

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO ESQUEMA APP No. 002 de 2017



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA
PAMPLONA-CÚCUTA, UF 2 SECTOR PAMPLONA - PAMPLONITA

Capítulo 7. Demanda de Recursos Naturales

AECOM  **ConCol**

Bogotá D.C. 28 de mayo de 2018

CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
7.1 AGUAS SUPERFICIALES	9
7.1.1 Demanda de agua para el proyecto	9
7.1.2 Fuente de abastecimiento	10
7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar	10
7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución	12
7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos	15
7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS	33
7.3 VERTIMIENTOS	33
7.3.1 Localización del punto de vertimiento	33
7.3.2 Actividades generadoras	37
7.3.3 Caudal a verter, frecuencia y tiempo de descarga	42
7.3.4 Tipo de flujo de la descarga	43
7.3.5 Caracterización del vertimiento	43
7.3.6 Calidad de agua de la corriente objeto del vertimiento, río Pamplonita	44
7.3.7 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos – PGRMV	49
7.3.8 Evaluación Ambiental del vertimiento –EAV	49
7.3.9 Modelación del vertimiento (QUAK2KW)	49
7.4 OCUPACIONES DE CAUCE	66
7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras	76
7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL	76
7.5.1 Área de aprovechamiento Forestal	76
7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales	83
7.5.3 Censo forestal para cada una de las actividades dentro del área de intervención por tipo de obras	87
7.5.4 Solicitud volumen de aprovechamiento forestal	92
7.5.5 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal	95
7.5.6 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura	96
7.5.7 Destinación de Productos	97
7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES	98
7.6.1 Justificación	98
7.6.2 Metodologías de recolección	98

7.6.3	Perfil de los profesionales	112
7.7	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	112
7.7.1	Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción	113
7.7.2	7.6.2. Modelo de dispersión	114
7.8	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	114
7.8.1	Cantidades estimadas por la obra	115
7.8.2	Balance de masas para materiales de construcción	116
7.8.3	Vía de acceso a utilizar.	116

CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos	1
Tabla 7.2 Demanda de agua para uso del proyecto UF2	9
Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones	10
Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua	10
Tabla 7.5 Sitios Propuestos para Captación y caudal a Solicitar	10
Tabla 7.6 características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF2	14
Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua	15
Tabla 7.8 Estaciones Hidrométricas – Zona de estudio	16
Tabla 7.9 Características principales cuencas sitio de captación	17
Tabla 7.10. Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno	21
Tabla 7.11 Caudales mínimos estimados para diferentes periodos de retorno	23
Tabla 7.12 Estimación de caudales máximos (m3/s) en la cuenca del río Pamplonita – Sitios de captación y vertimiento	24
Tabla 7.13 Estimación de caudales mínimos (m3/s) en la cuenca del río Pamplonita – Sitios de captación y vertimiento	25
Tabla 7.14 Estación hidrométrica de la zona de estudio	27
Tabla 7.15 Listado de Localización de los Puntos de captación para el proyecto vial	28
Tabla 7.16 Características morfométricas de las cuencas objeto de aprovechamiento	29
Tabla 7.17 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico	31
Tabla 7.18 Inventario de vertimientos puntuales	32
Tabla 7.19 Sitio Propuesto para Vertimiento	34
Tabla 7.20 Localización de áreas de lavado	35
Tabla 7.21 Descripción del proceso de tratamiento y áreas de lavado	37
Tabla 7.22 Parámetros y características de las trampas de grasas	38
Tabla 7.23 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción)	43
Tabla 7.24 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra	43
Tabla 7.25 Parámetros in Situ en corriente receptora	44
Tabla 7.26 Criterios de calidad de agua por parámetros in Situ para diversos usos	45
Tabla 7.27 Resultados de laboratorio Río Pamplonita	46
Tabla 7.28 Resultados de Parámetros Adicionales para el Punto de Vertimiento	48
Tabla 7.29 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF2 Pamplona	52
Tabla 7.30 Escenarios de modelación	53
Tabla 7.31 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de	

aprovechamiento hídrico	55
Tabla 7.32 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del río Pamplonita.	55
Tabla 7.33. Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores.	56
Tabla 7.34 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada Cesp aguas abajo del vertimiento	56
Tabla 7.35 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita	57
Tabla 7.36 Resultados de longitud de influencia del vertimiento de la UF2 sobre el río Pamplonita.	58
Tabla 7.37 Listado de obras mayores – UF2	67
Tabla 7.38 Listado de obras menores – UF2	67
Tabla 7.39 Ubicación Localización puente de acceso a Estructura E21	75
Tabla 7.40 Áreas de lavado, almacenamiento y tratamiento de agua	75
Tabla 7.41 Infraestructura Proyectada	76
Tabla 7.42 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto	78
Tabla 7.43 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes	79
Tabla 7.44 Ecosistemas intervenidos en Zodmes	80
Tabla 7.45 Ecosistemas intervenidos en vías industriales	80
Tabla 7.46 Ecosistemas intervenidos por diseño de vía	81
Tabla 7.47 Ecosistemas intervenidos por el área de peaje	82
Tabla 7.48 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto	83
Tabla 7.49 Parámetros estadísticos	83
Tabla 7.50 Unidades de parcelas de muestreo	84
Tabla 7.51 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Oroboma bajo de los Andes	85
Tabla 7.52 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosques de Galería del Oroboma bajo de los Andes	85
Tabla 7.53 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosques de Galería del Oroboma medio de los Andes	86
Tabla 7.54 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustales densos altos del Oroboma medio de los Andes	87
Tabla 7.55 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención	87
Tabla 7.56 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados	88
Tabla 7.57 Volúmenes a aprovechar por infraestructura en acceso a ZODMES	89
Tabla 7.58 Volúmenes a aprovechar por infraestructura en ZODMES	89
Tabla 7.59 Volúmenes a aprovechar por infraestructura de vías industriales	90
Tabla 7.60 Volúmenes a aprovechar por diseño de vía	91
Tabla 7.61 Volúmenes a aprovechar por el área de peaje	92
Tabla 7.62 Volúmenes de frutales	92
Tabla 7.63 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado	92
Tabla 7.64 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF2 susceptibles de aprovechamiento forestal en ecosistemas antropizados	93
Tabla 7.65 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto	95
Tabla 7.66 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre	99
Tabla 7.67 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación	100
Tabla 7.68 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular	107

Tabla 7-69 Especies de flora epífita en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado	107
Tabla 7-70 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares	111
Tabla 7-71 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes	112
Tabla 7.72 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción	113
Tabla 7.73 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo a la legislación colombiana	114
Tabla 7.74 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo	114
Tabla 7.75 Cantidades estimadas por la unidad funcional 2	116
Tabla 7.76 Balance de masas fuentes de materiales de terceros	116

CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque	12
Figura 7.2 Ubicación de áreas para el almacenamiento temporal de agua captada	14
Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas	17
Figura 7.4 Caudales Máximos para diferentes Tr - Estación La Donjuana	22
Figura 7.5 Caudales Mínimos para diferentes Tr - Estación La Donjuana	23
Figura 7.6. Caudales Máximos para diferentes Tr – Sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita	25
Figura 7.7. Caudales Máximos para diferentes Tr – Sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita	26
Figura 7.8 Curva de duración de Caudales de corrientes	27
Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana	28
Figura 7.10 CDC Franja 1 – captación 10, Río Pamplonita	29
Figura 7.11 CDC Franja 2 – Captación 10a, Río Pamplonita	30
Figura 7.12 Localización general del vertimiento y áreas de lavado	34
Figura 7.13 Localización de áreas de lavado	35
Figura 7.14 Conducción desde el área de lavado 1 al vertimiento 1	36
Figura 7.15 Diseño tipo de trampa de grasas	39
Figura 7.16 Operación Trampa de Grasas	39
Figura 7.17 Funcionamiento de trampa de grasa	40
Figura 7.18 Esquema procesos de coagulación floculación	40
Figura 7.19 Esquema de secado de lodos	41
Figura 7.20 Unidades Sanitarias Portátiles	42
Figura 7.21 Segmentación del Cuerpo de Agua	51
Figura 7.22 Esquemización del modelo hidráulico de Manning	53
Figura 7.23 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	59
Figura 7.24 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	59
Figura 7.25 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	60
Figura 7.26 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	61
Figura 7.27 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	62
Figura 7.28 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	62
Figura 7.29 Detritus para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	63
Figura 7.30 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita	64
Figura 7.31 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	65
Figura 7.32 Patógenos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita	65

Figura 7.33 Área de intervención del proyecto

77

CORREDOR 4G CÚCUTA-PAMPLONA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

CAPÍTULO 7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C10	11
Fotografía 7.2 Localización de la franja de captación C10a	12
Fotografía 7.3 Imagen de cultivos de durazno aledaños al río Pamplonita	33

7. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En el presente capítulo se relacionan los permisos, autorizaciones y/o concesiones que se requieren para la construcción de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita. Los respectivos permisos serán tramitados por la Concesión Unión Vial Río pamplonita S.A.S ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Adicionalmente y de acuerdo con la Ley 373 de 1997, “Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico” y la Política de Producción más Limpia y Consumo Sostenible, en el presente Estudio de Impacto Ambiental se presenta el programa de ahorro y uso eficiente del agua, teniendo en cuenta que se solicitaran concesiones de agua superficial para el proyecto (Ver Anexo 7, F PAUEA_UF2 - *Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua – PAUEA*).

La Tabla 7.1 muestra el resumen de los permisos por uso u aprovechamiento de recursos que requiere la construcción de la doble calzada Pamplona Cúcuta y que en el desarrollo de este capítulo se presenta una caracterización detallada de los recursos naturales que demandara el proyecto y los cuales serán utilizados, aprovechados o afectados durante todas las fases de este, con el fin de solicitar los respectivos permisos.

Tabla 7.1 Demanda y aprovechamiento de recursos

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
Captación de recurso hídrico	C10	1.159.655,70	1.307.853,50	Río Pamplonita	1,25 l/s
		1.159.658,90	1.307.846,80		
		1.159.670,50	1.307.851,30		
		1.159.667,20	1.307.857,80		
	C10A	1.159.994,60	1.308.032,20	Río Pamplonita	1,25 l/s
		1.159.999,60	1.308.033,50		
		1.159.997,60	1.308.039,20		
		1.159.992,80	1.308.038,10		
Vertimiento en cuerpo de agua	1	1159722.85	1307873.27	Río Pamplonita	0,6 l/s
Ocupación de cauce obras mayores	P1-AP-1	1160902,25	1309971,39	Quebrada la Palma	NA
		1160910,76	1309966,96		
		1160907,99	1309961,64		
		1160899,48	1309966,07		
		1160902,25	1309971,39		
	P2-AP-2	1160612,42	1309470,86	Río Pamplonita	NA
		1160623,14	1309478,22		
		1160628,8	1309469,98		
		1160618,09	1309462,62		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
	P2-AP-3	1160612,42	1309470,86	Río Pamplonita	NA
		1160635,65	1309437,07		
		1160646,36	1309444,43		
		1160652,03	1309436,19		
		1160641,31	1309428,83		
		1160635,65	1309437,07		
	P3-AP-1	1159648,52	1307840,54	Río Pamplonita	NA
		1159660,73	1307845,01		
		1159665,2	1307832,8		
		1159652,99	1307828,34		
		1159648,52	1307840,54		
	OC15-UF2	1159997,22	1307832,28	Quebrada Los Cerezos	NA
		1159996,94	1307832,42		
		1159986,78	1307832,03		
		1159986,52	1307832,17		
		1159988,4	1307835,6		
		1159983,31	1307900,9		
		1159990,29	1307901,45		
		1159995,58	1307836,14		
	OC14-UF2	1160209,84	1308388,72	Quebrada Zipachá	NA
		1160209,74	1308388,43		
		1160204,82	1308384,5		
		1160204,53	1308384,47		
		1160204,26	1308387,37		
		1160180,85	1308416,65		
		1160180,38	1308417,23		
		1160178,15	1308419,19		
		1160178,35	1308419,42		
		1160176,7	1308427,12		
		1160176,94	1308427,31		
		1160183,43	1308419,19		
		1160190,73	1308410,06		
		1160207,07	1308389,62		
		1160209,84	1308388,72		
	OC13-UF2	1160405,18	1309014,3	NN-14	NA
		1160401,33	1309012,63		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1160401,03	1309012,68		
		1160401,39	1309014,74		
		1160389,29	1309042,67		
		1160392,18	1309042,04		
		1160403,59	1309015,7		
		1160405,35	1309014,77		
		1160405,18	1309014,3		
	OC12-UF2	1160668,13	1309206,36	NN-31	NA
		1160666,22	1309204,59		
		1160664,86	1309206,06		
		1160665,13	1309206,3		
		1160648,7	1309224,49		
		1160648,85	1309224,62		
		1160648,06	1309225,5		
		1160649,18	1309226,51		
		1160649,97	1309225,64		
		1160650,12	1309225,77		
		1160666,52	1309207,59		
		1160666,77	1309207,83		
		1160668,13	1309206,36		
	OC11-UF2	1160762,83	1309844,4	Quebrada San Antonio	NA
		1160762,77	1309844,2		
		1160744,51	1309849,62		
		1160744,45	1309849,49		
		1160700,39	1309870,11		
		1160700,02	1309870,28		
		1160700,06	1309870,36		
		1160696,7	1309870,96		
		1160696,75	1309871,25		
		1160700,84	1309875,97		
		1160701,1	1309876,12		
		1160702,04	1309874,59		
		1160746,48	1309853,83		
		1160746,4	1309853,66		
		1160759,72	1309849,7		
		1160759,67	1309849,51		
		1160762,83	1309844,4		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1161216,52	1311267,13		
	OC9-UF2	1161208,77	1311259,36	NN-37	NA
		1161185,58	1311260,6		
		1161185,47	1311260,31		
		1161183,02	1311261,18		
		1161184,44	1311265,17		
		1161186,89	1311264,29		
		1161186,84	1311264,14		
		1161207,63	1311263,03		
		1161212,99	1311268,4		
		1161213,13	1311268,26		
		1161216,52	1311267,13		
	OC8-UF2	1161289,78	1311556,08	NN-23	NA
		1161285	1311558,24		
		1161285,13	1311558,65		
		1161273,43	1311560,74		
		1161273,32	1311560,3		
		1161271,38	1311560,8		
		1161271,95	1311563,04		
		1161273,89	1311562,66		
		1161273,79	1311562,14		
		1161285,37	1311560,07		
		1161285,44	1311560,45		
		1161285,65	1311560,41		
		1161290,08	1311559,62		
		1161289,86	1311556,26		
		1161289,78	1311556,08		
	OC7-UF2	11611,48	1311838,21	NN-38	NA
		1161149,46	1311834,92		
		1161149,4	1311835,01		
		1161138,98	1311828,24		
		1161139,14	1311827,91		
		1161137,34	1311827,04		
		1161136,21	1311829,38		
		1161138,01	1311830,25		
		1161138,15	1311829,96		
		1161148,37	1311836,6		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1161148,31	1311836,68		
		1161151,65	1311838,87		
		1161151,82	1311838,62		
		11611,31	1311838,47		
		11611,48	1311838,21		
	OC6-UF2	1161136,05	1312141,25	Quebrada Hojancha	NA
		1161112,04	1312144,97		
		1161085,99	1312158,94		
		1161084,17	1312159,37		
		1161084,28	1312159,83		
		1161087,16	1312166,42		
		1161087,42	1312166,57		
		1161088,82	1312164,23		
		1161089,18	1312164,04		
		1161114,87	1312150,26		
		1161132,36	1312147,59		
		1161132,29	1312147,09		
		1161136,13	1312141,75		
		1161136,05	1312141,25		
	OC5-UF2	1161149,35	1312405,29	Canal 1-4	NA
		1161149,56	1312404,2		
		1161141,63	1312402,16		
		1161141,85	1312401,35		
		1161139,92	1312400,82		
		1161139,83	1312401,17		
		1161127,92	1312397,94		
		1161128	1312397,59		
		1161126,05	1312397,14		
		1161125,47	1312399,68		
		1161127,42	1312400,13		
		1161127,49	1312399,8		
		1161139,33	1312403		
		1161139,24	1312403,34		
		1161141,17	1312403,86		
		1161141,35	1312403,19		
		1161149,35	1312405,29		
	OC2-UF2	1160961,14	1312976,01	NN-7	NA

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1160961,96	1312975,23		
		1160951,35	1312968,4		
		1160951,57	1312967,33		
		1160949,61	1312966,93		
		1160949,56	1312967,18		
		1160938,13	1312960,52		
		1160938,22	1312960,11		
		1160936,26	1312959,67		
		1160935,68	1312962,28		
		1160937,63	1312962,72		
		1160937,69	1312962,46		
		1160949,16	1312969,14		
		1160949,07	1312969,56		
		1160951,03	1312969,96		
		1160951,12	1312969,66		
		1160961,14	1312976,01		
	OC4-UF2	1161050,09	1312598,74	NN-21	NA
		1161050,35	1312598,59		
		1161051,73	1312595,71		
		1161051,69	1312595,41		
		1161049,71	1312595,68		
		1161049,72	1312595,74		
		1161036,03	1312589,31		
		1161036,13	1312588,54		
		1161034,14	1312588,28		
		1161034,12	1312588,49		
		1161019,75	1312581,12		
		1161019,97	1312580,7		
		1161018,19	1312579,77		
		1161016,99	1312582,08		
		1161018,76	1312583		
		1161019,1	1312582,36		
		1161033,92	1312589,96		
		1161033,81	1312590,86		
		1161035,79	1312591,12		
		1161035,88	1312590,49		
		1161045,31	1312595,01		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1161045,29	1312595,16		
		1161049,11	1312597		
		1161050,09	1312598,74		
	OC10-UF2	1161234,43	13107,97	NN-36	NA
		1161234,59	13107,81		
		1161232,84	1310753,59		
		1161232,9	1310751,74		
		1161234,36	1310750,9		
		1161234,26	1310750,72		
		1161232,71	1310751,63		
		1161232,7	1310751,86		
		1161220,23	1310750,32		
		1161220,27	1310748,72		
		1161218,91	1310748,69		
		1161209,54	1310747,92		
		1161209,37	1310747,67		
		1161207,61	1310748,82		
		1161193,14	1310748,81		
		1161193,02	1310748,41		
		1161191,1	1310748,99		
		1161192,03	1310752,05		
		1161193,94	1310751,47		
		1161193,86	1310751,21		
		1161207,62	1310751,21		
		1161210,21	1310752,92		
		1161210,37	1310752,67		
		1161218,69	1310752,21		
		1161220,19	1310752,31		
		1161220,21	1310751,44		
		1161232,66	1310752,98		
		1161232,64	1310753,66		
		1161234,43	13107,97		
	OC1-UF2	1160497,76	1313644,1	NN-4	NA
		1160499,06	1313642,72		
		1160499,24	1313642,49		
		1160496,42	1313640,28		
		1160496,36	1313640,36		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1160486,77	1313632,67		
		1160486,98	1313632,51		
		1160485,75	1313630,93		
		1160485,24	1313631,32		
		1160478,8	1313626,16		
		1160477,99	1313627,18		
		1160484,19	1313632,14		
		1160483,69	1313632,52		
		1160484,92	1313634,1		
		1160485,22	1313633,87		
		1160495,17	1313641,84		
		1160495,1	1313641,92		
		1160497,76	1313644,1		
	OC16B-UF2	1161020,01	1312739,35	NN-42	NA
		1161014,64	1312737,73		
		1161011,77	1312736,86		
		1161011,08	1312739,16		
		1161017,39	1312741,07		
		1161019,32	1312741,65		
		1161020,01	1312739,35		
		1160962,73	1312724,57		
		1160963,43	1312722,27		
		1160962,05	1312721,86		
		1160962,1	1312721,47		
		1160960,11	1312721,24		
		1160959,7	1312724,35		
		1160961,74	1312724,58		
		1160961,78	1312724,28		
		1160962,73	1312724,57		
	OC16A-UF2	1159836,03	1307800,03	NN-43	NA
		1159834,9	1307797,25		
		1159832,12	1307798,38		
		1159833,25	1307801,16		
		1159836,03	1307800,03		
		1159832,18	1307820,64		
		1159835,15	1307820,22		
		1159834,73	1307817,25		

Solicitud	ID	Este	Norte	Fuente	Volumen
		1159831,76	1307817,67		
		1159832,18	1307820,64		

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

Las actividades por desarrollar en el proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita, requieren del aprovechamiento del recurso hídrico para el abastecimiento de agua, así:

Riego de vías y humectación de material vegetal, compactación de terraplenes, obras civiles y lavado de maquinaria de obra civil

Es importante aclarar que durante la etapa constructiva no se prevé la instalación de zonas de campamentos, plantas de trituración/asfalto, por lo tanto, no se relaciona consumo de agua para uso doméstico. Se utilizarán sanitarios portátiles.

Teniendo en cuenta lo anterior, se solicita permiso de captación sobre las fuentes hídricas que se describirán en el numeral 7.1.2 y siguientes.

7.1.1 Demanda de agua para el proyecto

El recurso hídrico captado para obras civiles no será empleado en aquellas actividades u obras en las que la calidad influya. Es de anotar que las obras serán ejecutadas bajo especificaciones técnicas aplicables.

Con base en la información relacionada en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto del presente estudio, se realizó la determinación del uso del agua captada para el proyecto, y el cálculo de la demanda de agua, tal como se presenta en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Demanda de agua para uso del proyecto UF2

Unidad Funcional	Demanda de agua		
	Uso	m³/s	l/s
UF2 36 meses de etapa constructiva	Riego de vías en época de sequía. Compactación de terraplenes. Obras civiles. Lavado de mixers Humectación	0,0025	2,5

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Las captaciones de agua se solicitan para la etapa constructiva que tendrá una duración de 3 años aproximadamente, por lo tanto, el consumo de agua será de 2,5 l/s, teniendo en cuenta que se prevé captar durante 10 horas del día que corresponden a la jornada laboral y por 25 días al mes.

A continuación, se especifica la destinación del uso del agua solicitada a captar por el proyecto, en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Destinación del uso del agua de las captaciones

Tipo de uso	Caudal destinado (l/seg)	Porcentaje de destinación
Riego de vías y humectación de material vegetal	1,67	67 %
Compactación de Terraplenes	0,22	9%
Obras civiles	0,33	13%
Lavado de mixers	0,28	11%
Total	2,50	100%

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.1.2 Fuente de abastecimiento

Se estima captar del río Pamplonita, el volumen de agua necesario para las actividades ya especificadas anteriormente; por lo cual, en el marco del presente estudio de impacto ambiental, se solicita permiso de captación según la información que se presenta en los siguientes numerales.

En la Tabla 7.4 se presenta la información relacionada con la fuente de abastecimiento de agua y la cuenca a la cual pertenece.

Tabla 7.4 Cuenca Fuente de Abastecimiento de Agua

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica
Caribe (1)	Catatumbo (16)	Río Pamplonita (1601)

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

7.1.3 Sitios propuestos para la captación y caudal a solicitar

Como se mencionó anteriormente, se solicita captación del río Pamplonita en dos franjas, **C10** con un área de 0.010 ha y, **C10a** con 0.004 ha, tal como se indica en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5 Sitios Propuestos para Captación y caudal a Solicitar

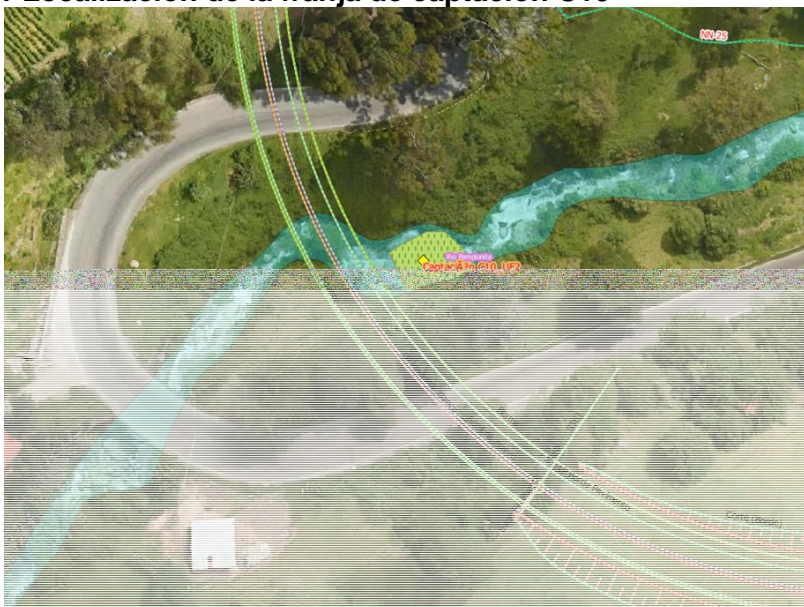
Id	Nombre de la fuente Río Pamplonita	Este	Norte	Municipi o	Uso	Caudal a Solicitar (l/s)
C10		1159655,75 1159657,72 1159662,32 1159665,39 1159668,45 1159670,81 1159666,38 1159664,02 1159662,29 1159662,11 1159661,91	1307853,49 1307854,72 1307857,13 1307857,13 1307854,51 1307850,80 1307848,71 1307848,24 1307847,75 1307847,70 1307847,63	Pamplona	X	1,25

Id	Nombre de la fuente Río Pamplonita	Este	Norte	Municipio	Uso	Caudal a Solicitar (l/s)
		1159660,07 1159659,36 1159659,04 1159655,75	1307846,92 1307846,64 1307846,51 1307853,49			
C10a		1159992,09 1159992,53 1159994,75 1159998,38 1159999,93 1160000,33 1159993,41 1159992,09	1308034,72 1308038,00 1308038,52 1308039,36 1308036,11 1308033,63 1308031,74 1308034,72		X	1,25

Fuente: (Sacyr, 2017)

El acceso a la franja de captación C10 localizada sobre el río Pamplonita, se hará a través del frente de obra ubicado entre la abscisa K56+100 y K56+140 (Fotografía 7.1)

Fotografía 7.1 Localización de la franja de captación C10



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

El acceso a la franja de captación C10a se hará por el predio propiedad de William Eduardo Flores Villamizar, el cual se ubica al costado izquierdo de la vía existente en el sentido Pamplona-Cúcuta (Fotografía 7.2). Este predio cuenta con una vía de acceso hasta el río Pamplonita, con una longitud de 80 m aprox. y un ancho de 2,5 m.

Fotografía 7.2 Localización de la franja de captación C10a

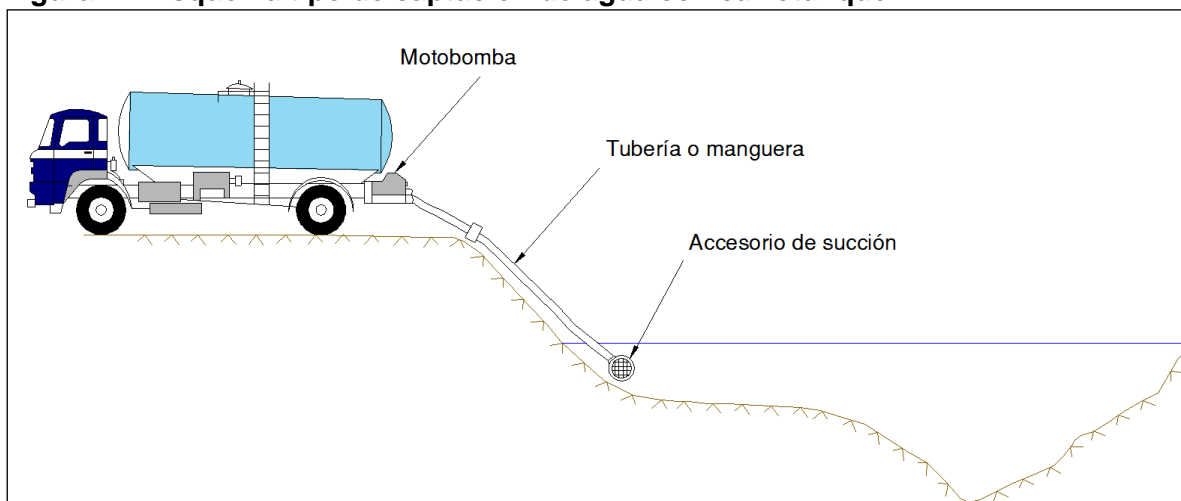


Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.4 Diseño de la infraestructura y sistema de captación, derivación, conducción, restauración de sobrantes y distribución

La captación de agua se realizará a través de carrotanque y/o vehículo cisterna (Figura 7.1), el cual tendrá una motobomba instalada y una manguera o tubería, la cual irá directamente a la corriente de agua. Dicha tubería o manguera contará con un accesorio en el extremo de succión que impedirá la entrada de material de arrastre.

Figura 7.1 Esquema tipo de captación de agua con carrotanque



Fuente: Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Los carrotanques que se usen para el transporte de agua hasta los sitios de utilización o frentes de obra no ingresarán por ningún motivo a las fuentes superficiales en las cuales se

solicita el permiso. Durante el proceso de captación, los vehículos se ubicarán fuera del cauce con el fin de prevenir la alteración de las características del recurso hídrico y afectación del talud de cauce (ver *Cap. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-9 Manejo de Fuentes Hídricas*).

Los sistemas de conducción o transporte llevarán el agua directamente a los frentes de trabajo que requieran su uso (ver Figura 7.2).

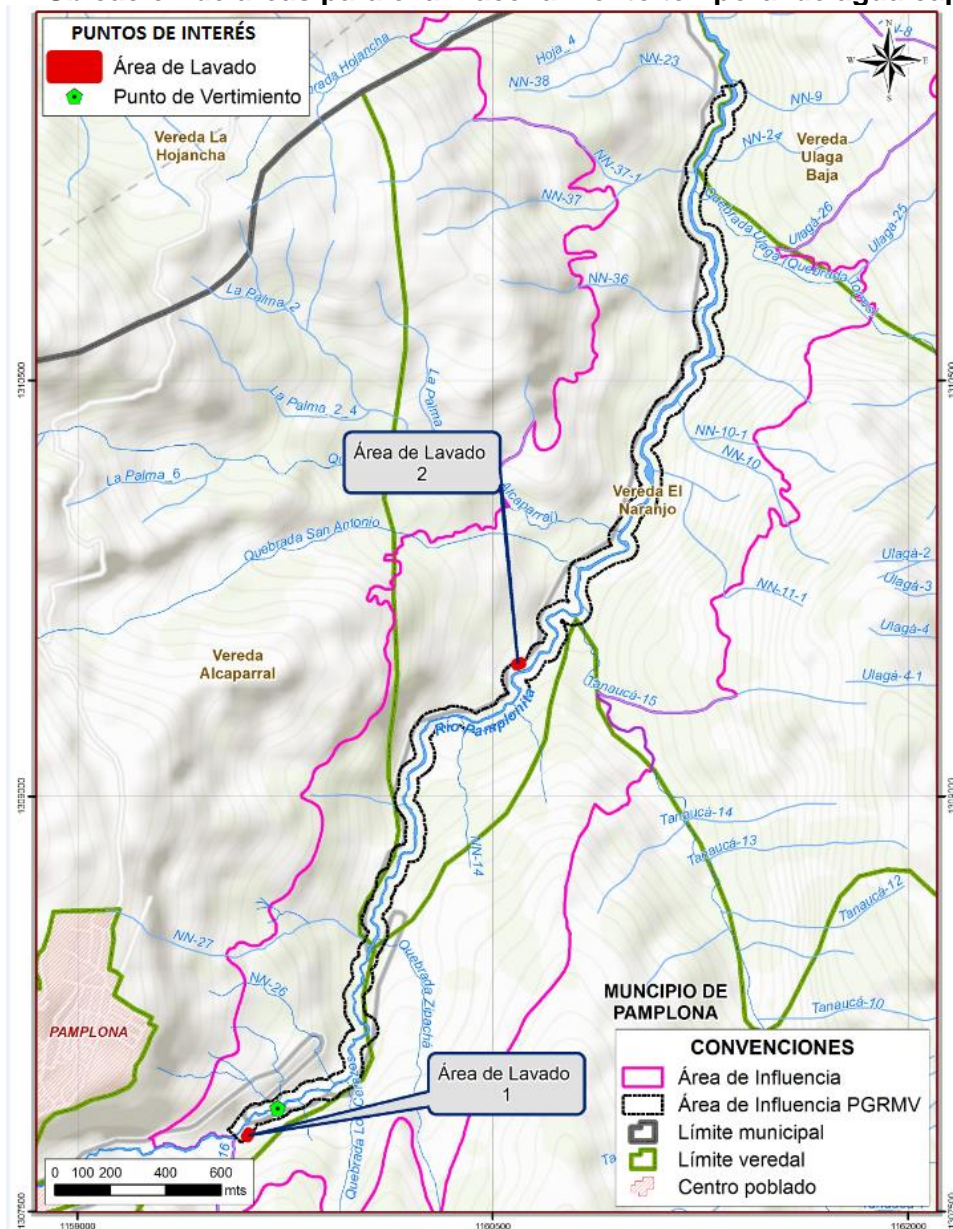
Prevía a la iniciación de actividades de captación se deberá realizar la limpieza correspondiente al tanque, una vez limpio se procederá al llenado para hacer el transporte hasta el almacenamiento temporal.

Los carrotanques utilizados para el transporte de agua no podrán realizar cargue de otras sustancias (químicos, agua residual doméstica y no domésticos, combustibles, entre otros), que pueda causar deterioro de la calidad del agua o contaminación de esta.

El carrotanque deberá contar con un medidor de flujo con el fin de registrar el volumen de agua captado y no sobrepasar la captación de los caudales aprobados. Cabe anotar que el agua que no sea utilizada se almacenará para posterior uso.

A continuación, en la Figura 7.2 se presenta la ubicación de las áreas establecidas para el almacenamiento temporal del agua captada, ubicadas dentro de las áreas de lavado, en cuyas áreas también se encuentran los sistemas de tratamiento propuestos.

Figura 7.2 Ubicación de áreas para el almacenamiento temporal de agua captada



Fuente: Sacyr, 2018.

Para el almacenamiento temporal de agua se instalarán tanques de almacenamiento debidamente señalizados y cumplirán los siguientes aspectos

Tabla 7.6 características generales para los tanques de almacenamiento de agua captada para la UF2

Característica	Descripción
Seguridad	El tanque debe estar localizado en terrenos no susceptibles de deslizamientos o inundaciones. Además, debe ser estable con respecto a la calidad del suelo de cimentación y a fallas de origen geotécnico o geológico.

Característica	Descripción
Facilidad de mantenimiento	El tanque debe estar de tal forma que se puedan realizar labores de mantenimiento con el mínimo de interrupciones, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones: 1. Para el nivel bajo de complejidad puede tener un solo compartimiento 3. El tanque debe estar provisto de válvulas para el cierre de las tuberías de entrada, de las tuberías de salida. 4. Los dispositivos para el cierre de las tuberías de entrada y salida deben estar señalizados de acuerdo al código de colores para tubería y válvulas. 5. el tanque debe prever la forma y facilidad de mantenimiento
Restricción de acceso	Deben tomarse las medidas de seguridad necesarias mediante cercados, vías de acceso restringidas, vigilancia o cualquier otra forma, para evitar el acceso de personas extrañas.
Localización del tanque	La ubicación de los tanques debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones 1. Si el tanque es enterrado o semienterrado, debe estar alejado de cualquier fuente de contaminación, tales como tanques sépticos, depósitos de basuras, letrinas, sumideros, entre otros y debe tener cubierta.
Materiales	El material del tanque debe resistir las fuerzas causadas por el empuje de tierra y de flotación, en el caso de tanques enterrados o semienterrados, cuando el tanque se encuentre desocupado.
Impermeabilización	Las paredes y el fondo deben ser impermeables y el material expuesto al agua debe ser resistente a los ataques químicos y a la corrosión.
Ventilación	Deben proveerse ductos de ventilación que permitan la entrada y salida Fuente de aire, con una malla de 5 mm para evitar la entrada de insectos; en caso de que éstos sean de PVC, debe usarse la norma técnica NTC 1260.

Fuente: (Sacyr, 2016)

Los tanques de almacenamiento que se usarán corresponden a tanques multiuso que permitirán tener constante flujo de agua, de fácil limpieza, resistentes a la exposición solar y a impactos o choques. A continuación, se presentan algunas características de dichos tanques.

Tabla 7.7 Especificaciones de tanques de polietileno para almacenamiento de agua

Características	Tanque Agua potable	Tanque Agua
Capacidad	2500 L	5000 L
Diámetro	151 cm	228 cm
Altura	165 cm	174 cm
Peso	46,4Kg	113,6 Kg

Fuente: (Sacyr, 2016)

7.1.5 Análisis de conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos

A continuación, se describe el análisis de caudales máximos y mínimos para diferentes periodos de retorno, el análisis de frecuencia de eventos extremos y de caudal máximo y mínimo. También se estiman los caudales en el sitio de toma y se presenta el método de la curva de duración de caudales y el inventario de cuantificación de usos y usuarios.

7.1.5.1 Análisis de caudales máximos y mínimos para diferentes periodos de retorno.

Las características físicas de las cuencas hidrográficas condicionan, junto con las variables hidrocimatológicas el comportamiento de su régimen de escorrentía, que se manifiesta en las características de los hidrogramas anuales y de crecientes. En consecuencia, el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que gobiernan las relaciones entre precipitación y escorrentía en una cuenca en particular (Chow, et al, 1988). Los modelos empleados en las estimaciones hidrológicas se apoyan en esta relación causal y por consiguiente en los parámetros morfométricos de las cuencas. Estas características están referidas a la forma, relieve y red de drenaje de la corriente principal que drena la zona los que permiten conocer la variación en el espacio del régimen hidrológico de las quebradas en estudio.

7.1.5.1.1 Registros Históricos

La información hidrométrica de la zona de estudio se obtuvo de una estación operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. En la Tabla 7.8 se indican las características principales de las estaciones empleadas.

Tabla 7.8 Estaciones Hidrométricas – Zona de estudio

Estación					Coordenadas		ELEV. (m.s.n.m.)
Código	Estación	Municipio	Depto.	Corriente	LAT. (N)	LONG. (W)	
16017020	La Donjuana	La Donjuana	N. Santander	Río Pamplonita	7.687	-72.605	730

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

En la Figura 7.3 se muestra la localización de las estaciones hidrométricas de la zona de estudio. En la Tabla 7.9 se presentan las principales características de la cuenca del río Pamplonita.

Figura 7.3 Localización estaciones hidrométricas



Fuente: Google Earth. 2018

Tabla 7.9 Características principales cuencas sitio de captación

ID	NOMBRE	ESTACIÓN PIVOTE CDC	COORDENADA CENTROIDE POLÍGONO		ÁREA CUENCA DE CAPTACIÓN (Km2)
			ESTE	NORTE	
1	Franja 1	La Donjuana	1159662,93	1307852,14	38.44
2	Franja 2	La Donjuana	1159996,04	1308035,56	39.78

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.1.2 Análisis de Frecuencia de Eventos Extremos

Los sistemas hidrológicos son afectados generalmente por eventos extremos tales como tormentas severas, crecientes y sequías. La magnitud de un evento extremo esta inversamente relacionada con su frecuencia de ocurrencia. Es decir, eventos muy severos ocurren con menos frecuencia que eventos más moderados. El objetivo del análisis de frecuencia de información hidrológica es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad. Se supone que la información hidrológica analizada es independiente y esta idénticamente distribuida, y el sistema que la produce (por ejemplo, un sistema de tormenta) se considera

estocástico, independiente del espacio y el tiempo.

- Periodo de Retorno

Por definición, un evento extremo ocurre si su magnitud supera o excede un cierto valor determinado (i.e. el valor de la precipitación para una determinada área es mayor a 20 mm en menos de 24 h o el caudal de un río supera los 500 m³/s). El *intervalo de recurrencia* τ de dicho evento es el tiempo entre ocurrencias del evento en cuestión (Chow et al., 1994).

El *periodo de retorno* T de un evento es el promedio de los valores de τ sobre un número de ocurrencias lo suficientemente grande.

De esta forma puede definirse el periodo de retorno de un evento hidrológico como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.

Puede relacionarse directamente el periodo de retorno con la probabilidad de ocurrencia del evento hidrológico. La probabilidad p de ocurrencia de un evento en cualquier observación es el inverso de su periodo de retorno.

Así,

$$p = \frac{1}{T}$$

Esto es, la probabilidad de que el evento se produzca en cualquier año es el inverso del periodo de retorno asociado a dicho evento (i.e. si el evento hidrológico es que en un río se superen los 500 m³/s y este evento tiene un periodo de retorno de 10 años, la probabilidad de que en cualquier año 500 m³/s sean superados o excedidos es de $1/10 = 0.1$).

- Análisis de Frecuencia utilizando Posiciones de Graficación

Para este análisis es necesario definir primero en qué consisten las series de información hidrológica:

Serie de duración completa: está compuesta por toda la información disponible a nivel mensual.

Serie de duración parcial: hace parte de la *serie de duración completa*, pero de esta última se extraen los valores que sobrepasan un valor base predefinido. Generalmente este valor base se toma como el mínimo de la serie anual.

Serie anual: está formada por los valores máximos anuales.

Serie de excedencias: se forma al tomar los n primeros valores de la serie de duración parcial ordenada de mayor a menor, donde n es el número de años en consideración (Chow et al., 1994).

Una vez se tiene la serie de excedencias, se procede a determinar los periodos de retorno.

A cada uno de los valores de la serie de excedencias le corresponde un periodo de retorno T asociado dependiendo de la posición m que dicho valor ocupe dentro de la serie de n datos.

De esta forma existen varias expresiones para determinar T . Las más conocidas son la de California y Weibull:

$$\begin{aligned} \text{California} & \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{m}{n} \\ T &= \frac{n}{m} \end{aligned} \right. \\ \text{Weibull} & \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{m}{n+1} \\ T &= \frac{n+1}{m} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

- Análisis de Frecuencia utilizando Factores de Frecuencia

Este método está basado en el hecho de que la magnitud de un evento hidrológico puede expresarse como la media de la serie de observaciones realizadas más un cierto valor el cual está en función de la desviación estándar de la serie, es decir:

$$x_T = \mu + K_T \sigma$$

Donde,

x_T = magnitud del evento hidrológico

μ = media de la serie hidrológica

σ = desviación estándar de la serie hidrológica

K_T = factor de frecuencia

De esta forma se puede determinar fácilmente la magnitud x_T de un evento hidrológico extremo y su periodo de retorno asociado T .

El factor de frecuencia K_T depende del periodo de retorno T y de la distribución que sigue la serie hidrológica. A continuación, se describe como se debe calcular dicho parámetro.

- Distribución Normal

El valor de K_T correspondiente a una probabilidad de excedencia de p ($p = \frac{1}{T}$) puede calcularse encontrando el valor de una variable intermedia w :

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

y luego calculando K_T utilizando la aproximación

$$K_T = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

Cuando $p > 0.5$, $1-p$ es utilizado en lugar de p y al valor de K_T se le asigna un signo negativo.

– Distribución LogNormal

Para la distribución LogNormal, se aplica el mismo procedimiento excepto que este se aplica a los logaritmos de la serie hidrológica.

$$y_T = \mu_y + K_T \sigma_y$$

Donde:

$y_T = \log x_T$

μ_y = media de la serie hidrológica de logaritmos

σ_y = desviación estándar de la serie hidrológica de logaritmos

K_T = factor de frecuencia

El factor de frecuencia se calcula de la misma manera que para la distribución normal.

Una vez se conozca el valor de y_T , este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– Distribución Log-Pearson Tipo III

En esta distribución también se trabaja con los logaritmos de la serie original.

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Con

$$k = \frac{C_s}{6}$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

$$p = \frac{1}{T}$$

Donde

C_s = coeficiente de asimetría de la serie hidrológica de logaritmos
 T = Periodo de retorno en consideración (años)

Una vez se conozca el valor de y_T , este se transforma en x_T nuevamente aplicando la función antilogaritmo:

$$x_T = 10^{y_T}$$

– Distribución de Valor Extremo o Gumbel

Para este tipo de distribución se tiene lo siguiente:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

Donde

T = Periodo de retorno en consideración (años)
Ver (Chow et al., 1994)

7.1.5.1.3 Análisis de Frecuencia de Caudal Máximo y Mínimo

La información de caudales máximos anuales de cada estación fue procesada mediante software especializado, con los resultados que se indican en la Tabla 7.10 y la Tabla 7.11.

De acuerdo con los resultados de la prueba Chi-cuadrado, la función teórica de probabilidad más se ajustó para los caudales máximos fue la distribución Gumbel, cuyos resultados para los periodos de retorno de 1,33, 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años se resumen en la Tabla 7.10 .

Tabla 7.10. Caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno

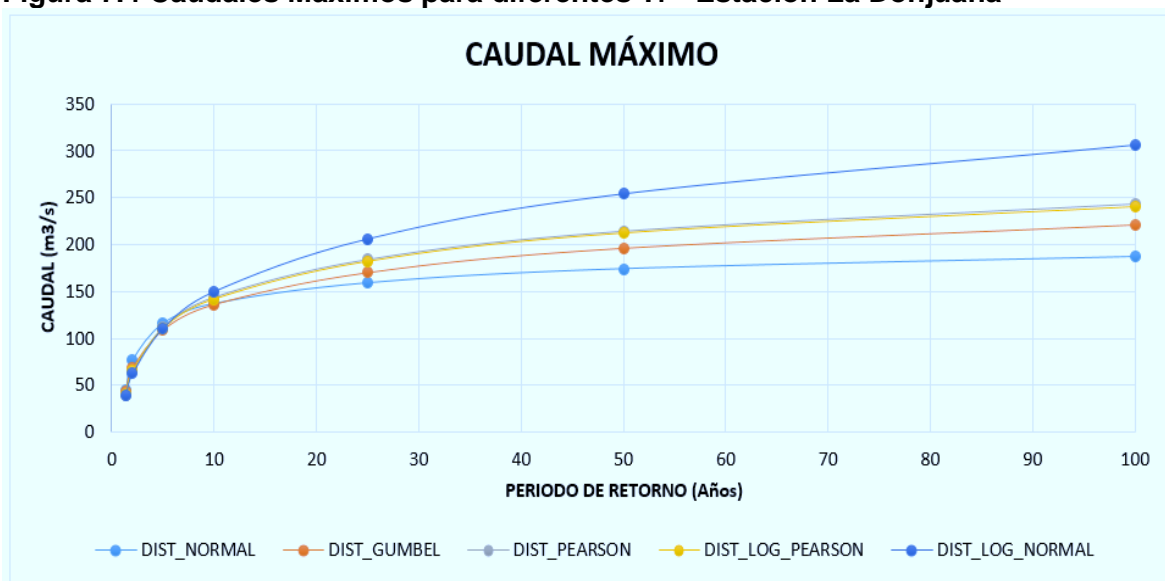
Periodo de retorno	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)

Periodo de retorno	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
1.33	44,5	43,1	39,5	39,3
2.0	76,6	68,3	64,7	62,5
5	116	109	112	111
10	137	136	144	150
25	159	170	184	206
50	174	196	214	254
100	187	221	243	306
PRUEBA CHI CUADRADO	10	4,68	5,09	5,91

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Con base en los resultados obtenidos, se graficaron los caudales máximos calculados según la distribución de probabilidad de mayor ajuste versus el tiempo de retorno (T) para cada una de las estaciones de la zona de estudio. En la Figura 7.4 se muestran las gráficas de los caudales máximos calculados.

Figura 7.4 Caudales Máximos para diferentes Tr - Estación La Donjuana



Fuente: Aecom - ConCol. 2018

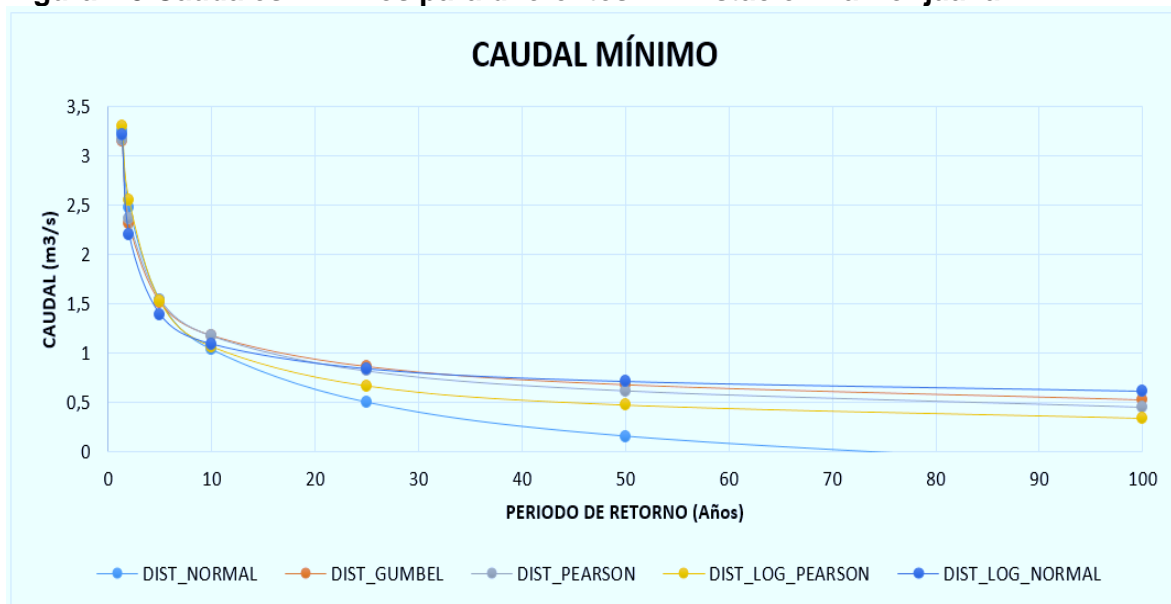
De igual manera para los caudales mínimos, el procedimiento generó los resultados que se indican en la Tabla 7.11. En este caso el método finalmente adoptado corresponde al que genera resultados con la distribución Tipo Gumbel.

Tabla 7.11 Caudales mínimos estimados para diferentes periodos de retorno

Periodo de retorno	Q esperado para diferentes Tr			
	NORMAL	GUMBEL	PEARSON	LOG-NOR
(años)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
1,33	3,25	3,15	3,16	3,3
2	2,48	2,31	2,36	2,55
5	1,53	1,51	1,54	1,52
10	1,03	1,17	1,17	1,06
25	0,495	0,855	0,816	0,661
50	0,151	0,67	0,615	0,467
100	-0,158	0,516	0,449	0,332
PRUEBA CHI CUADRADO	6,73	5,5	5,91	11,23

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.5 Caudales Mínimos para diferentes Tr - Estación La Donjuana



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.1.4 Estimación de Caudales en el sitio de toma

En la mayoría de los proyectos que requieren evaluar variables hidrológicas no se tiene un buen cubrimiento de la red hidrometereológica, por lo que es necesario recurrir a métodos de proyección o extensión de caudales a partir de información pluviométrica e hidrométrica.

- Transposición de Caudales (INVIAS, 2009)

Es posible que la estación hidrométrica sobre la corriente de captación no se encuentre exactamente en el sitio de proyecto de la obra de drenaje vial, sino en la misma hoya

hidrográfica, en otra ubicación. Se pueden transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje, así:

$$Q_{SP} = Q_{EH} \times \left(\frac{A_{SP}}{A_{EH}} \right)^x$$

Donde:

Q_{SP} : Caudal en el sitio de proyecto, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

Q_{EH} : Caudal en la estación hidrométrica, en metros cúbicos por segundo (m³/s).

A_{SP} : Área hoya hidrográfica hasta el sitio de proyecto, en kilómetros cuadrados (km²).

A_{EH} : Área hoya hidrográfica hasta la estación hidrométrica, en kilómetros cuadrados (km²).

El exponente x es un valor que fluctúa usualmente entre 0.5 y 0.75. A falta de datos de investigación, se toma un valor igual a 0.5.

- Cálculo de caudales - Transposición

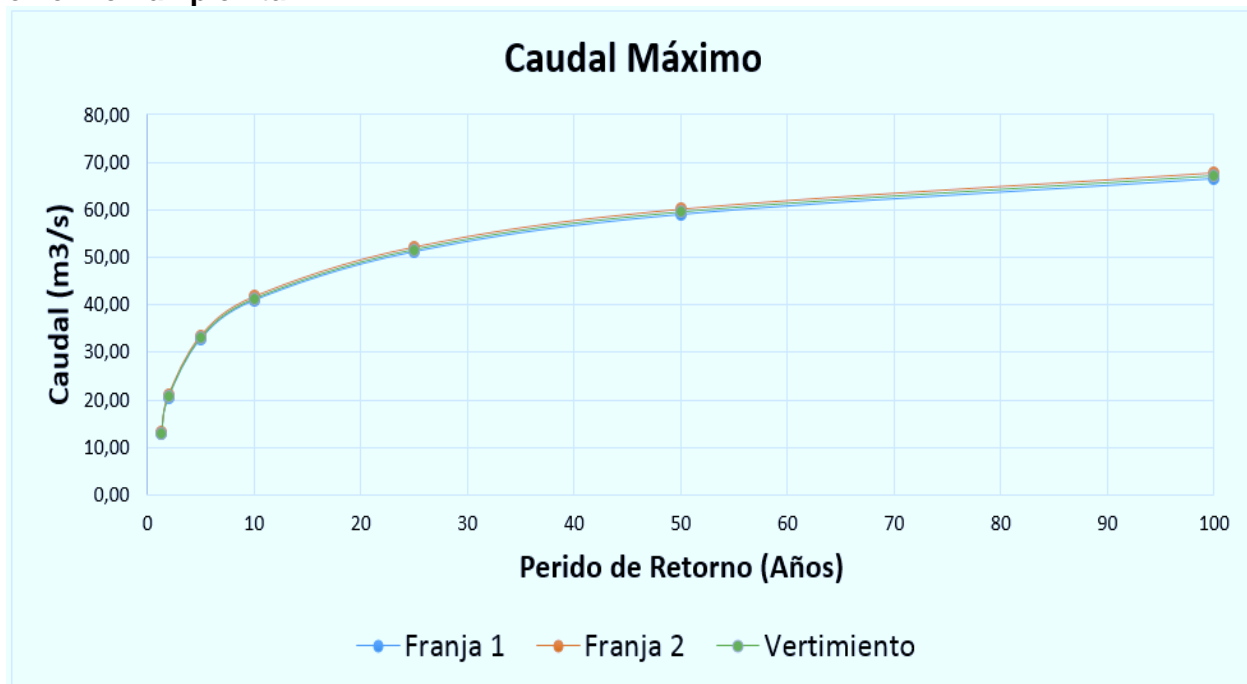
Aplicando el método anteriormente descrito, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 7.12 y la Tabla 7.13, para caudales máximos y caudales mínimos en el sitio de captación sobre el río Pamplonita respectivamente. De igual manera la Figura 7.6 y la Figura 7.7 representan los resultados de probabilidad transpuestos para el sitio de captación en esta corriente.

Tabla 7.12 Estimación de caudales máximos (m³/s) en la cuenca del río Pamplonita – Sitios de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación (Km ²)	Estación	Área (Km ²)	Transposición de caudales (Tr, años)						
				1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1	38.44	La Donjuana	422	13,01	20,61	32,90	41,05	51,31	59,16	66,70
Franja 2	39.78	La Donjuana	422	13,23	20,97	33,47	41,76	52,19	60,18	67,85
Vertimiento	38.87	La Donjuana	422	13,08	20,73	33,08	41,28	51,59	59,48	67,07

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.6. Caudales Máximos para diferentes Tr – Sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita



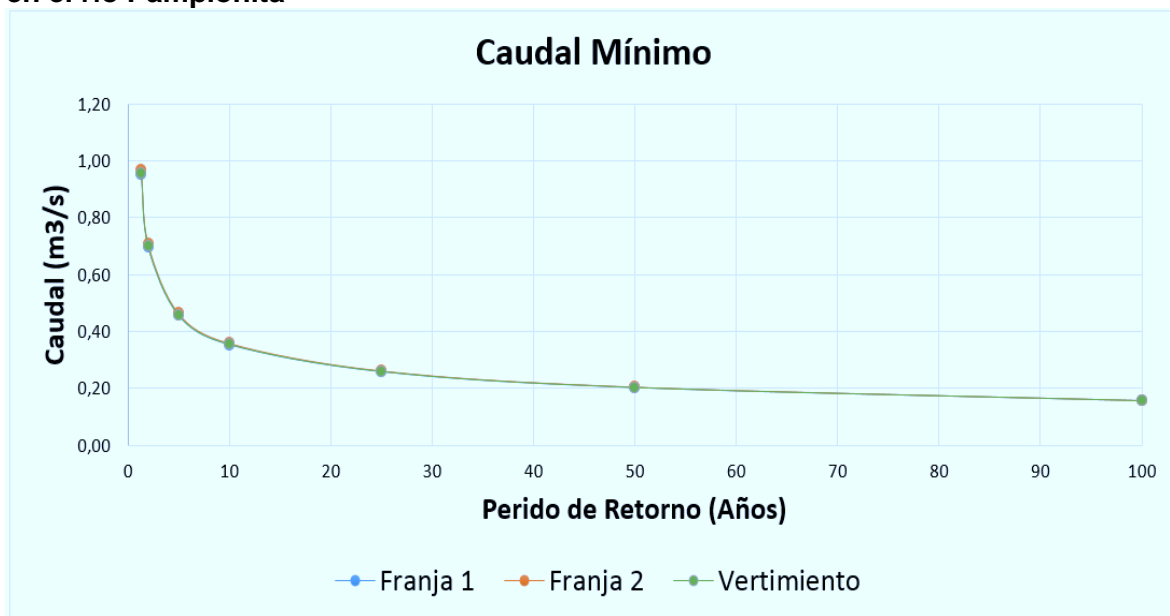
Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Tabla 7.13 Estimación de caudales mínimos (m³/s) en la cuenca del río Pamplonita – Sitios de captación y vertimiento

Nombre	Área cuenca de captación	Estación	Área (KM2)	Transposición de caudales (Tr, años)						
	(Km2)			1.33	2	5	10	25	50	100
Franja 1	38.44	La Donjuana	422	0,95	0,70	0,46	0,35	0,26	0,20	0,16
Franja 2	39.78	La Donjuana	422	0,97	0,71	0,46	0,36	0,26	0,21	0,16
Vertimiento	38.87	La Donjuana	422	0,96	0,70	0,46	0,36	0,26	0,20	0,16

Fuente: Aecom - ConCol. 2018

Figura 7.7. Caudales Máximos para diferentes Tr – Sitios de captación y vertimiento en el río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.2 Método de la Curva de Duración de Caudales

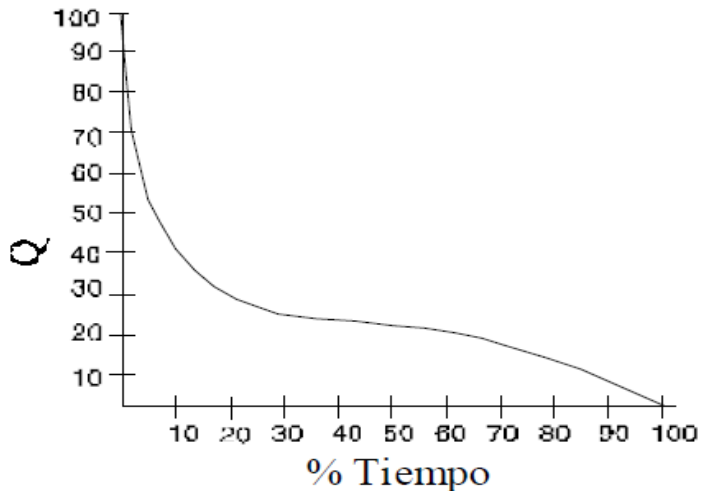
La curva de duración de caudales CDC resulta del análisis de frecuencias de la serie histórica de caudales medios diarios en un sitio determinado de una cuenca. La curva de duración (CDC) es un procedimiento gráfico para el análisis de la frecuencia de los datos de caudales y representa la frecuencia acumulada de ocurrencia de un caudal determinado. Es una gráfica que tiene el caudal, Q, como ordenada y el número de días del año (generalmente expresados en % de tiempo) en que ese caudal, Q, es excedido o igualado, como abscisa. La ordenada Q para cualquier porcentaje de probabilidad, representa la magnitud del flujo en un año promedio, que espera que sea excedido o igualado un porcentaje, P, del tiempo.

Los datos de caudal medio anual, mensual o diario se pueden usar para construir la curva. Los caudales se disponen en orden descendente, usando intervalos de clase si el número de valores es muy grande. Si N es el número de datos, la probabilidad de excedencia, P, de cualquier descarga (o valor de clase), Q, es:

$$P = \frac{m}{N} * 100$$

Siendo m el número de veces que se presenta en ese tiempo el caudal. Si se dibuja el caudal contra el porcentaje de tiempo en que éste es excedido o igualado se tiene una gráfica como la mostrada en la figura siguiente.

Figura 7.8 Curva de duración de Caudales de corrientes



A lo largo del trazado de la línea se identificó una estación de hidrometría, que reportan registros de caudales medios a lo largo de un período mayor a los 25 años.

La estación empleada para el análisis son las que se indican en la Tabla 7.14.

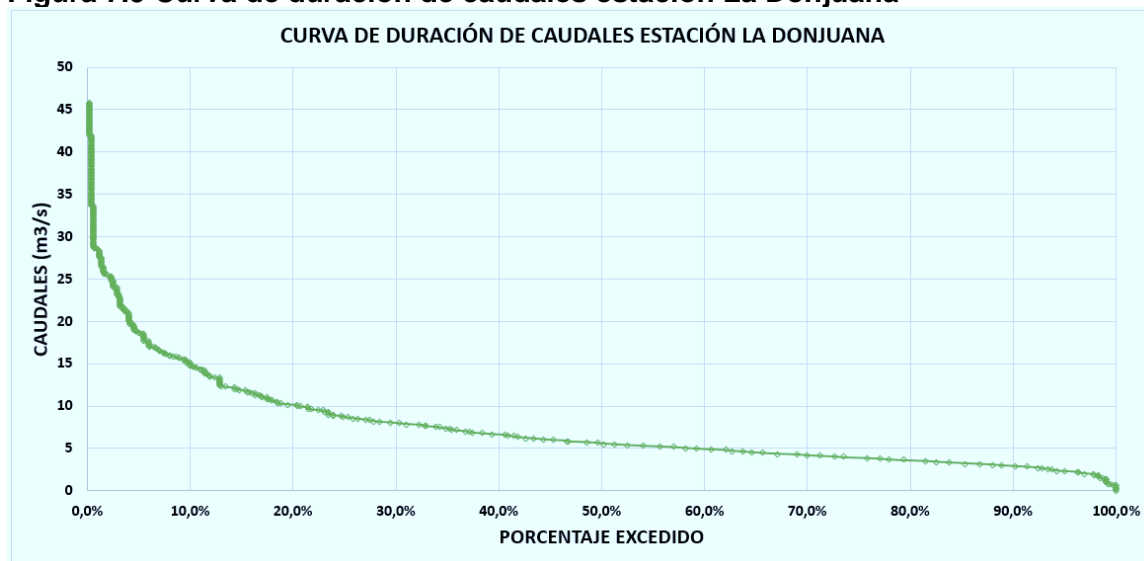
Tabla 7.14 Estación hidrométrica de la zona de estudio

Código	Estación				Coordenadas		elev. m.s.n.m.
	Estación	Municipio	Depto.	Corriente	LAT. (N)	LONG. (W)	
16017020	La Donjauna	La Donjuana	N. Santander	Río Pamplonita	7.687	-72.605	730

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir de los registros de esta estación se elaboró la Curva de Duración de Caudales medios mensuales, como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 7.9 Curva de duración de caudales estación La Donjuana



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Los puntos de captación son los que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 7.15 Listado de Localización de los Puntos de captación para el proyecto vial

Id	Nombre	Municipio	Vereda	Altura msnm	Coordenada Centroides Polígono	
					Este	Norte
1	Franja 1	Pamplona	Alcaparral	2170	1159662,93	1307852,14
2	Franja 2	Pamplona	Alcaparral	2139	1159996,04	1308035,56

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

A partir la información del registro de la estación limnimétrica, se procedió a realizar un proceso de extensión de la curva de duración de caudales (CDC) de estaciones pivote, en función del área de drenaje de cada cuenca hasta el sitio de toma de agua para el proyecto. La aplicación de la Curva de Duración se hace según criterios de proximidad y/o que correspondan a cuencas con rendimiento hídrico similar.

En la siguiente tabla se indican las características morfométricas de cada una de las cuencas de las cuencas que serán objeto de aprovechamiento del recurso; se incluye de igual manera la CDC aplicada a cada sitio de captación.

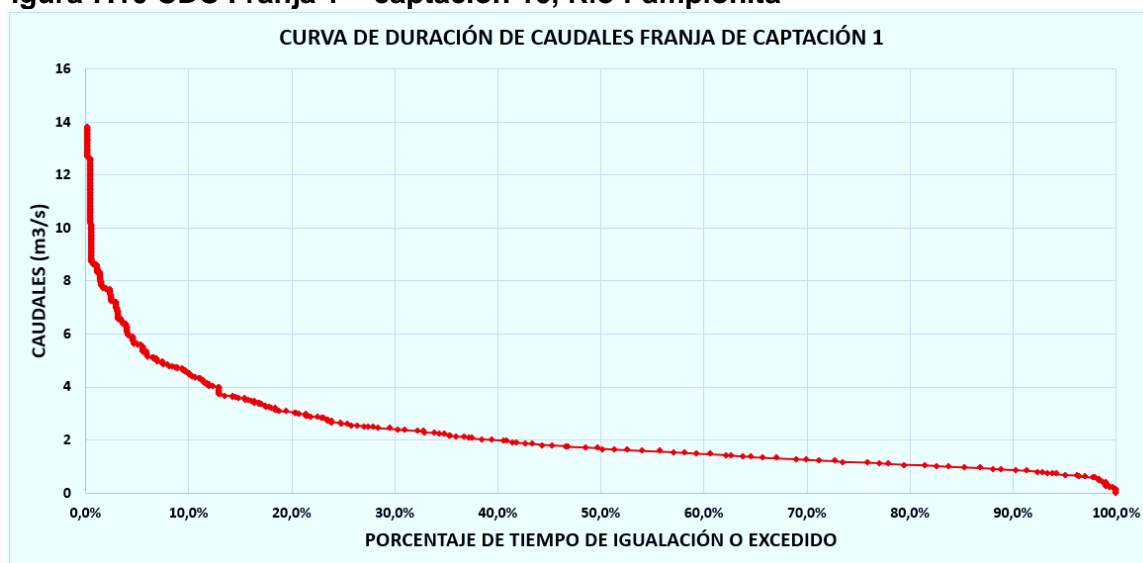
Tabla 7.16 Características morfométricas de las cuencas objeto de aprovechamiento

ID	Nombre	Estación Pivote CDC	Coordenada Centroide Polígono		Área Cuenca De Captación (Km ²)
			ESTE	NORTE	
1	Franja 1 captación 10	La Donjuana	1159662,93	1307852,14	38.44
2	Franja 2 captación 10a	La Donjuana	1159996,04	1308035,56	39.78

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

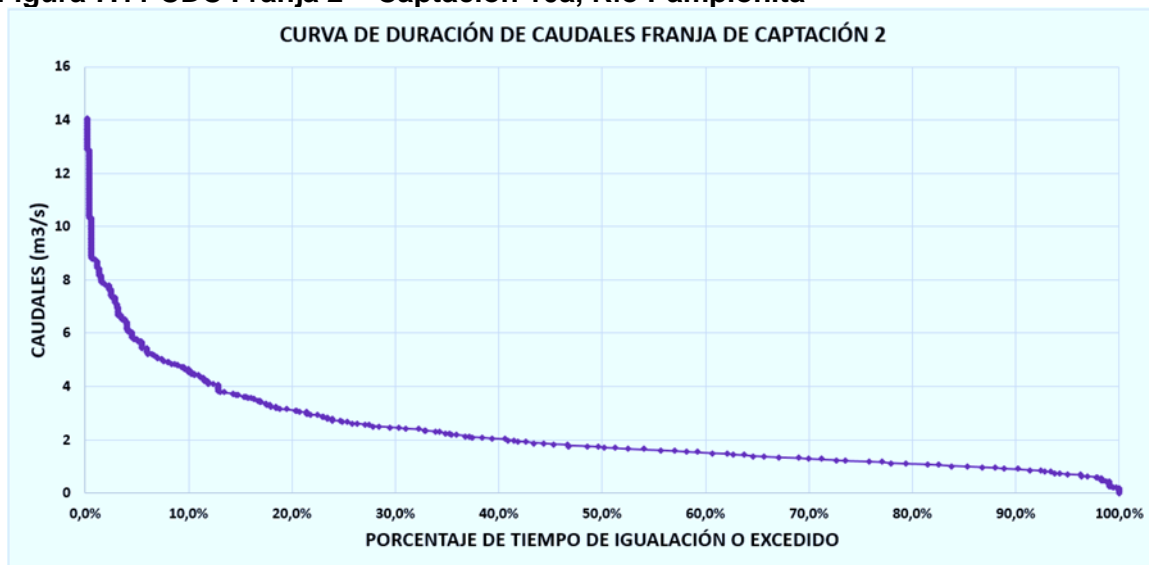
A partir de las estimaciones hidrológicas anteriores y mediante técnicas de extensión de la Curva de Duración de Caudales se obtuvieron los datos de caudal en los sitios requeridos, como se presenta en las figuras.

Figura 7.10 CDC Franja 1 – captación 10, Río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

Figura 7.11 CDC Franja 2 – Captación 10a, Río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.1.5.2.1 Estimación de caudales ecológicos

En Colombia, la metodología para la estimación del caudal ecológico de cuencas se encuentra definida en la Resolución No. 0865 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en el cual el caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Este método fue desarrollado por el IDEAM y acogido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como procedimiento general en el territorio nacional.

Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos:

- i. Hidrológicas: Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.
- ii. Hidráulicas: Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.
- iii. Simulación de los hábitats: Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.
- iv. Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el **97,5%** del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2,33 años.
- v. Método de Descuento del IDEAM. El caudal mínimo ecológico estimado mediante este procedimiento corresponde al caudal medio mínimo mensual multianual.

Para el caso se aplicará el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de

duración de caudales.

7.1.5.2.2 Oferta hídrica disponible

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Para efectos de establecer un margen adecuado de conservación en la microcuenca de las corrientes objeto de captación, observando las condiciones de cada una y los usos económicos predominantes de tipo agrícola y pecuario que tiene en la actualidad.

Método Estudio Nacional de Agua

Caudal medio de CDC extendida para la cuenca del Río Pamplonita, Franja 1 = 6.92 m³/s

Caudal del 97,5% de la CDC extendida (Caudal ecológico) = 0.59 m³/s

Caudal ofertado (Método ENA) = Caudal medio – Caudal ecológico

Caudal ofertado (Método ENA) = 6.92 m³/s – 0.59 l/s

Caudal ofertado (Método ENA) = 6.33 m³/s

En la Tabla 7.17 se presenta el resumen de la estimación de la oferta de agua para cada uno de los puntos que serán empleados como fuentes de abastecimiento para el proyecto y de las cuales se solicita permiso de aprovechamiento.

Tabla 7.17 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico

Captación	Vereda	Municipi o	Coordenada Centroide de Polígono		Caudal medio		Oferta de agua			
							Caudal ecológico		Caudal disponible	
							Método ENA			
			Este	Norte	m³/ l	l/s	m³/s	l/s	m³/s	l/s
Franja 1 – Captación 10	Alcaparral	Pamplona	1159662,93	1307852,14	6,9 2	6920	0,59	590	6,33	6330
Franja 2 – Captación 10a			1159996,04	1308035,56	7,0 4	7040	0,6	600	6,44	6440

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El caudal solicitado para las actividades del proyecto es de 2,5 L/s; y el caudal disponible en el río Pamplonita es de 633 L/s (tomando el caudal más bajo disponible del río debido a que las captaciones se encuentran cercanas). Con estas dos captaciones, aún quedaría disponible 630,5 L/s.

7.1.5.3 Inventario y Cuantificación de usos y usuarios

Para la identificación de usos y usuarios del agua cercanos al punto propuesto para la captación, se realizó un reconocimiento de 500 metros aguas arriba y abajo de la franja propuesta para las captaciones y se tuvo como resultado que se no existen captaciones sobre el río Pamplonita ya que según lo expuesto por los habitantes que se entrevistaron en el sector, el agua que requieren para las diferentes actividades se captada directamente

de nacimientos cercanos, porque el agua del río Pamplonita no la consideran apta para riego de cultivos ni para consumo de animales.

No obstante, respecto a vertimientos sobre este cuerpo lótico se identificaron cuatro vertimientos, todos mediante tubería de 2 pulgadas, sin ningún tipo de tratamiento previo a la descarga, ni permiso. 2 son vertimientos domésticos y 1 proviene de la actividad pecuaria.

Tabla 7.18 Inventario de vertimientos puntuales

ID	Descripción	Registro Fotográfico
V_1	Vertimiento en el Predio El Diviso, Vereda Alcaparral, Municipio de Pamplona. Propietario: Angel María Carvajal. Telf: 313-3299984. Vertimiento producto de la actividad pecuaria.	
V_2	Vertimiento en el predio El Naranjo, habitado por Pablo Emilio Palacios	
V_3	Se identificó que proviene de una vivienda. Pero no se encontró a nadie que suministrara información.	
V_4	Se identificó que proviene de una vivienda. Pero no se encontró a nadie que suministrara información.	Sin registro fotográfico

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Con relación a vertimientos no puntuales que van a parar al Río Pamplonita, se identifican los fungicidas e insecticidas que utilizan en los cultivos, principalmente de durazno; ubicados aledaños a este cuerpo de agua.

Entre los fungicidas utilizados en la zona, los habitantes manifiestan el Carbendazim, Funcloraz, Benomil (usado para el cultivo de fresa, con una periodicidad de 10 días). También hacen uso del fungicida Clorotalonil y el insecticida Karate en los cultivos de durazno (cada 15 días).

Fotografía 7.3 Imagen de cultivos de durazno aledaños al río Pamplonita



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Por otra parte, no se pudo incluir información de usos y usuarios registrados por CORPONOR, ya que la información entregada por la entidad no contenía los datos suficientes para realizar el análisis correspondiente, tal como se expuso en el numeral 5.1.7.3 Usos y Usuarios del recurso hídrico según registros de CORPONOR.

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para el desarrollo del proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita no se realizará aprovechamiento de aguas subterráneas.

7.3 VERTIMIENTOS

Se solicita la disposición de aguas residuales sobre el río Pamplonita, previamente tratadas y dando cumplimiento a la normatividad vigente (Resolución 0631 de 2015 y Decreto 1076 de 2015), generadas durante las etapas de construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita,

La selección de los puntos de vertimiento se realizó teniendo en cuenta la proximidad a los sitios de capacidad de mezcla, transporte y asimilación de los vertimientos (reaireación). Otros aspectos que se tuvieron en cuenta en la definición del punto de vertimiento fueron los siguientes:

- i. Facilidad de acceso
- ii. Mínima afectación a la vegetación existente
- iii. Estabilidad en las márgenes del cauce
- iv. No afectación a la comunidad según el inventario de usos y usuarios del recurso

7.3.1 Localización del punto de vertimiento

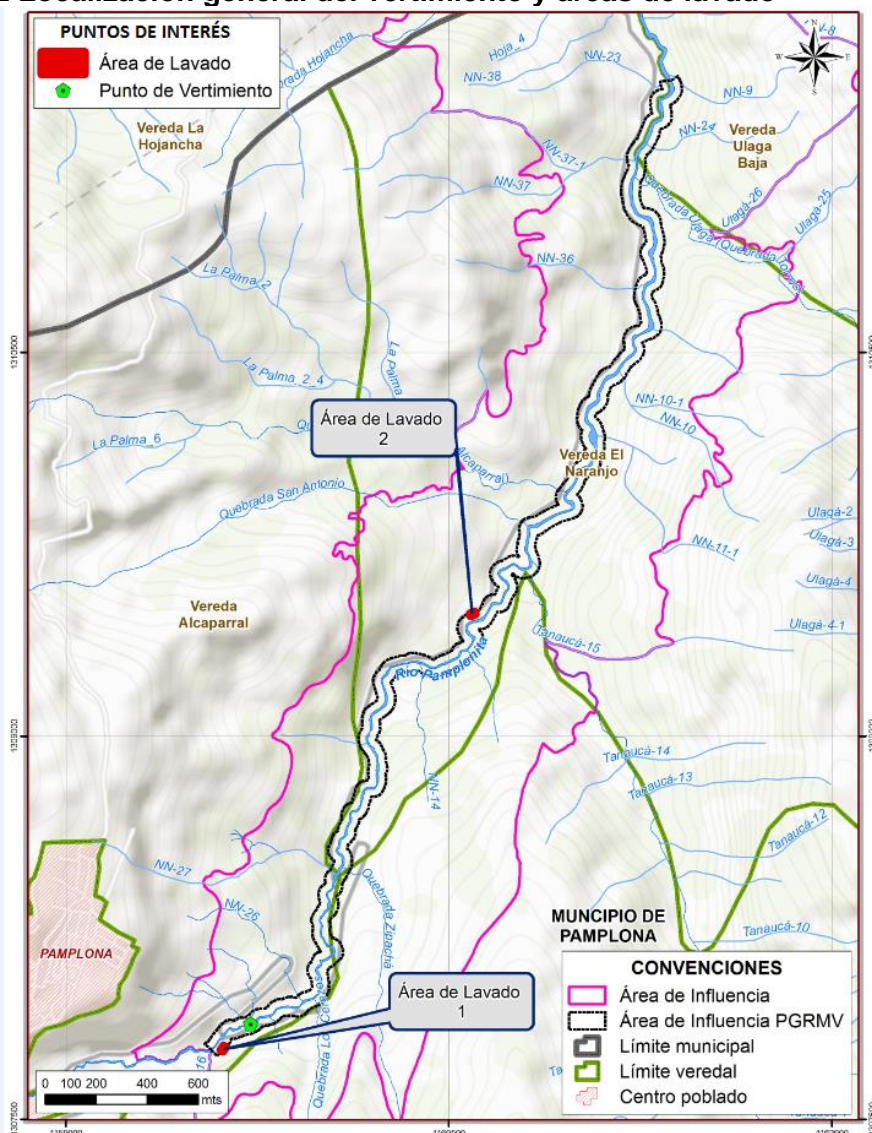
En la Tabla 7.19 se muestra la ubicación georeferenciada del punto de vertimiento y adicionalmente en la Figura 7.12 se puede apreciar su ubicación espacial.

Tabla 7.19 Sitio Propuesto para Vertimiento

Id	Fuente hídrica	Este	Norte	Municipio	Vereda	Predio	Propietario
1	Río Pamplonita	1159722,85	1307873,27	Pamplona	Alcaparral	Lote El Naranjo	Belsy Contreras Parada

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

Figura 7.12 Localización general del vertimiento y áreas de lavado

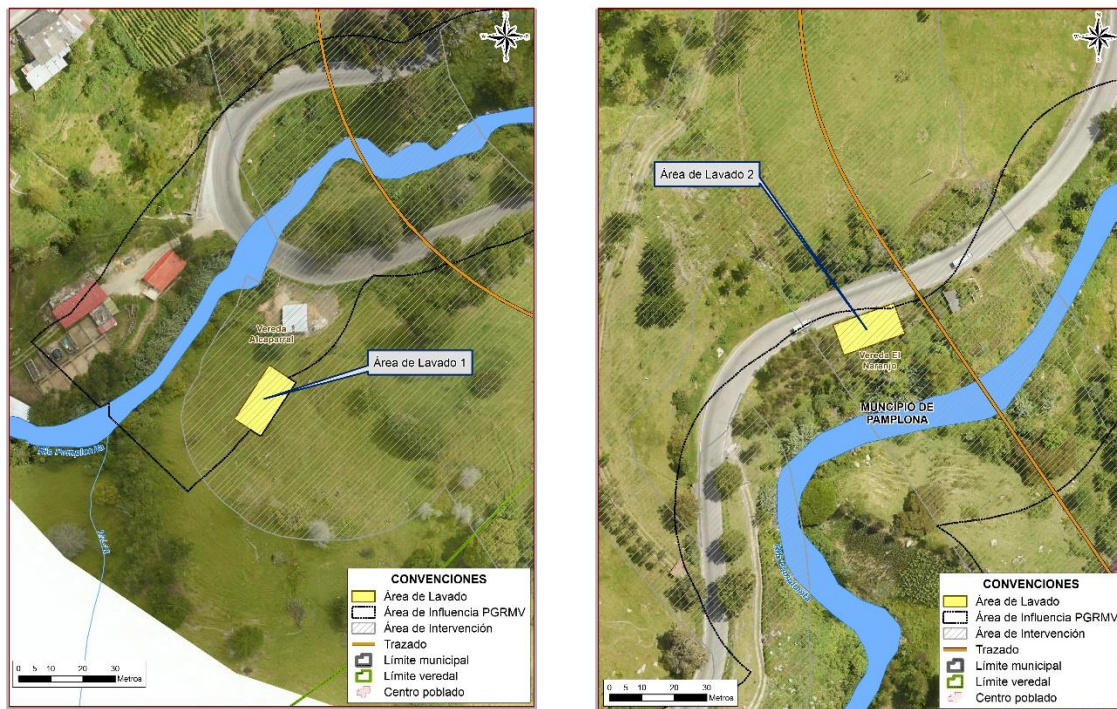


Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

A continuación, en la Figura 7.13 se presenta la localización de las áreas de lavado, y en la Tabla 7.20 se referencia la ubicación. Asimismo, en la Figura 7.12 se evidencia la ubicación de las áreas de lavado en el área de influencia del proyecto. Posteriormente se definen los sistemas de tratamiento propuestos para el desarrollo del proyecto, cuyas unidades se

localizan dentro de cada una de las áreas de lavado.

Figura 7.13 Localización de áreas de lavado



Localización del área de lavado 1

Localización del área de lavado 2

Fuente: (Aecom-Concol, 2018), adaptado de (Sacyr, 2018)

Tabla 7.20 Localización de áreas de lavado

ID Área de lavado	Coordenadas		Vereda	Municipio	Predio	Propietario
	Este	Norte				
01	1159616,86	1307788,015	Alcaparral	Pamplona	La Planta Chichira	Emerito Duarte Basto y Rita Elisa Gelvez de Duarte
	1159625,22	1307782,571				
	1159614,32	1307765,827				
	1159606,01	1307771,184				
	1159616,86	1307788,015				
02	1160601,119	1309486,314	El Naranjo	Pamplona	La Reforma_El Arenal	Ana Jesús Parada Leal
	1160604,478	1309476,905				
	1160585,659	1309470,275				
	1160582,329	1309479,626				
	1160601,119	1309486,314				

Fuente: (Aecom-Concol, 2018), adaptado de (Sacyr, 2018)

En atención al Requerimiento No 6 de la ANLA, el cual cita:

“b) Aclarar la información de localización del punto de vertimiento y/o área de lavado, en el sentido de justificar por qué esta última se encuentra aproximadamente a 2 Km de distancia aguas abajo del punto de vertimiento”;

a continuación, se describen ambas áreas en mención:

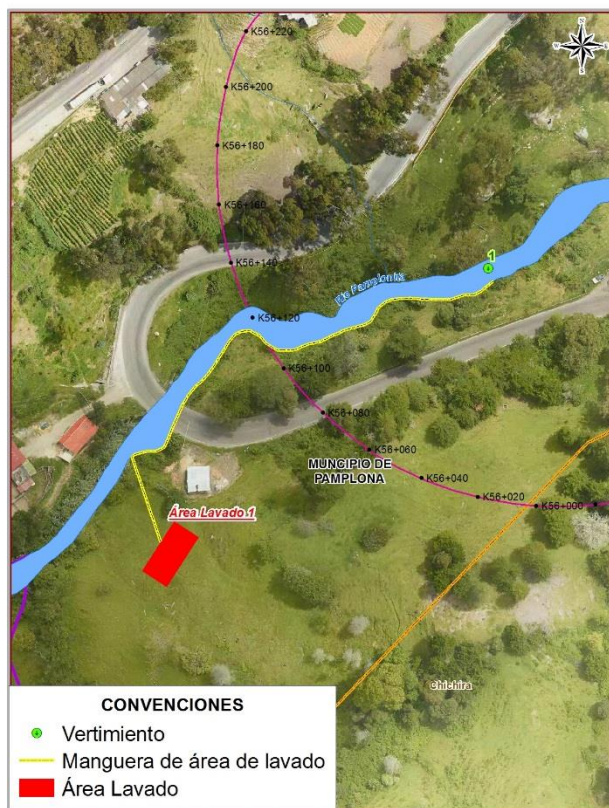
La zona de Lavado ID 2 presenta un sistema de tratamiento cerrado que consiste en: trampa de grasas, sedimentación y secado de lodos. El sistema consta de fosas recubiertas de un

geotextil donde se dispondrán las aguas provenientes de la limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos.

Las aguas procedentes de la sedimentación serán almacenadas en un tanque de PVC, y serán reutilizadas para humectación de materiales en procesos constructivos, lavado de mixers y riego de vías para control de material particulado. En caso tal, que el tanque de almacenamiento alcance el 75% de llenado, las aguas serán transportadas en un carrotanque hasta el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, localizado en la zona de lavado ID 02, la cual se encuentra a aproximadamente 100 metros del vertimiento V1.

Por otra parte, se adecúa una zona de lavado- ID 1 para limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos. En esta área se establece el sistema de tratamiento de agua industrial que consta de: trampa de grasas, coagulación y floculación, sedimentación y secado de lodos. Como se mencionó antes, un volumen del efluente de este sistema de tratamiento será reutilizado y el restante se conducirá aproximadamente 100 metros hasta el punto de vertimiento, a través de manguera (ver Figura 7.14). El agua será vertida directamente sobre el río Pamplonita, siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015 y/o normatividad vigente.

Figura 7.14 Conducción desde el área de lavado 1 al vertimiento 1



Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

El reúso de las aguas estará sujeto al cumplimiento de la Resolución 1207 de 2014, o aquella que la sustituya o derogue.

7.3.2 Actividades generadoras

La generación de vertimientos durante la construcción del proyecto vial – Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita, está relacionada con la generación de aguas residuales industriales producto de la Limpieza de Mixers (Concreto / Mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos.

La estructura de tratamiento propuesta para las aguas residuales industriales, con el fin de evitar la contaminación y/o deterioro del río Pamplonita, se presenta a continuación y hacen parte del *Capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-07 Manejo de Residuos Líquidos*.

En la Tabla 7.21 se complementa lo antes descrito respecto al sistema de tratamiento propuesto para cada área de lavado, así como se unifica en el PGRMV, y en el capítulo 11.1.1 Plan de manejo.

Tabla 7.21 Descripción del proceso de tratamiento y áreas de lavado

Id Área de lavado y tratamiento	1	2
Vereda	Alcaparral	El Naranjo
Actividades generadoras del agua a tratar	Limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos.	Limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos.
Sistema de tratamiento	Trampa de grasas. Coagulación y floculación Sedimentación Secado de lodos Almacenamiento	Sistema de tratamiento cerrado: Trampa de grasas Sedimentación Secado de lodos Almacenamiento
Reúso después del tratamiento	Humectación de materiales en procesos constructivos, lavado de mixers y riego de vías para control de material particulado	Humectación de materiales en procesos constructivos, lavado de mixers y riego de vías para control de material particulado
Sistema de conducción al vertimiento	Manguera superficial	Sólo aplica en caso de llenado del tanque de almacenamiento, a partir del 75% de su capacidad. En este caso, se transportará el efluente en un carro tanque que dispondrá las aguas en el sistema de tratamiento ubicado en el área ID 1

Fuente: (Aecom-Concol, 2018), adaptado de (Sacyr, 2018)

Asimismo, en atención al Requerimiento 6, numeral A, el cual cita:

“Unificar la información presentada en el EIA y el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento - PGRMV, respecto a los sistemas de tratamiento propuestos para las aguas residuales industriales resultantes de las actividades de limpieza de Mixer (concreto/mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos;

se presenta a continuación la descripción de los sistemas de tratamiento propuestos, esta descripción se detalla en el capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-06 Manejo de Residuos Líquidos.

7.3.2.1 Sistema de tratamiento del área de lavado 1

En el área de lavado 1 se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales provenientes de la limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos; cuya caracterización se describe a continuación:

i. Trampa de grasas

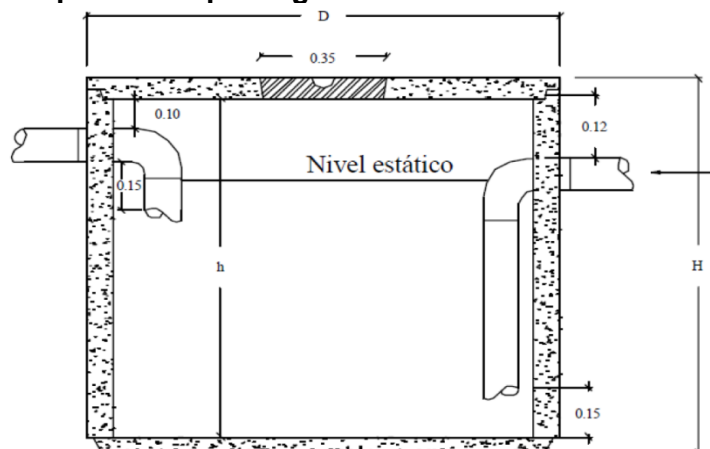
Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento se determinó que la primera unidad del esquema sería una trampa de grasas, encargada de la retención, separación y posterior remoción de los materiales flotantes. Esta trampa tiene las características establecidas en la Tabla 7.22. Estos mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica. Por lo general se diseñan con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y con un volumen mínimo de 2,8 m³ (Romero, 2004).

Tabla 7.22 Parámetros y características de las trampas de grasas

Parámetro	Característica
Capacidad de almacenamiento (kg)	$\geq [\text{caudal de diseño (lts/min)}] / 4$
Área (m ²)	$= 0,25 \text{ m}^2 \text{ por cada lts/seg de caudal}$
Relación ancho/longitud	1:4 – 1:18
Velocidad ascendente	$\geq 4 \text{ mm/seg}$
Ø entrada	$\geq 50 \text{ mm}$
Ø salida	$\geq 100 \text{ mm}$

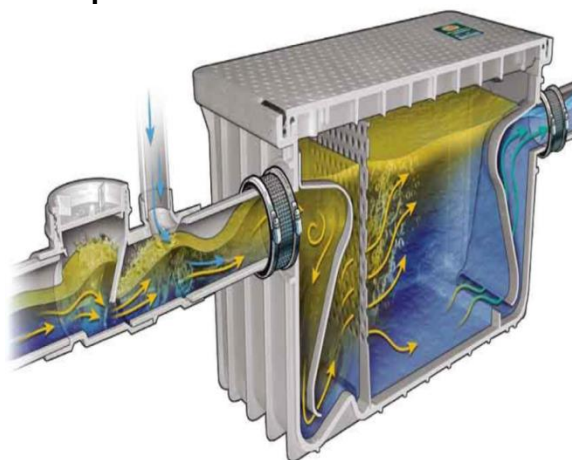
Fuente: (Ministerio de Desarrollo Económico, 2008)

Figura 7.15 Diseño tipo de trampa de grasas



Fuente Fatuvisa, 2013

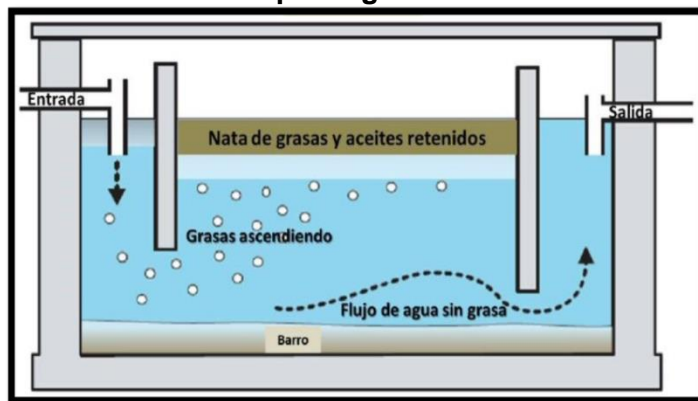
Figura 7.16 Operación Trampa de Grasas



Fuente Anveplast, 2013

El aporte de grasas y aceites básicamente proviene de los derrames de material. Los elementos por eliminar, que generalmente se presentan en este tipo de aguas residuales, comprenden aceites libres y emulsionados, fenoles, compuestos nitrogenados y sulfurados, provenientes de los diques para tanques, limpieza de equipos. Por tanto, el control efectivo de estas es necesario instalar una trampa de grasas que permita retener estos materiales.

Figura 7.17 Funcionamiento de trampa de grasa



Fuente (Universidad Abierta y a Distancia , 2016)

ii. Coagulación y floculación

El proceso de coagulación es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

La coagulación y la floculación tienen lugar en sucesivas etapas, de forma que una vez desestabilizadas las partículas, la colisión entre ellas permita el crecimiento de los microfloculos, apenas visibles a simple vista, hasta formar mayores floculos. Al observar el agua que rodea a los microfloculos, esta debería estar clara.

Figura 7.18 Esquema procesos de coagulación floculación



iii. Unidad sedimentadora

Es importante resaltar que la sedimentación tiene como objetivo la remoción de los sólidos sedimentables y en muchos casos, del material flotante remanente (grasas y aceites), reduciendo así el contenido de SST (Sólidos Suspendidos Totales), deben proveer una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002). Luego de pasar

por esta estructura, el vertimiento de ARnD sería conducido hasta la corriente receptora.

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad, de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales

El agua será vertida directamente sobre el río Pamplonita, siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la Resolución 0631 de 2015.

iv. Tanque de almacenamiento

En este esquema de manejo de vertimientos diseñado por Sacyr para la unidad de lavado de maquinaria, se determinó que una vez finalizado el proceso de sedimentación se almacenarán las aguas residuales en un tanque intermedio cuya función será la contención del efluente para su posterior entrega a un vehículo recolector, el cual se encargará de transportar el residuo líquido hasta el punto de vertimiento.

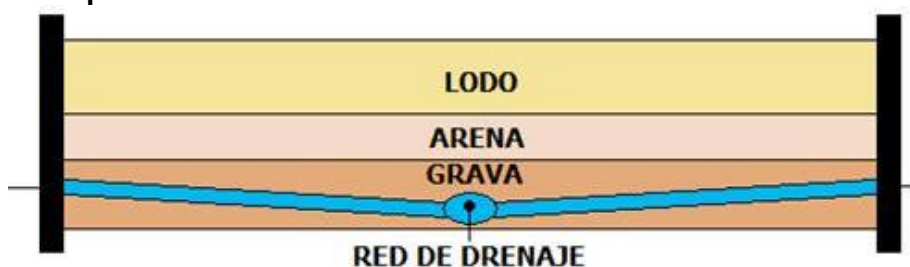
El agua será vertida directamente sobre el río Pamplonita, siempre y cuando cumpla con las características establecidas en la resolución 0631 de 2015.

v. Secado de lodos

Mediante el secado de lodos se consigue reducir el peso de los lodos. El secado se crea mediante la evaporación del agua que existe en el lodo. El secado de lodos es producido de forma natural.

El proceso de deshidratación se produce por la filtración del agua a través de las capas filtrantes de arena y grava y su evacuación se hará mediante tuberías de drenaje de PVC instaladas en el fondo de lecho de secado. De igual manera, la acción de los rayos solares contribuirá al proceso de secado.

Figura 7.19 Esquema de secado de lodos



Fuente: (Aulafácil, s.f.)

7.3.2.2 Sistema de tratamiento del área de lavado 2

El sistema de tratamiento propuesto en el área de lavado 2 consiste en una trampa de grasas, sedimentación y secado de lodos. Estas unidades tienen las mismas características que las unidades descritas para el área de lavado 1. El sistema consta de fosas recubiertas de un geotextil donde se dispondrán las aguas provenientes de la limpieza de mixers (concreto / mortero), maquinaria de obra civil y procesos constructivos.

Las aguas procedentes de la sedimentación serán almacenadas y reutilizadas para humectación de materiales en procesos constructivos, lavado de mixers y riego de vías para control de material particulado. En caso tal, que el tanque de almacenamiento alcance el 75% de llenado, las aguas serán transportadas en un carrotanque hasta el sistema de tratamiento de aguas residuales industriales, localizado en la zona de lavado ID2, la cual se encuentra a aproximadamente 100 metros del vertimiento V1.

7.3.2.3 Manejo de aguas residuales domésticas

Durante la etapa constructiva se instalarán baños portátiles para el personal (ver Figura 7.20); el manejo de las aguas de estos baños se realizará a través de unidades sanitarias portátiles que estarán a cargo de terceros autorizados (Ver *Capítulo. 11.1.1 Programas de Manejo Ambiental – Ficha PMF-08 Manejo de Residuos Líquidos*).

Figura 7.20 Unidades Sanitarias Portátiles



Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

El manejo de las aguas de los baños portátiles estará a cargo de la empresa especializada que suministre los equipos; ésta realizará dos mantenimientos semanales a las unidades sanitarias en uso, de acuerdo con lo establecido por la Asociación Internacional de Sanidad Portátil (PSAI) y se encargará de la disposición final de los residuos allí generados. Por lo anterior, no habrá ningún tipo de vertimiento al medio, de aguas residuales negras en los frentes de obra. La empresa que preste este servicio acreditará los permisos para su funcionamiento y para la disposición de las aguas residuales producto de los mantenimientos.

7.3.3 Caudal a verter, frecuencia y tiempo de descarga

El caudal por verter y para el cual se solicita permiso de vertimiento de aguas residuales industriales, sobre el río Pamplonita, corresponde a 0,6 l/s de manera continua durante la etapa de construcción del proyecto.

La frecuencia de la descarga dependerá de las conducciones en las cuales se ejecuten las actividades identificadas para generar vertimientos (actividades de limpieza de maquinaria). No obstante, y teniendo en cuenta que las actividades solo se realizarán durante la etapa de construcción del proyecto vial, de manera general no excederán los 3 años.

Tabla 7.23 Frecuencia y tiempo de descarga (Sólo durante etapa de construcción)

Cuerpo receptor	Frecuencia de descarga (d/mes)	Tiempo de descarga (h/día)
Río Pamplonita	25	10

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

A modo opcional, se solicita permiso para el reúso del efluente del sistema de tratamiento de aguas industriales del proyecto, el cual se estima corresponda a 0,6 l/s. Éste caudal se destinará para el control, durante la época seca, de material particulado en aquellas vías de uso industrial del proyecto que cuenten con capa de rodadura en material afirmado y cumplirá con los criterios de calidad establecidos en la Resolución 1207 de 2014.

7.3.4 Tipo de flujo de la descarga

El tipo de flujo, por lo indicado anteriormente, se puede considerar como permanente e intermitente realizado sólo durante la etapa de construcción del proyecto

7.3.5 Caracterización del vertimiento

Teniendo en cuenta que la *Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita* no se ha construido, no se tienen datos directos de caracterización de las aguas industriales que se van a generar por las actividades ya indicadas, por lo tanto se tomaron como referencia los valores obtenidos de los estudios realizados para *Ruta del Sol Tramo 1, Consorcio vial Helios, 2008*, los cuales estiman que la generación de vertimientos asociados al lavado de maquinaria contienen una elevada cantidad de sólidos disueltos, suspendidos y residuos químicos, tales como se muestran en la Tabla 7.24.

Tabla 7.24 Caracterización tipo de aguas residuales industriales por lavado de maquinaria de obra

Parámetro	Unidades	Resultado
Cloruros	mg Cl/l	58,8
pH	Unidades	11
Sólidos Totales	mg/l	499
Sulfatos	mgSO ₄ /l	135
Sólidos sedimentables	mg/l	332
DQO	PPM	216
Turbidez	FTU	50
Dureza	mgCaCO ₃ /l	4220
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /l	3389
Arsénico	mg/l	0.5

Parámetro	Unidades	Resultado
Bario	mg/l	1.0
Cadmio	mg/l	0.01

Fuente (Helios Consorcio Vial, 2008)

7.3.6 Calidad de agua de la corriente objeto del vertimiento, río Pamplonita

Los resultados de los parámetros in Situ se presentan en la Tabla 7.25 y hacen parte del Anexo 7, Permisos ambientales, B-Vertimiento, B-1 Modelo de vertimiento. En l

Tabla 7.25 Parámetros in Situ en corriente receptora

Parámetro	Unidades	LCM ¹	Resultado
T° Muestra	°C	> 5	14,24
pH	Unidades	0,00 a 14,00	7,91
Conductividad	μS/cm	NA	251
Sólidos disueltos totales	mg/l	1	125
Sólidos sedimentables	ml/l	0,01	0,4
Oxígeno disuelto	mg/l	0,0 a 50,00	7,39

Fuente: (Corporación Integral del Medio Ambiente - CIMA, 2018)

En la Tabla 7.26 muestran 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, C – Usos del agua). También se muestran los criterios de calidad establecidos en el decreto único ambiental (Decreto 1076 de 2015).

¹ LCM: Límite de cuantificación del método

Tabla 7.26 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. ²	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.
(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).

Los resultados del análisis de laboratorio se presentan en la Tabla 7.27 en donde también se muestran los criterios de calidad de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 para diversos usos. Además, en la Tabla 7.28 se muestran los parámetros adicionales monitoreados en la fuente receptora.

² N.E: No establecido

Tabla 7.27 Resultados de laboratorio Río Pamplonita

Parámetro	Unidad	LCM	LD ³	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					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
					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.
Acidez	mg CaCO ₃ /l	5	2,993	33	---	---	---	---
Alcalinidad total	mg/l CaCO ₃	4	<4	52	---	---	---	---
Arsenico total	mg Metal/l	0,0045	0,0012	<0,0045	0,05	0,05	0,1	0,2
Bario total	mg Ba/l	0,1	0,05	<0,1	1	1	---	---
Cadmio total	mg Cd/l	0,005		<0,005	0,01	0,01	0,01	0,05
Cobre Total	mg Cu/l	0,015	0,01	<0,015	1	1	0,2	0,5
Coliformes fecales termotolerantes	NPM/100 ml	<1	N.A.	1374000	2000	---	---	---
Coliformes totales	NPM/100 ml	<1	N.A.	3654000	20000	1000	---	---
Color verdadero	UPC	4,97	2,78	131,1	75	20	---	---
Cromo total	mg Cr/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	0,1	1
DBO5	mgO ₂ /l	10		30	---	---	---	---
DQO	mgO ₂ /l	10	1	143	---	---	---	---
Dureza Cálrica	mg CaCO ₃ /l	5	1	38	---	---	---	---
Dureza Total	mgCaCO ₃ /l	5	1	40	---	---	---	---
Fenoles Totales	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,002	---	---
Fósforo Total	mg P/l	0,02	<0,02	2,9	---	---	---	---
Grasas y Aceites	mg/l	0,5	0	14,4	---	---	---	---
Mercurio total	mg Metal/l	0,0006	0,0002	<0,0006	0,002	0,002	---	0,01
Nitrógeno Orgánico	mg/l	2		2	---	---	---	---
Nitrógeno total Kjeldhal	mg N/l	2	0,56	14	---	---	---	---

³ LD: Límite de detección del método

Parámetro	Unidad	LCM	LD ³	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					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
					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.
Niquel Total	mg Ni/l	0,05		<0,05	---	---	0,2	---
Plata total	mg Ag/l	0,05	0,02	<0,05	0,05	0,05	---	---
Plomo Total	mg Pb/l	0,05	0,05	<0,05	0,05	0,05	5	0,1
Selenio total	mg Metal/l	0,0055	0,0015	<0,0055	0,01	0,01	0,02	---
Sólidos suspendidos totales	mg/l	5	0,3619	79	---	---	---	---
Turbiedad	NTU	0,3	0,112	29,9	---	19	---	---
Zinc Total	mg Zn/l	0,01	0,005	0,04	15	15	2	25

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

Tabla 7.28 Resultados de Parámetros Adicionales para el Punto de Vertimiento

Parámetro	Unidades	LCM	LD	Resultado	Decreto 1076 de 2015			
					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
					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.
Carbono orgánico disuelto	mg/l	5	N.R. ⁴	<5	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Cloruro	mg Cl/l	5	1,021	27	N.R.	250	N.R.	N.R.
Cromo Hexavalente	mg Cr/l	0,009	N.R.	<0,009	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO20	N.E.	N.E.	N.E.	106	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
DBO5 Filtrada	mgO ₂ /l	10	N.R.	33	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Inorgánico	mg/l P	0,02	N.R.	1,49	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Fósforo Orgánico	mg/l P	0,001	N.R.	1,41	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Hidrocarburos Totales	mg/l	0,5	N.R.	8	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Materia Orgánica	%	N.E.	N.E.	4,53	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ -N/l	0,3	0,007	<0,3	10	10	N.R.	100
Nitritos	mg NO ₂ ⁻ -N/l	0,003	0,001	0,005	1	1	N.R.	10
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ -N/l	1	N.R.	12	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Ortofosfatos	mg/l	0,05	<0,05	6,82	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Redox	mV	N.R.	N.R.	-18,3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /l	2	N.R.	15	400	N.R.	N.R.	N.R.
Sulfuros	mg/l	1	0,61	1,262	N.R.	400	N.R.	N.R.
Sólidos suspendidos inorgánicos	mg/l	5	N.R.	72	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Vanadio Total	mg V/l	0,3	N.R.	<0,3	N.R.	N.R.	0,1	N.R.

Fuente: Reportes de Análisis de Agua Físico – Químico – CIMA LTDA 2018 y Adaptado de (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2015).

⁴ N.R. No reportado

7.3.7 Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos – PGRMV

En el Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, se relacionan los requisitos para la obtención del permiso de vertimientos, y dando cumplimiento a lo solicitado en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 20, en el Anexo 7 Permisos Ambiental, B – Vertimiento, B-5 PGRMV se presenta el Plan de Gestión del Riesgo para el vertimiento realizado sobre el río Pamplonita teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 1514 del 2012 por la cual se adoptan los Términos de Referencia para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

7.3.8 Evaluación Ambiental del vertimiento –EAV

En el Anexo 7 Permisos ambientales, B – Vertimiento, B-2 se presenta la Evaluación ambiental del vertimiento, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2.2.3.3.5.2. Requisitos del Permiso de Vertimientos – Numeral 19, y Artículo 2.2.3.3.5.3 del Decreto 1076 del 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

Dicho documento contiene lo siguiente:

- i. Localización georreferenciada de proyecto, obra o actividad.
- ii. Memoria detallada del proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar, con especificaciones de procesos y tecnologías que serán empleados en la gestión del vertimiento
- iii. Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos
- iv. Predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse de los vertimientos generados por el proyecto, obra o actividad sobre el cuerpo de agua y sus usos o al suelo
- v. Predicción a través de modelos de simulación de los impactos que cause el vertimiento en el cuerpo de agua y/o al suelo, en función de la capacidad de asimilación y dilución del cuerpo de agua receptor
- vi. Manejo de residuos asociados a la gestión del vertimiento.
- vii. Descripción y valoración de los proyectos, obras y actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y sus usos.
- viii. Posible incidencia del proyecto, obra o actividad en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde pretende desarrollarse, y medidas que se adoptarán para evitar o minimizar efectos negativos de orden sociocultural que puedan derivarse de la misma

7.3.9 Modelación del vertimiento (QUAK2KW)

A continuación, se muestra la información más relevante y resumida del modelo de vertimiento, este se presenta a detalle en el Anexo 7 Permisos ambientales, B- Vertimientos, B-1 Modelo de vertimiento, donde se incluyen también los anexos de este como reportes de laboratorio, reportes de campo, memorias de cálculo, gráficas de resultados, etc.

Con el fin de garantizar la adecuada disposición de los residuos líquidos tratados y cumpliendo con lo establecido en la normatividad ambiental vigente, Decreto 1076 del 2015 y Resolución 631 de 2015, se presenta a continuación la información requerida para la solicitud del permiso de vertimiento de las aguas residuales industriales tratadas que se generarán por las actividades que se desarrollarán en el área de influencia del proyecto.

Se utiliza el modelo de simulación QUAL2Kw desarrollado por el Chapra y Pelletier, 2003. QUAL2Kw incluye los siguientes aspectos:

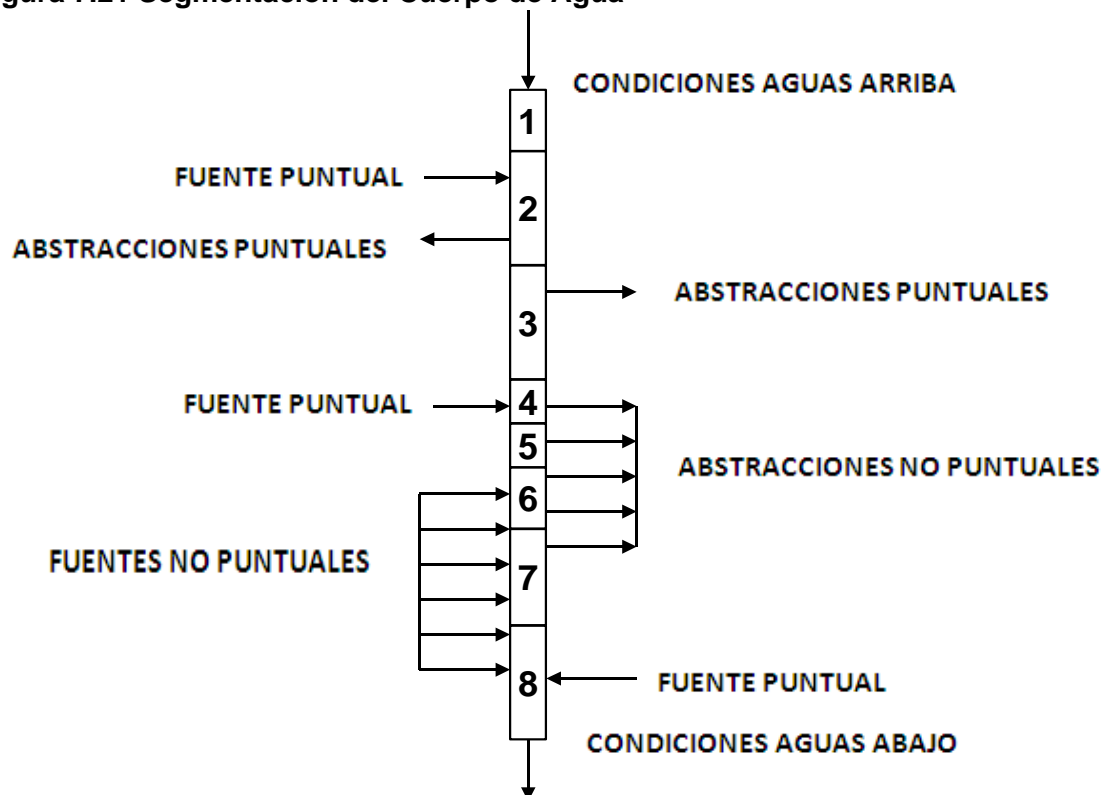
- i. Unidimensional en estado estacionario
- ii. Hidráulica en estado estacionario
- iii. Flujo constante es simulado
- iv. Balance diario de calor simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diaria
- v. Cinética de la calidad de agua dinámica: Todas las variables de calidad del agua son simuladas de forma dinámica en una escala de momento diario. La entrada de masas, cargas puntuales, no puntuales y las abstracciones son simuladas.

Este modelo permite evaluar la capacidad asimilativa del agua residual de un sistema de corrientes mediante la simulación de varios constituyentes de calidad del agua en el sistema, utilizando una solución de diferencias finitas de las ecuaciones de advección-dispersión y de reacción.

El software incluye elementos como: Se programa en el idioma de Windows macro para aplicaciones Visual Basic y Excel se usa como la interfaz gráfica del usuario. Q2Kw simula anoxia mediante la reducción de las reacciones de oxidación a niveles bajos de oxígeno. La eliminación de patógenos se determina en función de la temperatura, luz y solución o medio de reacción. Los sedimentos y flujos de agua, de oxígeno disuelto y nutrientes son simulados internamente. La demanda de oxígeno en sedimentos (SOD) y los flujos de nutrientes se simulan en función de la solución de partículas de materia orgánica, reacciones de diagénesis dentro de los sedimentos y las concentraciones de las formas solubles en las aguas supra yacentes.

El río se divide en tramos que a su vez se dividen en una sucesión de pequeños subtramos o elementos computacionales y para cada elemento se realiza un balance hidrológico en términos del caudal, un balance térmico en términos de la temperatura, y un balance de masa en términos de la concentración de cada constituyente. Los resultados finales se traducen en curvas que muestran la variación de los parámetros modelados a lo largo de la corriente.

Figura 7.21 Segmentación del Cuerpo de Agua



Fuente: Software Qual2kw

7.3.9.1 Escenarios de modelación

En la Tabla 7.29 se presentan las características fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF2 Pamplona.

Tabla 7.29 Estimación de propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de vertimientos de la UF2 Pamplona

Parámetro	Calidad del efluente tratado		Calidad del efluente crudo		Fuente	Cálculos
	Concentración máxima	Unidad	Concentración	Unidad		
Sólidos suspendidos totales	50	mg/l	372	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004) (CRUZ, 2015)	CIMA
DBO ₅	50	mg/l O ₂	151	mg/l O ₂	Resolución 631 (MADS, 2015), (CRUZ, 2015)	CIMA
DQO	150	mg/l	216	mg/l	Resolución 631 (MADS, 2015) (ROMERO, 2004), (Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Temperatura	14,24	°C	14,24	°C	IDEAM/CIMA	CIMA
Conductividad	376,656	ms	7980	ms	(CRUZ, 2015)	CIMA
Oxígeno disuelto	2	mg/l	2	mg/l	(GOYENOLA, 2007)	CIMA
Nitrógeno orgánico	2	mg/l	2	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
Nitrógeno amoniacal	1	mg/l	1	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
Nitrato	0,3	mg/l	0,3	mg/l	Límite de detección CIMA	CIMA
fosforo inorgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA	CIMA
fosforo orgánico	0,05	mg/l	0,05	mg/l	https://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual Wetzel 1992, Límite de detección CIMA	CIMA
Alcalinidad	159,9608	mg/l CaCO ₃	3389	mg/l CaCO ₃	(CRUZ, 2015)	CIMA
pH	9	AD	11	AD	(CRUZ, 2015)	CIMA
Patógenos	6	CFU/100 ml	6,00E+00	CFU/100 ml	(CRUZ, 2015)	CIMA
Arsénico	0,5	mg/l	0,5	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Bario	1,0	mg/l	1,0	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA
Cadmio	0,01	mg/l	0,01	mg/l	(Helios Consorcio Vial, 2008)	CIMA

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

La Tabla 7.30 presenta los escenarios de modelación estimados con base en el análisis de caudales presentados en el modelo de vertimiento sección 9.

Tabla 7.30 Escenarios de modelación

Escenario	Caudal de cuerpo de agua		Caudal vertimiento	
E1	Medido en campo (m³/s)	0.54	Sin vertimiento (m³/s)	0
E2	Máximo medio multianual (m³/s)	7.93	Máximo vertimiento tratado (m³/s)	0.0006
E3	Medio multianual (m³/s)	2.23	Medio, vertimiento tratado (m³/s)	0.0004
E4	Ambiental (m³/s)	0.59	Máximo, vertimiento sin tratamiento (m³/s)	0.0006

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)Modelo hidráulico

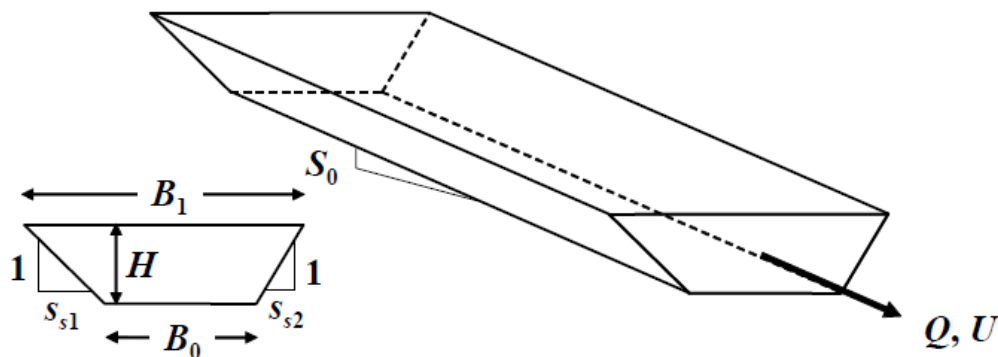
Se implementó el modelo Hidráulico de Manning, dadas las características de la corriente y la información colectada por Corporación Integral del Medio Ambiente CIMA durante la campaña del 29 de diciembre de 2017.

De acuerdo con el modelo hidráulico de Manning, cada elemento en un segmento particular puede ser idealizado como un canal trapezoidal (Figura 7.22). Bajo condiciones de flujo constante, la ecuación de Manning puede usarse para expresar la relación entre Flujo y profundidad como:

$$Q = \frac{S_0^{1/2}}{n} \frac{A_c^{5/3}}{P^{2/3}}$$

Donde Q = caudal [m³/s], S₀ = pendiente del canal [m/m], n = Coeficiente de rugosidad de Manning, A_c = área de sección transversal [m²], y P = perímetro húmedo[m]. (Steve Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, diciembre 2008).

Figura 7.22 Esquematzación del modelo hidráulico de Manning



Fuente: Chapra, Greg Pelletier and Hua Tao, (diciembre 2008).

7.3.9.2 Constantes cinéticas

La información relacionada con las constantes de velocidad de reacción específicas de los parámetros involucrados en el análisis o en la modelación son determinados en función de las características físicas e hidráulicas de la corriente principal. Las cinéticas de reacción incluyen entre otros:

Las tasas de aireación, velocidad de sedimentación de sólidos inorgánicos en suspensión, tasas de DBO carbonácea lenta (CBOD), hidrólisis o tasas de oxidación de DBO carbonácea rápida, hidrólisis del nitrógeno orgánico, nitrificación de amonio, las tasas de nitratos, desnitrificación, las tasas de hidrólisis de fósforo orgánico, tasa máxima de crecimiento, respiración o muerte del fitoplancton, tasas de biomasa inicial, la tasa de crecimiento máxima de primer orden, respiración, excreción y muerte, la velocidad de absorción máxima de nitrógeno, la velocidad de absorción máxima de fósforo, absorción de nitrógeno en la columna de agua y absorción de fósforo en la columna de agua, entre otros. Para los fines de la simulación final, se utilizan las constantes cinéticas internas establecidas por QAL2KW.

7.3.9.3 Calibración

Q2K tiene la capacidad para calibrar automáticamente los parámetros de tipo seleccionado. Los resultados de la calibración están limitados por los escasos de datos, así como la incertidumbre asociada a muestreos puntuales de monitoreo y análisis de laboratorio. El ejercicio de calibración se realiza únicamente para el escenario E1, dado que los demás escenarios se utilizan para realizar proyecciones del efecto del futuro vertimiento sobre el río.

7.3.9.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de cada fase seguida para la simulación de los vertimientos de la UF2 Pamplona.

7.3.9.4.1 Determinación de caudal ambiental

Para el caso se aplicó el método el Estudio Nacional de Agua (2000) teniendo en cuenta que se cuentan con registros de caudales medios para la generación de las curvas de duración de caudales.

La oferta de agua disponible o susceptible de ser aprovechada por la autoridad ambiental para el otorgamiento de licencias o concesiones se obtiene de la diferencia entre el caudal medio y el caudal ecológico, valorada a través de la serie mensual multianual.

Tabla 7.31 Resumen de oferta de agua superficial en las corrientes objeto de aprovechamiento hídrico

Aprovechamiento	Vereda	Municipio	Coordenada centroide de polígono		Oferta de agua (m³/s)		
					Caudal medio	Caudal ecológico	Caudal disponible
			Este	Norte		Método ENA	
Vertimiento	Alcaparral	Pamplona	1159722	1307873	6,96	0,59	6,37

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

7.3.9.4.2 Prueba de trazadores

Esta prueba permite observar de modo gráfico el comportamiento de la dispersión longitudinal de un vertimiento puntual instantáneo conservativo sobre el río Pamplonita, a través de los valores de conductividad y su equivalencia en TDS⁵, estos últimos fueron obtenidos por el producto entre la conductividad y una constante equivalente a 0,64.

Las pruebas de trazadores se realizaron con base en los procedimientos formulados por la United States Geological Survey USGS (HUBBARD, 1982) con el objetivo de determinar tiempos de viaje en el río Pamplonita. Como trazador se utilizó Cloruro de Sodio (IDEAM, 2007) a una concentración aproximada de 0,313 Kg/L.

El análisis de los datos obtenidos durante la prueba de trazadores permite determinar variables del comportamiento hidráulico del río Pamplonita, así como diferentes variables que determinan el comportamiento de la dispersión de contaminantes y sus coeficientes de dispersión advectiva. La Tabla 7.32 presenta el resumen de resultados obtenido durante el análisis de la prueba de trazadores sobre el río Pamplonita.

Tabla 7.32 Resumen de resultados obtenidos durante el ensayo de trazadores del río Pamplonita.

Estación	Distancia (Km)	Arribo	Máximo	Centroide	Descole	Q	Cp	Concentración máxima producida por 1Kg de trazador	Cup Concentración máxima producida por 1Kg de trazador en un m³/s del río	Tiempo de paso de la nube del trazador
No	Desde el punto de inyección	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	Tiempo de viaje (s)	(m³/s)	(mg/L)	(mg/L)*Kg	[(mg/L) (m³/s)]/Kg	(s)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	--	--	--	--	--
1	0,155	360,00	570,00	617,41	1020,00	0,4985	172,76	7,54	3,759094355	660
3	0,445	900,00	1230,00	1230,50	1710,00	0,4985	138,15	21,55	3,195512335	810

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

La Tabla 7.33 presenta el resumen de las principales características hidráulicas de dispersión obtenidas durante el ensayo de trazadores.

⁵ TDS: Sólidos totales disueltos

Tabla 7.33. Características hidráulicas del río Pamplonita determinadas mediante prueba de trazadores.

Variable	Símbolo	Valor
Tiempo de arribo	t_a (s)	540
Tiempo medio de viaje	\bar{t} (s)	613,10
Tiempo de residencia	T_r (s)	73,10
Fracción dispersiva	DF	0,12
Coeficiente de difusión	D (m ² /s)	15,878
Longitud de mezcla	L_m (m)	152

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

7.3.9.4.3 Longitud de influencia del vertimiento

Los cálculos requeridos para hallar la longitud de influencia del vertimiento, se basan principalmente en la guía que entrega la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) sobre el tema; sin embargo, también se utilizaron otras referencias como (BOWIE, 1985), EPA-600-3-78-105 (ZISON, 1978) y (ALLISON D, 2005). Para dar inicio, fue necesario conocer el caudal ambiental (Q_{amb}), el caudal de vertimiento (Q_v), el caudal total (Q), las velocidades medias (V) máxima (V_{max}), y la longitud del cuerpo de agua (L).

Así mismo, entre los datos más importantes requeridos para el desarrollo de este cálculo están las concentraciones de los contaminantes en el vertimiento (C_v), en el cuerpo de agua (C_o) y las esperadas (C_{esp}); cabe resaltar que los contaminantes seleccionados son los que componen el Grupo 1 presentado por la ANLA, es decir, Temperatura del agua, Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK), Fósforo Total, Coliformes Fecales y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Adicionalmente se analiza la longitud de influencia para Arsénico, Cadmio, Bario, metales pesados para los cuales se proyectan concentraciones a nivel de trazas en los vertimientos de ARnD. (ALLISON D, 2005).

Se establecen como concentraciones de estiaje valores determinados en la Resolución 0118 de 2017 de CORPONOR. Los determinantes de calidad del agua no establecidos por los objetivos de calidad del agua se determinan tomando como referencia diferentes criterios técnicos adoptados de normas nacionales e internacionales. La Tabla 7.34 presenta los criterios de calidad del agua adoptados para el análisis de la longitud de influencia.

Tabla 7.34 Criterios de calidad del agua utilizados para establecer la concentración esperada C_{esp} aguas abajo del vertimiento

Determinante	Unidades	Valor	Fuente
DBO5	mg/L	15	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR.
NTK	mg/L	1- 3	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Fósforo total	mg/L	0,5	Hipereutrofia

Determinante	Unidades	Valor	Fuente
Coliformes fecales	NMP/100mL	2000	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR Directiva
SST	mg/L	10	Resolución 0118 de 2017, CORPONOR
Oxígeno disuelto	mg/L	70% de OS o 5-8	Decreto 1594/84 Min agricultura, art 41 /Goyenola 2007
Arsénico	mg/L	0,1	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Bario	mg/L	1	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial
Cadmio	mg/L	0,005	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea 4 límites de nitrógeno orgánico permisibles para agua superficial

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

- Tasas de reacción

Teniendo en cuenta los procesos de degradación y transformación considerados para los contaminantes a evaluar, fue necesario calcular la tasa de reacción de cada uno de ellos. Los resultados presentados en la Tabla 7.35, permitieron calcular los tiempos de viaje para cada contaminante estudiado.

Tabla 7.35 Resultados de tasas de reacción Río Pamplonita

Parámetro	Tasas de Reacción (d ⁻¹)	Valor de la tasa de reacción
DBO	kr	136,95
NTK	kn	6,70
Fósforo total	kp	0,80
Coliformes fecales	k'b	9,76
SST	ks	10,45
Arsénico	k _{As}	60,2
Bario	k _{Ba}	60,2
Cadmio	k _{Cd}	108,8
Oxígeno disuelto	ka	34,89
	kd	0,58
	kn	0,16

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

A partir de lo anterior, se calcularon las longitudes de influencia del vertimiento en el río pamplonita, arrojando como longitud final de influencia 18 km m, valor referente al parámetro Fosforo.

Tabla 7.36 Resultados de longitud de influencia del vertimiento de la UF2 sobre el río Pamplonita.

Cálculo Longitud de Influencia				
Parámetro	V (m/s)	t (d)	t (s)	L (m)
DBO	0,300	0,00579202	500,4305674	150,13
NTK		0,232073222	20051,12638	6015,34
Fósforo total		0,982128783	84855,92681	25456,78
Coliformes fecales		69,61240584	6014511,865	1804353,56
SST		0,200224845	17299,42659	5189,83
⁶ As		-2,13E-02	-1839,452372	-551,84
Ba		-1,64E-02	-1419,193661	-425,76
Cd		-5,96E-02	-5150,787558	-1545,24
Oxígeno disuelto		0,023565236	2036,036392	610,81
Longitud de influencia seleccionada (m)				5189

Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Se ha de tener en cuenta que el modelo ADZ quasar predice tales longitudes de influencia, dada la presencia de altos los niveles de constituyentes provenientes de los vertimientos de la ciudad de Pamplona; sin embargo, las características del vertimientos de la UF2 aporta solidos suspendidos, solidos disueltos trazas de metales y probablemente alguna carga de DBO, Por tal razón; si bien se en la modelación se incluirán variables relacionadas con nutrientes y carga orgánica, en condiciones normales los vertimientos de la UF 2 no tendrían influencia directa sobre estos parámetros. **De esta forma, la longitud de influencia del vertimiento es de 5189 m**, valor calculado para los sólidos suspendidos totales.

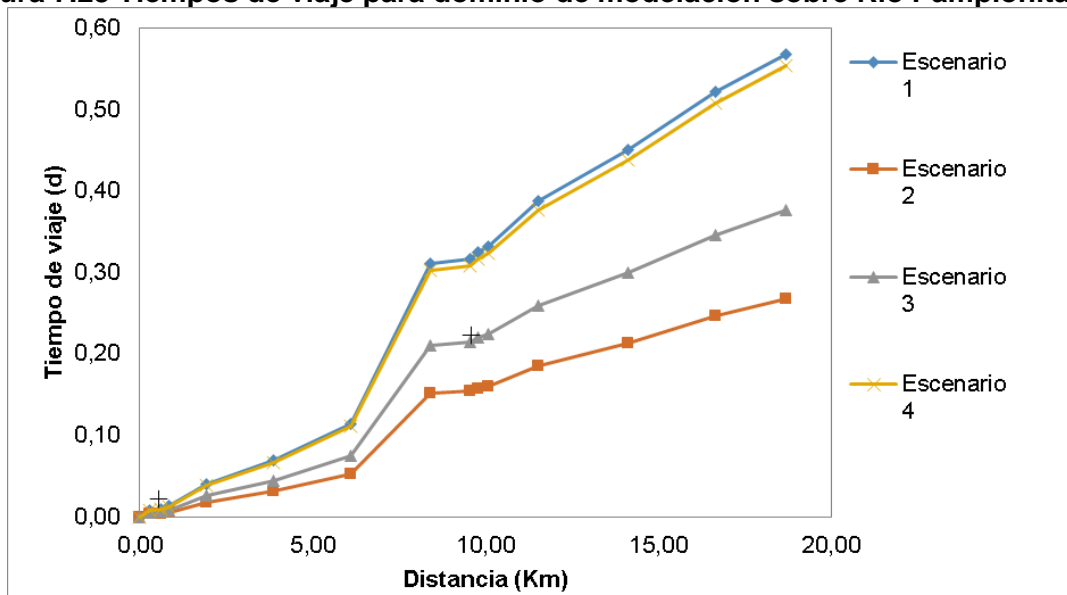
7.3.9.4.4 Modelación con QAL2Kw

- Modelo hidráulico

En la Figura 7.23, Figura 7.24 y Figura 7.25 se presentan los tiempos de viaje, velocidades y profundidades predichos por la simulación en función del tiempo para cada uno de los escenarios planteados anteriormente. Dependiendo de la temporada climática y el caudal, el tiempo de viaje viajaría entre 0,2 y 0,57 días. La velocidad del flujo descenderá en la medida que el caudal aumente y en consecuencia, el cauce del rio se haga más ancho. En ninguno de los escenarios planteados el incremento del caudal a causa del vertimiento incrementaría en más de 1%. La simulación se ha realizado a caudal constante; es decir, no se considera el incremento del caudal en función de la distancia y el tiempo de viaje a causa del aporte de múltiples escorrentías que pueden aparecer a medida que se desarrolla la cuenca.

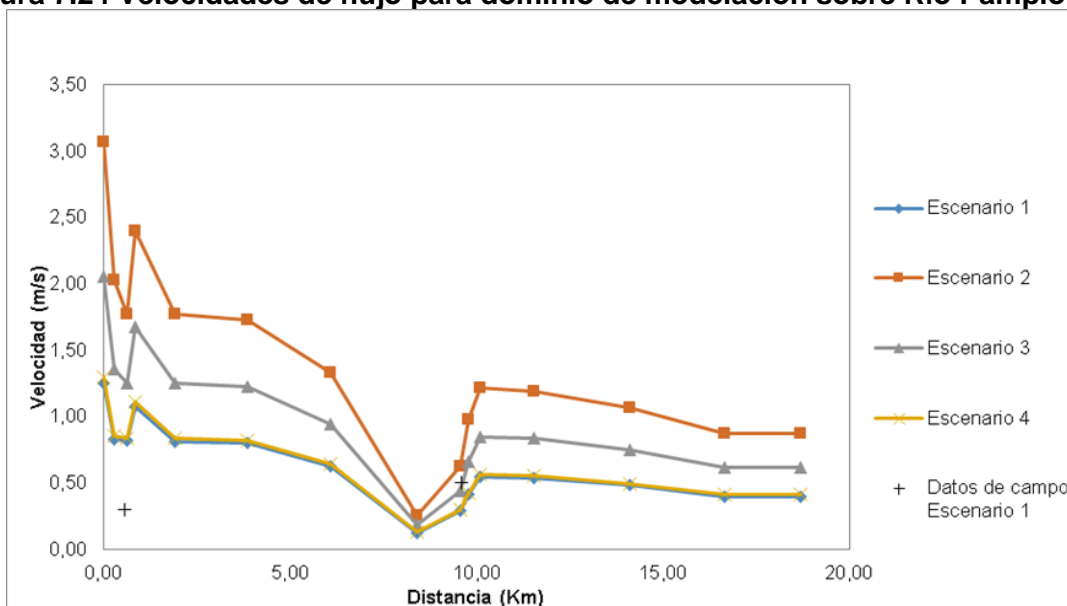
⁶ Los valores de tiempo y longitud negativa corresponden a un resultado matemático que indica que cuando se da la mezcla entre el agua superficial y el agua del vertimiento, la concentración resultante es inferior a la concentración esperada definida por los objetivos de calidad. En este caso se asumirá la longitud de influencia como 0 metros en mezcla perfecta; o bien 154 metros de acuerdo a los cálculos de longitud de mezcla realizados según las fórmulas de Yotsukura.

Figura 7.23 Tiempos de viaje para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



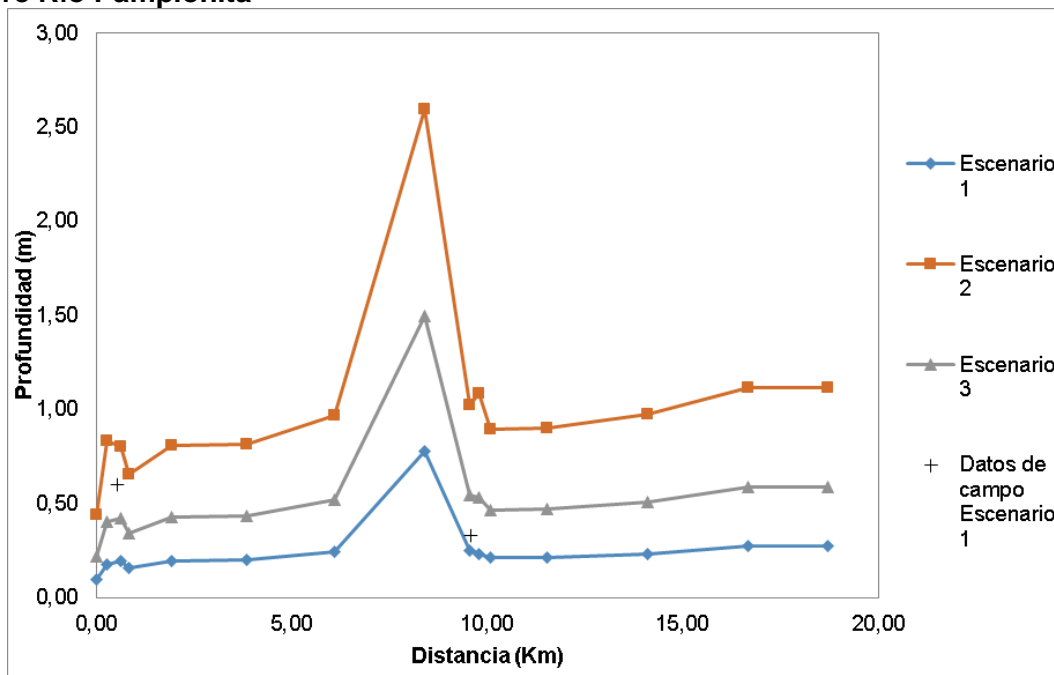
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.24 Velocidades de flujo para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

Figura 7.25 Profundidad en función de la distancia para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

- Parámetros fisicoquímicos

- Temperatura

En esencia la temperatura del vertimiento es similar a la de la corriente principal y no se observa ningún tipo de alteración por contaminación térmica del vertimiento sobre el cuerpo de agua receptor. En ninguno de los escenarios se considera la temperatura como un factor importante dado que en cualquier de ellos la temperatura del vertimiento estará influenciada principalmente por la temperatura ambiente.

- Conductividad

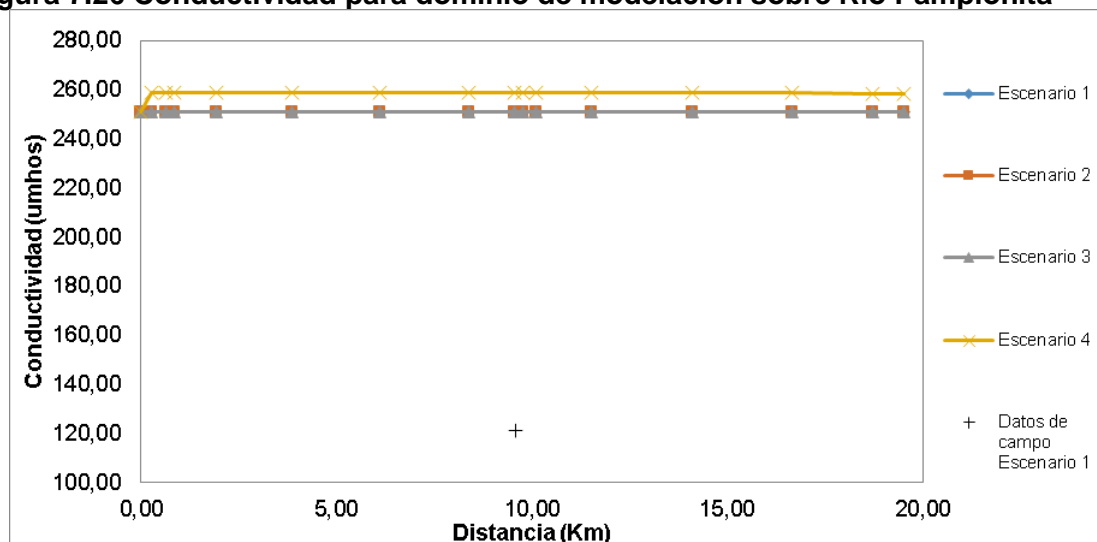
El modelo no predice variación de conductividad del agua del río a causa del vertimiento tratado en ninguno de los escenarios contruidos con este supuesto, dadas las características de salinidad del vertimiento y la baja carga que este aporta en relación con el caudal del río.

En las condiciones más críticas de emergencia operativa en la que se verterían las ARnD crudas con bajos niveles de caudal se observa un incremento en la conductividad de 7 $\mu\text{s/cm}$ (2,8%).

Los datos observados durante la campaña de monitoreo y los proyectados por la modelación, indican niveles de mineralización media como condición típica del río aún bajo influencia del vertimiento en las condiciones más críticas (Figura 7.26). Este efecto tenderá

a atenuarse en la medida que aumente el caudal por procesos normales de precipitación y escorrentía.

Figura 7.26 Conductividad para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



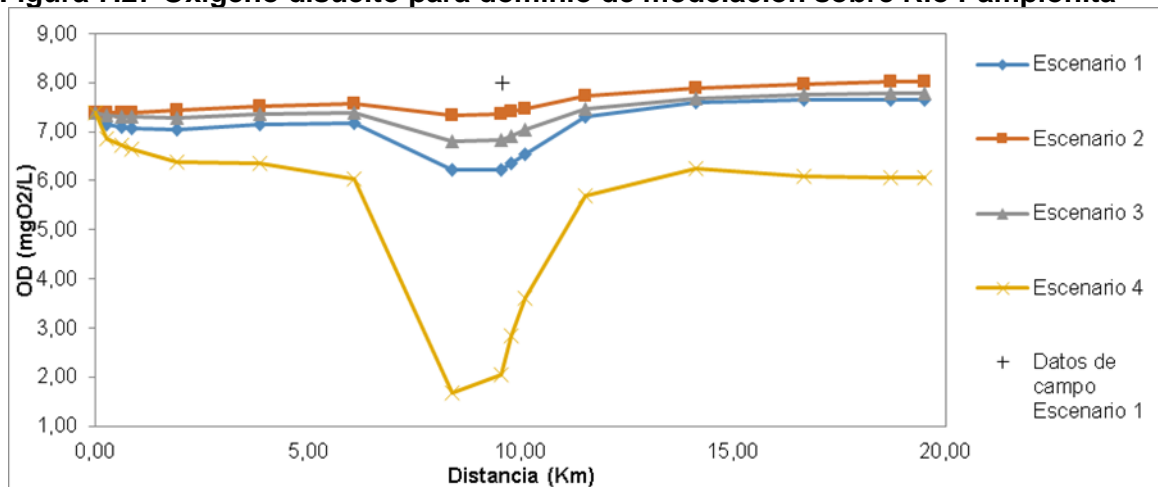
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

– Oxígeno disuelto

En general la concentración de oxígeno disuelto en el dominio de la modelación muestra valores incrementales que varían de 6,8 a 7,78 mg/L. Figura 7.27). El porcentaje de saturación de oxígeno de la corriente dentro del dominio de modelación se encuentra por encima del 85%, aun después de recibir el vertimiento en cualquiera de los escenarios normales, razón por la cual se considera una corriente de agua que en términos de oxígeno, tenderá a ser de buena calidad. Lo anterior dadas las características muy favorables de reaeración de la corriente por efectos de las pendientes y múltiples resaltos existentes

En cualquiera de los escenarios, con excepción del 4, la vida acuática; podría desarrollarse en forma normal dado que especies sensibles requieren valores de oxígeno por encima de 4,0 mg/L (Packard, et al. 1969).

Figura 7.27 Oxígeno disuelto para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

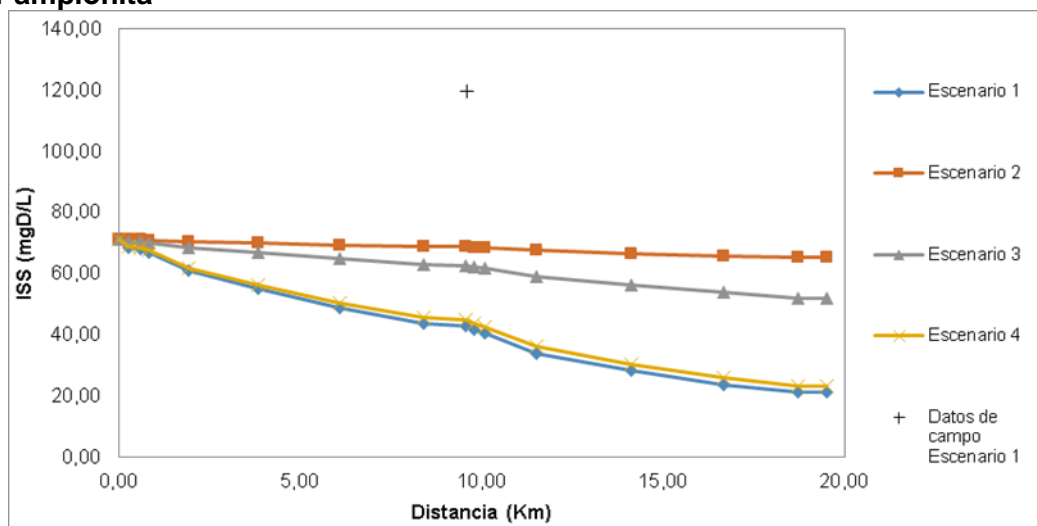


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

- Sólidos suspendidos inorgánicos

El modelo predice el descenso de la concentración de sólidos suspendidos inorgánicos aguas abajo del vertimiento. Estos dependerán directamente del caudal (Figura 7.28). El modelo no predice suspensión de sólidos por procesos erosivos. En la medida que incrementa el caudal y la velocidad se reducen las posibilidades de disminución por sedimentación.

Figura 7.28 Sólidos suspendidos inorgánicos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



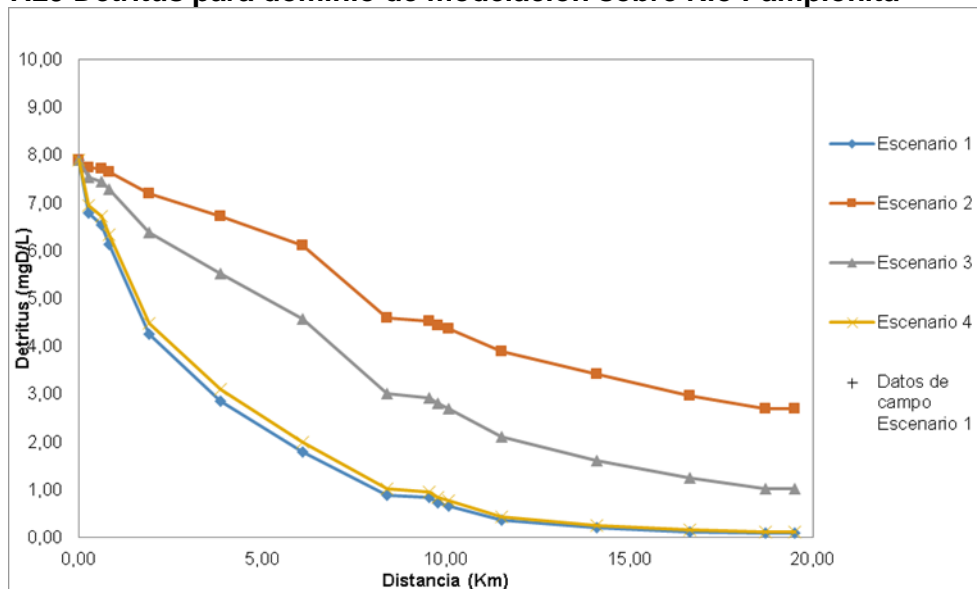
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

- Detritus

La concentración de detritus disminuye rápidamente hasta alcanzar concentración de 2,7 mg/L a 0,1 mg/L; dicho descenso está asociado con procesos de descomposición de

materia orgánica sedimentación y diagénesis (Figura 7.29). Dada la relación de caudales no se observan efectos sobre el río una vez se realiza el vertimiento en ninguno de los seminarios simulados.

Figura 7.29 Detritus para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



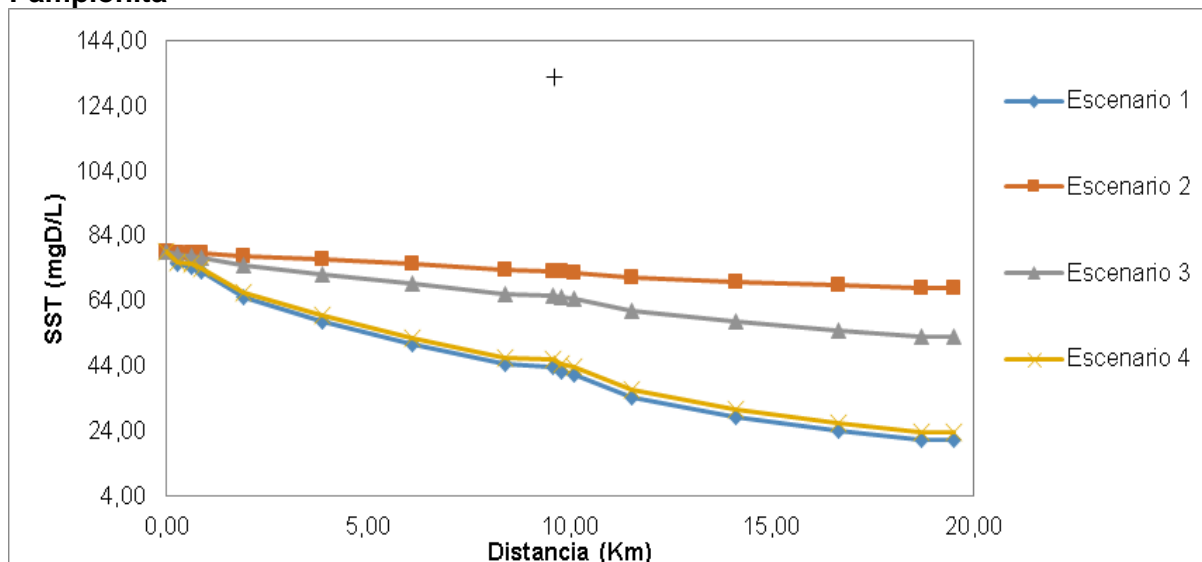
Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

– Sólidos suspendidos totales

La concentración de sólidos suspendidos totales disminuye alcanzando su valor mínimo en el escenario 1 (23 mg/l) por efecto conjunto de procesos de descomposición, hidrólisis, sedimentación y dilución durante el tramo de río modelado Figura 7.30.

Los Datos conjuntos de sólidos inorgánicos y detritus permiten observar que la carga de solidos del río está compuesta principalmente por material inorgánico. No se observa influencia del vertimiento de la UF2 sobre esta serie de parámetros, ni siquiera en escenario de emergencia.

Figura 7.30 Sólidos suspendidos totales para dominio de modelación sobre río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

En general los vertimientos de la UF2 no representan graves impactos en términos de DBO dada la relación de caudales existente y considerando las características de reaeración del cuerpo de agua mencionadas al inicio de esta sección.

- Nitrógeno

En todos los escenarios las concentraciones de nitrógeno en el río son elevadas en razón a los vertimientos municipales de la ciudad de Pamplona y el aporte de múltiples vertimientos de viviendas unifamiliares. No se observan efectos sobre la calidad del agua por parte de los vertimientos de la UF2 Pamplona, dado que no se proyectan aportes de muy bajos de nitrógeno orgánico o amoniacal dada la naturaleza de los mismos.

- Fósforo

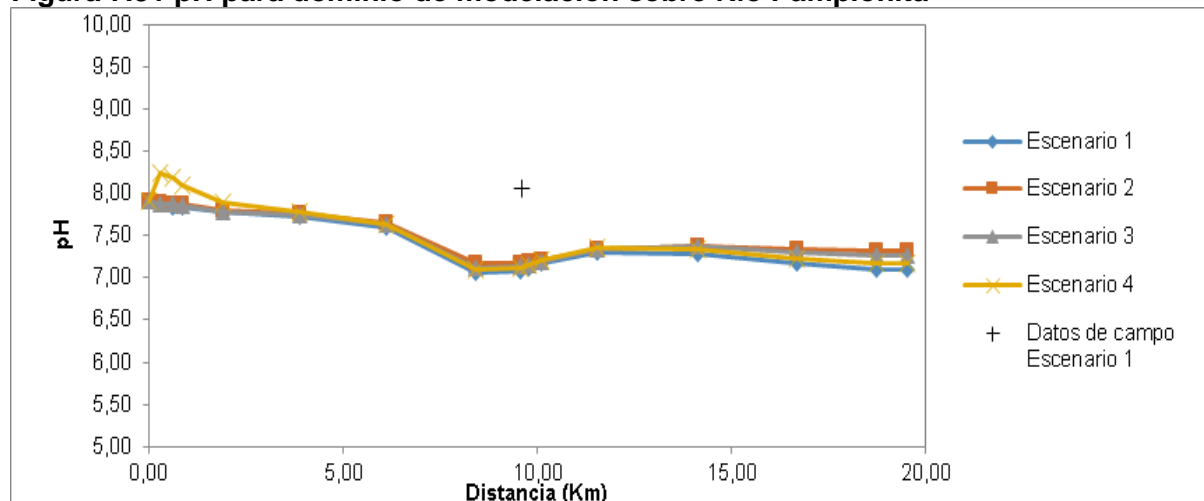
En general la concentración de fosforo en función de la distancia y el tiempo muestra como la calidad del agua evoluciona de una condición de hipertrofia hacia la oligotrofia. En todos los escenarios las concentraciones de fosforo en el río son altas e implican alta productividad de algas y flora acuática. No se esperan efectos importantes del vertimiento de la UF2 dada la baja carga contaminante de fósforo que estos aportarían. Nuevamente se observa que los fenómenos de contaminación del río están relacionado por la presencia de carga apreciable de fosforo aportada por vertimientos municipales y de viviendas unifamiliares presentes en la zona.

- pH

La variación de pH está relacionada con los procesos de degradación de la materia

orgánica, si bien la modelación proyecta cambios de esta variable en función de la distancia y el tiempo, no se observan variaciones que representen condiciones adversas para el medio ambiente. Los vertimientos de la UF2 no representan un impacto importante sobre el río en ninguno de los escenarios, dada la relación de caudales proyectada.

Figura 7.31 pH para dominio de modelación sobre Río Pamplonita

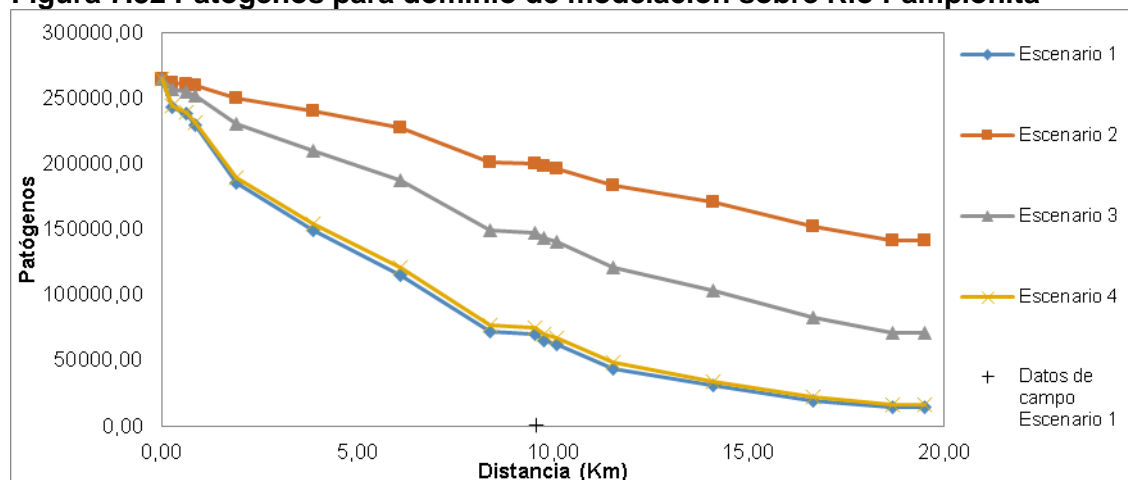


Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

– Patógenos

La modelación predice descenso de la concentración de patógenos en función del tiempo de viaje y la distancia (Figura 7.32). El vertimiento de la UF2 no aporta patógenos, dadas las características del proceso y de los vertimientos.

Figura 7.32 Patógenos para dominio de modelación sobre Río Pamplonita



Fuente: (Corporación integral del medio ambiente - CIMA, 2018)

– Arsénico, bario y cadmio

En principio las concentraciones de Bario y arsénico esperadas en los vertimientos de la

UF2 pueden ser 10 veces mayores que la concentración detectada en el río aguas arriba en el caso del Bario y 100 veces mayor en el caso del Arsénico. En el caso particular del cadmio los valores de dicho constituyente tienen un orden de magnitud similar al que puede existir en el río antes de ser influenciado por el vertimiento.

Lo anterior implicará que, a pesar de las diferencias de caudales del vertimiento y el cuerpo receptor, en el peor de los casos los vertimientos de la UF2 representarían un cambio en la concentración de Bario y arsénico en las aguas del río Pamplonita; especialmente de este último.

No obstante, una vez se da la mezcla completa después del vertimiento, las concentraciones resultantes en todos los escenarios serían menores que el objetivo de calidad planteado en el presente estudio para estos constituyentes Tabla 7.34.

En este sentido, se observa que, bajo los criterios adoptados, el vertimiento no representaría riesgo en términos de aparición de contaminantes tóxicos disueltos o como material particulado aguas abajo por aparición de estos metales

7.4 OCUPACIONES DE CAUCE

Para el cruce de todos los drenajes que serán interceptados por la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 Sector Pamplona-Pamplonita y por la conformación de vías industriales⁷, se han planteado obras hidráulicas que permitan su normal transcurso sin ser alterada por la configuración final del proyecto, por tal motivo se solicita permiso de ocupación permanente de cauce de las obras mayores (Tabla 7.37) y menores a construir (Tabla 7.38). Todas las secciones han sido determinadas desde el punto de vista hidrológico e hidráulico, para garantizar su correcto funcionamiento y ubicación a lo largo del trazado.

Respecto a las tres (3) obras mayores o puentes proyectados durante la construcción, se solicita permiso de ocupación permanente para las cimentaciones que se encuentran a una distancia menor o igual a 30 metros del cauce, referenciadas en la Tabla 7.37.

⁷ Las vías industriales permitirán la movilización de personal, maquinarias, insumos, entre otros elementos, desde la vía existente a los diferentes frentes de obra y ZODMEs

Tabla 7.37 Listado de obras mayores – UF2

Vereda	Municipio	Tipo de obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Estructura	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
						Este	Norte
El Naranjo	Pamplona	Puente 1	P1-AP-1	Quebrada La Palma	Apoyo 1	1160902,25	1309971,39
						1160910,76	1309966,96
						1160907,99	1309961,64
						1160899,48	1309966,07
						1160902,25	1309971,39
El Naranjo	Pamplona	Puente 2	P2-AP-2	Río Pamplonita	Apoyo 2	1160612,42	1309470,86
						1160623,14	1309478,22
						1160628,80	1309469,98
						1160618,09	1309462,62
						1160612,42	1309470,86
			P2-AP-3	Río Pamplonita	Apoyo3	1160635,65	1309437,07
						1160646,36	1309444,43
						1160652,03	1309436,19
						1160641,31	1309428,83
						1160635,65	1309437,07
Alcaparral	Pamplona	Puente 3	P3-AP-1	Río Pamplonita	Apoyo 1	1159648,52	1307840,54
						1159660,73	1307845,01
						1159665,20	1307832,80
						1159652,99	1307828,34
						1159648,52	1307840,54

Fuente: (Sacyr-Unión Vial Río Pamplonita, 2018)

Tabla 7.38 Listado de obras menores – UF2

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
Chíchira	Pamplona	UF-2-OH-K55+750	OC15-UF2	Quebrada Los Cerezos	Box culvert	3m x 3m	1159997,22	1307832,28
							1159996,94	1307832,42
							1159986,78	1307832,03
							1159986,52	1307832,17
							1159988,40	1307835,60
							1159983,31	1307900,90
							1159990,29	1307901,45
							1159995,58	1307836,14
							1159997,22	1307832,28

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
Chíchira	Pamplona	UF-2-OH-K55+135	OC14-UF2	Quebrada Zipachá	Box culvert	3m x 3m	1160209,84	1308388,72
							1160209,74	1308388,43
							1160204,82	1308384,50
							1160204,53	1308384,47
							1160204,26	1308387,37
							1160180,85	1308416,65
							1160180,38	1308417,23
							1160178,15	1308419,19
							1160178,35	1308419,42
							1160176,70	1308427,12
							1160176,94	1308427,31
							1160183,43	1308419,19
							1160190,73	1308410,06
							1160207,07	1308389,62
							1160209,84	1308388,72
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K54+420	OC13-UF2	NN-14	Box culvert	2m x 2m	1160405,18	1309014,30
							1160401,33	1309012,63
							1160401,03	1309012,68
							1160401,39	1309014,74
							1160389,29	1309042,67
							1160392,18	1309042,04
							1160403,59	1309015,70
							1160405,35	1309014,77
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K54+090	OC12-UF2	NN-31	Box culvert	1,5m x 1,5m	1160405,18	1309014,30
							1160668,13	1309206,36
							1160666,22	1309204,59
							1160664,86	1309206,06
							1160665,13	1309206,30
							1160648,70	1309224,49
							1160648,85	1309224,62
							1160648,06	1309225,50
							1160649,18	1309226,51
							1160649,97	1309225,64
							1160650,12	1309225,77
							1160666,52	1309207,59
							1160666,77	1309207,83
							1160668,13	1309206,36

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K53+345	OC11-UF2	Quebrada San Antonio	Box culvert	4m x 3,m	1160762,83	1309844,40
							1160762,77	1309844,20
							1160744,51	1309849,62
							1160744,45	1309849,49
							1160700,39	1309870,11
							1160700,02	1309870,28
							1160700,06	1309870,36
							1160696,70	1309870,96
							1160696,75	1309871,25
							1160700,84	1309875,97
							1160701,10	1309876,12
							1160702,04	1309874,59
							1160746,48	1309853,83
							1160746,40	1309853,66
							1160759,72	1309849,70
							1160759,67	1309849,51
							1160762,83	1309844,40
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K51+750	OC9-UF2	NN-37	Box culvert	2m x 2m	1161216,52	1311267,13
							1161208,77	1311259,36
							1161185,58	1311260,60
							1161185,47	1311260,31
							1161183,02	1311261,18
							1161184,44	1311265,17
							1161186,89	1311264,29
							1161186,84	1311264,14
							1161207,63	1311263,03
							1161212,99	1311268,40
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K51+430	OC8-UF2	NN-23	Alcantarilla	Ø: 1,2m	1161213,13	1311268,26
							1161216,52	1311267,13
							1161289,78	1311556,08
							1161285,00	1311558,24
							1161285,13	1311558,65
							1161273,43	1311560,74
							1161273,32	1311560,30
							1161271,38	1311560,80
							1161271,95	1311563,04
							1161273,89	1311562,66

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K51+115	OC7-UF2	NN-38	Box couvert	1,5m x 1,5m	1161273,79	1311562,14
							1161285,37	1311560,07
							1161285,44	1311560,45
							1161285,65	1311560,41
							1161290,08	1311559,62
							1161289,86	1311556,26
							1161289,78	1311556,08
							11611,48	1311838,21
							1161149,46	1311834,92
							1161149,40	1311835,01
							1161138,98	1311828,24
							1161139,14	1311827,91
La Hojancha	Pamplona	UF-2-OH-K50+780	OC6-UF2	Quebrada Hojancha	Box culvert	5m x 5m	1161137,34	1311827,04
							1161136,21	1311829,38
							1161138,01	1311830,25
							1161138,15	1311829,96
							1161148,37	1311836,60
							1161148,31	1311836,68
							1161151,65	1311838,87
							1161151,82	1311838,62
							11611,31	1311838,47
							11611,48	1311838,21
							1161136,05	1312141,25
							1161112,04	1312144,97
Pamplonita	Pamplonita	UF-2-OH-K50+530	OC5-UF2	Canal 1-4	Alcantarilla	Ø 0,9 m	1161085,99	1312158,94
							1161084,17	1312159,37
							1161084,28	1312159,83
							1161087,16	1312166,42
							1161087,42	1312166,57
							1161088,82	1312164,23
							1161089,18	1312164,04
							1161114,87	1312150,26
							1161132,36	1312147,59
							1161132,29	1312147,09
							1161136,13	1312141,75
							1161136,05	1312141,25
							1161149,35	1312405,29

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
La Hojancha							1161149,56	1312404,20
							1161141,63	1312402,16
							1161141,85	1312401,35
							1161139,92	1312400,82
							1161139,83	1312401,17
							1161127,92	1312397,94
							1161128,00	1312397,59
							1161126,05	1312397,14
							1161125,47	1312399,68
							1161127,42	1312400,13
							1161127,49	1312399,80
							1161139,33	1312403,00
							1161139,24	1312403,34
							1161141,17	1312403,86
							1161141,35	1312403,19
La Hojancha	Pamplonita	UF-2-OH-K49+925	OC2-UF2	NN-7	Box culvert	1,5m x 1,5	1160961,14	1312976,01
							1160961,96	1312975,23
							1160951,35	1312968,40
							1160951,57	1312967,33
							1160949,61	1312966,93
							1160949,56	1312967,18
							1160938,13	1312960,52
							1160938,22	1312960,11
							1160936,26	1312959,67
							1160935,68	1312962,28
							1160937,63	1312962,72
							1160937,69	1312962,46
							1160949,16	1312969,14
							1160949,07	1312969,56
							1160951,03	1312969,96
La Hojancha	Pamplonita	UF-2-OH-K50+315	OC4-UF2	NN-21	Box culvert	1m x 1m	1160951,12	1312969,66
							1160961,14	1312976,01
							1161050,09	1312598,74
							1161050,35	1312598,59
							1161051,73	1312595,71
							1161051,69	1312595,41

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
							1161049,71	1312595,68
							1161049,72	1312595,74
							1161036,03	1312589,31
							1161036,13	1312588,54
							1161034,14	1312588,28
							1161034,12	1312588,49
							1161019,75	1312581,12
							1161019,97	1312580,70
							1161018,19	1312579,77
							1161016,99	1312582,08
							1161018,76	1312583,00
							1161019,10	1312582,36
							1161033,92	1312589,96
							1161033,81	1312590,86
							1161035,79	1312591,12
							1161035,88	1312590,49
							1161045,31	1312595,01
							1161045,29	1312595,16
							1161049,11	1312597,00
							1161050,09	1312598,74
El Naranjo	Pamplona	UF-2-OH-K52+265	OC10-UF2	NN-36	Box culvert	2m x 2m	1161234,43	13107,97
							1161234,59	13107,81
							1161232,84	1310753,59
							1161232,90	1310751,74
							1161234,36	1310750,90
							1161234,26	1310750,72
							1161232,71	1310751,63
							1161232,70	1310751,86
							1161220,23	1310750,32
							1161220,27	1310748,72
							1161218,91	1310748,69
							1161209,54	1310747,92
							1161209,37	1310747,67
							1161207,61	1310748,82
							1161193,14	1310748,81
							1161193,02	1310748,41
							1161191,10	1310748,99

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
							1161192,03	1310752,05
							1161193,94	1310751,47
							1161193,86	1310751,21
							1161207,62	1310751,21
							1161210,21	1310752,92
							1161210,37	1310752,67
							1161218,69	1310752,21
							1161220,19	1310752,31
							1161220,21	1310751,44
							1161232,66	1310752,98
							1161232,64	1310753,66
							1161234,43	13107,97
La Hojancha	Pamplonita	UF-2-OH-K49+305	OC1-UF2	NN-4	Box culvert	1,5m x 1,5m	1160497,76	1313644,10
							1160499,06	1313642,72
							1160499,24	1313642,49
							1160496,42	1313640,28
							1160496,36	1313640,36
							1160486,77	1313632,67
							1160486,98	1313632,51
							1160485,75	1313630,93
							1160485,24	1313631,32
							1160478,80	1313626,16
							1160477,99	1313627,18
							1160484,19	1313632,14
							1160483,69	1313632,52
							1160484,92	1313634,10
							1160485,22	1313633,87
La Hojancha	Pamplonita	UF-2-OH-K50+160	OC3A-UF2	NN-42	Box coulvert	2m x 2m	1160495,17	1313641,84
							1160495,10	1313641,92
							1160497,76	1313644,10
							1161020,01	1312739,35
							1161014,64	1312737,73
							1161011,77	1312736,86
							1161011,08	1312739,16
							1161017,39	1312741,07
							1161019,32	1312741,65
							1161020,01	1312739,35

Vereda	Municipio	Nombre de la obra	ID de la ocupación	Fuente hídrica	Tipo de obra	Dimensiones (HxL o Ø)	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
							Este	Norte
							1160962,73	1312724,57
							1160963,43	1312722,27
							1160962,05	1312721,86
							1160962,10	1312721,47
							1160960,11	1312721,24
							1160959,70	1312724,35
							1160961,74	1312724,58
							1160961,78	1312724,28
							1160962,73	1312724,57
							1159836,03	1307800,03
Chíchira	Pamplona	UF-2-OH-K55+945	OC16A-UF2	NN-43	Alcantarilla	Ø: 0,91m	1159834,90	1307797,25
							1159832,12	1307798,38
							1159833,25	1307801,16
							1159836,03	1307800,03
							1159832,18	1307820,64
							1159835,15	1307820,22
							1159834,73	1307817,25
							1159831,76	1307817,67
							1159832,18	1307820,64

Fuente: Estudio de Hidrología, hidráulica y socavación, Volumen VII. UF 2 – Cúcuta-Pamplona. 2018

Adicionalmente se solicita permiso de ocupación permanente de cauce sobre el río Pamplonita en la localización que se presentan en la Tabla 7.39, correspondiente a la obra de repotenciamiento del puente existente, con el propósito de permitir el paso vehicular hacia el estribo derecho del puente 2 (ver capítulo 3, Descripción del Proyecto, numeral 3.2.3 Diseño del proyecto).

Tabla 7.39 Ubicación Localización puente de acceso a Estructura E21

Id	Nombre	Nomenclatura	Coordenadas Magna Colombia origen Bogotá	
			Este	Norte
1	Puente Acceso Ampliación	PA-A1	1160544,34	1309337,04
2	Puente Acceso Ampliación	PA-A1	1160547,59	1309329,3
3	Puente Acceso Ampliación	PA-A1	1160545,34	1309328,15
4	Puente Acceso Ampliación	PA-A1	1160542,09	1309335,9
1	Puente Acceso Existente	PA-E1	1160547,04	1309338,42
2	Puente Acceso Existente	PA-E1	1160550,29	1309330,68
3	Puente Acceso Existente	PA-E1	1160547,59	1309329,3
4	Puente Acceso Existente	PA-E1	1160544,34	1309337,04

Fuente: (Aecom-Concol, 2018)

En términos generales, el puente de la vía de acceso se encuentra en buen estado, sin embargo y teniendo en cuenta que esta estructura estará sometida a cargas de paso de maquinaria y equipos para la construcción del puente E21, se considera pertinente realizar una ampliación y reforzamiento estructural para que pueda soportar adecuadamente las cargas mencionadas anteriormente.

De igual manera, se solicita ocupación de cauce temporal para el establecimiento de las áreas destinadas al almacenamiento temporal de agua captada, lavado de mixer y tratamiento a través de sedimentación (ver Figura 7.2). Esto, debido a que las dos áreas propuestas están ubicadas dentro de la ronda hídrica. A continuación, en la Tabla 7.40 se presentan las coordenadas de los dos polígonos.

Tabla 7.40 Áreas de lavado, almacenamiento y tratamiento de agua

ID Área de lavado de maquinaria, tratamiento y almacenamiento temporal de agua	Coordenadas	
	Este	Norte
01	1159616,86	1307788,015
	1159625,22	1307782,571
	1159614,32	1307765,827
	1159606,01	1307771,184
	1159616,86	1307788,015
02	1160601,119	1309486,314
	1160604,478	1309476,905
	1160585,659	1309470,275
	1160582,329	1309479,626
	1160601,119	1309486,314

Fuente: (Sacyr, 2018)

7.4.1 Análisis de Frecuencia para Caudales Máximos, Dinámica Fluvial, Estudio de Socavación y Diseños Preliminares de las Obras

En el Anexo 7 C - Ocupaciones de Cauce, *Planos-memorias* se incluye el Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación donde se presenta la siguiente información:

- i. Análisis detallado de las metodologías, dimensiones y capacidad de las estructuras hidráulicas planteadas para el proyecto.
- ii. Análisis de frecuencias para caudales máximos para los diferentes periodos de retorno
- iii. Estudio de dinámica fluvial
- iv. Calculo de socavación asociado al tramo y obra a diseñar

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

El Decreto 1076 de 2015, el cual retoma lo dispuesto en el Decreto 1791 de 1996, define el permiso de aprovechamiento forestal como *“la autorización que otorga la autoridad ambiental para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural.”* Así mismo el aprovechamiento forestal único, es aquel que se realiza por una vez, en áreas donde basados en estudios técnicos, se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social, como es el caso del presente proyecto.

De igual forma de acuerdo con la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 (MADS) en lo correspondiente al aprovechamiento forestal, define que se debe realizar: *“inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de ecosistema vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...”*.

7.5.1 Área de aprovechamiento Forestal

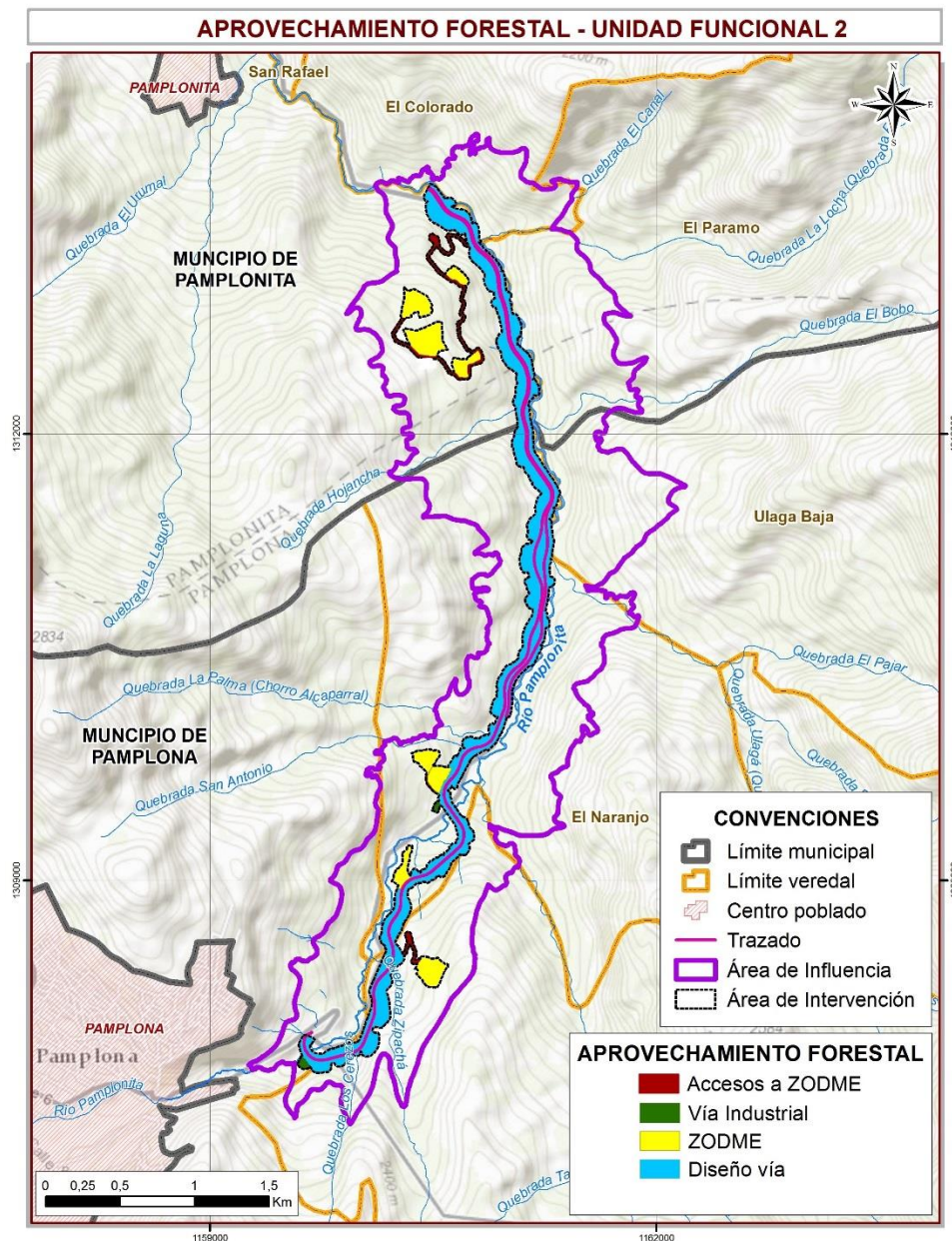
El diseño de la Unidad Funcional 2 Sector Pamplona- Pamplonita comprende 5 tipos de infraestructura que suman un área de 110,69 ha, tal como se puede observar en la Tabla 7.41. En la Figura 7.33 se presenta gráficamente el área de intervención el área de intervención del proyecto.

Tabla 7.41 Infraestructura Proyectada

Tipo de Infraestructura	Área (ha)	Área (%)
Accesos a ZODME	6,50	5,87%
Diseño vía	81,33	73,47%
Peaje	1,03	0,93%
Vía Industrial	3,05	2,75%
ZODME	18,79	16,98%
Total general	110,69	100,00%

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Figura 7.33 Área de intervención del proyecto



Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1 Ecosistemas terrestres intervenidos

Las actividades constructivas serán realizadas en un área de 110,69 ha, en su mayoría sobre ecosistemas artificializados o transformados lo cual corresponde a 100,86 ha equivalentes al 91,11% del total; para las áreas naturales el porcentaje total del área a intervenir es del 8,89% el cual corresponde a 9,83 ha. Teniendo en cuenta el mapa de ecosistemas en la Tabla 7.42, se presenta la relación de ecosistemas intervenidos por el proyecto.

Tabla 7.42 Ecosistemas terrestres intervenidos por el proyecto

Ecosistemas Intervenidos por el Proyecto	Área (ha)	Área (%)
Orobioma Bajo de los Andes	11,8	10,63
Arbustal denso alto	0,25	0,22
Bosque de galería y ripario	1,67	1,51
Construcciones Rurales	0,68	0,62
Mosaico de cultivos	1,09	0,98
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,33	0,30
Mosaico de pastos y cultivos	2,48	2,24
Otros cultivos transitorios	0,76	0,69
Pastos arbolados	3,00	2,71
Pastos enmalezados	0,06	0,05
Red vial	0,73	0,66
Ríos (50 m)	0,54	0,49
Tejido urbano discontinuo	0,18	0,16
Orobioma Medio de los Andes	98,93	89,37
Arbustal denso alto	0,01	0,01
Bosque de galería y ripario	6,31	5,70
Cítricos	0,27	0,24
Construcciones Rurales	0,91	0,82
Maíz	0,13	0,11
Mosaico de cultivos	9,95	8,99
Mosaico de pastos con espacios naturales	7,49	6,76
Mosaico de pastos y cultivos	9,30	8,40
Otros cultivos permanentes arbustivos	1,21	1,10
Otros cultivos transitorios	1,35	1,22
Pastos arbolados	22,64	20,46
Pastos enmalezados	18,97	17,14
Pastos limpios	15,08	13,63
Red vial	2,55	2,30
Ríos (50 m)	0,96	0,87
Tejido urbano discontinuo	0,02	0,01
Vegetación secundaria baja	1,60	1,45
Zonas comerciales	0,17	0,16
Total General	110,69	100,00

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.1 Ecosistemas Intervenidos por Tipo de Infraestructura

Con base en la infraestructura proyectada, a continuación, se relacionan los ecosistemas afectados por tipo de infraestructura especificando cada obra con su respectiva nomenclatura, lo anterior, como respuesta a lo solicitado mediante información adicional en el marco del trámite de licenciamiento ambiental iniciado por el Auto 3379 del 26 de junio de 2018, en su requerimiento número 7.

7.5.1.1.2 Ecosistemas Intervenidos por Accesos a Zodmes

En la Tabla 7.43, se presentan los ecosistemas intervenidos por accesos a Zodmes, el cual corresponde a un área de 6,50 ha equivalente al 5,87% del área a intervenir por el proyecto, de los cuales el 6,27 ha son ecosistemas antrópicos y las restantes 0,22 ha, son áreas

naturales de la cobertura arbustal denso alto y bosque de galería y/o ripario.

Es fundamental tener en cuenta que los accesos a las ZODMES, se llevarán a cabo en su mayoría por vías ya existentes, a las cuales de forma puntual se les realizarán las adecuaciones requeridas por el proyecto; teniendo en cuenta la escala para la identificación de las coberturas de la tierra (1:25.000) para el presente estudio, no es posible delimitar estos accesos como red vial existente, razón por la cual se encuentran inmersas en las coberturas presentadas a continuación.

Tabla 7.43 Ecosistemas intervenidos por Accesos a Zodmes

Accesos a ZODME	Área (ha)	Área Intervención (%)
AZ-V230	4,88	4,41%
Orobioma Medio de los Andes	4,53	4,10%
Arbustal denso alto	0,01	0,01%
Bosque de galería y ripario	0,22	0,19%
Mosaico de cultivos	0,20	0,18%
Mosaico de pastos y cultivos	0,84	0,76%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,81	0,72%
Pastos enmalezados	1,65	1,49%
Pastos limpios	0,80	0,73%
Orobioma Bajo de los Andes	0,35	0,30%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,16	0,15%
Mosaico de pastos y cultivos	0,19	0,17%
AZ-V269	0,34	0,31%
Orobioma Medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,05	0,04%
Pastos arbolados	0,30	0,27%
AZ-V290	1,27	1,15%
Orobioma Medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,0001	0,00%
Otros cultivos permanentes arbustivos	0,41	0,37%
Pastos arbolados	0,01	0,01%
Pastos limpios	0,85	0,77%
TOTAL GENERAL	6,50	5,87%

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.3 Ecosistemas Intervenidos en Zodmes

En la Tabla 7.44, se presentan los ecosistemas intervenidos por construcción de Zodmes, el cual corresponde a un área de 18,79 ha, esta área se encuentra en ecosistemas antrópicos en su totalidad, siendo los pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes el ecosistema con mayor intervención correspondiente a 9,06 ha (8,19%).

Tabla 7.44 Ecosistemas intervenidos en Zodmes

ZODME	Área (ha)	Área Intervención (%)
VER 228	1,15	1,04
Orobioma medio de los Andes		
Mosaico de cultivos	1,15	1,04
VER 230	3,04	2,75
Orobioma medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,07	0,06
Pastos enmalezados	2,97	2,69
VER 236	4,42	3,99
Orobioma medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,10	0,09
Pastos enmalezados	4,32	3,9
VER 240	1,79	1,62
Orobioma medio de los Andes		
Pastos enmalezados	1,77	1,6
Pastos limpios	0,02	0,02
VER 269	3,63	3,28
Orobioma medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,34	0,31
Pastos arbolados	3,28	2,97
VER 282	1,73	1,56
Orobioma medio de los Andes		
Otros cultivos transitorios	0,46	0,41
Pastos limpios	1,27	1,15
VER 290	3,03	2,74
Orobioma medio de los Andes		
Pastos arbolados	0,00	0,01
Pastos limpios	3,03	2,74
Total General	18,79	16,98

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.4 Ecosistemas Intervenidos en Vías Industriales

En la Tabla 7.45 se presentan los ecosistemas intervenidos por vías industriales, el cual corresponde a un área de 3,05 ha (2,75%), esta área se encuentra en ecosistemas antrópicos en 3,01 ha, el área restante se encuentra en bosque de galería del Orobioma Medio de los Andes.

Tabla 7.45 Ecosistemas intervenidos en vías industriales

Vías Industriales	Área (ha)	Área Intervención (%)
VI-1	0,30	0,27%
Orobioma medio de los Andes		
Bosque de galería y ripario	0,01	0,01%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,04	0,04%
Pastos arbolados	0,19	0,17%
Pastos limpios	0,03	0,02%

Vías Industriales	Área (ha)	Área Intervención (%)
Red vial	0,03	0,03%
VI-2	0,36	0,32%
Orobioma medio de los Andes		
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,01	0,01%
Mosaico de pastos y cultivos	0,01	0,01%
Pastos limpios	0,31	0,28%
Red vial	0,02	0,02%
VI-3	1,79	1,62%
Orobioma medio de los Andes		
Bosque de galería y ripario	0,03	0,03%
Mosaico de pastos y cultivos	0,05	0,04%
Pastos arbolados	1,56	1,41%
Pastos limpios	0,05	0,05%
Red vial	0,05	0,05%
Ríos (50 m)	0,05	0,04%
VI-4		
Orobioma medio de los Andes	0,60	0,54%
Pastos arbolados	0,60	0,54%
Ríos (50 m)	0,00	0,00%
Total General	3,05	2,75%

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.5 Ecosistemas Intervenido en Diseño de Vía

En la Tabla 7.46 se presentan los ecosistemas intervenidos por el área de diseño de vía, el cual corresponde a un área de 81,33 ha (73,47%), en esta área 70,35 ha (63,55%) corresponden al Orobioma medio de los Andes y 10,98 ha (9,92%) al Orobioma bajo de los Andes.

Tabla 7.46 Ecosistemas intervenidos por diseño de vía

Diseño vía	Área (ha)	Área Intervención (%)
Orobioma medio de los Andes	70,35	63,55
Otros cultivos transitorios	0,87	0,79%
Pastos arbolados	16,70	15,09%
Bosque de galería y ripario	5,92	5,35%
Cítricos	0,27	0,24%
Pastos enmalezados	8,26	7,46%
Construcciones Rurales	0,89	0,80%
Maíz	0,13	0,11%
Pastos limpios	8,71	7,87%
Mosaico de cultivos	8,54	7,71%
Red vial	2,35	2,12%
Mosaico de pastos con espacios naturales	5,81	5,25%
Ríos (50 m)	0,91	0,82%
Mosaico de pastos y cultivos	8,41	7,59%

Diseño vía	Área (ha)	Área Intervención (%)
Otros cultivos permanentes arbustivos	0,80	0,72%
Tejido urbano discontinuo	0,02	0,01%
Vegetación secundaria baja	1,60	1,45%
Zonas comerciales	0,17	0,16%
Orobioma Bajo de los Andes	10,98	9.92%
Otros cultivos transitorios	0,76	0,69%
Arbustal denso alto	0,25	0,22%
Bosque de galería y ripario	1,59	1,44%
Construcciones Rurales	0,67	0,61%
Mosaico de cultivos	0,81	0,73%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,16	0,15%
Pastos arbolados	3,00	2,71%
Mosaico de pastos y cultivos	2,28	2,06%
Pastos enmalezados	0,06	0,05%
Red vial	0,67	0,60%
Ríos (50 m)	0,55	0,49%
Tejido urbano discontinuo	0,18	0,16%
Total General	81,33	73.47%

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.1.1.6 Ecosistemas Intervenido por el Área de Peaje

En la Tabla 7.47 se presentan los ecosistemas intervenidos por el área de peaje, el cual corresponde a un área de 1,03 ha (0,93%), esta área se encuentra en ecosistemas antrópicos en 0,81 ha.

Tabla 7.47 Ecosistemas intervenidos por el área de peaje

Peaje	Área (ha)	Área Intervención (%)
Orobioma Medio de los Andes	0,6	0,54 %
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,26	0,23%
Bosque de galería y ripario	0,14	0,13%
Otros cultivos transitorios	0,02	0,02%
Red vial	0,09	0,09%
Construcciones Rurales	0,02	0,02%
Mosaico de cultivos	0,07	0,06%
Orobioma Bajo de los Andes	0,43	0,39%
Bosque de galería y ripario	0,08	0,07%
Construcciones Rurales	0,01	0,01%
Mosaico de pastos con espacios naturales	0,00	0,00%
Mosaico de cultivos	0,28	0,25%
Red vial	0,06	0,05%
Total General	1,03	0,93%

Fuente: Aecom-Concol, 2018

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y para contar con los datos de volúmenes de aprovechamiento de todos los ecosistemas presentes en el área de intervención del

proyecto, los resultados del cálculo del aprovechamiento forestal, se presenta de la siguiente manera:

- i. Muestreo de ecosistemas naturales
- ii. Censo Forestal de ecosistemas transformados
- iii. Aprovechamiento Forestal en ZODMES

7.5.2 Muestreo forestal sobre ecosistemas naturales

Con el fin efectuar el muestreo estadístico de las unidades de cobertura vegetal susceptibles de aprovechamiento forestal dentro de las áreas de intervención del proyecto, se levantó un total de 17 unidades de muestreo, de tal manera que se cumpliera con los requisitos estadísticos establecidos en la normatividad (probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%)., para el ecosistema natural denominado vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes se llevó a cabo censo forestal (Anexo_15.4.2_Base de datos_Censo_Forestal y Excel: Censo_Forestal_Censo Forestal).

Los ecosistemas naturales sobre los cuales se realizó la caracterización se encuentran en la Tabla 7.48.

Tabla 7.48 Ecosistemas naturales en el área de intervención del proyecto

Tipo de Ecosistema	Área Intervención (Ha)
Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	0,25
Arbustal denso alto del Orobioma Medio de los Andes	0,01
Bosque de galería y ripario del Orobioma bajo de los Andes	1,67
Bosque de galería y ripario del Orobioma Medio de los Andes	6,31
Total	8,24

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Con la información de las áreas de los ecosistemas, se hizo el cálculo de los parámetros estadísticos (Ver Tabla 7.49) Previamente se calcularon las variables dasométricas: área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener su promedio por parcela y tener la base de información para los análisis estadísticos.

Tabla 7.49 Parámetros estadísticos

Parámetros Estadísticos	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: X_i = valor observado de unidad i-ésima de la muestra n = número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}{n - 1}}$
Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{\frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N = Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n = Tamaño de la población (expresado en parcelas)

Parámetros Estadísticos	
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.2.1 Muestreo

En la Tabla 7.50, se observan los ecosistemas donde se establecieron parcelas de caracterización dentro de la unidad funcional 2 con sus respectivas coordenadas, específicamente para las áreas donde se requiere aprovechamiento forestal.

Tabla 7.50 Unidades de parcelas de muestreo

Bioma	Ecosistema	Parcela	Coordenadas	
			Este	Norte
Orobioma bajos de los Andes	Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	C8	1160931,36	1313411,82
		C9	1160936,93	1313406,06
		C10	1160963,77	1313421,32
		G22	1160802,81	1313405,18
	Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes	D3	1161389,54	1337955,81
		E2	1159811,81	1334295,42
		E9	1160978,79	1313124,95
		H3	1158803,98	1329295,45
Orobioma medio de los Andes	Arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes	F3	1161562,6	1339656,97
		G1B	1160144,83	1309558,13
		G1A	1160148,53	1309570,3
		G18	1161307,68	1312232,15
		G19	1161267,65	1312242,51
	Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes	A1	1161265,37	1311829,69
		C1	1159810,66	1308549,29
		E7	1159558,1	1308430,18
		I8	1160578,85	1310030,39

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Para el cálculo del volumen comercial y volumen total, dentro de las parcelas de muestreo, en campo se tomaron variables de tipo cualitativo y cuantitativo para los individuos en estado fustal, como: especie, CAP (Circunferencia a la altura del pecho), altura comercial, altura total, proyección de la copa y estado fitosanitario, mediante planillas de datos.

A través del premuestreo se establecieron las muestras mínimas requeridas en cada uno de los ecosistemas para dar cumplimiento al error de muestreo inferior al 15% con una probabilidad del 95%; a continuación, se presentan los estadígrafos para cada uno de los ecosistemas.

7.5.2.2 Estadígrafos por Ecosistema

7.5.2.2.1 Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

Para este ecosistema, el volumen es de 22,06 m³/ha. En la Tabla 7.51, se presentan los

parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,27%.

Tabla 7.51 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para el Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes

ECOSISTEMA 1932211	
PARCELA	VOLUMEN
C 10	0,23
C 8	0,24
C 9	0,19
G22	0,23
ESTADÍGRAFOS	VOL.TOTAL
Promedio (x)	0,22
Varianza (S ²)	0,00
Desviación estándar (S)	0,02
Coef. Var. (CV) %	9,00
Población (N)	476
Muestra (n)	4,00
Error estándar (Sx)	0,01
Grados de libertad (t)	3,18
Sx*t	0,03
Error de muestreo (E) %	14,27
Intensidad de muestreo (i) %	0,84
Límite de confianza inferior (Li)	0,19
Límite de confianza superior (Ls)	0,25

Fuente: Aecom-Concol, 2018. Ajustado UVRP.

7.5.2.2.2 Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

Para este ecosistema, el volumen es de 164,08 m³/ha. En la Tabla 7.52, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,69%.

Tabla 7.52 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosques de Galería del Orobioma bajo de los Andes

ECOSISTEMA 19314	
PARCELA	VOLUMEN
D3	18,82
E2	17,99
E9	14,24
F3	14,50
H3	16,49
ESTADÍGRAFOS	VOL.TOTAL
Promedio (x)	16,4
Varianza (S ²)	4,17
Desviación estándar (S)	2,04
Coef. Var. (CV) %	12,44
Población (N)	52,30
Muestra (n)	5,00

ECOSISTEMA 19314	
PARCELA	VOLUMEN
Error estándar (Sx)	0,87
Grados de libertad (t)	2,78
Sx*t	2,26
Error de muestreo (E) %	14,69
Intensidad de muestreo (i) %	9,56
Límite de confianza inferior (Li)	14,0
Límite de confianza superior (Ls)	18,82

Fuente: Aecom-Concol, 2018. Ajustado UVRP.

7.5.2.2.3 Bosque de galería del Orobioma medio de los Andes

Para este ecosistema el volumen es de 81,48 m³/ha. En la Tabla 7.53, se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 14,92%.

Tabla 7.53 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Bosques de Galería del Orobioma medio de los Andes

ECOSISTEMA 20314	
PARCELA	VOLUMEN
A 1	8,70
C 1	8,25
E 7	8,61
I 8	7,04
ESTADÍGRAFOS	VOL. TOTAL
Promedio (x)	8,15
Varianza (S ²)	0,59
Desviación estándar (S)	0,77
Coef. Var. (CV) %	9,40
Población (N)	719
Muestra (n)	4,00
Error estándar (Sx)	0,38
Grados de libertad (t)	3,18
Sx*t	1,22
Error de muestreo (E) %	14,92
Intensidad de muestreo (i) %	0,56
Límite de confianza inferior (Li)	6,93
Límite de confianza superior (Ls)	9,37

Fuente: Aecom-Concol, 2018. Ajustado UVRP.

7.5.2.2.4 Arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes

Para este ecosistema, el volumen es de 28,8 m³/ha. En la Tabla 7.54 se presentan los parámetros calculados para estimar el volumen promedio para este ecosistema, los cuales cumplen con un error de muestreo relativo del 9,32%.

Tabla 7.54 Estadígrafos para el cálculo de volumen promedio para los Arbustales densos altos del Orobioma medio de los Andes

ECOSISTEMA 2032211	
PARCELA	VOLUMEN
G 18	0,31
G 19	0,28
G 1A	0,30
G 1B	0,27
ESTADÍGRAFOS	VOL.TOTAL
Promedio (x)	0,29
Varianza (S ²)	0,00
Desviación estandar (S)	0,02
Coef. Var. (CV) %	5,86
Población (N)	8103
Muestra (n)	4,00
Error estándar (Sx)	0,01
Grados de libertad (t)	3,18
Sx*t	0,03
Error de muestreo (E) %	9,32
Intensidad de muestreo (i) %	0,05
Límite de confianza inferior (Li)	0,26
Límite de confianza superior (Ls)	0,32

Fuente: Aecom-Concol, 2018. Ajustado UVRP.

7.5.2.3 Volúmenes totales en áreas naturales en el área de intervención

En la Tabla 7.55, se presentan las áreas por ecosistema natural, su representación en porcentaje, el volumen por hectárea y volumen total presente dentro del área de intervención, información que proviene de los valores obtenidos de las parcelas de muestreo de estos ecosistemas.

Tabla 7.55 Volúmenes totales por áreas naturales en el área de intervención

Ecosistema	Área (ha)	Área (%)	Volumen (m ³ /ha)	Volumen Total (m ³)
Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes	0,25	3,03	22,25	5,56
Arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes	0,01	0,12	29	0,29
Bosque de galería y ripario del Orobioma bajo de los Andes	1,67	20,29	164,08	274,01
Bosque de galería y ripario del Orobioma medio de los Andes	6,30	76,54	81,5	513,45
Total general	8,24	100%		793,31

Fuente: Aecom-Concol, 2018. Ajustado UVRP.

7.5.3 Censo forestal para cada una de las actividades dentro del área de intervención por tipo de obras

El censo forestal se estableció para las áreas con ecosistemas transformados

correspondientes a las obras relacionadas con Zodmes, diseño de vía, accesos y vías industriales. Se realizó la identificación y conteo de todos los individuos arbóreos cuyo diámetro a la altura del pecho es mayor a 10 cm. de DAP, que se encuentran dentro de las áreas de intervención del proyecto correspondiente.

7.5.3.1 Volumen proveniente de censo forestal dentro de los ecosistemas de intervención por tipo de obras

En la Tabla 7.56, se presentan los resultados del volumen total y comercial del censo forestal para los ecosistemas antrópicos (Anexo_15.4.2_Base de datos_Censo_Forestal y Excel: Censo_Forestal_Áreas Naturales), donde se incluyen algunos individuos de coberturas naturales presentes en las áreas de intervención debido a una variación en la precisión de la extensión de las áreas y donde también se incluyó como área a censar la vegetación secundaria baja. Producto de este censo, se obtuvo un total de 4111 fustales con un volumen total de 2278,9 m³ y un volumen comercial de 910,67 m³.

Tabla 7.56 Volúmenes a aprovechar por ecosistemas censados

ECOSISTEMA	Cantidad de individuos	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)
Orobioma Bajo de los Andes	422	57,16	149,44
Bosque de galería y ripario	17	3,17	7,81
Construcciones Rurales	38	4,50	10,96
Mosaico de cultivos	28	4,32	13,79
Mosaico de pastos con espacios naturales	10	0,60	3,26
Mosaico de pastos y cultivos	71	9,32	23,62
Otros cultivos transitorios	33	6,56	18,87
Pastos arbolados	203	23,96	58,45
Pastos enmalezados	2	0,30	0,77
Red vial	19	4,40	11,76
Tejido urbano discontinuo	1	0,03	0,15
Orobioma Medio de los Andes	3689	853,51	2129,54
Bosque de galería y ripario	59	13,16	37,23
Construcciones Rurales	99	46,80	74,26
Mosaico de cultivos	304	90,33	195,71
Mosaico de pastos con espacios naturales	629	103,53	322,49
Mosaico de pastos y cultivos	63	8,15	24,4
Otros cultivos permanentes arbustivos	153	27,54	77,28
Otros cultivos transitorios	71	3,98	19,73
Pastos arbolados	1131	334,48	782,28
Pastos enmalezados	634	100,19	279,55
Pastos limpios	293	99,54	216,19
Red vial	74	12,80	36,88
Ríos (50 m)	22	1,35	4,91
Tejido urbano discontinuo	2	0,04	0,14
Vegetación secundaria baja	155	11,63	58,51
Total General	4111	910,67	2278,9

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2 Volumen de aprovechamiento forestal por tipo de infraestructura

Con base en la infraestructura proyectada, a continuación, se relaciona el volumen de

aprovechamiento por tipo de infraestructura especificando cada obra con su respectiva nomenclatura, lo anterior, como respuesta a lo solicitado mediante información adicional en el marco del trámite de licenciamiento ambiental iniciado por el Auto 3379 del 26 de junio de 2018, en su requerimiento número 7.

7.5.3.2.1 Volumen de aprovechamiento forestal en Acceso a Zodmes

Para esta unidad funcional en los accesos a ZODME el volumen total fue de 178,6 m³ y el volumen comercial de 66,24 m³ proveniente de la información levantada en campo de 354 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.57, se presentan los valores por acceso a ZODMES, relacionando volúmenes respectivos.

Tabla 7.57 Volúmenes a aprovechar por infraestructura en acceso a ZODMES

Accesos a ZODME	Cantidad	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)
AZ-V230	203	19,41	82,1
Orobioma Medio de los Andes	183	16,74	74,72
Mosaico de cultivos	7	1,36	3,58
Pastos enmalezados	73	8,65	41,07
Mosaico de pastos con espacios naturales	58	3,18	15,00
Pastos limpios	19	2,59	10,18
Mosaico de pastos y cultivos	26	0,96	4,89
Orobioma Bajo de los Andes	20	2,67	7,38
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	0,58	1,74
Mosaico de pastos y cultivos	12	2,10	5,64
AZ-V269	23	8,56	23,97
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de pastos con espacios naturales			
Mosaico de pastos y cultivos	2	4,76	12,10
Pastos arbolados	21	3,80	11,88
AZ-V290	128	38,27	72,52
Orobioma Medio de los Andes			
Otros cultivos permanentes arbustivos			
Pastos limpios	45	11,37	24,92
Pastos limpios	83	26,90	47,60
Total General	354	66,24	178,6

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.2 Volumen de aprovechamiento por infraestructura en Zodmes

Para esta unidad funcional se proyectan 7 ZODMES que requieren solicitud de aprovechamiento forestal. A partir del censo forestal, se determinó que el volumen de aprovechamiento forestal corresponde a 223,12 m³ en volumen total y 123,2 m³ de volumen comercial, proveniente de la información levantada en campo de 419 fustales (Ver Tabla 7.58)

Tabla 7.58 Volúmenes a aprovechar por infraestructura en ZODMES

ZODME	Cantidad	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)
VER 228	56	9,97	17,23
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de cultivos	56	9,97	17,23

ZODME	Cantidad	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
VER 230	50	2,92	6,15
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de pastos con espacios naturales	13	0,53	1,24
Pastos enmalezados	37	2,39	4,91
VER 236	163	48,58	80,67
Orobioma Medio de los Andes			
Pastos enmalezados	163	48,58	80,67
VER 240	28	1,22	5,86
Orobioma Medio de los Andes			
Pastos enmalezados	28	1,22	5,86
VER 269	107	53,62	96,81
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	3,90	7,45
Pastos arbolados	99	49,72	89,36
VER 282	3	3,65	9,33
Orobioma Medio de los Andes			
Pastos limpios	3	3,65	9,33
VER 290	12	3,26	7,07
Orobioma Medio de los Andes			
Pastos limpios	12	3,26	7,07
Total general	419	123,23	223,12

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.3 Volumen de aprovechamiento forestal por Vías Industriales

Para esta unidad funcional en las vías industriales el volumen total fue de 141,39 m³ y el volumen comercial de 65,7 m³, proveniente de la información levantada en campo de 173 individuos arbóreos fustales. En la

Tabla 7.59 se presentan los valores por vía industrial, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.59 Volúmenes a aprovechar por infraestructura de vías industriales

Vía Industrial	Cantidad	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)
VI-1	96	32,65	63,38
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de pastos con espacios naturales	14	2,63	4,36
Pastos arbolados	81	30,00	58,95
Red vial	1	0,02	0,07
VI-2	11	0,43	1,53
Orobioma Medio de los Andes			
Mosaico de pastos con espacios naturales	2	0,12	0,30
Pastos limpios	8	0,30	1,18
Red vial	1	0,01	0,05
VI-3	55	23,95	55,47
Orobioma Medio de los Andes			
Bosque de galería y ripario	6	1,14	2,03
Pastos arbolados	49	22,81	53,44
VI-4	11	8,67	21,01

Vía Industrial	Cantidad	Volumen Comercial (m3)	Volumen Total (m3)
Orobioma Medio de los Andes			
Pastos arbolados	11	8,67	21,01
Total general	173	65,70	141,39

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.4 Volúmenes de aprovechamiento forestal por Diseño de vía

Para esta unidad funcional en el área de diseño de vía el volumen total fue de 1708,58 m³ y el volumen comercial de 646,14 m³, proveniente de la información levantada en campo de 3119 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.60, se presentan los valores para el área de intervención, relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.60 Volúmenes a aprovechar por diseño de vía

Diseño vía	Cantidad	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
Orobioma Medio de los Andes	2730	594,08	1574,39
Bosque de galería y ripario	48	11,90	34,45
Construcciones Rurales	99	46,80	74,26
Mosaico de cultivos	224	73,43	163,23
Mosaico de pastos con espacios naturales	524	87,28	277,74
Mosaico de pastos y cultivos	37	7,19	19,50
Otros cultivos permanentes arbustivos	108	16,17	52,36
Otros cultivos transitorios	71	3,98	19,73
Pastos arbolados	870	219,48	547,64
Pastos enmalezados	333	39,35	147,04
Pastos limpios	168	62,85	140,84
Red vial	69	12,64	34,05
Ríos (50 m)	22	1,35	4,91
Tejido urbano discontinuo	2	0,04	0,14
Vegetación secundaria baja	155	11,63	58,51
Orobioma Bajo de los Andes	389	52,07	134,19
Bosque de galería y ripario	17	3,17	7,81
Construcciones Rurales	38	4,50	10,96
Mosaico de cultivos	19	2,48	7,23
Mosaico de pastos con espacios naturales	2	0,02	1,52
Mosaico de pastos y cultivos	59	7,22	17,98
Otros cultivos transitorios	33	6,56	18,87
Pastos arbolados	203	23,96	58,45
Pastos enmalezados	2	0,30	0,77
Red vial	15	3,82	10,45
Tejido urbano discontinuo	1	0,03	0,15
Total general	3119	646,14	1708,58

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.3.2.5 Volúmenes de aprovechamiento forestal por área de peaje

Para esta unidad funcional en el área de peaje, el volumen total fue de 27,3 m³ y el volumen comercial de 9,36 m³, proveniente de la información levantada en campo de 46 individuos arbóreos fustales. En la Tabla 7.61 se presentan los valores para el área de intervención,

relacionando los volúmenes respectivos.

Tabla 7.61 Volúmenes a aprovechar por el área de peaje

Peaje	Cantidad	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
Orobioma Medio de los Andes	33	6,94	19,44
Bosque de galería y ripario	5	0,13	0,76
Mosaico de cultivos	17	5,57	11,66
Red vial	3	0,12	2,70
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	1,13	4,32
Orobioma Bajo de los Andes	13	2,42	7,87
Mosaico de cultivos	9	1,84	6,56
Red vial	4	0,58	1,31
Total general	46	9,36	27,30

Fuente: Aecom-Concol, 2018

Finalmente, en la Tabla 7.62, se observa el volumen de aprovechamiento forestal calculado para especies frutales, dentro de las cuales, los más representativos corresponden a la especie *Prunus persica* (Durazno), este cultivo se presenta en el área de intervención de la unidad funcional 2, estos individuos arbóreos en campo no fueron marcados con pintura de aceite en atención a las indicaciones de los propietarios, de tal manera que se evitara posibles afectaciones sanitarias o mecánicas de los mismos. Así también se cuentan árboles de especies de *Mangifera indica*, *Prunus serotina*, *Psidium guajava*, *Citrus x aurantium*, *Citrus x limón*, que, aunque no se incluyen en el permiso de aprovechamiento forestal, requerirán de salvoconducto de la movilización, de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015. Art. 2.2.2.1.12.4.

Tabla 7.62 Volúmenes de frutales

Familia	Especie	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	0,55	2,60
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	0,61	1,78
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	2,25	15,88
	<i>Prunus serotina</i>	0,52	1,51
Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i>	1,52	5,27
	<i>Citrus x limon</i>	0,01	0,02
Total general		5,46	27,06

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.4 Solicitud volumen de aprovechamiento forestal

Una vez obtenidos los valores de áreas a intervenir por las actividades constructivas en cada tipo de ecosistema, conociendo el volumen en m³/hectárea de cada cobertura natural y teniendo el volumen total de las áreas de carácter antrópico; en la Tabla 7.63, se observa el volumen total de aprovechamiento forestal para la unidad funcional 2.

Tabla 7.63 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado

Tipo de Área	Volumen comercial (m³)	Volumen Solicitado (m³)
Naturales (Muestreo)	160,55	793,31
Antrópicas (Censo)	910,67	2278,9
Total General	1071,2	3072,21

Fuente: Aecom-Concol, 2018

De acuerdo a lo anterior la Concesión Unión Vial Río Pamplonita solicita ante la autoridad ambiental un volumen total de aprovechamiento forestal correspondiente a **3072,21 m³** con el objeto de realizar las actividades constructivas para la unidad funcional 2 Tramo Pamplona- Pamplonita, en las coberturas de la tierra identificadas dentro del área de intervención.

7.5.4.1 Volumen y composición florística de las especies presentes en la Unidad Funcional 2 susceptibles a aprovechamiento forestal

En la Tabla 7.64, se observa el listado general de aprovechamiento para el censo forestal de las especies presentes en la Unidad Funcional 2, donde se relaciona familia, número de individuos total por especies y volúmenes. Se levantó la información en campo para 4111 individuos objeto de solicitud de aprovechamiento forestal con un volumen total de 2278,9 m³ y un volumen comercial de 910,67 m³, distribuidos en 94 especies y 44 familias dentro de las que se destaca Fabaceae con 16 especies y un volumen total de 52,91 m³ y Myrtaceae con 9 especies y un volumen total de 861,44 m³.

Tabla 7.64 Volúmenes y composición florística de las especies presentes en la UF2 susceptibles de aprovechamiento forestal en ecosistemas antropizados

Familia	Especie	No de Individuos	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	9	0,456	1,598
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	2	0,036	0,097
Anacardiaceae	<i>Schinus areira</i>	2	0,229	1,085
	<i>Toxicodendron striatum</i>	16	0,541	2,133
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	7	0,475	1,565
Araucariaceae	<i>Araucaria heterophylla</i>	2	0,468	0,886
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i>	6	0,000	0,367
	<i>Roystonea regia</i>	2	0,000	0,451
Asparagaceae	<i>Dracaena fragrans</i>	1	0,006	0,031
	<i>Yucca gigantea</i>	6	0,036	0,339
Asteraceae	<i>Montanoa quadrangularis</i>	21	0,896	2,540
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	16	3,759	8,650
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i>	1	0,063	0,376
	<i>Tecoma stans</i>	2	0,537	1,294
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	10	0,428	1,689
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	30	15,223	32,746
Clethraceae	<i>Clethra repanda</i>	2	0,049	0,104
Clusiaceae	<i>Clusia ducu</i>	1	0,029	0,131
	<i>Clusia inesiana</i>	1	0,018	0,196
Cordiaceae	<i>Varronia sp.01</i>	1	0,019	0,084
Cunoniaceae	<i>Weinmannia sorbifolia</i>	11	0,643	2,281
Cupressaceae	<i>Cupressus sempervirens</i>	435	179,044	400,107
Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i>	1	0,007	0,043
Escalloniaceae	<i>Escallonia paniculata</i>	7	0,223	0,865
Euphorbiaceae	<i>Croton pungens</i>	7	0,27	0,78
	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	1	0,020	0,080
Fabaceae	<i>Acacia dealbata</i>	4	0,254	0,785

Familia	Especie	No de Individuos	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
	<i>Acacia mangium</i>	9	0,762	3,666
	<i>Acacia melanoxylon</i>	87	6,716	23,494
	<i>Albizia carbonaria</i>	1	0,014	0,034
	<i>Erythrina edulis</i>	48	3,952	15,053
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	2	0,077	0,329
	<i>Inga ornata</i>	4	0,209	0,686
	<i>Inga spectabilis</i>	1	0,022	0,450
	<i>Inga vera</i>	1	0,046	0,091
	<i>Machaerium biovulatum</i>	1	0,037	0,135
	<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0,030	0,073
	<i>Senna pendula</i>	1	0,002	0,043
	<i>Senna robiniiifolia</i>	3	0,084	0,206
	<i>Senna siamea</i>	5	0,139	1,142
	<i>Senna viarum</i>	1	0,004	0,102
	<i>Tara spinosa</i>	43	0,944	6,622
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	25	0,802	1,912
	<i>Vismia lauriformis</i>	16	0,230	1,230
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	1	0,007	0,049
Lauraceae	<i>Lauraceae sp.02</i>	4	0,068	0,469
	<i>Persea americana</i>	18	0,894	3,297
	<i>Persea caerulea</i>	13	0,989	2,773
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	11	0,451	1,350
	<i>Ochroma pyramidale</i>	20	0,484	2,108
	<i>Pachira pulchra</i>	1	0,064	0,171
Melastomataceae	<i>Leandra subseriata</i>	1	0,046	0,207
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	1	1,284	2,996
	<i>Cedrela odorata</i>	1	0,301	0,723
Moraceae	<i>Ficus americana</i>	4	1,323	6,485
	<i>Ficus insipida</i>	1	1,886	3,206
	<i>Ficus obtusifolia</i>	3	0,951	1,769
	<i>Ficus sp.01</i>	47	4,952	23,327
	<i>Ficus velutina</i>	7	1,772	6,284
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	1	0,012	0,049
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	2	0,054	0,224
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i>	1	0,006	0,024
	<i>Callistemon speciosus</i>	2	0,046	0,122
	<i>Calycolpus moritzianus</i>	620	35,18	113,69
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	99	47,672	68,155
	<i>Eucalyptus globulus</i>	799	299,752	665,954
	<i>Myrcia fallax</i>	56	2,266	8,199
	<i>Myrcianthes fragrans</i>	37	1,136	4,051
	<i>Myrtaceae sp.02</i>	1	0,094	0,150
	<i>Syzygium jambos</i>	3	0,099	0,790
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	1	0,006	0,013
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	1136	220,617	648,220
	<i>Fraxinus uhdei</i>	27	4,550	40,970
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	60	17,373	38,050
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	7	0,394	0,965
	<i>Piper hispidum</i>	1	0,053	0,292

Familia	Especie	No de Individuos	Volumen Comercial (m³)	Volumen Total (m³)
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	1	0,028	0,225
Primulaceae	<i>Myrsine latifolia</i>	15	0,416	1,542
	<i>Myrsine pellucida</i>	83	6,816	19,187
Proteaceae	<i>Roupala monosperma</i>	2	0,058	0,158
	<i>Roupala pseudocordata</i>	4	0,050	0,255
Rutaceae	<i>Murraya paniculata</i>	1	0,001	0,033
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	44	34,585	77,849
	<i>Xylosma rubicunda</i>	1	0,017	0,037
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	2	0,037	0,105
	<i>Dodonaea viscosa</i>	1	0,007	0,027
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	6	1,577	4,045
Solanaceae	<i>Acnistus arborescens</i>	88	3,762	11,425
	<i>Brugmansia versicolor</i>	1	0,008	0,023
	<i>Cestrum tomentosum</i>	12	0,371	1,725
	<i>Solanum umbellatum</i>	1	0,000	0,054
Verbenaceae	<i>Duranta erecta</i>	5	0,132	0,288
	<i>Lippia hirsuta</i>	2	0,062	0,111
	<i>Lippia schlimii</i>	2	0,030	0,183
Total general		4111	910,67	2278,9

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

7.5.4.2 Especies en amenaza, veda y/o endemismo en las áreas de intervención del proyecto

Durante el censo forestal en las áreas de intervención del proyecto, se registraron especies en categoría de veda, amenaza, peligro y/o vulnerables. La Tabla 7.65, muestra las especies amenazadas de acuerdo con la consulta realizada en los libros rojos de plantas de Colombia, categoría CITES, UICN y Resolución 0192 de 2014.

Tabla 7.65 Especies en amenaza, en peligro y/o vulnerables registradas en el censo forestal para el área de intervención del proyecto

Especie	MADS 1912_2017	UICN	Endemismo	Veda	Resol. veda	Entidad veda	CITES
<i>Alnus acuminata</i>		LC					
<i>Brugmansia versicolor</i>		EX					
<i>Cedrela odorata</i>	EN	VU					Apéndice III
<i>Clusia inesiana</i>			Endémica				
<i>Dyopsis lutescens</i>		NT					
<i>Ficus velutina</i>		LR/lc					
<i>Juglans neotropica</i>	EN	EN		Nacional	0316 de 1974	INDERENA	
<i>Pinus patula</i>		LC					
<i>Pachira pulchra</i>			Endémica				
<i>Senna pendula</i>		LC					

Fuente: Aecom-Concol, 2018

7.5.5 Justificación del tipo de aprovechamiento forestal

El tipo de aprovechamiento que se va a realizar es de tipo único, ya que el corte es a tala rasa retirando totalmente la cobertura vegetal de manera manual o mecánica, con caída direccionada, utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar los recursos naturales aledaños a las áreas establecidas como aprovechamiento. Durante el aprovechamiento forestal, se deberán tomar las medidas ambientales acordes con la legislación ambiental vigente y con lo establecido por la autoridad ambiental competente.

7.5.6 Sistema de aprovechamiento y extracción (labores de remoción de cobertura)

El sistema de aprovechamiento forestal sugerido a implementarse durante la etapa de construcción, corresponde a la “Técnica de impacto reducido en las operaciones de tumba, descope y trozado de árboles en bosques naturales objeto de aprovechamiento forestal”, el cual consiste en la aplicación de técnicas adecuadas que buscan aumentar la eficiencia en relación con el volumen posible de aprovechar un árbol, reducir los desperdicios de madera, prevenir o disminuir los impactos negativos sobre la vegetación, los suelos y las aguas, evitar accidentes sobre los trabajadores forestales y prevenir impactos sociales adversos asociados con estas actividades.

A continuación, se enumeran una serie de aspectos importantes al momento de efectuar las labores de aprovechamiento forestal

- i. Solicitar autorización del propietario o encargado del predio para el ingreso y desarrollo de labores de aprovechamiento forestal
- ii. Evaluar la ubicación y la contextura de cada árbol con el fin de definir la dirección de caída segura y el procedimiento de tala, siempre hacía el centro del área de servidumbre.
- iii. Talar los árboles usando técnicas que garanticen direccionar la caída del árbol hacia los sitios seleccionados con anterioridad, con el fin de evitar accidentes a personas, proteger la vegetación aledaña, áreas ambientalmente sensibles, infraestructura comunitaria y privada, y evitar por lo tanto daños materiales, muerte de animales y daño de vegetación y cultivos en zonas fuera de servidumbre. Es importante considerar en su tala aspectos topográficos, ecológicos y características de crecimiento de las especies presentes en el corredor. Se evitará talar árboles en presencia de vientos fuertes o lluvias.
- iv. Asegurar el árbol con manilas o guayas si el caso lo requiere.
- v. Dar alerta antes de iniciar el corte y cuando inicia caída.

Las técnicas de tala segura contemplan los siguientes aspectos:

- i. Boca de caída: corte horizontal en el tronco realizado por el lado seleccionado para la caída, a 70 cm del nivel del suelo, con una profundidad aproximada de 1/3 del grosor del árbol y corte inclinado a 45° para sacar la cuña o boca.
- ii. Bisagra: dejar sin cortar el eje sobre el que girará el árbol durante la caída, tendrá un ancho de 1/8 del grosor del árbol.
- iii. Corte de caída: corte horizontal por el lado opuesto al de caída, a la mitad de la altura de la boca y con una profundidad de aproximadamente 1/2 del grosor del árbol.
- iv. Eliminación de bisagra en el tocón: corte horizontal que garantice una altura del tronco menor a 70 cm.

- v. En cada frente de trabajo de despeje, se establecerán áreas temporales y móviles de cargue y descargue de combustible y aceite para las motosierras, estos sitios se definirán de acuerdo con las condiciones topográficas de cada área, con el propósito de evitar el vertimiento de estos elementos en el suelo o cuerpos de agua; adicionalmente, se tomarán todas las previsiones necesarias para el manejo de derrames accidentales, para lo cual será necesario que se disponga de un kit antiderrame por cada frente de trabajo, así como las previsiones necesarias para realizar la labor de tal manera que cualquier tipo de derrame de combustible y/o aceite pueda ser controlado rápidamente y no se generen focos de contaminación.
- vi. Identificar las rutas de evacuación y mantenerlas despejadas, previendo caminos de escape en caso de cambio inesperado de dirección de caída del árbol. Estas rutas de evacuación deben estar hacia un lado respecto a la dirección de caída del árbol.
- vii. Cuando la vegetación corresponda a rastrojo bajo, bosque natural o bosque plantado y se ubique en zonas despobladas, luego del repicado de las ramas producto de las talas o podas de árboles, se procede a la distribución uniforme de los residuos vegetales en el terreno de la servidumbre, o donde se acuerde con el propietario del predio o la autoridad ambiental en el caso de árboles aislados y cercas vivas.
- viii. Todos los sobrantes o residuos generados durante la actividad de despeje de servidumbre no deben tener como receptor final los cuerpos de agua, vías o caminos.
- ix. Realizar el troceo del tronco con cortes perpendiculares a lo largo del mismo y en trozas de 2,5 m. o en longitudes acordadas con los propietarios o requerimientos establecidos en los permisos ambientales; el apilado de trozas o madera se realizará en los sitios definidos entre el ejecutor y el propietario del predio.
- x. Durante el corte de la vegetación, se deberán cumplir los compromisos adquiridos con las corporaciones, comunidades o propietarios de predios, con respecto a la protección áreas ambiental y socialmente sensibles como: nacimientos de agua, acueductos veredales y bosques protectores, cruce de vías, líneas de electrificación rural, cultivos y otras, utilizando tecnologías y metodologías apropiadas como cuerdas, poleas, desviantes, pórticos y otras.
- xi. Se debe tener cuidado de no dejar montones que al secarse puedan ser de fácil combustión, o que al ser arrastrados por el agua puedan represar los recorridos de cauces de agua o interferir caminos.

7.5.7 Destinación de Productos

Las trozas, varillones y troncos obtenidos del aprovechamiento forestal, se dispondrán en pilas, conservando un orden por tamaño. En campo se decidirá la mejor forma de conservarlos pues existen muchas formas para almacenarlos.

- i. Los productos como bloques, tablas, varillones, repisas y estacones podrán ser utilizados en las obras de construcción y se debe dejar una buena parte para las obras de revegetalización.
- ii. La madera sobrante se distribuirá entre los habitantes del área de influencia como medida de mitigación de la presión que sufre los bosques circundantes, no se realizará comercialización de los productos obtenidos del aprovechamiento.
- iii. La madera que presente menor densidad o que no tenga uso práctico se puede

dejar para que se descomponga y ser utilizado como insumo en las actividades de revegetalización.

- iv. Por ningún motivo se realizarán quemas de los residuos de las podas.

7.6 RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA CON FINES NO COMERCIALES

7.6.1 Justificación

Como parte del Plan de Manejo Ambiental (capítulo 11.1.1) se estableció el Programa de conservación de especies faunísticas y de la protección y conservación de hábitats, donde se incorpora la Ficha PMB-05: Manejo de Fauna Silvestre, en la cual se determina la necesidad de realizar actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, con el fin de mitigar el impacto que puede generarse sobre las poblaciones de fauna localizadas en el área de intervención del proyecto durante las actividades de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza. Lo anterior, implica una eventual captura y manipulación de especímenes de la diversidad biológica, de aquellas especies de baja movilidad o susceptibilidad a eventos de muerte por no encontrarse en condiciones óptimas para alejarse de forma voluntaria de los frentes de obra.

Por otro lado, la Ficha PMB-02: Manejo de flora, que hace parte del Programa de Manejo del suelo para el medio biótico, contempla el grupo de epífitas, cuyas medidas de manejo se describen de forma detallada en el documento de solicitud de levantamiento parcial de veda nacional, el cual se adelanta ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del MADS (Expediente ATV 0751 y auto de inicio 074 del 20/03/2018). Dichas medidas incluyen las actividades de rescate, traslado y reubicación de especies vasculares en veda nacional previo a la remoción de cobertura vegetal y aprovechamiento forestal. Por esta razón, también es necesaria la colecta temporal de especímenes de la diversidad biológica de este grupo biológico, para su posterior traslado al sitio de reubicación, donde posteriormente se llevará a cabo el seguimiento y monitoreo.

Con base en lo descrito y en atención al numeral 3 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se solicita la autorización de recolección de especímenes de la diversidad biológica con fines no comerciales, con el propósito de dar cumplimiento a las actividades mencionadas que hacen parte la ejecución del plan de manejo ambiental.

7.6.2 Metodologías de recolección

7.6.2.1 Fauna silvestre

Se plantea la colecta temporal de aquellos especímenes de la fauna silvestre durante las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación, en los casos donde las técnicas de ahuyentamiento no propicien el desplazamiento de los individuos o se encuentren especies de movilidad restringida o que atraviesen etapas tempranas de su ciclo de vida (huevos, neonatos, polluelos y juveniles).

De acuerdo con los resultados del EIA y la caracterización de fauna en el área de influencia de la UF2, en la Tabla 7-66 se presenta la categoría taxonómica de los grupos de fauna susceptibles a procedimientos de rescate y reubicación. La categoría taxonómica mínima

es la familia, teniendo en cuenta que, aunque se obtuvo un muestreo representativo, existe la probabilidad de encontrar otras especies además de las registradas pertenecientes a estas familias.

Tabla 7-66 Categoría taxonómica de especímenes de fauna silvestre

Grupo	Clase	Orden	Familia
Anfibios	Amphibia	Anura	Bufonidae Craugastoridae Hylidae Leptodactylidae
Reptiles	Reptilia	Squamata Suborden Sauria	Dactyloidae Scincidae Teiidae Sphaerodactylidae
		Squamata Suborden Serpentes	Colubridae Boidae Elapidae Viperidae
Aves	Aves	Accipitriformes	Accipitridae
		Apodiformes	Trochilidae
		Cathartiformes	Cathartidae
		Charadriiformes	Charadriidae Scolopacidae
		Columbiformes	Columbidae
		Cuculiformes	Cuculidae
		Falconiformes	Falconidae
		Passeriformes	Furnariidae Mimidae Tyrannidae Thraupidae Troglodytidae Parulidae Cinclidae Troglodytidae Cardinalidae Vireonidae Fringillidae Turdidae Emberizidae Icteridae Grallaridae Hirundinidae
		Piciformes	Picidae
		Psittaciformes	Psittacidae
		Strigiformes	Strigidae
Mamíferos	Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae
		Cingulata	Dasypodidae
		Pilosa	Bradypodidae
		Chiroptera	Emballonuridae Phyllostomidae Vespertilionidae Molossidae
		Carnivora	Felidae Canidae Mephitidae Mustelidae

Grupo	Clase	Orden	Familia
			Procyonidae
		Cetartiodactyla	Cervidae
		Rodentia	Sciuridae Cricetidae Erethizontidae Cuniculidae Dasyproctidae
		Lagomorpha	Leporidae

De igual forma, según los resultados obtenidos en la caracterización, es posible que se requiera la captura y manipulación de especímenes de algunas especies que se encuentran en categoría de amenaza o presentan una distribución restringida al territorio colombiano (especies endémicas). En la Tabla 7-67 se presenta el listado de estas especies.

Tabla 7-67 Especies de fauna en estado de amenaza y endemismo que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y reubicación

Grupo	Nombre científico	Nombre común o vernáculo	Estado de amenaza			Endemismo
			IUCN	Res. 1912/2017	Libro rojo	
Anfibios	<i>Tachiramantis douglasi</i>	Rana de lluvia	VU	-	-	End
	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana verde	DD	-	-	End
Mamíferos	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	NT	VU	VU	-
	<i>Mazama rufina</i>	Soche de páramo, Soche, Venado chonta	VU	-	-	C-End

Categorías IUCN: LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada, VU: Vulnerable; DD: Datos deficientes.
Endemismo: End: Endémica de Colombia; C-End: Casi endémica.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A continuación, se describen las metodologías que serán empleadas para el rescate, traslado y reubicación de la fauna en el área de intervención del proyecto.

7.6.2.1.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- Anfibios

Teniendo en cuenta los picos de actividad de las especies de anfibios, se realizarán dos jornadas de rescate de anfibios en el día, durante un periodo que permita hacer un barrido completo del área a intervenir. De esta forma, se realizará una jornada en la mañana, entre las 6:30 y las 10:30 y otra en la noche entre las 18:00 y las 22:00 h. La captura de individuos se realizará de forma manual. Una vez capturados, los individuos serán depositados en bolsas plásticas o de tela, en las cuales se habrá introducido hojarasca húmeda para evitar la desecación de los ejemplares durante su traslado.

Los individuos capturados serán valorados para determinar su condición de salud y determinar si es posible realizar la liberación inmediata. Se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde fue capturado, hora de captura y condición física, con el fin de establecer el sitio más adecuado para su liberación.

- Reptiles

Para el rescate de reptiles y posterior a la aplicación de técnicas de ahuyentamiento, se realizará una inspección del área de intervención buscando en sitios específicos donde puedan quedar individuos rezagados, como debajo de troncos muertos, rocas, hojarasca, oquedades y corteza de árboles.

Cuando se trate de especies de lagartos (suborden Sauria), se realizará captura manual, depositando los individuos atrapados en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda en su interior. En el caso de serpientes (suborden Serpentes), se realizará la captura por medio de un gancho o pinza herpetológica. Posteriormente y de acuerdo con el tamaño del ejemplar, estos serán introducidos en bolsas de tela o costales resistentes a cualquier perforación que pueda realizar el individuo capturado.

Cada uno de los individuos capturados será revisado por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado. A cada individuo se tomará información sobre especie, hábitat y microhábitat donde se encontró, condición física, estado reproductivo y hora de captura, con el fin de determinar el sitio óptimo de liberación.

- Aves

Como primera medida se aplicarán técnicas de ahuyentamiento, procurando que las aves abandonen el área de intervención por sus propios medios, para evitar el estrés que se puede causar por medio de la captura. Solo se hará captura de individuos cuyo comportamiento territorial esté causando que estos no abandonen el área que se desea intervenir, como es el caso de aves con baja capacidad de desplazamiento y alta filopatría. En este caso, se hará empleo de redes de niebla. Por otro lado, se realizará el rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles antes del aprovechamiento forestal.

- Captura en redes de niebla

Este método será empleado únicamente en coberturas densas (bosque ripario, arbustal denso alto y vegetación secundaria baja), pues en las zonas abiertas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas se puede garantizar el retiro de los individuos sin necesidad de capturas. En caso de requerirse, se instalarán 1 a 3 redes de niebla de 12 x 3 m y ojo de malla de 30 mm, las cuales serán operadas por un ornitólogo en horario de las 16:00 a las 17:00 horas.

Los individuos capturados serán depositados de forma individual en bolsas de tela y se procederá de forma inmediata con la liberación en el sitio destinado para tal fin, una vez se verifique la condición óptima de salud del individuo. Si se captura un grupo familiar o pareja, la liberación debe hacerse en conjunto. Para los individuos capturados se tomará registro de especie, peso, condición corporal (grasa y músculo pectoral), estado reproductivo, muda y hábitat.

- Rescate de nidos, neonatos, polluelos y juveniles

A lo largo del área de intervención, se hará un barrido para identificar la presencia de nidos. Una vez identificados, se realizará la revisión de los nidos que se encuentren en los

individuos forestales a ser aprovechados o en la vegetación herbácea y suelo para el caso de especies que aniden en estos estratos.

Después de ubicarse los nidos, se procederá con el análisis de cada uno de ellos con el fin de identificar su estado de actividad; debido a su ubicación se realizarán procedimientos de trabajo en alturas, el cual deberá ser realizado por personal experto y certificado para este tipo de actividades.

En los casos en los que los nidos se encuentren inactivos, se recogerán o destruirán para evitar su posible recolonización; cuando los nidos se encuentren ocupados por huevos o polluelos, se protegerán y se evaluarán para determinar la especie, su etapa de crecimiento (desarrollo de los huevos y polluelos) y la viabilidad de los mismos.

Una vez se complete el análisis de cada uno de los individuos encontrados susceptibles a entrar al programa de rescate, se realizarán las recomendaciones de permanencia y seguimiento de los nidos e individuos en el sitio de anidación (árboles, arbustos, infraestructura), con el fin de minimizar el riesgo implícito del traslado de individuos.

Para los nidos con huevos o crías se utilizarán cintas Flagging reflectivas para indicar el estado en el que se encuentra el nido en el árbol (Cinta Roja: Nido activo con huevos o pichones, Cinta amarilla: nidos en construcción, Cinta verde: Árbol sin nidos). Posteriormente se hará seguimiento para determinar el éxito de la nidada, emplume, acompañamiento de parentales y abandono del nido, y posteriormente luego de que el individuo deje el nido se procederá a destruir para evitar ser recolonizado, lo anterior con el respectivo registro fotográfico del proceso. La intervención a los nidos se realizará de manera preliminar a la intervención arbórea del corredor y se realizará el seguimiento en el sitio donde sean reubicados.

- **Mamíferos**

En términos generales, la abundancia de mamíferos dentro del área de estudio es baja según los resultados obtenidos en la caracterización de fauna y debido a su comportamiento huidizo, se espera que haya una baja afluencia de este grupo en el área de intervención, permitiendo que a partir de las técnicas de ahuyentamiento se pueda generar el desplazamiento de la mayoría de mamíferos. Por lo anterior, las actividades de rescate y traslado estarán dirigidas principalmente a especies de talla pequeña (micromamíferos) o baja capacidad de desplazamiento (p ej. *Bradypus variegatus* – Perezoso) en caso de requerirse estrictamente. Para el primer caso, se empleará la captura de trampas Sherman, mientras que en el segundo caso se hará captura manual.

- **Trampas Sherman**

Se emplearán trampas Sherman de dimensiones 23 x 7,5 x 9,0 cm fabricadas en aluminio. Estas trampas serán ubicadas en sitios donde se presuma la presencia de pequeños mamíferos no voladores (roedores y musarañas – familias Cricetidae y Didelphidae), como son áreas con vegetación arbórea y arbustiva, depósitos de madera y hojarasca, madrigueras subterráneas, entre otras. Las trampas serán dispuestas en transectos con una separación máxima de 5 m entre cada trampa.

Una vez ubicadas, las trampas serán cebadas con alimentos como avena, maní, miel y esencia de vainilla. Estas se activarán al finalizar la tarde (18:00 horas) y revisadas al siguiente día a partir de las 6:00 horas. En la tarde serán recebadas, permaneciendo en el área de intervención por un periodo máximo de 5 días.

Los individuos capturados serán evaluados para determinar su condición física y proceder con la liberación inmediata, con el previo registro de datos sobre especie, edad, sexo, longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, condición general del individuo y tipo de vegetación en el que se capturó.

- Captura manual

Para el caso de especies con desplazamientos lentos, como el Perezoso (*B. variegatus*), en caso estrictamente necesario, al no responde de forma positiva a estímulos empleados para el ahuyentamiento, se accederá hasta la rama donde sea visualizado el individuo para proceder con su captura. Posteriormente se evaluará el estado de salud del ejemplar con el fin de proceder a su liberación o si es necesario, llevarlo a un centro de atención de fauna.

7.6.2.1.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

- Traslado de especímenes

Todos los individuos capturados serán sometidos a una valoración por parte del médico veterinario para determinar si pueden ser liberados de forma inmediata en el área de reubicación o si deben ser trasladados a un hogar de paso, que en este caso corresponde al hogar de paso habilitado por Corponor. De acuerdo con el grupo biológico, el transporte de los ejemplares capturados se realizará como se describe a continuación.

- Anfibios y reptiles

Los anfibios y lagartos se transportarán en bolsas plásticas o de tela con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportarán utilizando bolsas de tela o costales según el tamaño del ejemplar. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

- Aves

Las aves capturadas se deben transportar en jaulas especiales, dispuestas de bebederos y comederos si el trayecto es muy largo. La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para que el individuo no vea que lo están transportando y no se estrese demasiado.

- Mamíferos

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para evitar que el animal vea que está siendo movilizado.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera:

- 1) Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo.
- 2) Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal.

Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas. En caso de que se requiera sedar al animal, el veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.

- **Reubicación**

Para la reubicación y liberación de la fauna capturada se deberá analizar el grado de similitud al ambiente original del rescate, para lo cual se requiere realizar una descripción y caracterización del ambiente, el grado de mejoramiento de las condiciones para aumentar la probabilidad de colonización y la sobrevivencia de los ejemplares trasladados.

La reubicación de reptiles y anfibios se llevará a cabo principalmente en sitios con características similares al lugar de origen, a una distancia no menor a un kilómetro. Las especies de estos grupos serán relocalizados en áreas cercanas al proyecto, pero fuera del radio de acción de las actividades directas (área de influencia). Las áreas de reubicación serán marcadas y georreferenciadas, de manera que sean fácilmente detectables al realizar futuros monitoreos.

Los anfibios capturados se ubicarán en sitios con la humedad requerida y en sectores que no serán intervenidos por las obras del proyecto.

Para los mamíferos capturados, estos serán trasladados en un tiempo no mayor a 24 horas hacia el sitio destinado para ser reubicados. Este tipo de liberaciones se consideran blandas, por lo tanto, no tendrán consecuencia sobre esta fauna capturada y no se requiere hacer ninguna intervención sobre esta.

Es pertinente mencionar que la razón que justifica que el traslado de los ejemplares capturados no se haga a grandes distancias (por fuera del área de influencia) se relaciona con los siguientes aspectos:

- Evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes.
- Promover que el nuevo hábitat seleccionado tenga condiciones abióticas similares a las del hábitat original.
- Evitar que los individuos permanezcan capturados por un tiempo prolongado.
- En el caso de los reptiles, se seleccionarán sectores con condiciones similares al ambiente original y serán liberados principalmente en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio.
- Por su parte, los anfibios (adultos y renacuajos) serán liberados durante la noche en sectores con agua permanente y que exhiban condiciones similares a las de los sitios de captura (vegetación acuática y palustre, fisicoquímica del agua, etc.).

Las aves, por ser organismos de alta movilidad, serán liberadas en sitios aledaños al proyecto. En el caso del encuentro de pichones o animales heridos, se realizará un acuerdo con la unidad médico-veterinaria de Corponor, que pueda atender posibles eventualidades sobre la salud y atención primaria de estos individuos.

Sobre los especímenes rescatados, se realizarán las visitas que se dieran lugar con el fin de validar de la acción técnica tomada y definir las acciones de liberación de los especímenes para así dar estricto cumplimiento al plan de rescate de fauna silvestre. Todos los eventos serán registrados y anexados al informe de cumplimiento ambiental.

- Tratamiento de individuos muertos

Los individuos que sean encontrados muertos durante las labores de aprovechamiento forestal, desmonte y limpieza, deben ser preparados y preservados, dependiendo de las condiciones de descomposición de sus cuerpos y siguiendo las metodologías específicas para cada grupo.

- Preservación

- Anfibios

A los ejemplares se les inyectará una solución de formol al 10%; luego se procederá a colocar los ejemplares en una cámara húmeda cerrada o bandeja cerrada durante dos (2) a ocho (8) horas (Angulo et al. 2006).

- Reptiles

Para la preparación y fijación, se deberá proceder a su inmersión en solución de formol al 10% durante 7 a 10 días. Para ejemplares grandes se inyectará formol al 10% en la cavidad visceral o se realizará una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos.

- Aves

La preservación se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Serie (1918). Primero se dispone algodón en la boca del animal, para luego iniciar la separación de la piel del ave, desde la parte inferior ventral, donde se hace una incisión en la piel, la cual se va desprendiendo y se avanza hacia los costados (Serié, 1918).

Al llegar a la cabeza del ave, serán extraídos los órganos y músculos de la misma, y se cortarán las vértebras del cuello, con el fin de preservar el cráneo junto con la piel de estudio. En caso necesario, se aplicará aserrín o bórax para secar los tejidos que quedan e impedir que se pudra la piel. Posteriormente, se devolverá la piel hacia atrás, a través de la piel del cuello, para re-introducir el cráneo, cuidando de dejar todas las plumas en su sitio, y no dejar pliegues en la piel de la cabeza en general (Serié, 1918).

Posteriormente, se introducen dos pequeñas bolas de algodón a través del pico, para rellenar el sitio que los globos oculares ocupaban. Luego se arreglan las alas; para lo cual

se retiran los músculos y tendones sobre el húmero, cuidando de no desprender las plumas primarias del ala. Con aguja e hilo, se amarran las dos alas entre sí a través del cúbito y la ulna, y se deja lo que sería el espacio interescapular del ave (Serié, 1918). Por otra parte, en la cola, es necesario retirar la glándula uropigial y la carne que haya quedado, para lo cual debe extraerse el muñón de la cola y retirar la piel de la espalda sobre él, donde se encuentra la glándula, la cual se corta por encima de la cola, y se añade bórax o aserrín en caso de ser necesario (Serié, 1918).

Finalmente se rellena y se sutura la piel; para lo cual, se enrolla algodón de la forma y tamaño aproximado del cuerpo sobre un palillo largo y delgado. Se introduce la punta en el cuello hasta el pico y se devuelve la piel sobre el relleno. Luego se procederá a suturar la piel en el vientre, donde se hizo el corte inicial, empezando por la parte superior del vientre, y avanzando hacia la cloaca. Se realizan puntadas en zig-zag hasta terminar por debajo del palo, donde se ajusta toda la abertura y se amarra. Finalmente se unen los tarsos en forma de equis y se arregla el plumaje de modo que tenga su apariencia natural, y por último se deberá colocar la etiqueta a la pata de la piel preparada (Serié, 1918).

- Mamíferos

Preservación en seco: De acuerdo con el procedimiento de preparación de pieles de Nagorsen & Peterson (1980). La preparación del individuo se procesa por disección a través del vientre con separación de la piel del resto del cuerpo, solo conservando las patas; posteriormente, se limpiará la piel de restos de grasa y se procederá a su curtido con Carbonato de Magnesio o con Borax. La taxidermia, se estructura sobre un relleno de algodón soportado sobre alambre acerado para la acomodación de los miembros y la cola. Luego se fijará con alfileres a láminas de cartón para el secado de piel y su transporte a la colección.

Preservación en líquido: Se inyectará formol al cuerpo y se mantendrá en formol por 72 horas, posteriormente se cambiará el formol por alcohol al 90% en frascos de vidrio.

- Movilización

- Anfibios

Material etiquetado y preservado en alcohol al 70%, transportado en cajas plásticas o de poliestireno, para inclusión en una colección biológica registrada.

- Reptiles

Material etiquetado y preservado en solución de alcohol etílico al 75%, transportado en frascos de vidrio. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

- Aves

Material envuelto en láminas de algodón y transportado en cajas selladas. Etiquetado e inclusión en una colección biológica registrada.

- Mamíferos

Para material preservado en seco: En el caso de pieles, el material será depositado en bolsas de polietileno con naftalina. En el caso de restos corporales o segmentos de esqueletos, serán almacenados en frascos de vidrio de boca ancha sin ningún solvente. El material preservado en seco será transportado en contenedores plásticos

Para material preservado en líquido: Será almacenado en frascos de vidrio y transportado en contenedores plásticos.

7.6.2.2 Especies de flora de hábito epífita, terrestre y/o rupícola

Previo a las actividades de remoción de cobertura y de aprovechamiento forestal, se debe realizar la verificación y localización de las especies vasculares objeto de rescate, para las cuales se propone su traslado y reubicación, por lo cual es necesaria la colecta temporal de especímenes.

Teniendo en cuenta la caracterización realizada a este grupo biológico, en la Tabla 7-68 se presenta la categoría taxonómica de los especímenes que pueden ser objeto de colecta temporal y manipulación durante las actividades de rescate y traslado. Se establece como categoría taxonómica mínima el nivel de género, puesto que es posible encontrar algunas especies no registradas pese a que se obtuvo la representatividad del muestreo.

Tabla 7-68 Categoría taxonómica de especímenes de flora vascular

Clase	Orden	Familia	Género
Magnoliopsida	Poales	Bromeliaceae	<i>Catopsis</i> <i>Racinaea</i> <i>Tillandsia</i>
	Asparagales	Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> <i>Epidendrum</i> <i>Maxillariella</i> <i>Sobralia</i>

Como es bien sabido, la Resolución 0213 de 1977 emitida por el INDERENA, estableció la veda en todo el territorio nacional para el aprovechamiento, transporte y comercialización de las especies de musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza, entre otras, y las declara como plantas y productos protegidos. Por lo anterior, se tramitó la solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora de hábito epífita, terrestre y rupícola que se listan en la **Tabla 7.72**. Cabe anotar que estas corresponden a especies vasculares sobre las cuales se llevarán a cabo los procedimientos de rescate y traslado, pues en el caso de las especies no vasculares se tomarán medidas de compensación.

Tabla 7-69 Especies de flora epífita en veda que posiblemente serán objeto de manipulación durante las actividades de rescate y traslado

Familia	Género	Hábito
Bromeliaceae	<i>Catopsis nutans</i>	Epífita
	<i>Racinaea tenuispica</i>	Epífita

Familia	Género	Hábito
	<i>Racinaeae sp1</i>	Terrestre
	<i>Tillandsia aeranthos</i>	Epífito
	<i>Tillandsia biflora</i>	Epífito
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Epífito
	<i>Tillandsia fendleri</i>	Epífito
	<i>Tillandsia incarnata</i>	Epífito
	<i>Tillandsia myriantha</i>	Epífito
	<i>Tillandsia recurvata</i>	Epífito
	<i>Tillandsia sp</i>	Epífito
	<i>Tillandsia sp1</i>	Epífito
	<i>Tillandsia sp3</i>	Epífito
	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	Epífito
	<i>Tillandsia usneoides</i>	Epífito
	<i>Tillandsia variabilis</i>	Epífito
Orchidaceae	<i>Elleanthus sp.</i>	Terrestre
	<i>Epidendrum ibaguense</i>	Terrestre
	<i>Epidendrum secundum</i>	Terrestre
	<i>Maxillariella procurrens</i>	Terrestre
	<i>Sobralia odorata</i>	Terrestre

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

7.6.2.2.1 Metodologías de extracción temporal (captura) en campo

- Especies vasculares de hábito epífito

El rescate de individuos de bromelias y orquídeas, se hará de manera previa a la tala, o después de hacer tala dirigida con el fin minimizar el daño de los individuos objeto de rescate durante el aprovechamiento forestal y se deberán seguir las siguientes etapas y recomendaciones:

- Revisión preliminar del estado fitosanitario de especies epífitas vasculares

Previo a las actividades constructivas del proyecto en los que haya lugar aprovechamiento forestal, se deberá verificar la presencia de individuos (Bromelias y orquídeas), esta actividad se debe realizar por parte de profesionales con conocimiento en el manejo de flora epífito en veda, y deberán realizar las siguientes actividades:

- Registrar el estado fitosanitario y número de individuos por cada especie.
 - Demarcar e informar de la presencia de epífitas vasculares que le permita al personal de obra y a la comunidad en general identificar los árboles hospederos sujetos a restricción por la afectación de estas especies y que tendrán un manejo especial por parte del personal calificado.
 - Registro en los formatos correspondientes y respectivos registros fotográficos de esta actividad.
- Rescate de individuos de epífitas vasculares

Para el rescate de los individuos de bromelias y orquídeas, el procedimiento de rescate se realizará de la siguiente manera:

- Los individuos de bromelias serán removidos antes de empezar cualquier actividad de tala o remoción de cobertura vegetal. Los individuos que se encuentren a una altura inferior a 3 m, se removerán manualmente antes de la tala del árbol; una vez talado éste, se revisará si en las ramas más altas persisten más individuos objeto de rescate y que se encuentren en condiciones óptimas.
- Los individuos se deben retirar con parte de la corteza del árbol, principalmente para no afectar sus tallos y raíces aéreas, y en lo posible que lleven epífitas no vasculares asociadas al forófito, ya que en muchos de los casos se encuentran asociadas a las raíces de las epífitas vasculares. Se recomienda mantenerlas en posición vertical todo el tiempo por ser hábitats de algunos grupos de insectos y anfibios.

Considerando el rescate de los individuos de las epífitas vasculares en el área de intervención del proyecto, se deberá tener en cuenta 3 criterios importantes:

- Criterio fitosanitario: se rescatarán individuos con órganos vegetativos en óptimas condiciones es decir: hojas, tallos, raíces, y/o presencia o ausencia de yemas florales, que no presenten daños por agentes biológicos tales como hongos, larvas y/o enfermedades ya sea por bacterias, que se puedan evidenciar físicamente. A su vez no se deben tener en cuenta individuos que se encuentren con órganos vegetativos afectados por necrosis, y/o que se encuentren “quemados” por la acción excesiva del sol y el viento.
- Criterio reproductivo: no se deberán tener en cuenta los individuos ya florecidos, ni tampoco en estados iniciales de desarrollo, debido a la susceptibilidad al deterioro y su bajo nivel de adaptación a las condiciones ambientales.
- Criterio de senescencia: se deberán rescatar individuos que estén en un desarrollo no muy avanzado o adulto; este estado “intermedio” se deberá tener en cuenta dado que los individuos deberán responder positivamente al cambio de hospedero del cual se extrae.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible, y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso, asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

- Especies vasculares de hábito terrestre y/o rupícola

A continuación, se describen los pasos para el rescate de especies terrestres de orquídeas y bromelias en el área de intervención (básicamente, se debe rescatar individuos que no estén en floración ni en fructificación, en estado juvenil preferiblemente, con buen estado fitosanitario):

- Cavar en círculo alrededor de las especies terrestres con ayuda de herramientas adecuadas (palas o palines), conservando una distancia aproximada de 20 a 50 cm

alrededor de la base y de 20 a 60 cm más de profundidad (dependiendo del tamaño del sistema radicular de cada especie), para preservar las raíces y minimizar daños mecánicos sobre estas durante la excavación.

- Si la tierra está muy seca, se debe regar unos minutos antes de comenzar a cavar, esto con el fin de mantener compactado el sustrato alrededor de la raíz, brindarle mayor apoyo durante la extracción y reducir las probabilidades de sufrir daños mecánicos.
- Una vez se haya completado la excavación, se toma el pan de tierra desde la base y se hala suavemente, al tiempo que con ayuda de la pala se hace palanca, hasta extraer por completo pan de tierra donde se encuentran las especies terrestres, incluyendo el pan de tierra que rodea la raíz. De este modo se ayuda a reducir la probabilidad que el individuo sufra algún tipo de daño por el proceso de extracción.
- En caso que los individuos extraídos con su pan de tierra deban permanecer expuestos por un tiempo prolongado, serán cubiertas con papel periódico o un plástico resistente con el fin de evitar la desecación de estas por la exposición directa con el aire, y así ayudar con la reducción del estrés sufrido por la planta a causa del trasplante.
- Una vez extraído y para efectos del seguimiento posterior a la reubicación, a cada individuo le será asignado un número consecutivo (código), el cual será marcado sobre una estaca de madera, enterrada junto a cada individuo, georreferenciado con su respectivo registro fotográfico.

Se sugiere realizar la reubicación del material vegetal dentro de las 72 horas siguientes al rescate, garantizando las condiciones de sobrevivencia; en el eventual suceso de no ser posible y de ser requerido llevar el material vegetal a un acopio temporal o vivero, el tiempo máximo de permanencia de los individuos rescatados no debe superar los tres (3) meses, en todo caso asegurando que durante la época de reubicación se presenten las condiciones de humedad requeridas.

7.6.2.2.2 Metodologías de manejo de especímenes *ex situ*

Una vez se haya colectado el material que será objeto reubicación, este será trasladado al sitio de reubicación o a un acopio temporal en vehículos que cuenten con el espacio y condiciones óptimas para evitar la exposición a la luz o calor excesivos.

- Sitios de reubicación

La selección de los sitios tendrá en cuenta el tipo de cobertura y la presencia de forófitos (árboles hospederos) semejantes a los hospederos de donde fueron extraídas, en cuanto a corteza y sin presencia de exudado. No se deben sobrecargar con especies ni individuos de epífitas, ni retirar epífitas presentes en estos forófitos para reubicar los individuos trasladados.

En la Tabla 7-70, se presenta la localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola.

Tabla 7-70 Localización de los sitios propuestos para el traslado de las especies vasculares

ID	Cobertura	Depto.	Municipio	Vereda	Área (ha)	Norte	Este
1	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El colorado	6.28	1160971	1313709
2	Bosque de galería y/o ripario	N. de Santander	Pamplonita	El Paramo	2.74	1161290	1312425
3	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Naranjo	12.96	1161385	1310414
4	Arbustal denso alto	N. de Santander	Pamplona	Chíchira	4.10	1160032	1307635

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Las áreas propuestas cumplen con condiciones para el establecimiento de los individuos objeto de rescate, características físicas y bióticas con condiciones favorables para la adaptación al nuevo hospedero como temperatura, precipitación, humedad, entre otros y de además de fácil accesibilidad. Las especies forestales donde van a ser trasladadas deben cumplir con las condiciones fitosanitarias, de estructura (árboles maduros, de cortezas rugosas, sin ritidoma, con presencia de algunas especies no vasculares) lo que facilitará su prendimiento.

- Acondicionamiento de los individuos rescatados

Se dispondrá de un sitio de acondicionamiento temporal (SAT), el cual será utilizado para promover la estabilización de las epífitas, contrarrestar el estrés que pudieran haber sufrido las plantas durante la extracción, evitar la acumulación de humedad en exceso y la sobreexposición de luz. El tiempo de permanencia en el SAT será de máximo 90 días antes de su reubicación. El acondicionamiento consistirá en:

- Selección de individuos con menor daño mecánico
- Limpieza de las plantas
- Atado a un tronco pequeño a fin de evitar enredos entre ellas.

- Reubicación de los individuos

Para esta actividad, se ubicarán de 3 a 4 individuos por cada fórofito seleccionado con anterioridad, buscando siempre corteza rugosa para proporcionar una mayor adherencia de la planta y ubicando cada individuo en las intersecciones de las ramas principales o en sitios de las ramas que faciliten la sujeción de los ejemplares al hospedero. Se tendrá la precaución que las ramas en las que se coloquen las plantas epífitas no reciban sol directo durante todo el día.

Se recomienda realizar la reubicación y el traslado en época de lluvias, con el fin de garantizar el aporte de humedad. Se recomienda la aplicación de hormonas de enraizamiento.

En el nuevo forófito, se debe realizar una pequeña incisión para luego adherir la corteza retirada con la epífita rescatada fijándola al árbol con fibras naturales para darle soporte.

A cada espécimen reubicado se le asignará un código de identificación, el cual será anotado en cintas biodegradables para ser amarradas en cada epífita.

Con el fin de garantizar el adecuado crecimiento de los individuos, una vez ubicados en los forófitos se realizarán labores de mantenimiento permanentes durante todos los meses. Estas labores permitirán disminuir al mínimo el porcentaje de mortalidad del material vegetal rescatado y sembrado.

7.6.3 Perfil de los profesionales

A continuación, se presenta el perfil de los profesionales que estarán involucrados en las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre así como los encargados de las labores de rescate y traslado de especies vasculares de flora epífita, terrestre y rupícola (Tabla 7-71).

Tabla 7-71 Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección y/o manipulación de especímenes

Grupo biológico	Formación académica	Experiencia específica
Anfibios y reptiles	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en la caracterización y determinación taxonómica de herpetofauna (anfibios y reptiles). En la detección visual y captura de anfibios y reptiles. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de anfibios y reptiles. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de anfibios y reptiles
Aves	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de aves. Experiencia en métodos de captura de aves. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia o capacitación en los métodos de preservación de especímenes de aves.
Mamíferos	Profesional en biología, ecología o licenciado en biología	Experiencia de un (1) año en caracterización y determinación taxonómica de mamíferos. Experiencia en técnicas de ahuyentamiento, rescate, traslado y reubicación de aves. Experiencia en métodos de captura y preservación de especímenes de mamíferos.
Anfibios, reptiles, aves y mamíferos	Médico veterinario o zootecnista	Experiencia de (1) año en valoración, manipulación y tratamiento de fauna silvestre.
Epífitas vasculares	Profesional en biología, ecología, ingeniería forestal o licenciado en biología	Mínimo (1) año de experiencia específica en métodos de campo en caracterización vegetal y determinación taxonómica. Mínimo (1) año de experiencia en métodos de rescate, traslado y reubicación de flora de hábito epífita, terrestre y/o rupícola.

7.7 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En el desarrollo del proyecto de construcción la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2

Sector Pamplona-Pamplonita se espera la generación de emisiones atmosféricas en las fases de construcción, relacionadas con los procesos de combustión interna de los motores de vehículos que operarán durante la construcción de proyecto y por los procesos de re-suspensión del material particulado proveniente de las vías destapadas y por las actividades de excavación y descapote.

En este contexto el proyecto va a generar un cambio en la calidad ambiental producto de las emisiones de los vehículos automotores que transitarán por el corredor vial, sin embargo el manejo y control de ésta actividad es competencia del estado, ya que el código nacional de tránsito terrestre ley 1383 de 2010 Artículo 8 establece las condiciones Tecnomecánicas, de Emisiones Contaminantes y de Operación de los vehículos para asegurar el cumplimiento de las normas de emisiones contaminantes que establezcan las autoridades ambientales. Para el caso de material particulado que se generará por re-suspensión, se optará por medidas de manejo para evitarlas y/o mitigarlas, tal como el riego y humectación de vías y frentes de trabajo sin cobertura vegetal.

7.7.1 Fuentes generadoras de emisiones asociadas a la construcción

Las fuentes de contaminación de aire y ruido que se prevén durante la etapa constructiva del proyecto están relacionadas con el tráfico de vehículos pesados, material particulado proveniente de las vías destapadas y gases producto de la combustión de los motores de vehículos, equipos y maquinaria. En Tabla 7.72 se listan las potenciales fuentes de emisión del proyecto.

Tabla 7.72 Potenciales fuentes de contaminación atmosférica asociadas al proyecto de construcción

Fuente	Tipo	Emisión		Contaminantes
		Ruido	Gases y/o partículas	
Tráfico de vehículos por la vía existente	Móviles	X	X	Partículas en suspensión (PST); principalmente material arcilloso muy fino.
Operación de Maquinaria y equipos en el frente de obra, - vehículos livianos y pesados, así como la maquinaria de tipo pesado	Móviles	X	X	Gases y partículas de combustión
Plantas eléctricas y motobombas	Fijas	X	X	Gases y partículas de combustión
Fuentes de área+ zodmes	Área		X	Partículas en suspensión (PST)

Fuente: (Aecom-Concol, 2017)

La principal fuente de emisión de gases estará relacionada con la combustión del diésel y gasolina de las diferentes máquinas, equipos y vehículos utilizados. La calidad del aire puede afectarse, dado que en el proceso de combustión se generan emisiones a la atmósfera de gases como CO, CO₂ y óxidos de nitrógeno. El tránsito de vehículos por vías y sectores sin pavimentar, la operación de maquinaria y/o equipos principalmente durante los movimientos de tierras, generarán emisiones de material particulado.

Con relación a las fuentes que pueden ser objeto de permiso de emisión atmosférica, se toma como referencia los casos establecidos en el Artículo 73 del Decreto 948 de 1995 expedido por el Ministerio de Medio Ambiente y reglamentado en el Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997 del mismo Ministerio. De acuerdo al marco normativo para la construcción y operación se requieren permiso de emisión atmosférica para el desarrollo de las actividades referenciadas en la Tabla 7.73.

Tabla 7.73 Actividades objeto de permisos de emisiones de acuerdo a la legislación colombiana

Actividad	Legislación
Industrias de producción de mezclas asfálticas	Numeral 2.14 Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997
Industrias, obras, actividades o servicios que cuenten con calderas y hornos, cuyo consumo nominal de combustible sea igual o superior a: A. Carbón Mineral: 500 Kg/hora. B. Bagazo de Caña: 3.000 Ton/año C. 100 galones/hora de cualquier combustible líquido, tales como ACPM, Fuel Oil o Combustóleo, Búnker, petróleo crudo.	Numeral 4.1 Artículo 1 de la Resolución 619 de 1997

Fuente: Adaptado legislación nacional (Aecom-Concol, 2017)

Teniendo en cuenta lo anterior, no se solicita permiso de emisiones, ya que no se presentarán actividades que lo requieran.

7.7.2 7.6.2. Modelo de dispersión

El proyecto constructivo de la UF2 no requiere del modelo de dispersión, una vez que no se solicita permiso de emisiones atmosféricas.

7.8 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del proyecto requerirá la construcción de terraplén; dichos materiales se obtendrán del resultado del corte realizado por la ejecución de la obra, una vez se constate que la calidad de estos materiales coincida con las propiedades físicas requeridas por el proyecto. Esto con el fin de aprovechar que la cantidad de material sobrante es superior al demandado por el proyecto, ver numeral 3.4.3.3.

Para el caso de material pétreo y granular para la producción de base, sub-base, concretos, asfalto, etc; éstos se obtendrán como suministro por parte de terceros, los cuales tienen título minero y licencia ambiental vigente otorgadas por las respectivas entidades competentes (Ver anexo E Materiales de Construcción). Teniendo en cuenta lo anterior se relaciona listado de las posibles fuentes de materiales de propiedad de terceros para el abastecimiento de material, ver Tabla 7.74.

Tabla 7.74 Títulos mineros de terceros para el posible suministro de material pétreo

Título Minero	Mineral	Área (Ha)	Municipio	Titular	Lic. Amb.	Expedición	Vigencia	Volumen potencial (m³/año)	Posible Uso
547	Materiales De Construcción	12,87	Bochalema y Chinácota	Dimas Martín Mora Zambrano	934	19/10/2009	Diciembre de 2037	30.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
KKD-08301	Arenas Y Gravas Naturales Y Silíceas-Demas Concesibles	112,29	Bochalema	Gender Duran Angarita	922	07/11/2012	Septiembre de 2039	50.000	Relleno.
JBP-08371	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	135,9	Los Patios - Cúcuta	Pedro Emilio Silva	0754	25/08/2009	Diciembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
KB6-08021	Materiales De Construcción	149,55	Los Patios - Cúcuta	Oskarina Arcila Villamizar	1148	18/12/2009	Agosto de 2037	20.000	Relleno, sub base, base.
JLV-15522X	Materiales De Construcción Y Demas Concesibles	24,662	Cúcuta	Héctor Lindarte/Luz Chusciano	1165	21/12/2009	Septiembre de 2037	20.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
616	Materiales De Construcción	96,9	Los Patios - Cúcuta	Unidad de Ingeniería y Suministros – UIS Ltda.	0297	27/05/2010	Mayo de 2036	100.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.
613	Materiales De Construcción	182,7	Los Patios - Cúcuta	Gabriel Forero	1034	17/11/2009	Noviembre de 2037	90.000	Relleno, sub base, base, concreto, asfalto.

Fuente: Sacyr, 2017

La ubicación de las posibles fuentes de materiales respecto al proyecto, se puede verificar en las salidas graficas denominadas de la siguiente manera: Fuentes_materiales_1_3, Fuentes_materiales_2_3, Fuentes_materiales_3_3, Anexo E.

No obstante, lo anterior, de identificarse la posibilidad y viabilidad de extraer directamente el material de construcción por parte del constructor, se realizará los trámites de ley, tanto ambientales como mineros, para proceder a su explotación directa. En ningún caso se realizará sin contar con los permisos legales necesarios.

7.8.1 Cantidades estimadas por la obra

Como se indicó anteriormente, el proyecto requiere material granular o pétreo para la producción de sub-base, base, asfalto y concreto, como también de material para la conformación de rellenos, a continuación, se relacionan las cantidades estimadas por el proyecto, ver Tabla 7.75.

Tabla 7.75 Cantidades estimadas por la unidad funcional 2

Tipo de material	Volumen (m ³)
Relleno	182.956
Pétreo (Sub-base, base, asfalto y concreto)	119.129
Total	302.085

Fuente: Sacyr, 2017

7.8.2 Balance de masas para materiales de construcción

A continuación, se relaciona el volumen de reservas estimadas de las canteras de terceros y su relación con la demanda de materiales que requiere la construcción de la UF1, y su posible uso.

Tabla 7.76 Balance de masas fuentes de materiales de terceros

Material proveniente de fuentes de materiales	Material demandado por el proyecto vial	Usos del material
330.000 m ³ /año	302.085 m ³	Sub-base, base, concreto, asfalto, relleno.

Fuente: Sacyr, 2017

Como se indica en la anterior tabla, la cantidad de material requerido por la obra puede ser abastecido por las fuentes de materiales presentes en la zona.

7.8.3 Vía de acceso a utilizar.

La vía de acceso para acceder a las posibles fuentes de materiales, relacionadas anteriormente, es la vía nacional o ruta de acceso R55. El plano se encuentra en Anexo E Materiales de Construcción.