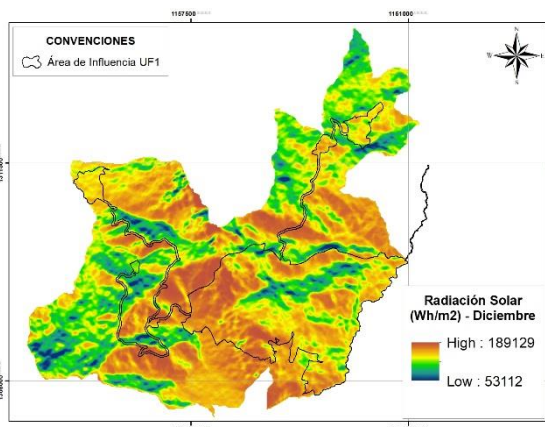


Figura 5.157 Radiación Solar Dic 2018



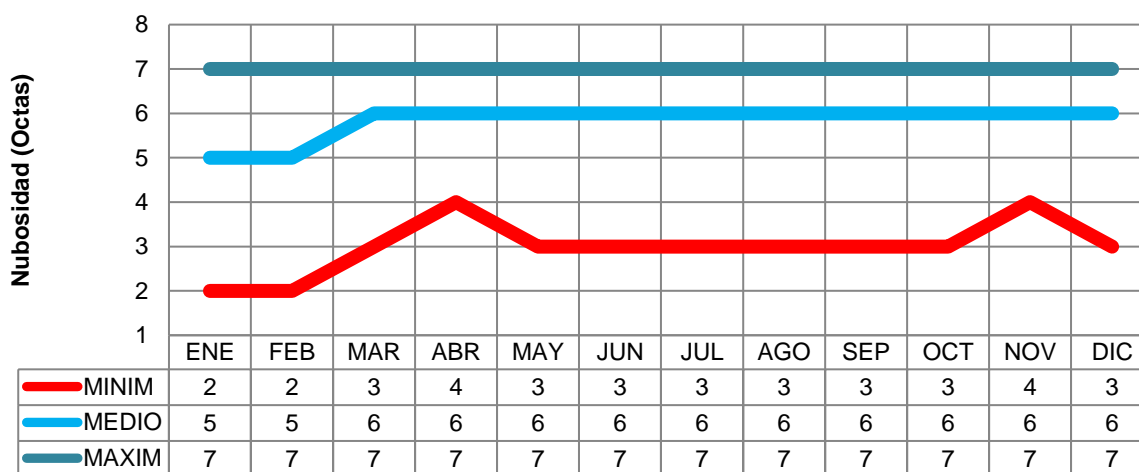
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.1.8 Nubosidad

La octa es la medida utilizada para el cálculo de la nubosidad presente en una zona determinada y equivale a un octavo de la porción de cielo observado, o sea 5/8 del cielo cubierto. Según la clasificación general del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, correspondería a un cielo parcialmente cubierto.


El comportamiento de la nubosidad fue determinado con base en los registros mensuales multianuales de la estación TAMA PARQUE NAL, de acuerdo con el histograma (Figura 5.158) la nubosidad se comporta de la siguiente manera:

Figura 5.158 Histograma de la nubosidad – Estación TAMA PARQUE NAL



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

De acuerdo con los resultados durante enero y febrero la media indica cielos nubosos, durante el resto del año, es muy nuboso, sin embargo, la amplitud entre la nubosidad mínima y máxima es amplia es decir durante un día puede ocurrir cielos muy nubosos a

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

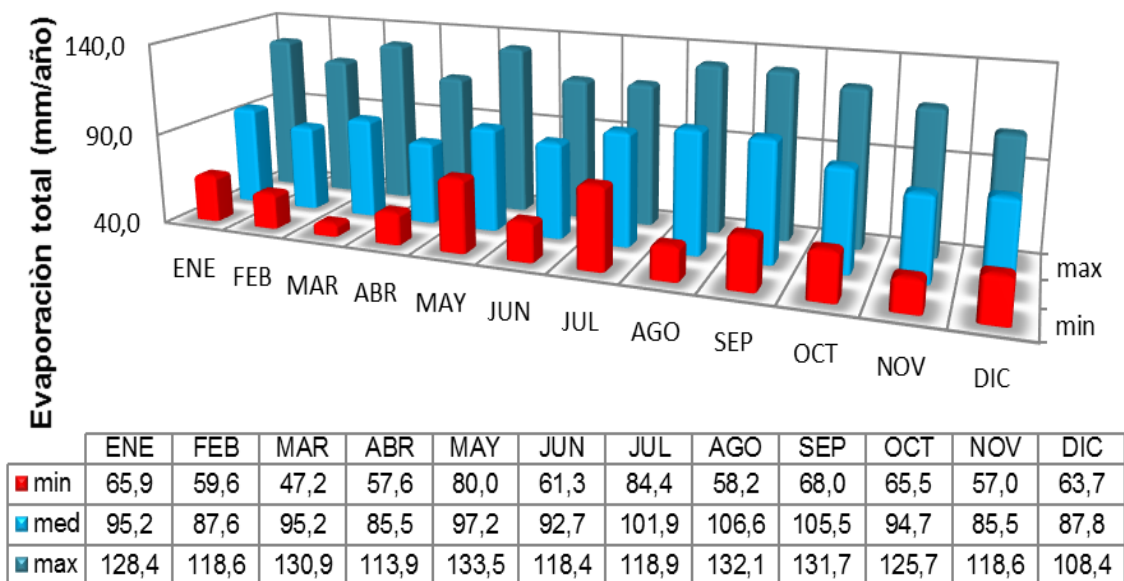
poco nubosos, situación que altera la incidencia de la radiación solar, por ende temperatura, lo cual repercute sobre la evaporación, humedad y evapotranspiración, lo que a su vez interfiere en ciclo hidrológico.

5.1.10.1.9 Evaporación

De acuerdo al histograma (Figura 5.159) la evaporación tiene un comportamiento que oscila bastante en el primer semestre, en donde los meses febrero y abril presentan los menores volúmenes de evaporación, dicho fenómeno obedece a la saturación de agua en el aire (humedad relativa), así mismo a la alta nubosidad, menor incidencia de la radiación solar, la menor cantidad de horas de brillo solar (

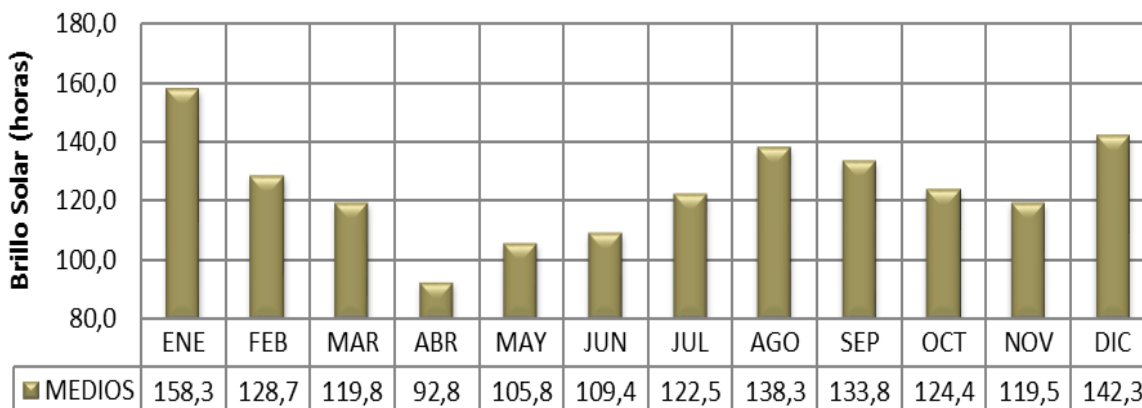
Figura 5.160) y las menores velocidades del viento por lo tanto la nubosidad se mantiene durante el tiempo, dicho escenario tiene directa incidencia sobre los niveles de evaporación registrados. Los meses con mayor evaporación ocurren en el segundo semestre durante el periodo julio – septiembre, a partir de allí desciende hasta noviembre.

Figura 5.159 Histograma Evaporación total mensual (mm/me)



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.160 Histograma del brillo solar (horas)

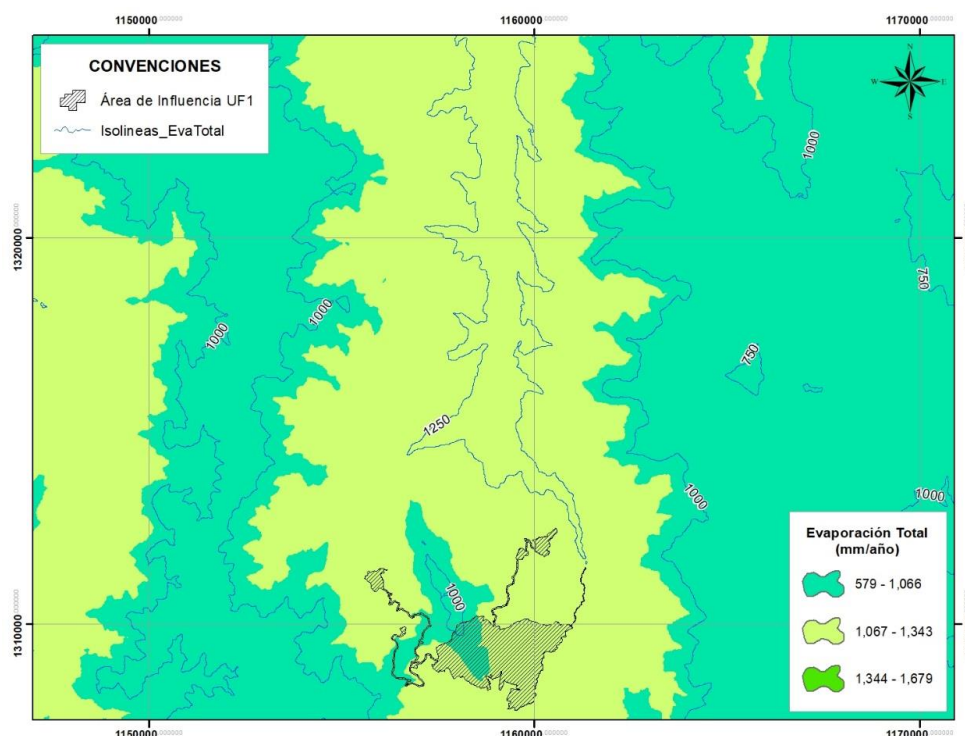


Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018


5.1.10.10 Zonificación de la evaporación

De acuerdo con la zonificación de la evaporación se puede determinar que el área de influencia de la UF1 en el sector asociado a la vertiente sur occidental del cerro “Cristo Rey” potencialmente ocurre menos evaporación, por ende, menor evapotranspiración, situación que cambia en el sector oriental de la AI, asociado a la vertiente occidental del cerro donde los niveles de evaporación aumentan hacia la tasa media.

Figura 5.161 Zonificación de la evaporación total



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

5.1.10.1.11 Clasificación climática

Fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018 Tabla 5.133) y la clasificación de Lang (1915 Tabla 5.134). Los insumos para la clasificación son la elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (°C).

Tabla 5.133 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM

Determinación termal	Rangos altitudinales (m.s.n.m)	Rangos de temperatura
Cálido	0 – 800	>24°C
Templado	800 – 1.800	24 °C - 18 °C
Frío	1.800 – 2.800	18 °C - 12 °C
Muy frío	2.800 – 3.700	12 °C - 6 °C
Extremadamente	3.700 – 4.500	6 °C – 1,5 °C
Nival	>4.500	<1,5 °C

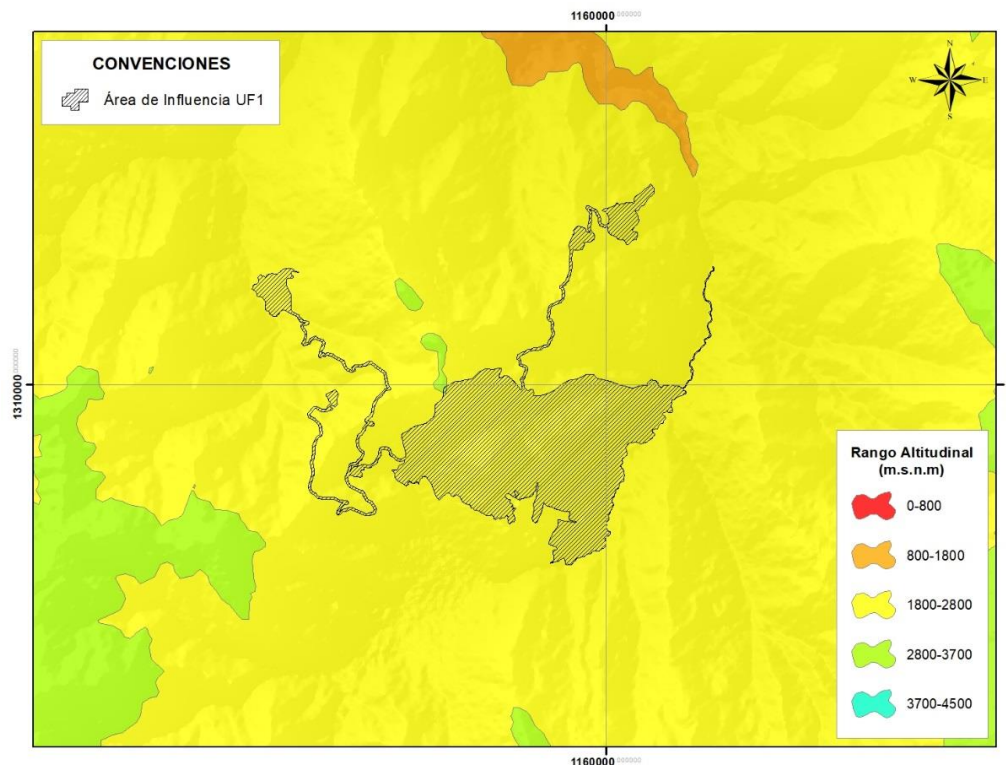
Fuente: IDEAM, 2014

Tabla 5.134 Rangos de la clasificación climática de Lang, con seis (6) provincias de humedad

Factor Lang (P/T)	Provincia de humedad	Símbolo
0-20	Desértico	D
20,1-40	Árido	A
40,1-60	Semiárido	Sa
60,1-100	Semihúmedo	Sh
100,1-160	Húmedo	H
>160	Superhúmedo	SH

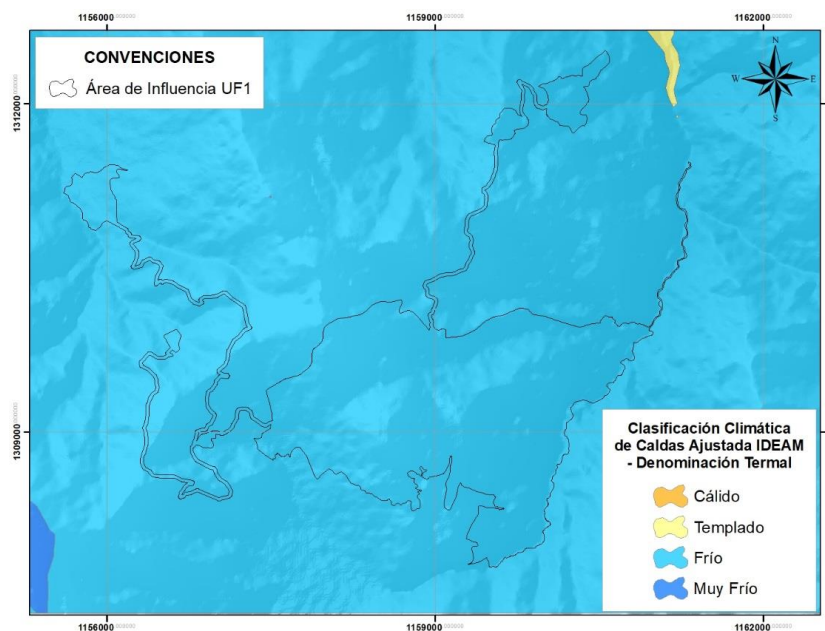
Fuente: IDEAM, 2014

Figura 5.162 Rangos Altitudinales – Caldas



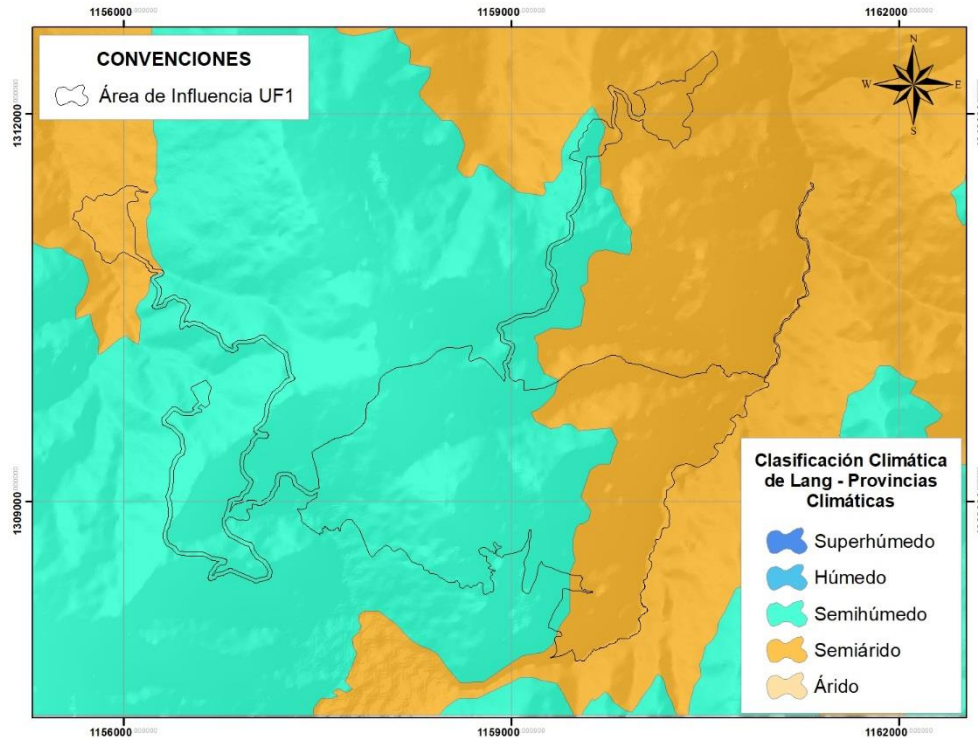
Fuente: Aecom - ConCol S.A, 201820

Figura 5.163 Denominación termal – Caldas



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

Figura 5.164 Provincias de humedad de Lang



Fuente: Aecom - ConCol S.A, 2018

5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones


En el mes de noviembre de 2017 se desarrolló el inventario de fuentes de emisión susceptibles de generar contaminación atmosférica en el área de influencia para la unidad funcional 1. Se identificaron tanto fuentes fijas como fuentes móviles siendo clasificadas de acuerdo con lo estipulado en el artículo 18 del decreto 948 de 1995 así:

- i. Fuentes Fijas: Puntuales, dispersas o áreas-fuente
- ii. Fuentes Móviles: aéreas, terrestres, fluviales y marítimas.

Además, se consultó con la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental los permisos otorgados en el tema de emisiones atmosféricas en el área de la cuenca del río Pamplonita, de lo anterior y mediante la respuesta con número de radicado 14243 de fecha 07-11-2017 se concluyó que en el área de influencia de la unidad funcional 1 no se encuentran concedidos permisos de emisiones atmosféricas (Ver anexo 2 – Certificaciones-A. Rta_14243). De acuerdo con el anexo, los permisos otorgados se encuentran en los municipios de Villa del Rosario, Cúcuta y Los Patios.

En la Tabla 5.135 se presenta el inventario general de las fuentes de emisión identificadas en el área de influencia.

La fuente fija de emisión es definida como aquella actividad, proceso u operación susceptible de emitir contaminantes al aire en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa (Decreto 948 de

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p align="center">Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

1995). A continuación, presenta un bosquejo de las fuentes fijas (puntuales y dispersas) identificadas en el área de influencia.

5.1.10.2.1 Fuente fijas puntuales

De acuerdo con el decreto 948 de 1995, la fuente fija puntual es la “fuente que emite contaminantes al aire por ductos o chimeneas”.

En el área de influencia del proyecto se identificaron cinco (5) fuentes fijas puntuales, referenciadas en la Tabla 5.135. Las fuentes se relacionan con actividades comerciales como restaurantes y viviendas que generan emisiones al usar leña para la cocción de los alimentos, estos se ubican en la vereda Alcaparral en el municipio de Pamplona (Fotografía 5.76, Fotografía 5.77 y Fotografía 5.78).

Tabla 5.135 Inventario general de fuentes de emisión UF 1

ID	Vereda	Descripción	Tipo de fuente			Altura (msnm)	Coordenada Planas Magna Sirgas- Origen Bogotá	
			Fija Puntual	Fija de área o dispersa	Lineal		Este	Norte
FF1	Alcaparral	Vivienda rural	X			2334	1159100,95	1309511,87
FF2	Alcaparral	Vivienda rural	X			2220	1159805,91	1308827,90
FF3	Alcaparral	Vivienda rural, finca El Pedregal	X			2226	1159684,82	1308392,69
FA1	Alcaparral	Caserío de alrededor de 15 familias (Combustible leña)		X		2186	1159814,94	1308081,76
FF4	Alcaparral	Restaurante Los Adioses	X			2186	1159820,29	1308085,33
FF5	Alcaparral	Bocadillos "El principe"	X			2195	1159770,00	1308078,00
FA2	Alcaparral	Estación de servicio "Coomulpinort"		X		2195	1159791,00	1308099,00
FA3	Alcaparral	Parqueadero de vehículos		X		2183	1159848,95	1308124,22
FL1	Alcaparral	Acceso Barrio Simón Bolívar a vía vereda Alcaparral			X	2398	1159307,34	1308840,11
FL2	Alcaparral	Acceso a Zodme-V131			X		1158957,72	1309958,66
FL3	Alcaparral	Acceso a Zodme			X		1157796,31	1308946,77
FL4	Alcaparral	Acceso a Zodme-V118			X		1158953,74	1310062,17
FL5	Alcaparral	Acceso a Zodme-V144			X		1158953,74	1310062,17
FL6	Sabaneta Alta	Acceso a Zodme-V148			X		1156377,60	1309708,97
FL7	Sabaneta Baja	Acceso a Zodme- V156			X		1155713,39	1311217,32

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Fotografía 5.76 Fuente fija puntual -Restaurantes curva Los Adioses



Restaurante localizado en la vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159820,29 NORTE: 1308085,33
Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.77 Fuente fija puntual -Fábrica de bocadillos "El Príncipe".



Fábrica ubicada en la vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159770,00 NORTE: 1308078,01
Fuente: Aecom-ConCol, 2017

Fotografía 5.78 Fuente fija puntual -Uso de leña para chimenea en vivienda rural



Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159100,95 NORTE: 1309511,87
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En general las fuentes fijas puntuales identificadas están relacionadas con el uso de leña como combustible en diversos procesos, por tanto, los principales contaminantes asociados son:

- i. Materia particulada o partículas de material (PM)
- ii. Monóxido de carbono (CO)
- iii. Compuestos irritantes como la acroleína
- iv. Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
- v. Compuestos orgánicos volátiles
- vi. Dioxinas

5.1.10.2 Fuentes fijas dispersas o difusas

Se constituyen como aquellas en que los focos de emisión de una fuente fija se dispersan en un área, por razón del desplazamiento de la acción causante de la emisión, como en el caso de las quemas abiertas controladas en zonas rurales (Decreto 948, 1995).

Se identificaron tres (3) fuentes de emisiones fijas dispersas. Estas fuentes están relacionadas con actividades ejecutadas en la vereda Alcaparral del municipio de Pamplona, como las asociadas a una estación de servicio ubicada en el sector conocido como curva Los Adioses (Fotografía 5.79), un parqueadero de vehículos de carga (Fotografía 5.80) y un caserío de alrededor de 15 familias que generan emisiones producto de la combustión de leña.

La estación de servicio (Fotografía 5.79) genera emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Entre los VOCs emitidos se encuentran el benceno, tolueno, xileno, hexano, heptano, octano, ciclohexano, esto debido al almacenamiento y distribución de los combustibles, cuya emisión principalmente se da en el proceso de carga y descarga de combustibles (Evequoz, y otros).

Fotografía 5.79 Fuente fija dispersa -Estación de servicio "Coomulpinort"



Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159796,68 NORTE: 1308126,66
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En esta misma área se identificó un parqueadero de vehículos de carga pesada (Fotografía 5.80) donde se dan emisiones evaporativas del vehículo en reposo con el motor frío que ocurren debido a la permeabilidad de los componentes del sistema de combustible, también

se dan emisiones evaporativas del vehículo recién apagado con el motor caliente debido a la volatilización del combustible por calor residual (Instituto nacional de ecología, 2007).

Fotografía 5.80 Fuente fija dispersa. Parqueadero de vehículos



Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159848,95 NORTE: 1308124,22
Fuente: Google Earth, 2017

En esta clasificación también se encuentran los asentamientos humanos identificados como emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades a partir del crecimiento poblacional. Es preciso aclarar que la mayoría de las viviendas tienen estufa de leña para la cocción de sus alimentos, construidas generalmente con chimeneas o buitrones que son ductos de escape de los gases producto de la actividad.

Las emisiones atmosféricas producidas dependen de la combustión de la leña, ya que si es completa se libera dióxido de carbono y agua, sin embargo, cuando la combustión es incompleta se genera monóxido de carbono, benceno, butadieno, formaldehído y otros compuestos perjudiciales para la salud. Según la OMS “en viviendas mal ventiladas el humo puede producir concentraciones de partículas finas 100 veces superiores a las aceptables”, por otro lado, la leña también es un emisor de material particulado (Smith, 2006).

5.1.10.2.3 Fuentes lineales

En el área de estudio también se encuentran fuentes lineales de emisión, donde se incluyen las vías que pueden generar emisiones a la atmósfera, es el caso de aquellas que son susceptibles de emitir material particulado a causa de su superficie de tránsito descubierta.

Por ello, se identifican aquellas que se encuentran sin pavimentar o en afirmado. Las vías que en el área de influencia cumplen estas características son las vías de acceso vehicular a unidades territoriales menores. En algunos tramos, estas vías cuentan con alguna capa de rodadura, sin embargo, no en su totalidad, tal como se muestra en la Figura 5.165.

Figura 5.165 Fuentes lineales de emisión



Vía de acceso a zodme 131



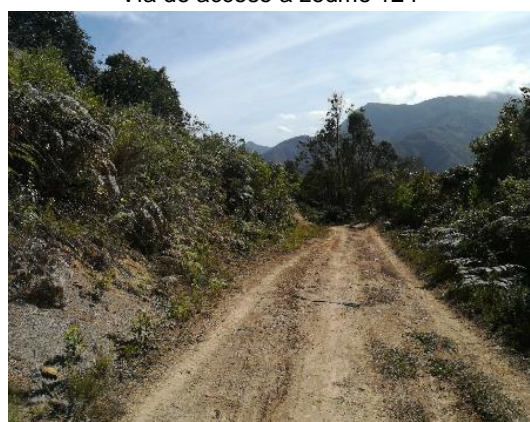
Vía de acceso a zodme 124



Vía de acceso a zodme 121



Vía de acceso a zodme 148



Vía de acceso a zodme 118
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)



Vía de acceso a zodme 156

5.1.10.2.4 Fuentes móviles

Se define como una fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza (Decreto 948, 1995). Teniendo en cuenta que se tiene presencia de un corredor vial, es decir la vía existente Pamplona-Cúcuta, existe la presencia continua de vehículos de toda clase como lo son automóviles, autobuses, motocicletas, camiones, tracto mulas, etc (Fotografía 5.81). En la UF1

Estos emiten una serie de gases de combustión por el tubo de escape producto de la quema del combustible como hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxido de azufre (SO₂), material particulado (PM), Metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O). Algunos de los anteriores no son solo nocivos en altas concentraciones para la salud, sino para el ambiente, constituyéndose como gases de efecto invernadero. Por otro lado, las emisiones dependen de las características del vehículo y su sistema de control de estas, de esta forma los vehículos más pesados tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, CICY y Unidad de Energía Renovable, 2005)

Fotografía 5.81 Fuentes móviles sobre la vía existente Pamplona-Cúcuta



Fuente: Aecom-ConCol, 2017

5.1.10.2.5 Potenciales receptores

En esta clasificación se encuentran los asentamientos humanos, identificados como los potenciales receptores y emisores de la contaminación atmosférica debido a la concentración de la población, desarrollo de viviendas y actividades económicas.

En el área de estudio, las viviendas se ubican principalmente de forma dispersa identificándose en la



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.136, los receptores de contaminación en la unidad funcional 1.


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.136 Potenciales receptores en el área de influencia de la UF 1

Municipio	Unidad territorial	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Tipo de asentamiento
		Este	Norte	
Pamplona	Alcaparral-Sector curva Los Adioses	1159815	1308082	Mixto
Pamplona	Área de influencia en el Barrio El Buque	1157664	1308920	Nucleado
Pamplona	Alcaparral	1159805	1308827	N.A. ¹
Pamplona	Alcaparral	1159684	1308392	N.A. ¹
Pamplona	Alcaparral	1159805	1308827	N.A. ¹

¹No aplica debido a que es vivienda puntual, no un asentamiento

Fuente: Aecom-ConCol, 2018

A continuación, se muestra un pequeño caserío que reúne alrededor de 15 familias, ubicado en la vereda Alcaparral en el sector conocido como curva Los Adioses (Fotografía 5.82). Este sector presenta actividades económicas como la venta de alimentos para lo cual se usa leña para la cocción, producción de bocadillos, así como lavado y mantenimiento de vehículos y distribución y almacenamiento de combustibles.

Fotografía 5.82 Potencial receptor, Sector curva Los Adioses



Centro poblado nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1159814,94 NORTE: 1308081,76

Fuente: Google Earth, 2017

5.1.10.3 Calidad del Aire

La evaluación de la calidad del aire tiene como propósito fundamental hacer el seguimiento al estado de preservación del recurso, velando porque la posible carga de contaminantes gaseosos, vapores y/o material particulado no sobrepase los límites permisibles establecidos en la normatividad ambiental. Para tal efecto y con el fin de garantizar la calidad y trazabilidad del muestreo se sigue la metodología establecida por la United States Environmental Protection Agency (U.S EPA) para la evaluación técnica de la calidad del aire.

El muestreo de calidad de aire se realizó entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente C.I.M.A acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 01 de octubre de 2015, extendida en la resolución

0918 del 17 de mayo de 2016, bajo la norma NTC ISO/IEC 17025:2005 (Ver anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta A - Anexos aire).

El estudio de calidad del aire fue realizado durante los meses noviembre y diciembre, bajo vigencia de Resolución 610 de 2010, sin embargo, en la elaboración de esta caracterización se consignan los resultados del muestreo a través de una comparación con los parámetros establecidos en la normatividad ambiental vigente a la fecha de entrega de este estudio, contenida en la Resolución 2254 de 2017.

La excepción a la comparación se presenta en el parámetro NO₂. El monitoreo de este parámetro se realizó bajo medición diaria, tal como lo establece la Resolución 610 de 2010, por lo tanto, no se compara con la medición horaria, estipulada en la Resolución 2254 de 2017.

El informe detallado de calidad de aire se encuentra en el anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta A - Anexos aire.

5.1.10.3.1 Inventario de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas

Con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 751 de 2015 relacionado con el elemento aire, se realizó un inventario de las fuentes de contaminación del aire y se programó una campaña de monitoreo de calidad del aire en las zonas que se consideraron de interés.

Como se mencionó anteriormente las actividades identificadas, se asocian a comerciales e industriales, tránsito vehicular, poblamientos y asentamientos humanos (ver numeral 5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones).

5.1.10.3.2 Análisis y evaluación de la calidad de aire

El muestreo y análisis de calidad de aire fue realizado por la Corporación Integral del Medio Ambiente – CIMA, mediante el análisis preliminar de las posibles fuentes de emisión en la zona de estudio y los factores climatológicos.

A partir de tal análisis se ubicaron tres (3) estaciones de calidad de aire en el área de estudio de la unidad funcional 1.

En estas estaciones se determinaron las concentraciones de los siguientes compuestos: Material Particulado menor a 10 micras (PM-10), Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Dióxido de Azufre (SO₂) mediante muestreos de 24 horas durante dieciocho (18) días, día de por medio. Las mediciones de monóxido de carbono (CO) se efectuaron de manera puntual, cada uno de los días de muestreo.

A continuación, se describen los aspectos principales y relevantes del monitoreo; el informe detallado presentado por el laboratorio encargado, CIMA, se incluye en el Anexo Calidad del Aire del presente documento.

- i. **Determinación de material particulado menor a diez micras (PM-10):** El método de muestreo y análisis corresponde al método de referencia US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice J: PM 10. La muestra de aire se succiona por 24 +/- 1 horas y se hace pasar a través de un impactador que clasifica las partículas y solo deja pasar las que tienen un diámetro aerodinámico menor a 10 micras. Las partículas llegan al filtro de celulosa el cual se pesa en las mismas condiciones de humedad y temperatura antes y después de ser expuesto, para determinar el peso neto ganado.

El volumen de muestra se calcula con base en las mediciones de flujo y tiempo de muestreo. La medición de flujo requiere de una calibración previa del equipo con respecto a un medidor patrón.

- ii. **Determinación de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre:** La muestra de aire para análisis de NO_2 y SO_2 se toma simultánea con la de partículas mediante el tren de muestreo tipo Andersen, usando la bomba de vacío para hacer pasar el aire por 24 horas a través de burbujeadores con soluciones absorbentes. El Dióxido de Nitrógeno (NO_2) es absorbido de la muestra de aire por una solución de trietanolamina y n-butanol, contenida en uno de los burbujeadores. El NO_2 colectado se derivatiza en el laboratorio a un azo-compuesto con sulfanilamida y NEDA, y se cuantifica por medición espectrofotométrica a 540 nm. Por su parte, el Dióxido de Azufre se mide por el método de referencia de la Resolución 19622 de 1985 que corresponde al US EPA CFR Título 40 Parte 50 Apéndice A2. La muestra de aire se pasa por una solución absorbente de tetracloromercurato de potasio en el mismo tren de muestreo Andersen. Una vez terminado el periodo de muestreo, las muestras se refrigeran y envían al laboratorio donde se desarrolla el color de la solución absorbente con pararosanilina y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro.
- iii. **Determinación de monóxido de carbono:** Para la determinación de monóxido de carbono se emplea el analizador modelo APMA (Método Automático Equivalente RFCA-0506-158 para rango de concentraciones 0 - 50 ppm), de acuerdo al método de referencia US EPA CFR, Título, 40, Parte 50. Appendix C to Part 50— Measurement Principle and Calibration Procedure for the Measurement of Carbon Monoxide in the Atmosphere (Non-Dispersive Infrared Photometry). APMA-370 es un analizador de monóxido de carbono (CO) en aire ambiente, que emplea como principio de medición el análisis por infrarrojo no dispersivo (IRND). Este analizador permite medir continuamente las concentraciones de CO en aire ambiente. Para la determinación de monóxido de carbono el analizador usa el efecto de modulación, que ocurre en la absorción infrarroja del gas de muestra, cuando el gas en mención y el gas cero son enviados alternativamente a la célula de medida con un caudal fijo usando una válvula solenoide que actúa a una frecuencia de 1 Hz.

A continuación en la



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.137, Tabla 5.138 y



 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA</p> <p>CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.139 se describen los aspectos generales de las estaciones de monitoreo en el área de influencia, y en la Figura 5.166 se observa la ubicación espacial de las mismas.




	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 5.137 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 1

Punto De Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 1 Colegio.	N:	1309748,01	CLIMA: El clima durante los días de monitoreo fue templado con cielo nublado la mayoría de los días.	
	E:	1160729,08	MÓVILES: En la vía localizada frente a la estación de monitoreo el paso de vehículos es frecuente (camiones y automóviles).	
	Altitud:	1994 msnm	FIJAS: En algunas casas se cocina con leña, por lo que se evidencian emisiones de chimeneas.	
DESCRIPCIÓN GENERAL: La estación fue ubicada en el centro educativo rural Chíchira, en la vereda El Naranjo en jurisdicción del municipio de Pamplona, Norte de Santander.				


Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.138 Generalidades estaciones de muestreo – Estación 2

Puntos De Monitoreo		Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 2 Los Adioses	N:	1308091,71	CLIMA: el cielo estuvo nublado la mayoría de los días del monitoreo. MÓVILES: El paso de vehículos es frecuente, especialmente automóviles y motos. FIJAS: No se evidencian fuentes fijas de emisión.		
	E:	1159801,90			
	Altitud:	2205 msnm			
DESCRIPCIÓN GENERAL: la estación fue ubicada en la curva Los Adioses de la Vereda Alcaparral, en jurisdicción del municipio de Pamplona. Norte de Santander.					

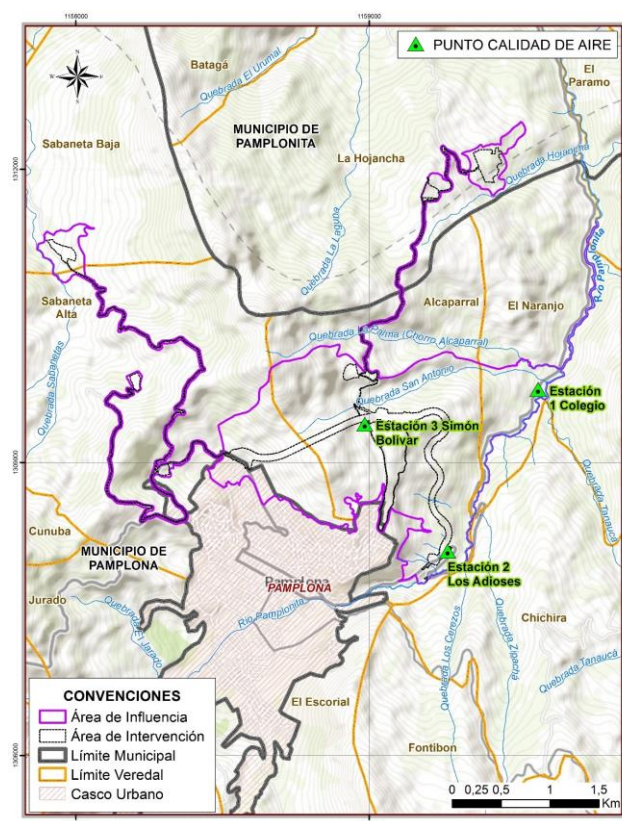
Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.139 Generalidades estaciones de muestreo - Estación 3


Puntos De Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Fuentes de emisión	Registro Fotográfico
Estación 3 Simón Bolívar	N:	1309391,92	CLIMA: Clima templado durante la ejecución del monitoreo. Durante la mayoría de días el cielo estuvo parcialmente nublado.	
	E:	1158954,07	MÓVILES: el paso de vehículos (pesados y livianos) es frecuente en la vía cercana.	
	Altitud:	2433 msnm	FIJAS: Se evidencian chimeneas de cocinas en algunos predios aledaños.	
DESCRIPCIÓN GENERAL: la estación fue ubicada en la vereda Alcaparral, en jurisdicción del municipio de Pamplona, Norte de Santander.				

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.166 Puntos de monitoreo de calidad de aire



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Para la localización de las estaciones de calidad del aire se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- La distancia entre la estación de calidad del aire y el obstáculo más cercano, debe ser dos veces la altura del obstáculo.
- Los equipos de muestreo pueden estar ubicados mínimo a 1.20 m desde el nivel del suelo.
- No se deben instalar cerca (menos de 10 m) de fuentes fijas puntuales de emisión.
- Tener un radio de 270° libre de restricciones de flujo alrededor del muestreador.

La selección de los puntos de monitoreo a través del área de influencia de la UF 1 se realizó respondiendo a lo indicado en los términos de referencia M-M-INA-02 Versión No.2 con Resolución 0751 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual establece que los muestreos se deben realizar en las zonas que se hayan identificado como las más sensibles. Por lo tanto, se ubicaron en áreas habitadas, áreas con presencia de establecimientos comerciales y áreas que incluyen centros educativos.

Los equipos utilizados durante el muestreo de calidad de aire se relacionan en la Tabla 5.140.

Tabla 5.140 Equipos utilizados durante el muestreo de calidad aire

Equipo	Código interno	Estación	Serial
Hi Vol PM-10	CA_159_EM	Estación 1	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_220_EM	Estación 2	No reportado
Hi Vol PM-10	CA_067_EM	Estación 3	No reportado
Rack de gases	CA_186_EM	Estación 1	No reportado
Rack de gases	CA_128_EM	Estación 2	No reportado
Rack de gases	CA_129_EM	Estación 3	No reportado
Calibrador Variflow	CA_140_EC	Todas las estaciones	No reportado
Analizador de CO Horiba APMA-370	CA_303_EM	Todas las estaciones	TE 116311

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.3.2.1 Información meteorológica

Las características meteorológicas y climatológicas influyen directamente en la calidad del aire y, por ende, en las mediciones que se realicen durante este estudio.

Por ello se presenta un análisis climático del área evaluada a partir de información recolectada en campo. Las variables más relevantes para los estudios de calidad de aire son precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.

A continuación, se presenta información de medias y totales diarias de datos climáticos presentados durante el periodo comprendido entre el 12 de noviembre y el 16 de diciembre de 2017.

5.1.10.3.2.2 Temperatura y Precipitación:

El análisis de la precipitación realizada tuvo como objetivo la caracterización del régimen de lluvias en el área y determinar la distribución espacial y variación en el periodo de muestreo. Así cuantificar la atenuación de las emisiones contaminantes por parte de las lluvias en los sitios de interés.

De acuerdo con la información de precipitación en la zona se observa que durante el periodo de estudio se presentaron nueve (9) eventos de precipitación, registrando el día 16 de noviembre el mayor valor, de 44 mm de agua a lo largo del día.

Adicionalmente se puede establecer que la temperatura media en la zona fue de 14,7 °C, la temperatura media máxima reportada fue de 15,6 °C el día 26 de noviembre de 2017 y la temperatura media mínima reportada en la zona fue de 13,7 °C el día 04 de diciembre de 2017.

5.1.10.3.2.3 Humedad relativa:

La humedad relativa tiene un valor medio de 81,2 %, evidenciando baja fluctuación durante los días de monitoreo. Además, es posible observar que el día 18 de noviembre se presentó el mayor porcentaje de humedad relativa con un valor de 92,0 %, mientras que en el día 14 de diciembre se presentó el menor valor con un porcentaje de 67,6 %.

5.1.10.3.2.4 Velocidad y dirección del viento:

El viento es el principal agente meteorológico que determina las condiciones de dispersión de la contaminación, tanto horizontal como verticalmente. Sus características de velocidad y dirección son importantes para determinar lo que se denomina área de dispersión o alcance.

En términos generales los vientos en la zona de estudio son leves y no fluctuantes, la predominancia de la dirección del viento en los días evaluados viene desde el Sur- Este hacia el Nor- Oeste, con velocidad promedio de 3,3 m/s.

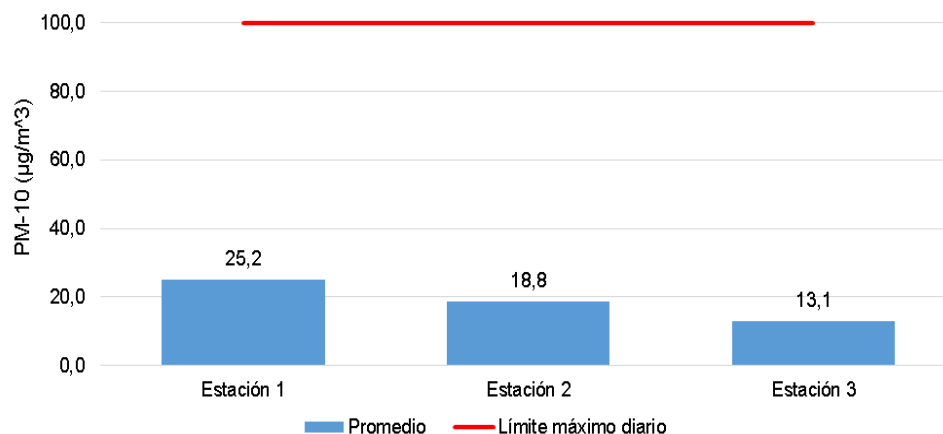
5.1.10.3.2.5 Resultados

A continuación, se presentan los datos y resultados de las tres (3) estaciones en donde se determinó la concentración de PM-10, NO₂, SO₂, y CO. Los valores obtenidos fueron comparados con la norma de calidad del aire establecida en la resolución 2254 de 2017, a excepción del parámetro NO₂, el cual fue comparado con la Resolución 610 de 2010.

5.1.10.3.2.6 Material Particulado menor a 10 micras (PM-10):

A continuación, se presentan las gráficas con los resultados medios obtenidos en las tres estaciones de monitoreo.

Figura 5.167 Valores medios diarios de PM-10 en estaciones 1,2 y 3



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

El promedio aritmético de PM₁₀, resultado del monitoreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 1 “Colegio”, fue de 25,2 µg/m³ con valor máximo de 33,9 µg/m³ reportado el día 16 de diciembre de 2017 y un mínimo de 14,6 µg/m³ obtenido el día 12 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo, el valor máximo reportado se encuentra 66,1 µg/m³ por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017 (100 µg/m³). La representatividad de la estación fue del 100 %, ya que la totalidad de los días planeados fueron muestreados.

El promedio aritmético de PM₁₀, resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 2 “Los Adioses”, fue de 18,2 µg/m³ con valor máximo de 24,0 µg/m³ reportado el día 10 de diciembre de 2017 y un mínimo de 4,7 µg/m³ obtenido el día 02 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo, el valor máximo reportado se encuentra en 76,0 µg/m³ por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017 (100 µg/m³). La representatividad de la estación fue de 88%, debido a que en dos días del monitoreo (28 de noviembre y 04 de diciembre) se presentaron fallas eléctricas.

El promedio aritmético de PM₁₀, resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017 (realizando muestreo día de por medio para un total de 18 muestras) en la Estación 3 “Simón Bolívar” fue de 13,1 µg/m³ con valor máximo de 20,6 µg/m³ reportado el día 10 de diciembre de 2017 y un mínimo de 6,8 µg/m³ obtenido el día 06 de diciembre de 2017. Para esta estación no se superó el límite máximo permisible en ninguno de los días de monitoreo; el valor máximo reportado se encuentra 79,4 µg/m³ por debajo del límite máximo permisible diario establecido en la resolución 2254 de 2017. La representatividad de la estación fue del 100 %, ya que la totalidad de los días planeados fueron muestreados.

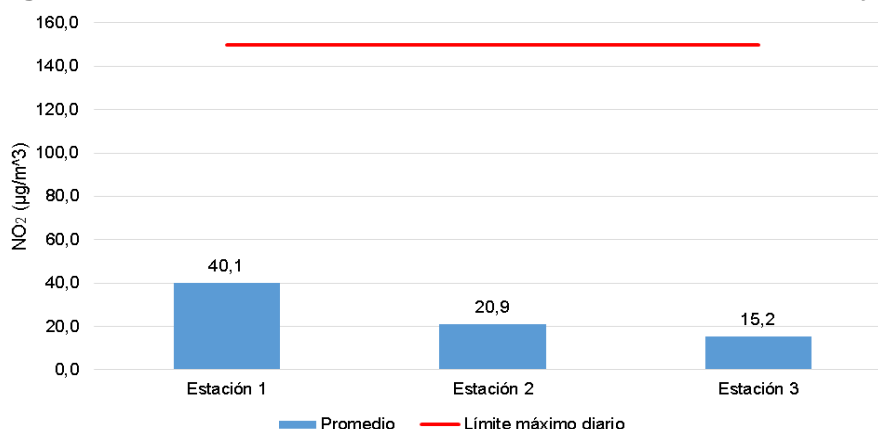
De acuerdo con los resultados en la

Figura 5.167 se puede observar que ninguna estación superó la norma para tiempos de exposición diario ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), siendo el valor más alto el obtenido en la Estación 1 ($25,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 74,8% por debajo del límite normativo establecido en la resolución 2254 de 2017, resultado asociado al flujo vehicular que circula en la vía localizada frente al colegio. Además de lo anterior, se puede evidenciar que la Estación 3 es la que menores valores de PM_{10} presenta pues está ubicada en zona alta veredal donde hay escaso tráfico vehicular, mientras que las estaciones 1 y 2 se ubican en cercanías a vías existentes.

5.1.10.3.2.7 Dióxidos de nitrógeno y azufre:

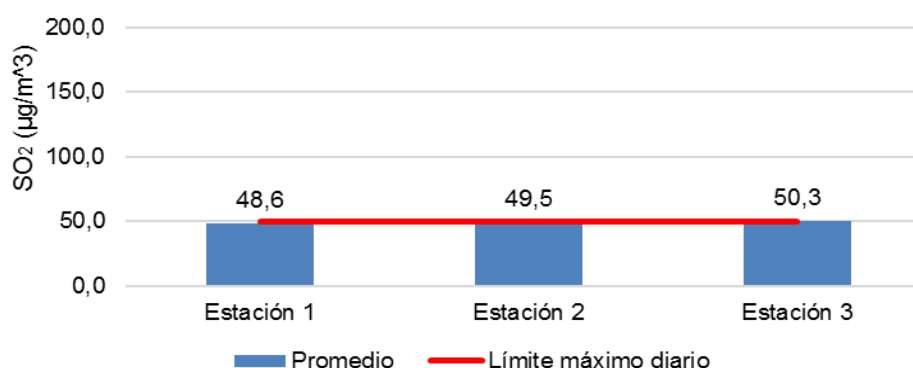
A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los parámetros dióxido de nitrógeno (y su comparación con la Resolución 610 de 2010) y dióxido de azufre en las tres estaciones monitoreadas (y su comparación con la Resolución 2254 de 2017). El resultado del muestreo efectuado entre los días 12 de noviembre y 16 de diciembre de 2017, realizado mediante muestreo día de por medio para un total de 18 muestras, se presenta a continuación:

Figura 5.168 Valores medios diarios de NO_2 en estaciones 1,2 y 3



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.169 Valores medios diarios de SO_2 en estaciones 1,2 y 3



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

El promedio de NO₂ y SO₂, en la Estación uno (1), Colegio fue de 40,1 µg/m³ para NO₂ y >45,9 µg /m³ para SO₂ con valor máximo de 77,3 µg /m³ para NO₂ (08 de diciembre de 2017) y de 50,6 µg /m para SO₂ (14 de diciembre de 2017). La representatividad de la estación fue de 94,4% para NO₂ y SO₂ debido a fallas eléctricas presentadas el día 12 de noviembre de 2017.

El promedio de NO₂ y SO₂ en la Estación dos (2) Los Adioses fue de 20,9 µg/m³ para NO₂ y <49,5 µg /m³ para SO₂ con valor máximo de 66,1 µg /m³ para NO₂ (12 de diciembre de 2017) y de <51,9 µg /m para SO₂ (18 de noviembre de 2017). La representatividad de la estación fue del 88,8 % para NO₂ y SO₂.

El promedio de NO₂ y SO₂, en la Estación tres (3) Simón Bolívar fue de 15,2 µg/m³ para NO₂ y <50,3 µg g/m³ para SO₂ con valor máximo de 25,6 µg g/m³ para NO₂ (10 de diciembre de 2017) y de <53,8 µg g/m para SO₂ (14 de noviembre). La representatividad de la estación fue del 100% para NO₂ y SO₂.

Las muestras anuladas en las estaciones no ocasionan una invalidación del monitoreo ya que el Protocolo Para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire en su Manual de Operación indica que “es necesario que el porcentaje de datos validos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad del aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%”.

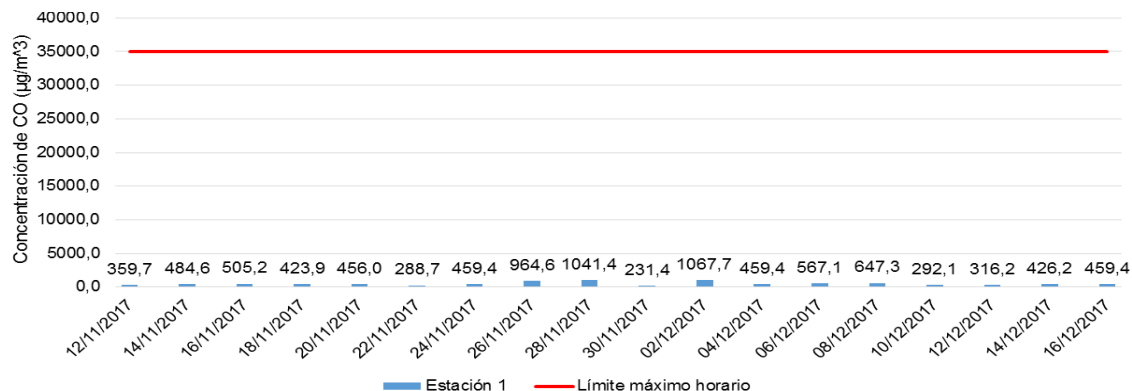
De acuerdo con los resultados anteriores representados en las Figura 5.168 y Figura 5.169, se puede observar que en ninguna de las tres (3) estaciones se superó el límite normativo de 150 µg/m³ de NO₂ para tiempo de exposición diario. Y para el SO₂, sólo la estación 3 supera en décimas el límite establecido por la norma, el cual corresponde a 50 µg/m³ (NO₂) para tiempos de exposición diaria. Estos gases se atribuyen a la combustión en motores de los vehículos, motos y transporte pesado que circulan por la zona.

5.1.10.3.2.8 Monóxido de carbono:

Los resultados de monóxido de carbono para cada una de las estaciones se muestran en la Figura 5.170,

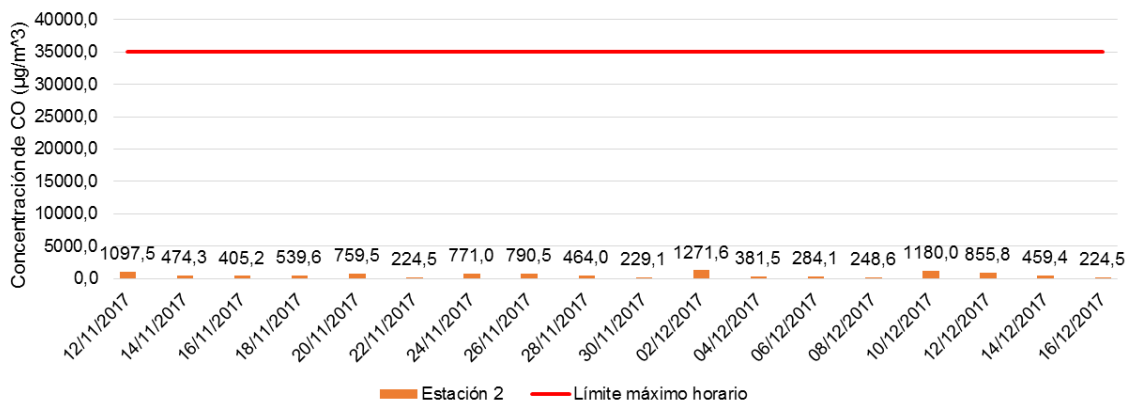
Figura 5.171 y Figura 5.172.

Figura 5.170 Medias horarias diarias de CO Estación 1



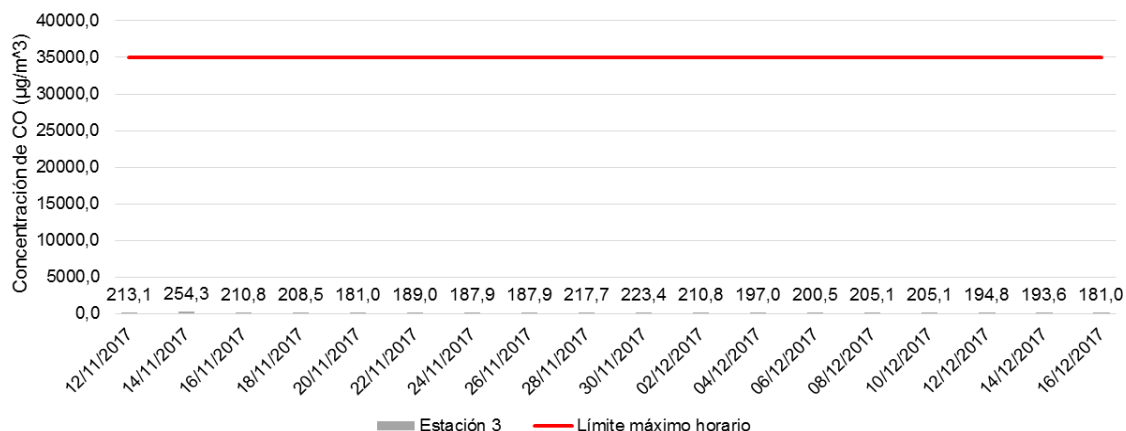
Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.171 Medias horarias diarias de CO Estación 2



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.172 Medias horarias diarias de CO Estación 3



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

De acuerdo con la Figura 5.170,

Figura 5.171, Figura 5.172 es posible evidenciar que las concentraciones horarias de monóxido de carbono obtenidas en las estaciones 1, 2 y 3 no exceden en ninguno de los 18 días de muestreo el límite normativo establecido en la resolución 2254 de 2017, para tiempos de exposición de 1 hora ($35000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

- **Índice de calidad de aire (ICA)**

El índice de calidad de aire (ICA) permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un sistema de vigilancia de calidad de aire en un tiempo t , que está ligado al periodo de exposición previsto en la norma para cada contaminante que medido. Este índice ha sido adoptado a partir de las recomendaciones técnicas consignadas en el *Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – The Air Quality Index (AQI)* que es un documento de la agencia de protección del medio ambiente de los estados unidos –EPA- y que se explica en el manual de operación de sistemas de vigilancia.

Los valores del ICA se ubican en una escala adimensional de 0 a 500, que han sido agrupados en 6 rangos relacionados con la amenaza que, a la salud humana, representan dichos niveles de contaminación al aire. En la Tabla 5.141 se presentan los rangos en los que han sido calificados los valores que puede tomar el índice, junto con el color asignado y la calificación de acuerdo con su efecto en la salud humana.

Tabla 5.141 Rangos del ICA de acuerdo con el color asignado y calificación.

Rango ICA	Calificación con respecto a su efecto sobre la salud humana
$0 \leq \text{ICA} \leq 50$	Buena
$50 \leq \text{ICA} \leq 100$	Moderada
$101 \leq \text{ICA} \leq 150$	Dañina a la salud para grupos sensibles
$151 \leq \text{ICA} \leq 200$	Dañina a la salud
$201 \leq \text{ICA} \leq 300$	Muy dañina a la salud

Fuente: Ajustado de (EPA- United States Environmental Protection Agency, 2018)

Teniendo en cuenta los contaminantes monitoreados en el país, el índice se calcula de forma independiente para cada uno de los seis principales contaminantes, los cuales son PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , NO_2 , O_3 Y CO .

En el presente estudio el cálculo del ICA aire se llevó a cabo para SO_2 y PM_{10} únicamente, ya que para NO_2 y CO se requieren tiempos de exposición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo desarrollado las mediciones de los contaminantes en mención fueron de 24 horas para NO_2 y 1 hora para CO .

- **Índice de calidad de aire (ICA) diario SO_2**

A partir de las concentraciones medias de SO_2 , calculadas y siguiendo la metodología sugerida en Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire del Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 Pág. 134), se calcularon los ICAs. En la Tabla 5.142 se muestra el índice de calidad de aire acumulado

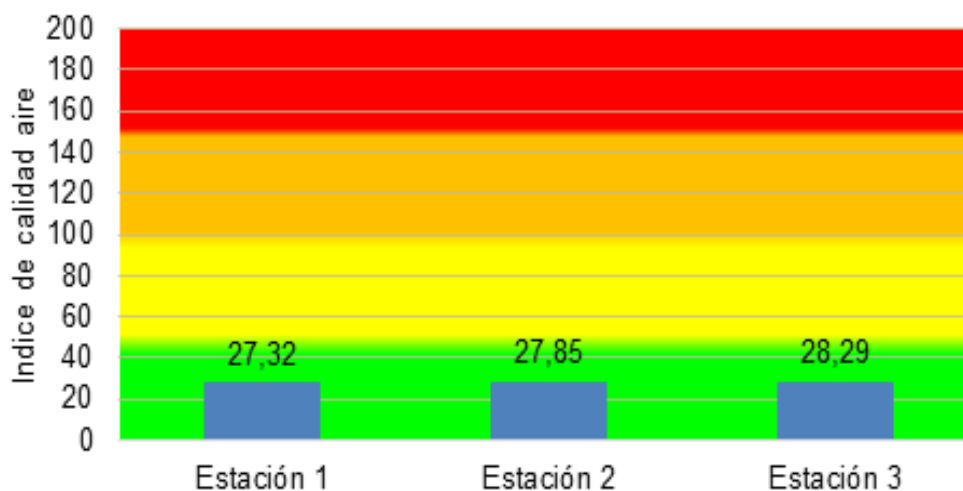
o promedio de los 18 días de muestreo; esto se calculó a partir de la concentración promedio del muestreo. Este cálculo solo se determinó para dióxido de azufre, debido a que para el cálculo de dióxido de nitrógeno se requieren mediciones horarias. Para el caso del dióxido de azufre la CPjt (Concentración medida del contaminante) es necesaria determinarla en ppm.

Tabla 5.142 Índices de calidad de Aire acumulados para SO₂ en los puntos evaluados

Índices	Estación 1	Estación 2	Estación 3
C_{pjt}	0,0186	0,0189	0,0192
BP_{Hi}	0,034	0,034	0,034
BP_{Lo}	0	0	0
I_{Hi}	50	50	50
I_{Lo}	0	0	0
ICA_{Pjt}	27,32	27,85	28,29

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.173 Índice de calidad de aire (ICA) SO₂ estación 1,2 y 3



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

De acuerdo con la Figura 5.173 se determina que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice “BUENO” para el parámetro Dióxido de Azufre ya que, en las tres estaciones, para todos los días de muestreo, se reportaron valores ICA por debajo de 50.

- Índice de calidad de aire (ICA) diario PM-10

A partir de las concentraciones medias de PM-10, calculadas y siguiendo la metodología sugerida en Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad de Aire del Protocolo para el Muestreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (MAVDT, 2010 Pág. 134), se calcularon los ICA's. En la Tabla 5.143 se muestra el índice de calidad de aire acumulado o promedio de los 18 días de muestreo, esto se calculó a partir de la concentración promedio del muestreo. Este cálculo solo se determinó para el material Particulado menor a 10 micras.



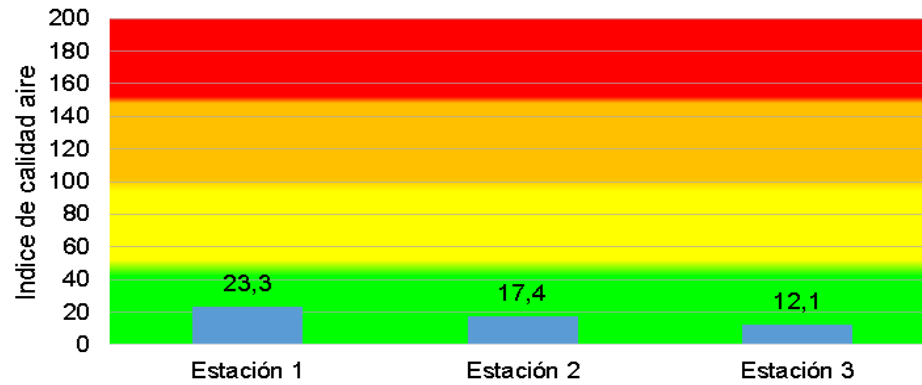
 	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO</p>
<p>Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta</p>	

Tabla 5.143 Índices de calidad de Aire acumulados para PM10 en estaciones

Índices	Estación 1	Estación 2	Estación 3
C_{pjt}	25,2	18,8	13,1
BP_{Hi}	54	54	54
BP_{Lo}	0	0	0
I_{Hi}	50	50	50
I_{Lo}	0	0	0
ICA_{Pjt}	23,3	17,4	12,1

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.174 Índice de calidad de aire (ICA) PM-10 estación 1,2 y 3



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

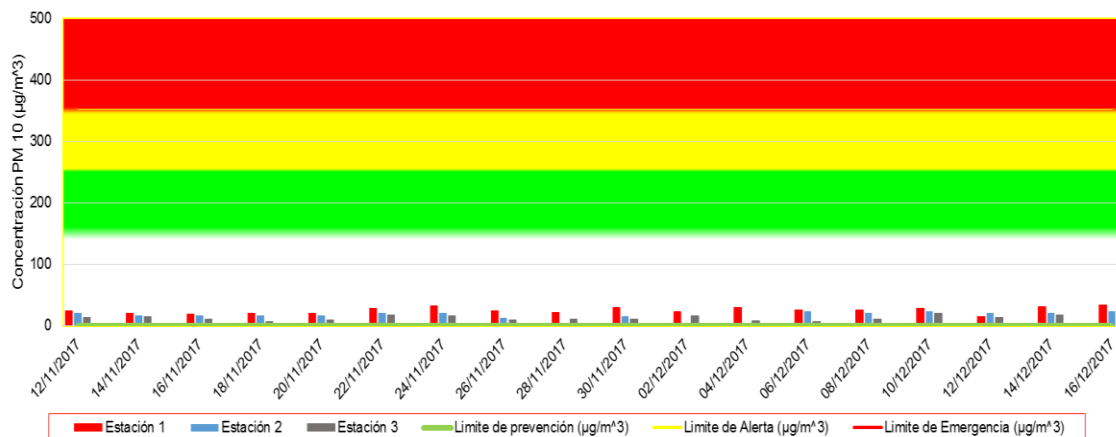
De acuerdo con la

Figura 5.174 se determina que en la zona de estudio la calidad del aire tiene un índice “BUENO”, según el parámetro Material Particulado menor a 10 micras, ya que en todas las estaciones 1, 2 y 3, para todos los días de muestreo, se reportaron valores ICA por debajo de 50.

- Comparación con estados excepcionales PM-10 y SO₂

En el artículo sexto de la resolución 610 de 2010 del MAVDS. se establecen las concentraciones de contaminantes criterio para declarar los niveles de prevención, alerta y emergencia en la zona evaluada, por lo tanto se hace necesario comparar las concentraciones obtenidas en el presente estudio con los límites establecidos en el artículo en mención, estas comparaciones se harán solamente para los contaminantes PM₁₀ y SO₂, ya que para los contaminantes de NO₂ y CO se requieren tiempos de exposición de 1 hora y 8 horas respectivamente y en el muestreo las mediciones de estos contaminantes fueron de 24 horas para NO₂ y 1 hora para CO.

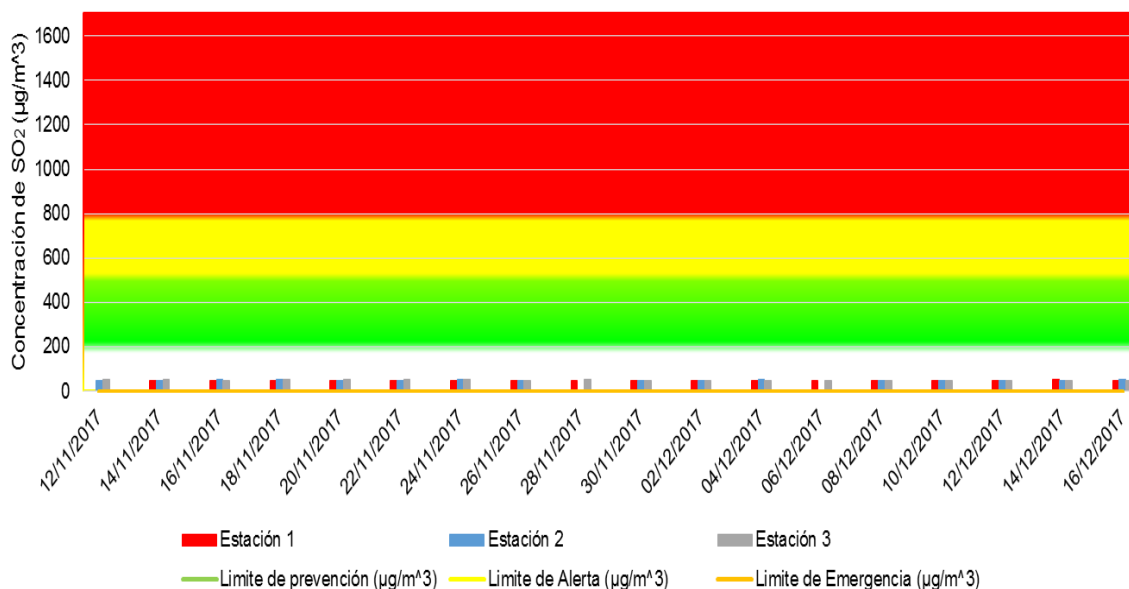
Figura 5.175 Comparación estados excepcionales PM-10, estaciones 1,2 y 3



Nota: Los días 16 de noviembre y 4 de diciembre de 2017 se presentaron fallas eléctricas en la estación 2, por lo tanto, las muestras fueron anuladas. Los límites están definidos de acuerdo con la Resolución 610 de 2010

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018).

Figura 5.176 Comparación estados excepcionales SO₂, estaciones 1,2 y 3



Nota: Los días 28 de noviembre y 06 de diciembre de 2017 se presentaron fallas eléctricas en la estación 2, y el día 12 de noviembre de 2017 en la estación 1, por lo tanto, las muestras fueron anuladas. Los límites están definidos de acuerdo con la Resolución 610 de 2010.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

En la Figura 5.175 y Figura 5.176 es posible evidenciar que durante los 18 días de muestreo en las tres estaciones, las concentraciones de PM_{10} y SO_2 presentan valores muy inferiores a los estados excepcionales definidos en la norma de referencia, por tanto no es necesario declarar algún nivel de prevención, alerta o emergencia en la zona de estudio.

5.1.10.4 Ruido

En la actualidad, el crecimiento de las poblaciones, el aumento en el tráfico vehicular, la construcción de edificios y obras públicas, las actividades industriales y de comercio, se han convertido en un factor de contaminación constante que aumenta los niveles de ruido ambiental lo que causa deterioro de la calidad de vida y salud de la población. Uno de los principales efectos sobre la salud a causa del ruido es la pérdida de audición o hipoacusia, dentro de los efectos del ruido se encuentran los trastornos del sueño, a corto plazo se presentan alteraciones como la dificultad para conciliarlo, alteraciones de la intensidad del sueño e interrupciones del mismo; las alteraciones a largo plazo se relacionan con la fatiga, modificaciones del carácter y comportamiento y alteraciones del bienestar (Observatorio de salud ambiental de Bogotá, 2015).

El sonido se define como la sensación percibida por el órgano auditivo, debida generalmente a la incidencia de ondas de compresión (longitudinales) propagadas en el aire. Por extensión se aplica el calificativo del sonido, a toda perturbación que se propaga en un medio elástico, produzca sensación audible o no (Resolución 627 del 7 de abril de 2006). El ruido puede clasificarse de la siguiente forma (Cortés Díaz, 2007):

- i. Ruido de impacto: es aquel en el que el nivel de presión acústica (NPA) decrece exponencialmente con el tiempo y las variaciones entre dos máximos consecutivos

de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de actuación inferior o igual a 0,2 segundos.

- ii. Ruido continuo: es aquel en el que el nivel de presión acústica se mantiene constante en el tiempo y si posee máximos estos se dan en intervalos menores de un segundo.
- iii. Ruido variable: Cuando el nivel de presión acústica oscila más de 5 dB a lo largo del tiempo.

5.1.10.4.1 Inventario de fuentes generadoras de ruido

Para la identificación se realizó un inventario de fuentes generadoras y se programó una campaña de monitoreo de calidad de presión sonora en las zonas que de acuerdo con lo observado se consideraron de interés por la evidente incidencia de ruido. Este inventario para la unidad funcional UF 1 se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2017, a continuación, se presenta la identificación y descripción de estas.

Se entiende como emisión de ruido la presión sonora que, generada en cualesquiera condiciones, trasciende al ambiente o al espacio público (Resolución 0627 de 2006), esta se mide en nivel de presión sonora que es la cantidad expresada en decibeles (dB).

En la Tabla 5.144 se muestra el inventario total de las fuentes emisoras de ruido identificadas.

Tabla 5.144 Inventario fuentes de emisión de ruido

ID	Departamento	Municipio	Vereda o corregimiento	Nombre del generador	Descripción	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
						Este	Norte
R-1	Norte de Santander	Pamplona	Área Urbana	Universidad de Pamplona	Edificios de la universidad e instalaciones de la piscina de entrenamiento de la misma.	1157578,86	1309148,06
R-2	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Montallantas Grasa azul	Montallantas que presta servicios mecánicos, de lavado y de parqueadero.	1159770,40	1308044,93
R-3	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Estación "Coomulpinort"	Estación de servicio de distribución de combustibles.	1159800,90	1308113,78
R-4	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Lavadero de carros Grasa Azul	Parqueadero de vehículos que incluyen carros de carga pesada	1159848,95	1308124,22
R-5	Norte de Santander	Pamplona	Área Urbana Pamplona	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1157689,13	1309000,24
R-6	Norte de Santander	Pamplona	Alcaparral	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1159711,11	1308015,88
R-7	Norte de Santander	Pamplona	El Naranjo	Centro educativo rural Chíchira	Escuela primaria	1160741,01	1309768,02
R-8	Norte de Santander	Pamplona	Pamplona	Tráfico vehicular	Paso vehicular en la vía nacional	1157128,60	1308421,85

Fuente: Aecom-ConCol, 2017

5.1.10.4.1.1 Ubicación de los asentamientos poblacionales

A lo largo de la unidad funcional solo se identifica un asentamiento humano con viviendas y locales comerciales dispersos ubicados en la vereda Alcaparral en el sector conocido como curva Los Adioses. Esta es una fuente de emisión de ruido debido a las actividades realizadas y concentradas en la zona donde se encuentran viviendas, restaurantes, estación de servicio, lavadero de carros y fábrica de producción de bocadillos.

Fotografía 5.83 Asentamiento humano nucleado, curva Los Adioses. Vereda Alcaparral, Pamplona. ESTE: 1.159.814 NORTE: 1.308.081



Fuente: Google Earth, 2017 – Aecom - Concol, 2017.

Además de lo anterior, una parte de la zona urbana del municipio hace parte del área de influencia de la UF1, esta área corresponde en parte a terrenos ocupados por la universidad de Pamplona en donde se ubica la piscina olímpica de entrenamiento y edificios educativos y administrativos de la universidad.

Fotografía 5.84 Área Urbana, Sector Universidad de Pamplona



Fuente: Aecom - Concol, 2018.

A lo largo del corredor vial se presenta movimiento continuo y permanente de vehículos ya sean particulares, de transporte público como buses y microbuses, de carga pesada como camiones y tracto multas y motocicletas. Teniendo en cuenta que es la vía que conduce de Cúcuta al interior del país, se presenta gran tráfico vehicular de tipo público, este genera cambios en los niveles de presión sonora que son percibidos por la población.

Fotografía 5.85 Tráfico vehicular sobre vía existente Pamplona-Cúcuta



Fuente: Google Earth, 2017 – Aecom - Concol, 2017

5.1.10.4.2 Monitoreo de Evaluación de Ruido

La evaluación de ruido ambiental para el área de influencia de la unidad funcional 1 se realizó entre los días 28 de enero y 4 de febrero de 2018, esta se realizó bajo los lineamientos establecidos en la (Resolución 0627 de 2006) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Este estudio busca identificar áreas sensibles en el área de influencia a fin de caracterizar los niveles de presión sonora ambiental actuales en concordancia con las metodologías establecidas en la resolución ya mencionada. En la unidad funcional objeto el presente estudio se ubicaron 3 puntos de monitoreo en horario diurno y nocturno y en jornadas de día hábil y no hábil, lo anterior fue desarrollado por el laboratorio Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA el cual se encuentra acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 de 01 de octubre de 2015 bajo la norma NTC/IEC 17025:2005. El informe detallado de ruido ambiental se encuentra en el anexo 5.1.5 Atmosférico, carpeta B – Anexos de ruido.

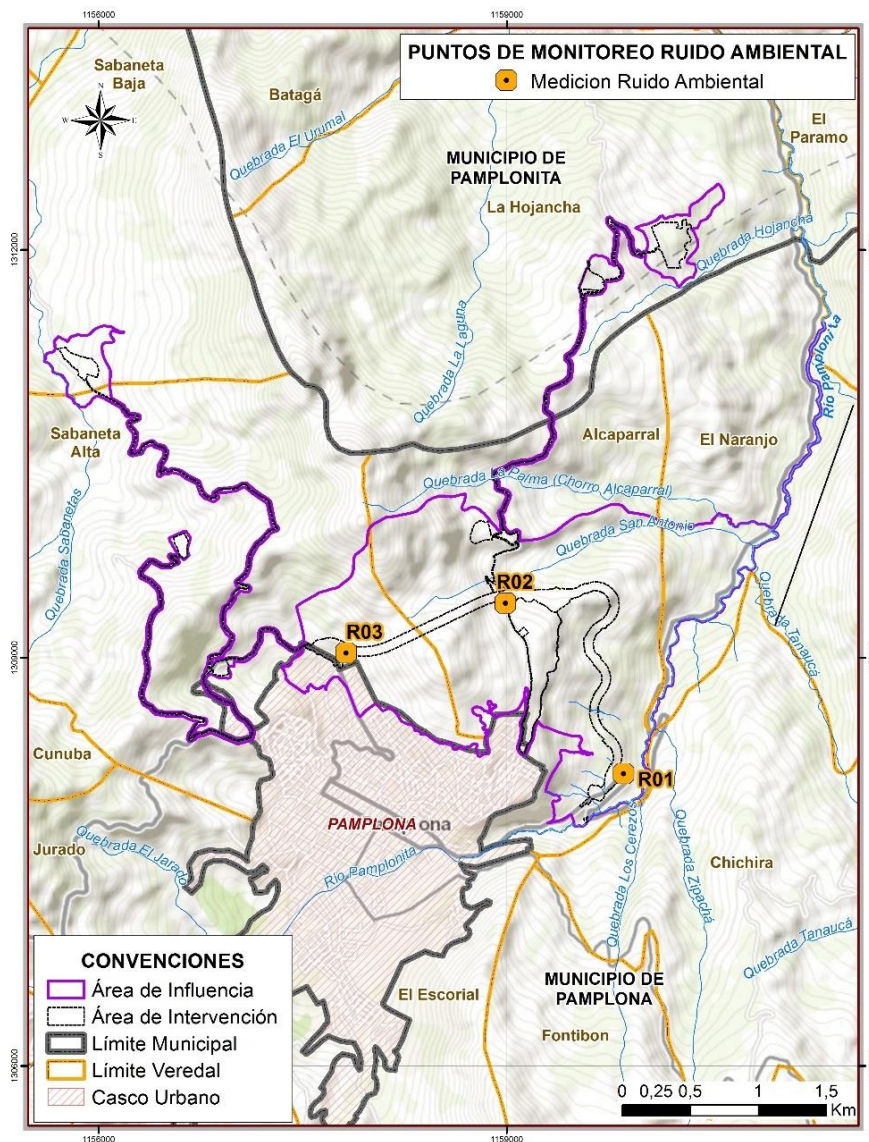
En la Tabla 5.145 se muestra la localización de los puntos de monitoreo, los cuales se representan en la Figura 5.177.

Tabla 5.145 Puntos de medición de ruido ambiental

Punto	Nombre del punto	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Vereda	Municipio
		Norte	Este		
P01	R01	1308150,28	1159859,99	Alcaparral	Pamplona
P02	R02	1309404,32	1158990,84	Alcaparral	Pamplona
P03	R03	1309037,94	1157820,17	Sabaneta Alta	Pamplona


Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Figura 5.177 Localización de los puntos de medición de ruido ambiental UF 1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Para el estudio de ruido ambiental se debe desarrollar una calibración acústica del micrófono del sonómetro que luego se ubica a una altura de 4,00 m, las mediciones se toman empleando la escala de ponderación A (dBA) y en respuesta lenta (slow) o ponderado lento (S). Estos parámetros de medida son establecidos por el artículo 4 de la Resolución 0627 de 2006 como los principales parámetros para la medida de ruido. La escala de ponderación A, pretende simular la respuesta del oído a niveles de presión acústica bajos, por lo que tiene una correlación muy fuerte con el riesgo de daño auditivo e incluso con la sensación de molestia, para el rango usual de niveles sonoros (Giménez, 2007).

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Cada medición debe constar de cinco mediciones parciales distribuidas en tiempo iguales, cada uno de las cuales debe tener una posición orientada del micrófono, norte, sur, este, oeste y vertical. El formato utilizado para la recolección de información describe los siguientes parámetros realacionados en la Tabla 5.146.

Tabla 5.146 Datos generales de la medición. Parámetros del estudio

Dato	Descripción
# Loc Quest	El número de archivo en la memoria del sonómetro QUEST
L1 (Leq),dBA	Nivel continuo equivalente de ruido en el periodo de medición (resultado de la medición)
Lmax, dBA	Máximo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
Lmin. dBA	Mínimo nivel puntual de ruido encontrado dentro del periodo de medición.
L10.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de medición.
L90.dBA	Nivel Sonoro que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de medición.
Horarios	Las lecturas diurnas se realizaron entre las 7:01 y las 21:00, y las nocturnas entre las 21:01 y las 7:00, cumpliendo así con los horarios establecidos en la normatividad.

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Los equipos utilizados para la medición de emisión de ruido ambiental corresponden a sonómetros marca QUEST Sound Pro (Tabla 5.147), para la calibración de los equipos se emplearon calibradores acústicos marca Quest QC; ambos equipos cuentan con los certificados de calibración vigente al momento de desarrollar las mediciones (Ver anexo 5.1.5 – Atmosférico, carpeta B Anexos ruido).

Tabla 5.147 Equipos utilizados para la medición

CARACTERISTICAS GENERALES DEL EQUIPO	
Sonómetro Quest SoundPro DL 2-1/3 BIN030016 RU-150-EM	
Clase	Tipo 2
Precisión	± 1dBA
Sensibilidad	Sensibilidad de micrófono independiente de la frecuencia.
Funciones	Lectura en tiempo real con analizador frecuencias en tercios de octava.
Características Generales	Filtros de ponderación de frecuencia A, B, C y Z. Modos de respuesta rápida, lenta, impulsos y picos. Determinación del nivel equivalente, máximo y mínimo. Provisto con cable de extensión de micrófono.
Normatividad	Cumple norma IEC 61672-1:2002
Certificados	Certificado de calibración vigente adjunto en el <i>Anexo 1</i>
Calibrador acústico Quest AC 300 AC300002716	
Nivel de calibración	94 dB y 114 dB.
Normatividad	Cumple norma IEC 60942:2003.
Certificados	Certificado de calibración vigente, adjunto en el <i>Anexo 1</i>
SOFTWARE	
Referencia	QuestSuite® <i>Professional II</i>
Versión	4.2.2296
Características	Descarga datos de los estudios realizados por el sonómetro
Trípode	
Características Generales	Ajustable a altura de cuatro (4) metros. Capacidad de giro de 360 grados. Desarmable. Orientación variable.

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.4.2.1 Datos meteorológicos

Las características meteorológicas influyen en las mediciones de ruido ambiental, por la razón en la Tabla 5.148 se presenta el comportamiento de dichas variables a partir de información medida durante el monitoreo en cada punto. Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas en ausencia de precipitaciones tal como se indica en la (Resolución 0627 de 2006).

Tabla 5.148 Principales variables meteorológicas – Monitoreo de Ruido

		Velocidad del viento (m/s)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Día hábil	Promedio	0,5	19,6	86,7
	Máximo	1,4	20,4	92,3
	Mínimo	0,1	18,7	82,9
Día no hábil	Promedio	0,2	18,6	85,0
	Máximo	0,2	19,4	88,8
	Mínimo	0,1	17,8	80,0



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)


De acuerdo con los resultados obtenidos, en la totalidad de las mediciones se presentaron velocidades de viento inferiores a 3 m/s, (siendo el valor máximo 1,4 m/s), motivo por el cual no es necesario aplicar la respectiva corrección.

5.1.10.4.2.2 Localización puntos de medición

A continuación, en la Tabla 5.149 se presentan los puntos de monitoreo de ruido ambiental con sus respectivas coordenadas y descripción.

Tabla 5.149 Descripción de puntos de monitoreo de ruido

Punto de Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruger MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos		Registro Fotográfico
R01	N:	1308150,28	Climático	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo soleado, no se presentaron lluvias	
	E:	1159859,99	Fuentes potenciales de ruido	Tránsito continuo de vehículos livianos, de carga pesada y motos en vía principal. Actividades realizadas en asentamiento urbano. Fauna local.	
	m.s.n.m	2178			
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre vía nacional, junto a viviendas.				
R02	N:	1309404,32	Climático	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias	
	E:	1158990,84	Fuentes potenciales de ruido	Animales domésticos. Fauna silvestre. Tránsito de vehículos por vía terciaria	
	m.s.n.m	2408			
	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado sobre zona rural y junto a una vía terciaria.				

Punto de Monitoreo	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá		Aspectos		Registro Fotográfico
R03	N:	1309037,94	Climático	Durante el periodo de monitoreo predominó el tiempo nublado, no se presentaron lluvias	
	E:	1157820,17	Fuentes potenciales de ruido	Animales domésticos. Fauna silvestre. Tránsito de vehículos por vía nacional localizada a 200 metros.	
	m.s.n.m	2419			
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PUNTO: Punto ubicado en una zona rural, a una distancia aproximada de 200 metros de la vía nacional. Se evidencian viviendas aledañas.					

Fuente (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

5.1.10.4.2.3 Resultados

Los resultados obtenidos de las mediciones se compararon con los valores de referencia tomados de la Resolución 0627 de 2006. Los valores de referencia son tomados del capítulo III, artículo 17, tabla 2 de la misma resolución, de la fila referente al sector C y sector D. Los valores de referencia o estándares máximos permisibles de niveles de ruido de acuerdo con la legislación se muestran en la Tabla 5.150. Las memorias de cálculo y los datos de campo se encuentran en el anexo 5.1.5 Atmosférico en la carpeta B Anexos Ruido.

- Ruido ambiental día hábil

La jornada de monitoreo diurno inicio el 31 de enero de 2018 a las 09:02 horas y finalizó a las 10:30 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se llevó a cabo el día 30 de enero de 2018 desde las 03:25 horas y finalizó a la 04:45 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en tres (03) puntos.

- Ruido ambiental diurno hábil

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día hábil- horario diurno

ID	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
P02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
P03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por de

Tabla 5.151. se subrayan con color azul los sectores y subsectores cuyos valores de referencia aplican en el presente estudio y los cuales son susceptibles de comparación.

- i. **Sector C:** Ruido intermedio restringido. Subsector: Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.
- ii. **Sector D:** Zona suburbano o rural de tranquilidad y ruido moderado. Subsector, Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.

El punto 01 es clasificado en el sector C debido a la cercanía con la vía nacional. Las mediciones realizadas en los puntos 02 y 03 fueron clasificadas y comparadas con los estándares máximos del sector D, debido a la cercanía existente con viviendas y zonas rurales.

Las memorias de cálculo y los datos de campo se encuentran en el anexo 5.1.5 Atmosférico en la carpeta B Anexos Ruido.

- Ruido ambiental día hábil

La jornada de monitoreo diurno inicio el 31 de enero de 2018 a las 09:02 horas y finalizó a las 10:30 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se llevó a cabo el día 30 de enero de 2018 desde las 03:25 horas y finalizó a la 04:45 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en tres (03) puntos.

- Ruido ambiental diurno hábil

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.150 Resultados corregidos en jornada día hábil- horario diurno

ID	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	70,3	0	0	70,3	C	80,0	-12,1%
P02	R02	48,8	0	6	54,8	D	55,0	-0,4%
P03	R03	53,7	0	0	53,7	D	55,0	-2,4%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por (Aecom-Concol, 2018) de (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

Tabla 5.151 Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dBA

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermédio Restringido.	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018; de resolución 627 del 07 de abril de 2006, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

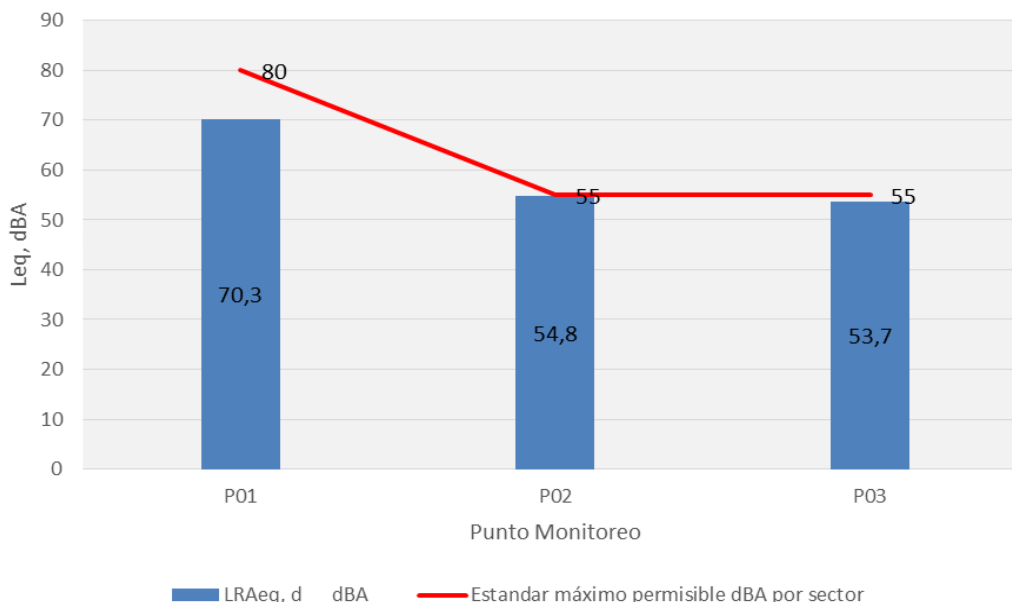
Corrección Ki Horario Diurno Hábil: Aplicando la metodología definida en el anexo 2 de la resolución 627 de 2006, “Determinación de los valores de ajuste K”, se encontró que ninguno de los puntos evaluados reporta componentes impulsivos de ningún tipo, ni neto ni fuerte, por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de ajuste para las mediciones realizadas en los tres puntos.

Corrección por tono y contenido de información Kt diurno hábil: En horario diurno, se presenta percepción neta de componentes tonales en el punto 02, por lo cual, realizando la debida corrección, se deben sumar seis (6) dBA a los datos obtenidos en campo para dicho punto. Los demás puntos no presentan componentes tonales.

Es importante tener en cuenta que el nivel de presión sonora continua equivalente ponderado A (LAeq, T) debe ser corregido por un solo factor K, que es el de mayor valor en dB(A). El valor corregido se muestra en la columna “LRAeq, d”, tal valor ajustado es el que debe ser comparado con la normatividad.

De acuerdo con los resultados obtenidos y visualizados en la Figura 5.178, es posible evidenciar que los tres (3) puntos evaluados, tanto en el sector C y sector D, son más bajos que el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006, de 80 dBA y 55dBA, para el sector C y D respectivamente.

Figura 5.178 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Respecto al punto de monitoreo 01, clasificado en el sector C (vías troncales, autopistas vías arterias, vías principales), la medida efectuada en campo no reporta ningún ajuste. El valor reportado es de 70,3 dBA, siendo más bajo que el respectivo estándar máximo permisible para este sector y horario, el cual es de 80 dBA (ver Figura 5.178). La principal fuente de ruido en la zona aledaña es el tránsito de vehículos por la vía aledaña

(principalmente automóviles, motos y camiones); de igual manera el ruido proveniente de las viviendas aledañas también tuvo incidencia.

Por otra parte, los puntos 02 y 03, categorizados en el Sector D (zona suburbana o rural) presentan un máximo permisible para este horario de 55 dBA. De los dos puntos correspondientes, El R02 presenta correcciones asociadas a los componentes tonales, al cual se le adicionó 6,0 dBA, tal y como se explicó anteriormente. Sin embargo, los dos puntos del sector D registraron valores por debajo del límite normativo. La medición correspondiente al punto 02 es de 54,8 dBA, mientras que el punto 03 el valor es de 53,7 dBA. Las principales fuentes de ruido están asociadas al tránsito constante de vehículos, la fauna local (animales silvestres y algunos domésticos), y el ruido proveniente de las viviendas adyacentes.

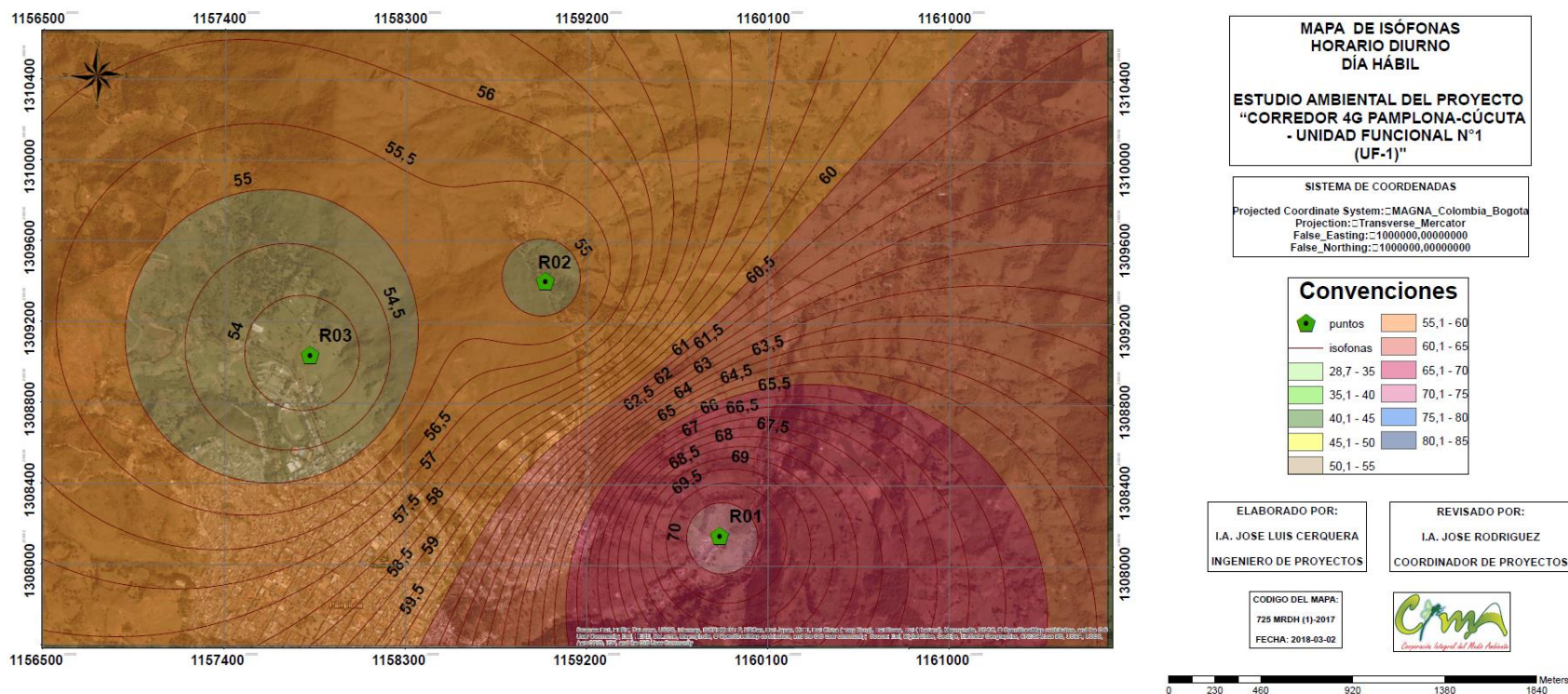
En la Figura 5.179 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada diurno día hábil.

Un mapa de ruido es una representación de datos sobre la situación acústica existente o pronosticada en función de un indicador de ruido, en el que se muestra si se supera un límite y las áreas afectadas. Este permite visualizar el estado ambiental actual de contaminación por ruido por lo que es usada como herramienta de planificación, donde es posible identificar zonas críticas y posibles fuentes de contaminación. En la Figura 5.179 que corresponde al mapa de isófonas diurno de día hábil es posible evidenciar los valores mínimos y máximos de ruido además de su distribución a través del área de influencia.

Considerando el estándar máximo permitido para el horario diurno (80 dBA) para el sector C correspondiente a zona de ruido intermedio, es posible determinar que a través de toda el área de influencia de la UF 1 no se sobrepasa el valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006). Por otro lado, teniendo en cuenta el estándar máximo permitido en el mismo horario para el sector D (55 dBA) correspondiente a zonas suburbanas o rurales de tranquilidad, se puede decir que los valores en toda el área de influencia se encuentran también por debajo del valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006).

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario diurno hábil refleja los mayores niveles en inmediaciones del punto de monitoreo R01. Este punto se sitúa en una zona con tránsito de vehículos por la vía nacional aledaña. En la Figura 5.179 es posible evidenciar que a medida que las isófonas se alejan del punto R01 y se acercan al punto R02 y R03, existe una disminución de su valor, alcanzando niveles mínimos de 54 dBA en el R03.

Figura 5.179 Mapa de isófonas horario diurno día hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

- Ruido ambiental nocturno hábil

A continuación, en la Tabla 5.152 se presentan los resultados ya corregidos para los mismos puntos mencionados en horario nocturno hábil.

Tabla 5.152 Resultados corregidos horario nocturno día hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	78,5	0	6	84,5	C	70	20,7%
P02	R02	75,0	0	6	81,0	D	45	80,0%
P03	R03	53,6	0	3	56,6	D	45	25,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

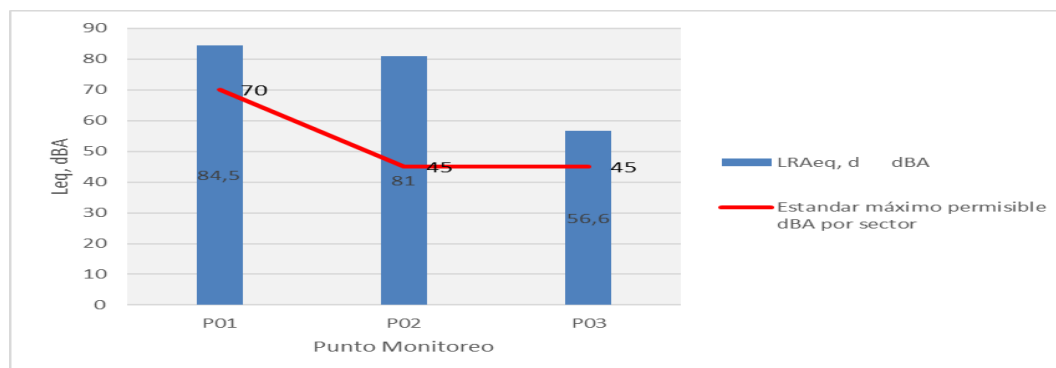
Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Corrección Ki Horario nocturno Hábil: Ninguna de las mediciones realizadas deben ser corregidas por los componentes impulsivos Ki en los lugares de la medición y durante el tiempo que tuvo lugar el monitoreo, ni por componentes impulsivos netos ni por componentes impulsivos fuertes.

Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno hábil: En horario nocturno, los tres puntos evaluados reportaron componentes tonales que generan la corrección correspondiente. Para los puntos 01 y 02 se presenta percepción fuerte de componentes tonales, y por lo tanto el ajuste correspondiente es de 6,0 dBA. Por su parte, en el punto 03 se reportó percepción neta de componentes tonales y en este caso la corrección respectiva es de 3,0 dBA a la medida obtenida en campo.

De acuerdo con los resultados obtenidos y representados en Figura 5.180 es posible evidenciar que los tres (3) puntos evaluados trasgreden el límite máximo permisible establecido en la Resolución 627 de 2006, de 70 dBA (P01) y 45 dBA (P02 y P03), catalogados para los sectores C y D respectivamente. De los tres puntos registrados, el P02 es el que mayor trasgresión presenta, con el 80% sobrepasando el valor normativo.

Figura 5.180 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día hábil. Sector C y Sector D



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Respecto al P01, categorizado en sector C- vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, el cual tuvo un ajuste de 6,0 dBA por componentes tonales; se aprecia que el

valor ajustado sobrepasa el límite de 70 dBA, y que el nivel equivalente en el punto 01 fue de 84,5 dBA. La principal fuente de emisión en este punto fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto al lugar de medición.

En la Figura 5.180 también se muestran los valores corregidos de ruido ambiental registrados en el sector D, correspondiente a los puntos P02 y P03, catalogados en *zonas suburbanas o rurales*. Para estos puntos de medición, se determina que ambos exceden el límite de 45 dBA establecido en la Resolución 627 de 2006. Las principales fuentes de ruido en este punto son el tráfico vehicular, los animales que habitan en las zonas aledañas (fauna silvestre y animales domésticos) junto con las actividades que realizan las personas en las viviendas cercanas.

En la figura 5.182 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada nocturno día hábil.

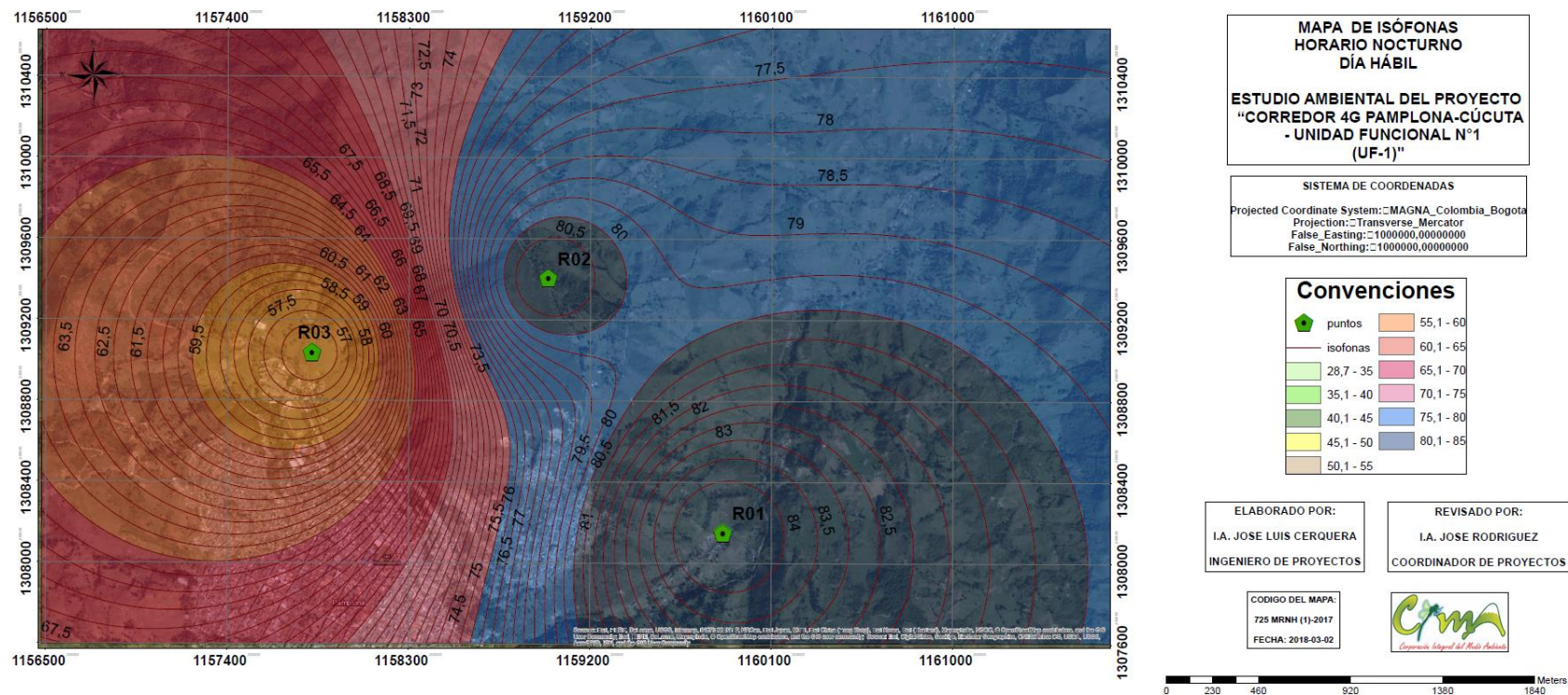
Considerando el estándar máximo permitido para el horario nocturno (70 dBA) para el sector C correspondiente a zona de ruido intermedio, es posible determinar que a través de toda el área de influencia de la UF 1 se sobrepasa el valor máximo permisible según la (Resolución 0627 de 2006).

En la figura 5.182 es posible evidenciar que a medida que las isófonas se alejan del punto R02 y se acercan al punto R03 existe una disminución de su valor alcanzando niveles de 57 dBA a una distancia superior a 1 kilómetro de un punto a otro. Por otra parte, alrededor de 0,7 kilómetros del punto R02, se evidencia un aumento en los niveles de ruido alcanzando valores máximos de 84,5 dBA en el punto R01. Lo anterior se explica con la ubicación del punto de monitoreo R02 en zona rural, junto a la vía terciaria, con presencia de fauna que altera los niveles de ruido en día hábil nocturno.

- Ruido ambiental día no hábil
- Ruido ambiental diurno no hábil

La jornada de monitoreo diurno se inició el día 04 de febrero entre las 07:02 horas y las 09:17 horas del mismo día. El monitoreo nocturno se realizó el día 28 de enero de 2018 desde las 00:03 p.m. a 01:10 horas del mismo día, llevando a cabo el monitoreo de ruido ambiental en los tres (3) puntos.

Figura 5.181 Mapa de isófonas horario nocturno día hábil



Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

En la Tabla 5.153 se presentan el resumen de los resultados obtenidos para el monitoreo ambiental diurno.

Tabla 5.153 Resultados corregidos horario diurno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	71,7	0	0	71,7	C	80,0	-10,4%
P02	R02	53,0	0	3	56,0	D	55,0	1,8%
P03	R03	60,0	0	0	60,0	D	55,0	9,1%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido

Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

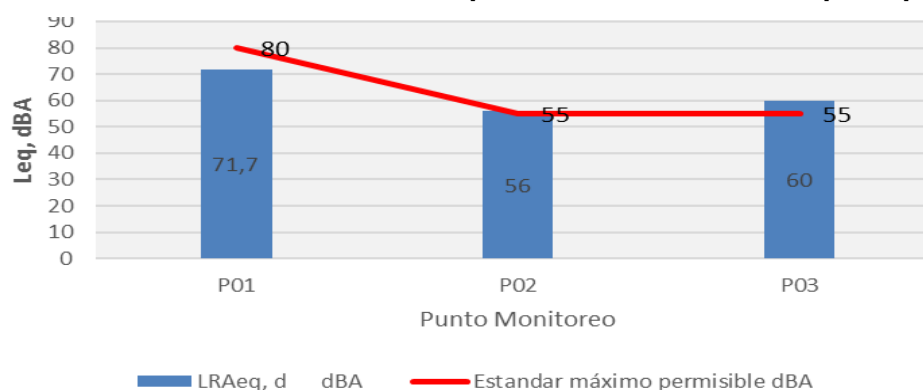
Corrección Ki Horario Diurno No Hábil: Para ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo, es decir que la percepción de componentes impulsivos en todos los casos es nula y no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes resultantes de las mediciones.

Corrección por tono y contenido de información Kt Diurno no hábil: De los tres puntos que conforman el presente estudio, únicamente el punto 02 reportó percepción neta de componentes tonales, por lo tanto, el ajuste correspondiente es de 3,0 dBA a la medición realizada en campo.


De acuerdo con los resultados obtenidos es posible evidenciar que sólo el punto R01 cumple con el límite máximo permisible establecido en la resolución 627 de 2006 (80 dBA), registrando un valor de 71,7 dBA, donde la principal fuente de ruido es el paso constante de vehículos que circulan por la vía aledaña. Lo anterior se muestra en la Figura 5.182.

También se evidencia que los dos (2) puntos de medición catalogados en la zona *suburbana o rural*, exceden el límite de 55 dBA establecido en la resolución 627 de 2006, siendo el nivel más alto el obtenido en el punto 03 el cual registra un valor de 60,0 dBA. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos por vías cercanas, actividades que tienen lugar en las viviendas aledañas y animales de la zona.

Figura 5.182 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental diurno día no hábil - Sector C vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales



Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA CAPÍTULO 5.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA. MEDIO ABIÓTICO
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario diurno no hábil refleja los mayores niveles en inmediaciones del punto de monitoreo P01, ubicado sobre la vía nacional, junto a viviendas.

En la

Figura 5.183 es posible evidenciar que, en horario diurno no hábil, a medida que las isófonas se alejan del punto 02 y 03, y se acercan al punto 01, existe un aumento de su valor. De igual manera, el punto R01 aumenta durante los 0,7 kilómetros a medida que las isófonas se alejan, alcanzando valores máximos de 81 dBA. Lo anterior se explica en la ubicación del punto de monitoreo R01 cercana a vía principal, cuyo tránsito vehicular influye en el aumento del ruido en el área de estudio.

- Ruido ambiental nocturno no hábil

A continuación, se presentan los resultados para horario nocturno de día no hábil para los puntos ya mencionados en la siguiente tabla.

Tabla 5.154 Resultados corregidos horario nocturno día no hábil

Punto	Nombre del punto	LAeq, d dBA	Ki	Kt	LRAeq, d dBA	Sector	Límite normativo dBA	%T*
P01	R01	67,9	0	6	73,9	C	70,0	5,6%
P02	R02	59,4	0	0	59,4	D	45,0	32,0%
P03	R03	62,9	0	0	62,9	D	45,0	39,8%

*%T: Porcentaje de trasgresión de la normatividad, valores positivos indican sobrepaso del valor establecido.

Fuente: Modificado por Aecom-Concol de CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

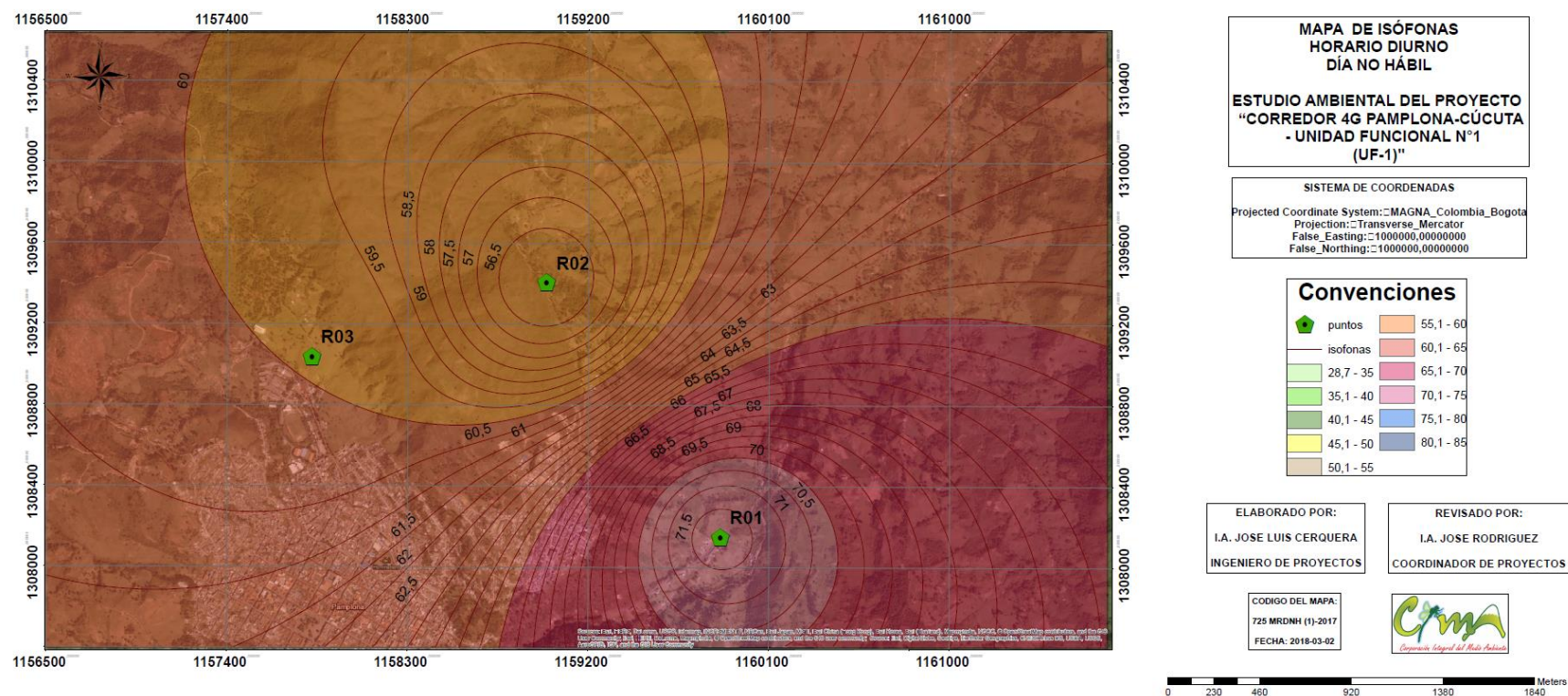
Corrección Ki Horario nocturno No Hábil: En ninguno de los puntos evaluados se reportaron componentes impulsivos de ningún tipo (ni neto ni fuerte), por lo tanto, no se debe realizar correcciones asociadas a este tipo de componentes a los niveles equivalentes de las mediciones para este horario y jornada.

Corrección por tono y contenido de información Kt nocturno no hábil: Únicamente el punto 01 registró percepción fuerte de componentes tonales, efectuándose una corrección de 6,0 dBA al nivel equivalente resultante de la medición en campo.

De acuerdo a los resultados obtenidos y representados en la Figura 5.184 es posible evidenciar que los tres (3) puntos trasgreden el límite máximo permisible establecido en la resolución 627 de 2006 (70 dBA), siendo el mayor punto excedido el obtenido en el P03, registrando un valor de 62,9 dBA, siendo la principal fuente de ruido el tránsito de vehículos durante la medición.

Respecto al punto clasificado en el Sector C – vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, el máximo permisible para este horario es de 70 dBA y el valor obtenido después de realizar el ajuste correspondiente fue de 73,9 dBA, sobrepasando el estándar máximo permisible. La principal fuente de emisión en el punto 01 fue el flujo vehicular que transita por la vía nacional ubicada junto al lugar de medición.

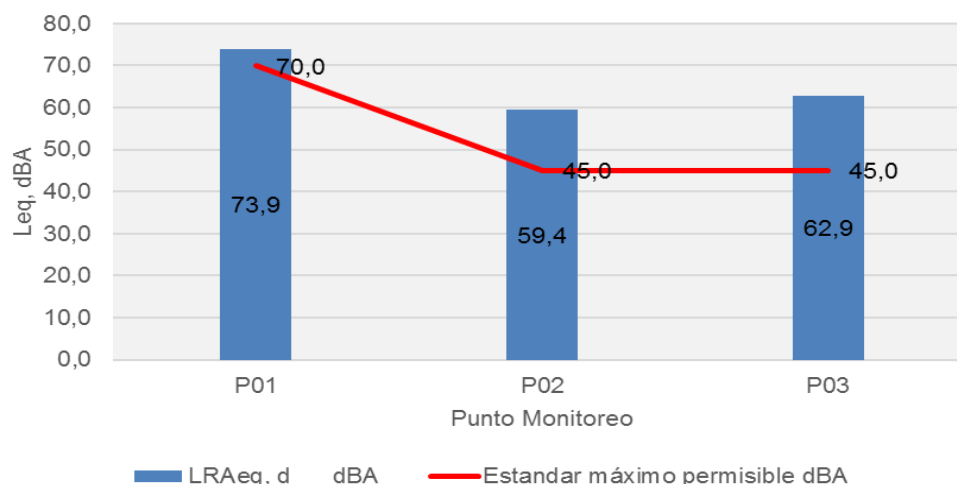
Figura 5.183 Mapa de Isófonas Horario diurno día no hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018

Por otra parte, respecto a los puntos de monitoreo ubicados en el Sector D- zona suburbana o rural, el máximo permisible para este horario es de 45 dBA. Ninguno de los puntos de este sector presenta correcciones asociadas a los componentes tonales o impulsivos y ambos puntos presentan mediciones con valores superiores al límite respectivo. Las principales fuentes de ruido determinadas en estos puntos son el flujo de vehículos que transitan por las vías aledañas, las actividades que tienen lugar en las viviendas circundantes y algunos animales de la zona.

Figura 5.184 Resultados corregidos monitoreo de ruido ambiental nocturno día no hábil

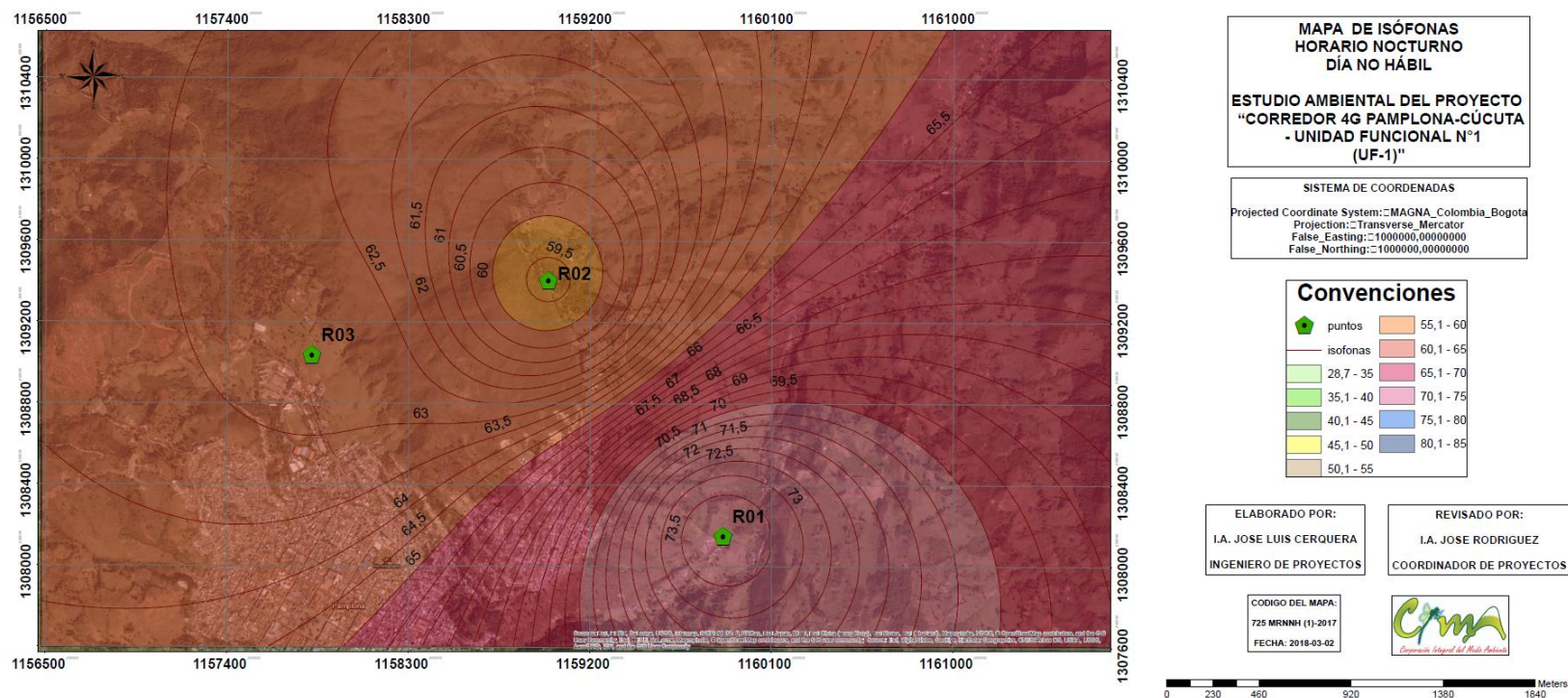


Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

En la Figura 5.186 se muestra el mapa de isófonas a partir de los niveles de presión sonora corregidos, obtenidos en las mediciones de la jornada diurna día no hábil.

Ahora bien, el comportamiento de las isófonas para horario nocturno no hábil refleja los menores niveles en inmediaciones de los puntos de monitoreo 02 y 03. Estos niveles aumentan a medida que se alejan, tendiendo a incrementarse hacia el P01. Por otra parte, el punto 01, el cual presenta el mayor valor LRAeq de 73,9 dB, disminuye a medida que se aleja del punto de monitoreo.

Figura 5.185 Mapa de isófonas horario nocturno día no hábil



Fuente: CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2017

Los resultados de los monitoreos y las memorias de calculo se incluyen en el anexo 5 Caracterización AI – 5.1.5 Atmosferico – B Anexos ruido. A partir de los resultados obtenidos para los puntos de monitoreo definidos en la UF1, en la construcción de la variante Pamplona, se puede inferir:

- El único horario que no trasgrede los niveles de ruido establecidos según normatividad, en ninguno de sus puntos, es el horario diurno hábil (Resolución 0627 de 2006).
- Además de lo anterior, el punto R01 en horario diurno no hábil no sobrepasa el valor máximo permisible. Los demás puntos trasgredieron los valores, según normatividad, de acuerdo con el sector en el que se clasifican.
- Respecto a los demás horarios, tales como hábil nocturno, y no hábiles (diurno y nocturno), el punto R01 reporta los mayores niveles de ruido en decibeles, sin embargo, es el que menos porcentaje de trasgresión presenta sobre el límite normativo, basado en su clasificación dentro del sector C, que establece unos niveles permitidos más altos que los límites establecidos en el sector D, donde se clasifican los puntos R02 y R03.
- Los puntos R02 y R03 tienen valores similares de trasgresión sobre la normatividad, a excepción del día hábil nocturno, en cuyo R02 se presenta el mayor valor sobrepasado, con el 80% sobre la norma.
- Durante el horario no hábil diurno se presentan los menores valores de trasgresión en todos sus puntos.