 Concesionaria <b>Rutas del Valle</b>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 3	XXXXXXXX
		Versión: 1
		Fecha: ##/##/####

REPÚBLICA DE COLOMBIA



NUEVA MALLA VIAL DEL VALLE DEL CAUCA – CORREDOR ACCESOS CALI Y PALMIRA


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) UF 4.1  
 CONSTRUCCIÓN SEGUNDA CALZADA YE DE VILLA RICA – AVENIDA BICENTENARIO

CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA  
 5.1 MEDIO ABIÓTICO

PALMIRA, VALLE DEL CAUCA

MARZO DE 2022

REVISÓ	APROBÓ


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**TABLA DE CONTENIDO**

5.1	MEDIO ABIÓTICO.....	11
5.1.1	Geología.....	11
5.1.2	Geomorfología.....	28
5.1.3	Paisaje.....	35
5.1.4	Suelos y uso de la tierra .....	41
5.1.5	Hidrología .....	67
5.1.6	Calidad del agua.....	101
5.1.7	Usos del agua.....	102
5.1.8	Hidrogeología .....	102
5.1.9	Geotecnia .....	129
5.1.10	Atmósfera .....	137

EN REVISIÓN


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 5.1-1</b> Unidades Geológicas regionales en el área de Influencia.....	12
<b>Tabla 5.1-2</b> Localización de puntos de control en campo – Perforaciones y Sondeos.....	14
<b>Tabla 5.1-3</b> Amenaza Sísmica en el Área de Influencia (AI).....	22
<b>Tabla 5.1-4</b> Amenaza por Movimiento en Masa en el Área de Influencia (AI).....	23
<b>Tabla 5.1-5</b> Amenaza por Inundación conforme al Área de Influencia (AI).....	27
<b>Tabla 5.1-6</b> Descripción de las unidades geomorfológicas según su origen.....	29
<b>Tabla 5.1-7</b> Distribución de unidades geomorfológicas conforme al Área de Influencia.....	30
<b>Tabla 5.1-8</b> Paisajes y relieves identificados en el área del proyecto UF4.1.....	35
<b>Tabla 5.1-9</b> Criterios para la evaluación de la calidad visual en el AI del proyecto. ....	36
<b>Tabla 5.1-10</b> Clases utilizadas para evaluar la calidad visual del paisaje.....	38
<b>Tabla 5.1-11</b> Resultados de la evaluación de calidad visual del paisaje en el área de intervención del proyecto.....	38
<b>Tabla 5.1-12</b> Unidades cartográficas de suelos del proyecto UF4.1.....	43
<b>Tabla 5.1-13</b> Unidades de capacidad de uso y extensiones en el AI del proyecto UF4.1.....	52
<b>Tabla 5.1-14</b> Clases de uso y unidades de uso actual del suelo en el AI del proyecto.....	58
<b>Tabla 5.1-15</b> Unidades de conflictos de uso del suelo y áreas en el AI del proyecto.....	65
<b>Tabla 5.1-16</b> Distribución de microcuencas dentro de la zona del proyecto.....	68
<b>Tabla 5.1-17</b> Valores medios mensuales de precipitación total en las estaciones analizadas en la UF4.1.....	69
<b>Tabla 5.1-18</b> Sistemas Lenticos y Loticos en el área de estudio del proyecto.....	77
<b>Tabla 5.1-19</b> Codificación de los cauces de la zona del proyecto.....	81
<b>Tabla 5.1-20</b> Tabla de zonificación hidrográfica del proyecto.....	82
<b>Tabla 5.1-21</b> Patrones de drenajes de los cauces en el área del proyecto.....	85
<b>Tabla 5.1-22</b> Características morfométricas en las unidades de cuenca utilizadas en la modelación.....	101
<b>Tabla 5.1-23</b> Características y reservas de la provincia hidrogeológica Cauca -Patía.....	106
<b>Tabla 5.1-24</b> Distribución de sistemas acuíferos por áreas hidrográficas, provincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos.....	107
<b>Tabla 5.1-25</b> Parámetros hidráulicos de los acuíferos en la zona de estudio del proyecto ..	116
<b>Tabla 5.1-26</b> Descripción de los pozos en la zona de influencia del proyecto.....	121
<b>Tabla 5.1-27</b> Lista de los tres parámetros considerados en el método G.O.D para la valoración de la vulnerabilidad del agua subterránea.....	124
<b>Tabla 5.1-28</b> Valor de parámetro para depósitos cuaternarios.....	126
<b>Tabla 5.1-29</b> Resumen de las características hidráulicas del acuífero en la zona del proyecto	

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

.....	129
<b>Tabla 5.1-30</b> Calificación de las variables consideradas dentro de la Zonificación .....	130
<b>Tabla 5.1-31</b> Zonificación geotécnica y su distribución en el área de influencia (AI) .....	132
<b>Tabla 5.1-32</b> Valores de CBR para el tramo Ye de Villa rica – Av. Bicentenario Calzada nueva .....	136
<b>Tabla 5.1-33</b> Estaciones meteorológicas ubicadas cerca del área del proyecto .....	138
<b>Tabla 5.1-34</b> Valores en milímetros (mm) de precipitación mensual y anual promedios multianuales. ....	140
<b>Tabla 5.1-35</b> Valores de temperatura media, máxima y media en grados Celsius (°C) de las estaciones analizadas.....	143
<b>Tabla 5.1-36</b> Humedad relativa media mensual y anual de tres estaciones analizadas y mínima y máxima de la estación La Independencia.....	146
<b>Tabla 5.1-37</b> Evaporación media mensual y anual registrada en el área del proyecto.....	148
<b>Tabla 5.1-38</b> Dirección media mensual y anual del viento en el área del proyecto. ....	150
<b>Tabla 5.1-39</b> Comportamiento del brillo solar en horas/día en estaciones cercanas al área del proyecto.....	151
<b>Tabla 5.1-40</b> Nubosidad medida en octas en una estación cercana del área del proyecto. .	155
<b>Tabla 5.1-41</b> Presión atmosférica en mb en una estación cercana del área del proyecto....	155
<b>Tabla 5.1-42</b> Puntos de monitoreo de calidad del aire sobre la zona del proyecto.....	155

EN REVISIÓN

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>




	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### LISTADO DE FIGURAS


<b>Figura 5.1-1</b>	Mapa de zonificación geológica sobre el área de trazado del proyecto.....	11
<b>Figura 5.1-2</b>	Mapa de Amenaza sísmica sobre el trazado del proyecto.....	21
<b>Figura 5.1-3</b>	Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa.....	23
<b>Figura 5.1-4</b>	Áreas susceptibles a inundación sobre la zona de trazado del proyecto.....	25
<b>Figura 5.1-5</b>	Zonificación de amenazas por inundación en la zona del proyecto.....	26
<b>Figura 5.1-6</b>	Mapa de unidades geomorfológicas sobre la zona de trazado del proyecto.....	30
<b>Figura 5.1-7</b>	Localización de las unidades cartográficas de suelos en el proyecto UF4 .....	42
<b>Figura 5.1-8</b>	Unidades de capacidad de uso del suelo en el AI del proyecto UF4. ....	51
<b>Figura 5.1-9</b>	Unidades de uso actual del suelo en el AI del proyecto UF4.1 .....	57
<b>Figura 5.1-10</b>	Unidades de conflictos de uso del suelo en el AI del proyecto UF4.1.....	64
<b>Figura 5.1-11</b>	Mapa de microcuencas ubicadas dentro de la zona del proyecto.....	68
<b>Figura 5.1-12</b>	Distribución temporal de la precipitación total en las estaciones de referencias para la UF4.1 .....	70
<b>Figura 5.1-13</b>	Precipitación total multianual en las estaciones analizadas en la UF4.1 .....	70
<b>Figura 5.1-14</b>	Precipitación máxima en 24 horas en las estaciones analizadas en la UF4.1 .	71
<b>Figura 5.1-15</b>	Número de días con lluvia en las estaciones analizadas en la UF4.1 .....	72
<b>Figura 5.1-16</b>	Grafica de curvas IDF Cial Quilichao .....	74
<b>Figura 5.1-17</b>	Grafica de curvas IDF La Balsa.....	75
<b>Figura 5.1-18</b>	Grafica de curvas IDF El Palacio.....	75
<b>Figura 5.1-19</b>	Grafica de curvas IDF Caloto .....	76
<b>Figura 5.1-20</b>	Mapa de ubicación de codificación de las cuencas en el área del proyecto ....	81
<b>Figura 5.1-21</b>	Esquema de los componentes hidrológicos e hidráulicos que utiliza HEC-HMS 4.9 .....	86
<b>Figura 5.1-22</b>	Esquema de las subcuencas en el tramo de la UF4 para el modelo HEC-HMS .....	91
<b>Figura 5.1-23</b>	Caudales máximos generados para la cuenca La Acequia El Comunero.....	92
<b>Figura 5.1-24</b>	Caudales máximos generados para la cuenca Zanjón el Cristo .....	93
<b>Figura 5.1-25</b>	Caudales máximos generados para la cuenca La Tabla .....	93
<b>Figura 5.1-26</b>	Caudales máximos en la cuenca aferente a la zona de estudio .....	94
<b>Figura 5.1-27</b>	Diagrama de cajas y bigotes de las series de datos simulados para los caudales en la zona del proyecto.....	95
<b>Figura 5.1-28</b>	Caudales diarios simulados para la cuenca de la Acequia Comuneros.....	96
<b>Figura 5.1-29</b>	Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca Acequia Comuneros .....	96

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

<b>Figura 5.1-30</b>	Caudales diarios simulados para la cuenca del Zanjón El Cristo.....	97
<b>Figura 5.1-31</b>	Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca del Zanjón El Cristo .....	98
<b>Figura 5.1-32</b>	Caudales diarios simulados para la cuenca de la quebrada La Tabla .....	99
<b>Figura 5.1-33</b>	Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca de la quebrada La Tabla .....	99
<b>Figura 5.1-34</b>	Ubicación de la provincia hidrogeológica del Cauca - Patía .....	102
<b>Figura 5.1-35</b>	Columna estratigráfica de la provincia Cauca -Patía .....	104
<b>Figura 5.1-36</b>	Modelo hidrogeológico básico de la provincia Cauca -Patía.....	106
<b>Figura 5.1-37</b>	Zonas de recarga sobre el área de desarrollo del proyecto.....	110
<b>Figura 5.1-38</b>	Esquema de un acuífero libre .....	112
<b>Figura 5.1-39</b>	Esquema acuífero semiconfinado .....	113
<b>Figura 5.1-40</b>	Esquema de un acuífero semilibre .....	114
<b>Figura 5.1-41</b>	Direcciones de flujo sobre la zona de estudio del proyecto .....	119
<b>Figura 5.1-42</b>	Ubicación de pozos de monitoreo de agua subterránea en la zona de estudio .....	120
<b>Figura 5.1-43</b>	Descripción litológica de los pozos en la zona de estudio .....	122
<b>Figura 5.1-44</b>	Pasos operativos para el cálculo de los tres parámetros empleados por el método G.O.D. para el cálculo del índice de vulnerabilidad del acuífero.....	124
<b>Figura 5.1-45</b>	Vulnerabilidad del acuífero en la zona de influencia del proyecto.....	127
<b>Figura 5.1-46</b>	Metodología para la zonificación geotécnica .....	130
<b>Figura 5.1-47</b>	Mapa de zonificación geotécnica en la zona del proyecto .....	132
<b>Figura 5.1-48</b>	Ubicación de Apiques tramo Ye de Villa rica – Av Bicentenario .....	134
<b>Figura 5.1-49</b>	Perfil estratigráfico Apiques Segunda Calzada UF4.1 .....	135
<b>Figura 5.1-50</b>	Localización de las estaciones meteorológicas consideradas en el proyecto	139
<b>Figura 5.1-51</b>	Comportamiento de la lluvia durante el transcurso del año en las estaciones analizadas. ....	140
<b>Figura 5.1-52</b>	Número de días con lluvia en las estaciones meteorológicas de la zona del proyecto.....	141
<b>Figura 5.1-53</b>	Precipitación anual en la zona donde se localiza el proyecto (círculo rojo) ...	142
<b>Figura 5.1-54</b>	Lluvia horaria total y distribución porcentual en la Estación Ingenio Manuelita (Palmira).....	142
<b>Figura 5.1-55</b>	Comportamiento de la temperatura media mensual multianual .....	144
<b>Figura 5.1-56</b>	Comportamiento comparativo de la temperatura máxima mensual multianual .....	144
<b>Figura 5.1-57</b>	Comportamiento comparativo de la temperatura mínima mensual multianual. ....	145
<b>Figura 5.1-58</b>	Comportamiento de la humedad relativa mensual de las estaciones de	


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

referencia, cercanas al área del proyecto. ....	146
<b>Figura 5.1-59</b> Rango de humedad relativa en la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo). ....	147
<b>Figura 5.1-60</b> Comportamiento mensual de la evaporación en el transcurso del año.....	148
<b>Figura 5.1-61</b> Velocidad media del viento multianual en la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo).....	149
<b>Figura 5.1-62</b> Velocidad máxima anual del viento en la zona donde se localiza el proyecto (círculo azul). ....	149
<b>Figura 5.1-63</b> Rosa de vientos de la estación Aeropuerto A. Bonilla .....	151
<b>Figura 5.1-64</b> Comportamiento en el transcurso del año del brillo solar diario en estaciones cercanas al área del proyecto .....	152
<b>Figura 5.1-65</b> Brillo solar medio diario de la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo)	152
<b>Figura 5.1-66</b> Irradiación global horizontal media diaria en la zona del proyecto (círculo rojo) .....	153
<b>Figura 5.1-67</b> Comportamiento mensual de la radiación global en Cali, ciudad cercana al área del proyecto. ....	154
<b>Figura 5.1-68</b> Puntos de monitoreo de ruido ambiental sobre la zona del proyecto.....	158

EN REVISIÓN


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 5.1-1</b> Suelo de la Formación Popayán.....	15
<b>Fotografía 5.1-2</b> Conos aluviales (Qca) .....	16
<b>Fotografía 5.1-3</b> Depósitos aluviales (Qal).....	17
<b>Fotografía 5.1-4</b> Depósitos de terraza (Qt) .....	17
<b>Fotografía 5.1-5</b> Rellenos antrópicos (Qra).....	18
<b>Fotografía 5.1-6</b> Cauce aluvial, llanura de inundación y terraza aluvial sector puente Río Cauca .....	31
<b>Fotografía 5.1-7</b> Zona geomorfológica de Abanico aluvial (Faa).....	33
<b>Fotografía 5.1-8</b> Zona geomorfológica de Relleno antrópico (Are).....	33
<b>Fotografía 5.1-9</b> Cultivos de caña que dominan el paisaje de la zona donde se ubica el proyecto.....	39
<b>Fotografía 5.1-10</b> Río Cauca y bosques riparios en el área de intervención del proyecto	40
<b>Fotografía 5.1-11</b> Color de suelo removido por hormigas en la fase RWDa.....	45
<b>Fotografía 5.1-12</b> Estructura de suelos Aquic Haplustalfs en el inicio del proyecto, Villa Rica. ....	49
<b>Fotografía 5.1-13</b> Cultivo de arroz cerca del puente sobre el río Cauca, municipio de Jamundí .....	59
<b>Fotografía 5.1-14</b> Cultivo de caña de azúcar, presente en la mayor parte del área de intervención .....	60
<b>Fotografía 5.1-15</b> Bosquecito ripario a la largo del zanjón Tabla, municipio de Villa Rica .....	61
<b>Fotografía 5.1-16</b> Humedal El Chuchal, localizado en el municipio de Villa Rica .....	63
<b>Fotografía 5.1-17</b> Ortofotografía zona Quebrada La Tabla .....	77
<b>Fotografía 5.1-18</b> Ortofotografía zona Zanjón El Cristo.....	77
<b>Fotografía 5.1-19</b> Ortofotografía zona Acequia El Comunero .....	78
<b>Fotografía 5.1-20</b> Ortofotografía zona Río Cauca .....	78
<b>Fotografía 5.1-21</b> Ortofotografía zona Reservorio.....	79
<b>Fotografía 5.1-22</b> Ubicación de la estación 1 para el monitoreo de la calidad del aire .....	156
<b>Fotografía 5.1-23</b> Ubicación de la estación 2 para el monitoreo de la calidad del aire .....	157
<b>Fotografía 5.1-24</b> Punto de monitoreo de ruido ubicado sobre la vía .....	159
<b>Fotografía 5.1-25</b> Punto de monitoreo de ruido ubicado sobre el puente.....	160

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	xxxxxxx
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**LISTADO DE ANEXOS**

- ANEXO 5.1-1. GEOLOGÍA**
- ANEXO 5.1-2. HIDROLOGÍA**
- ANEXO 5.1-3. HIDROGEOLOGÍA**
- ANEXO 5.1-4. GEOTECNIA**
- ANEXO 5.1-5. METEOROLOGÍA**

EN REVISIÓN


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### LISTADO DE PLANOS

TITULO	PLANO	FECHA	CODIGO
PLANO 5.1-1 MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOLOGICA SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	1 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-2 MAPA DE AMENAZA SISMICA SOMBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	2 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-3 MAPA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	3 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-4 MAPA DE AMENAZA POR INUNDACIÓN SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	4 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-5 MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	5 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-6 UNIDADES CARTOGRÁFICAS DEL SUELO	6 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-7 UNIDADES DE CAPACIDAD DEL USO DEL SUELO	7 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-8 UNIDADES DEL USO ACTUAL DEL SUELO	8 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-9 UNIDADES DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO	9 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-10 MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MICROCUENCAS DENTRO DE LA ZONA DEL PROYECTO	10 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX
PLANO 5.1-11 MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA SOBRE EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	11 DE 11	XX/XX/XX	XXX-XXX-XXX-XXX

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

## 5.1 MEDIO ABIÓTICO

### 5.1.1 Geología

#### 5.1.1.1 Geología Regional del Área de Influencia

Geológicamente el área de influencia del proyecto se ubica en la plancha 300 de Cali (INGEOMINAS, 1985), la cual incluye zonas de los departamentos de Valle del Cauca y Cauca. La siguiente información sobre componente geológico puede ser revisada a mayor detalle en el Anexo 5.1-1.

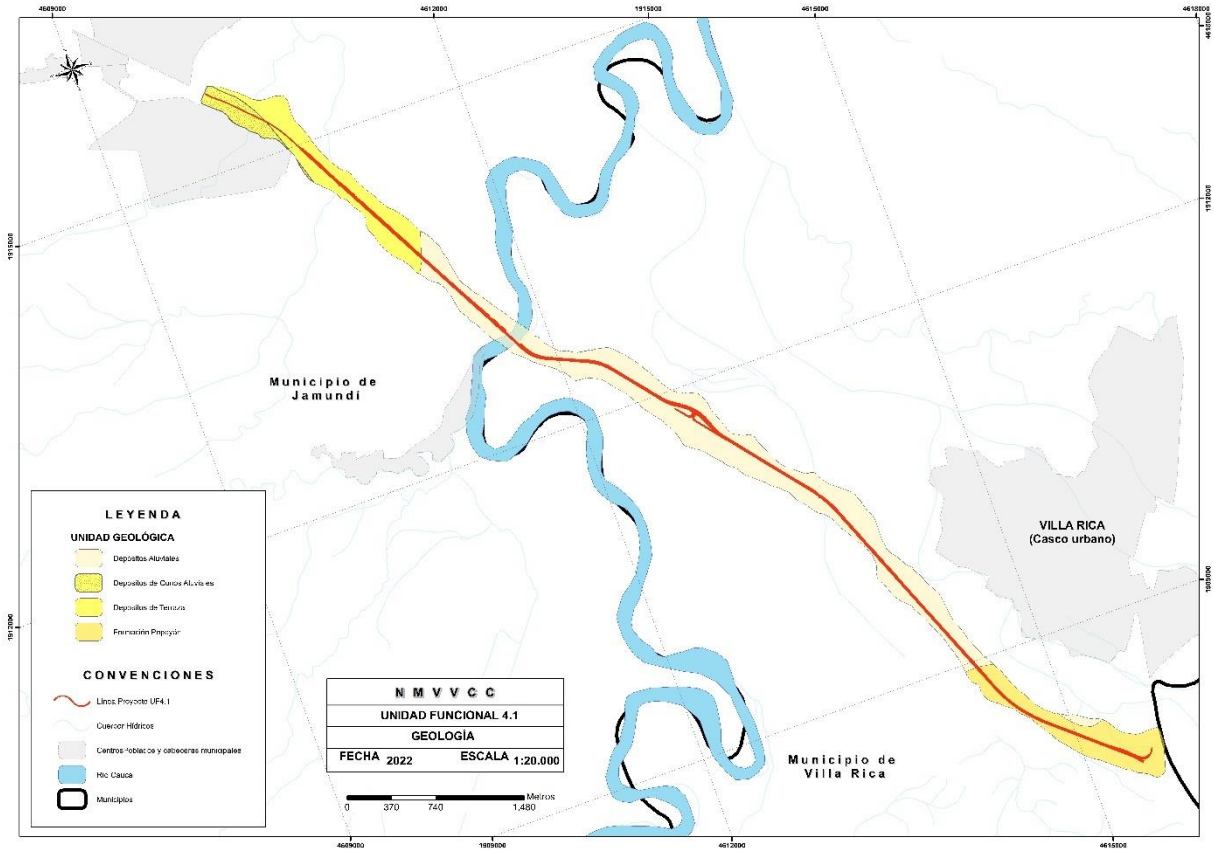
Sobre el contexto geológico regional, el trazado de la vía proyectada se encuentra localizada entre el valle interandino de los ríos Cauca – Patía y el flanco oriental de la Cordillera Occidental. La cuenca se trata de una estructura de depresión geológica intermontaña ubicada en la parte central del Bloque de los Andes del Norte, en una región que constituye un antiguo margen continental marcado por el Sistema de Fallas Cauca-Romeral. La zona está constituida principalmente por rocas mesozoicas de afinidad oceánica pertenecientes en el sur a los denominados Grupo Dagua, grupos metasedimentario de bajo grado y por Grupo Diabásico compuesto predominantemente por material volcánico básico. En cuanto a las unidades litológicas expuestas estas se tratan de depósitos cronológicamente recientes constituidos por material de tipo fluvial, coluvial y aluvial, y menor proporción rocas vulcano – sedimentarias, pertenecientes a la denominada Formación Popayán.

A nivel técnico regional el proyecto se encuentra enmarcado sobre un régimen técnico asociado al movimiento de subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana. Asociado a este contexto tectónico se encuentran las fallas Falla de Potrerillos, Falla de Florida, Falla Palmira-Buga, el Sistemas de Fallas Cauca-Patía y el Sistema de Fallas Romeral.

A continuación, en la Figura 5.1-1 (Plano 5.1-1) y la Tabla 5.1-1 se presenta el área influenciada por las unidades geológicas regionales.

**Figura 5.1-1** Mapa de zonificación geológica sobre el área de trazado del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Tabla 5.1-1 Unidades Geológicas regionales en el área de Influencia


EDAD	NOMENCLATURA	NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO (AI)	
			ÁREA (HA)	% ÁREA
Pleistoceno	Qca	Conos aluviales	10.99	4.61
Pleistoceno	Qpcf	Formación Popayán	41.95	17.60
Pleistoceno	Qal	Depósitos aluviales	142.03	59.59
Pleistoceno	Qt	Terrazas aluviales	43.38	18.20
Total			238.36	100

Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De igual manera, a continuación, se realiza una breve descripción de estas unidades presentes en el área de influencia del proyecto.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

#### 5.1.1.1.1 *Unidades geológicas en el Área de Influencia*


- **Qca:** Se presentan asociados a las zonas de deyección de los ríos Cañaveralejo, Meléndez, Pance, Jamundí, Claro y Guachinte. Suprayacen discordantemente la Formación Jamundí y se depositan actualmente en dirección SE donde se interdigitan (fuera de la plancha) con los depósitos aluviales del río Cauca. Lateralmente han sido erosionados por el rejuvenecimiento de los ríos que les dieron origen y que actualmente depositan su carga aluvial discordantemente sobre Qca. Estos depósitos son de tamaño de grano heterogéneo principalmente grueso y su composición está determinada por las rocas que afloran en las cuencas hidrográficas particulares.
- **Qpcf:** Depósito de caída piroclástica de la Formación Popayán, altamente meteorizados, material arcilloso de color amarillo - rojizo con manchas blancas, material de plasticidad alta, consistencia media, presenta cuarzo, micas y líticos ígneos y sedimentarios. La roca presenta meteorización con un Horizonte IC (roca completamente meteorizada) según Deere y Patton, 1971. Geomorfológicamente se observan laderas onduladas, presenta cultivos de caña de azúcar.
- **Qal:** Representan la sedimentación actual de los ríos, su composición está determinada por las rocas existentes en el área y el tamaño de grano varía de arena a grava.
- **Qt:** Están asociados a la dinámica del río Cauca y sus tributarios principalmente, son depósitos que comprenden los sedimentos de arrastre actuales y terrazas de menor nivel, los cuales pueden variar en su granulometría dependiendo de la dinámica de los ríos y quebradas.

#### 5.1.1.2 *Geología local del área de intervención del proyecto*

##### 5.1.1.2.1 *Fotointerpretación y control de campo*

Se realiza el trabajo de fotointerpretación mediante la utilización de fotografías aéreas del IGAC en un número adecuado de pares estereoscópicos o mediante imágenes de satélite, que cubran el área de influencia del proyecto a una escala adecuada y que incluye el eje del trazado de la vía. Con la fotointerpretación, se realiza la delimitación de unidades de roca,

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

zonas de coluviones, aluviones y los trazos de las principales estructuras geológicas, pliegues y fallas. Con base en la fotointerpretación se realiza una sectorización preliminar, a lo largo del trazado de la vía, de zonas de comportamiento homogéneo geológico geotécnico, así como los sectores identificados como críticos desde el punto de vista de estabilidad o amenazas naturales

Posteriormente, la información levantada en superficie se realiza en la campaña de exploración del subsuelo como se registra en Tabla 5.1-2 mediante 18 perforaciones mecánicas SPT de entre 6.0 metros y hasta 50.0 metros y con 14 líneas sísmicas a lo largo del corredor, con el fin de realizar el perfil estratigráfico y geológico – geotécnico que muestre la diferenciación entre los tipos de materiales presentes.

**Tabla 5.1-2** Localización de puntos de control en campo – Perforaciones y Sondeos

NOMBRE	TIPO DE EXPLORACIÓN	COORDENADAS X		COORDENADAS Y		PROFUNDIDAD (M)
		INICIO	FIN	INICIO	FIN	
UF4-BXRC-S1	Perforación	1066800	1066800	844115	844115	25
UF4-BXRC-S2	Perforación	1066808	1066808	844107	844107	25
UF4-CV-S1	Perforación	1068474	1068474	841245	841245	6
UF4-CV-S10	Perforación	1063738	1063738	848275	848275	6
UF4-CV-S2	Perforación	1068141	1068141	841495	841495	6
UF4-CV-S3	Perforación	1067544	1067544	842296	842296	6
UF4-CV-S4	Perforación	1067160	1067160	843333	843333	6
UF4-CV-S5	Perforación	1067044	1067044	843621	843621	6
UF4-CV-S6	Perforación	1066142	1066142	845094	845094	10
UF4-CV-S7	Perforación	1066046	1066046	845205	845205	6
UF4-CV-S8	Perforación	1064396	1064396	847051	847051	6
UF4-CV-S9	Perforación	1063997	1063997	847813	847813	6
UF4-PVRC-S1	Perforación	1064869	1064869	846162	846162	50
UF4-PVRC-S2	Perforación	1064802	1064802	846283	846283	50
UF4-PVRC-S3	Perforación	1064908	1064908	846087	846087	30
UF4-PVRC-S4	Perforación	1064763	1064763	846353	846353	30
UF4-PP1-S1	Perforación	1063212	1063212	848920	848920	25
UF4-PP1-S2	Perforación	1063192	1063192	848915	848915	25
UF4-CVVB-L1	Línea Sísmica	1068500	1068408	841219	841287	46.7
UF4-CVVB-L2	Línea Sísmica	1068154	1068066	841507	841581	50
UF4-CVVB-L3	Línea Sísmica	1067552	1067508	842318	842424	45
UF4-CVVB-L4	Línea Sísmica	1067171	1067124	843272	843377	45

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

NOMBRE	TIPO DE EXPLORACIÓN	COORDENADAS X		COORDENADAS Y		PROFUNDIDAD (M)
		INICIO	FIN	INICIO	FIN	
UF4-CVVB-L5	Línea Sísmica	1067016	1066973	843640	843746	45
UF4-CVVB-L6	Línea Sísmica	1066799	1066729	844123	844214	60
UF4-CVVB-L7	Línea Sísmica	1066170	1066063	845067	845110	43.3
UF4-CVVB-L8	Línea Sísmica	1064414	1064354	847001	847099	45
UF4-CVVB-L9	Línea Sísmica	1063973	1063918	847809	847910	45
UF4-CVVB-L10	Línea Sísmica	1063749	1063696	848229	848331	45
UF4-PP1-L1	Línea Sísmica	1063139	1063221	848989	848908	45
UF4-PP1-L2	Línea Sísmica	1063080	1063202	848930	848899	46.7
UF4-PVRC-L1	Línea Sísmica	1064860	1064914	846172	846068	58.3
UF4-PVRC-L2	Línea Sísmica	1064777	1064724	846276	846376	50

**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Anexos. ANEXO G. JOYCO S.A. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle. Modificado por Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


#### 5.1.1.2.2 Unidades geológicas en el Área de Intervención del Proyecto

Durante todo el recorrido del tramo vial de estudio, se registran 5 unidades litológicas diferentes. Así, estos materiales están definidos como Formación Popayán (Qpcf), depósitos de terraza (Qt), depósitos aluviales (Qal), conos aluviales (Qca) y rellenos antrópicos (Qra).

- Formación Popayán (Conjunto Superior - Qpcf):** Depósito de caída piroclástica de la Formación Popayán, altamente meteorizados, material arcilloso de color amarillo - rojizo con manchas blancas, material de plasticidad alta, consistencia media, presenta cuarzo, micas y líticas ígneos y sedimentarios. La roca presenta meteorización con un Horizonte IC (roca completamente meteorizada) según Deere y Patton, 1971. Geomorfológicamente se observan laderas onduladas, presenta cultivos de caña de azúcar.

**Fotografía 5.1-1** Suelo de la Formación Popayán.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####



**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.


- Conos Aluviales (Qca):** Depósitos de cono aluvial (Qca), son en general matriz soportados, la matriz es de tamaño que varía entre limos, arcillas y arenas, de coloración café oscuro, con clastos esporádicos de tamaño grava a cantos, de forma subredondeada a redondeada, de composición de rocas ígneas y sedimentarias. Geomorfológicamente se observan planicies generadas por estos depósitos. En esta estación no se observan afloramientos del material, pero se correlaciona con las estaciones encontradas anteriormente.

**Fotografía 5.1-2 Conos aluviales (Qca)**



10 dic. 2021 9:09:12 a. m.  
 2543 Carrera 3  
 Jamundí  
 Valle del Cauca

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

- **Depósitos Aluviales (Qal):** Depósitos aluviales del río Cauca, estos depósitos son matriz soportado, la matriz presenta un tamaño de grano arenoso, de color café claro a oscuro, con consistencia media. Geomorfológicamente se observan planicies generadas por los depósitos aluviales.

**Fotografía 5.1-3** Depósitos aluviales (Qal)




**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

- **Depósitos de terraza (Qt):** Depósito de terraza, material limo - arcilloso de color café oscuro, de plasticidad alta, consistencia media y húmedo. Geomorfológicamente se observan planicies generadas por los depósitos de terraza. Presenta cultivos de arroz.

**Fotografía 5.1-4** Depósitos de terraza (Qt)

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####



**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

- **Rellenos antrópicos (Qra):** dispuestos sobre la vía actual y se presentan como fragmentos de rocas de composición sedimentarias, ladrillos de tamaños desde grava a cantos, de forma angular a subangular, embebidos en una matriz areno – limosa.

**Fotografía 5.1-5** Rellenos antrópicos (Qra)




**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### 5.1.1.3 Geología Estructural

El rasgo estructural más prominente dentro del área es la presencia de dos sistemas regionales de fallas de orientación aproximada N-S y E.W. Las fallas N-S predominan en las dos cordilleras y también en la cuenca sedimentaria del Valle del Cauca. En la Cordillera

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Central la mayoría son fallas inversas de ángulo alto. Sin embargo, algunas de estas fallas se han movido como fallas de rumbo (strike slip) por lo menos una vez durante su evolución. Las fallas principales del sistema de Cauca a lo largo del flanco oriental de la Cordillera Occidental y las fallas de la zona del Graben del Cauca son fallas normales. Las fallas posteriores influyeron en la deposición de los sedimentos de las cuencas terciarias (EVANS et al., 1984).

Las fallas de rumbo aproximado E-W se encuentran como zonas regionales de cizallamiento, principalmente con movimientos horizontales en el sentido derecho (Dextral Wrench Faults) y restringidas a la Cordillera Central. Estas zonas son interpretadas como estructuras relacionadas con el movimiento principal del Sistema de la Falla Romeral, como una falla de rumbo (Strikeslipo- fault) en el Terciario inferior. Según evidencias geofísicas, estructuras posiblemente relacionadas con este sistema de callamiento se encuentran en la zona del Graben del Cauca (EVANS et al., 1984).

#### 5.1.1.3.1 Fallas geológicas

A nivel técnico regional sobre la zona del proyecto se destacan las fallas Falla de Potrerillos, Falla de Florida, Falla Palmira-Buga, el Sistemas de Fallas Cauca-Patía y el Sistema de Fallas Romeral.


- **Falla de Potrerillos**

Esta falla se encuentra localizada al norte de la población de Florida, presenta un rumbo N-S y en la plancha esta principalmente cubierta por depósitos cuaternarios con algunas exposiciones en el sector norte de esta. Se reporta como una falla inversa de alto ángulo; sin embargo, esta falla trae componente horizontal con movimiento dextral. Geomorfológicamente su rasgo más sobresaliente es la alineación de corrientes, así como la generación de escarpes de falla y desplazamiento de depósitos cuaternarios, esta clasifica da como una falla activa. (Montes et al., 2001).

- **Falla de Florida**

Su trazo se encuentra cruzando la población de Florida. Asociada al sistema de fallas de Romeral, es una falla inversa de alto ángulo con componente de desplazamiento horizontal de tipo dextral que afecta rocas del Terciario y en profundidad sirve de

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

límites a rocas del Terciario con rocas ígneas aflorantes al este de la falla. (SGC, 2013)

- **Falla Palmira-Buga**

Se encuentra ubicada al occidente de la falla Guabas-Pradera, en la plancha 300-Cali está localizada en el sector occidental cerca del río Cauca y atraviesa la plancha con un rumbo NE-SW. Es una falla clasificada como inversa con un movimiento dextral y buza hacia el oeste, esta falla presenta una expresión geomorfológica débil debido a que está cubierta principalmente por depósitos cuaternarios en la plancha, se clasifica como una falla activa con una tasa de actividad muy baja (Montes et al., 2001).

- **Sistema de Fallas Romeral**

Define el límite occidental del cinturón de esquistos paleozoicos y es interpretado como una sutura del Cretácico Inferior poniendo en contacto la formación Amaime con el Grupo Bugalagrande. Estas suturas separan rocas continentales de rocas oceánicas. Se involucra dentro de este sistema de fallas, la falla El Guengue y la falla del Retiro que son ramales del trazo de la falla principal. Según Kammer (1993), este sistema de fallas se asocia al sistema de fallas del Cauca por eso se aplica el término de sistema de fallas Cauca-Romeral en algunos casos, son fallas kilométricas, activas que para esta plancha se encuentra principalmente cubierta por depósitos terciarios y cuaternarios.

- **Sistema de Fallas Cauca – Patía**

Este sistema está localizado al borde de la Cordillera Occidental y su actividad inicio a finales del periodo Cretácico Superior – Paleogeno. Las fallas son inversas, con dirección noreste, con inclinación al este. Este sistema sirvió para el emplazamiento de las rocas oceánicas al continente.


Su estructura principal es la falla Cauca-Patía, su trazo se ubica siguiendo el curso del Río Cauca y limita la Cordillera Occidental del lado occidental con el valle interandino Cauca-Patía con el lado oriental.

#### **5.1.1.4 Amenazas naturales**

Una amenaza natural hace referencia a algún tipo de fenómeno o suceso asociado procesos

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

ecosistémicos de la zona y que pueden tener un efecto negativo sobre las personas o el medio ambiente. Estas pueden ser de naturaleza tanto biológica como geofísica y a su vez pueden ser prevenibles y/o mitigables a través del conocimiento previo del contexto de la zona.

Para los estudios de este campo se recomienda la utilización de escalas 1:25.000 o menores de ser posible, teniendo en cuenta los espacios temporales apropiados. Así, para este estudio se tuvo en cuenta información oficial proveniente de IGAC, IDEAM, Servicio Geológico Colombiano, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, así como información de chequeos en campo.

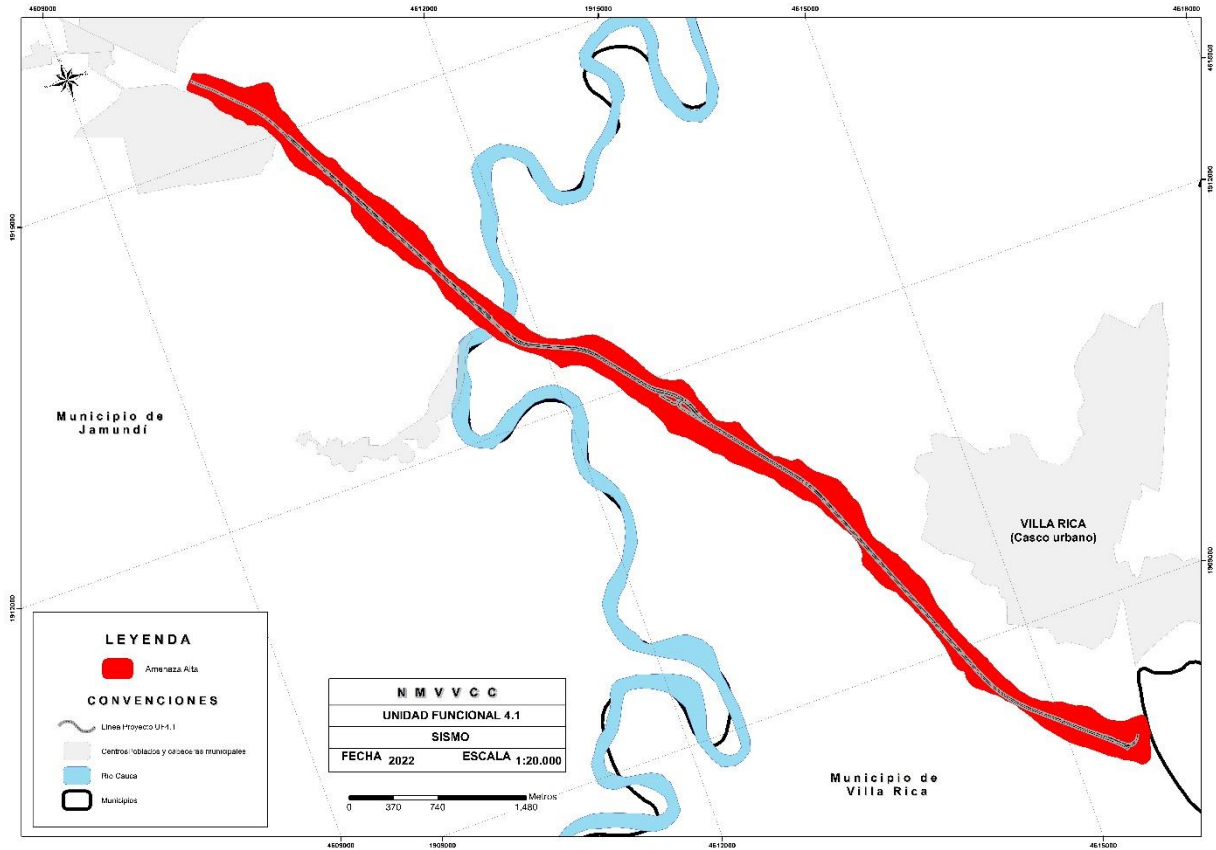
*5.1.1.4.1 Amenaza sísmica*

Para la caracterización sísmica se tuvo en cuenta el contexto geológico e histórico asociado a la región del proyecto. Para ello, se tuvo en cuenta información histórica de eventos sísmicos en una ventana de tiempo que comprende desde 1938 hasta 2016 proveniente de la base de datos del Servicio Geológico Colombiano. De igual manera, fue consultado el Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes con el fin de obtener la clasificación de amenaza sobre la cual se encuentra el diseño y trazado del proyecto.

Entonces, en la Figura 5.1-2 (Plano 5.1-2) se muestra la ubicación del proyecto y su área de influencia con respecto a la clasificación de amenaza sísmica establecida mediante los modelos probabilísticos sobre la cual se podría producir un fenómeno de este tipo.

**Figura 5.1-2** Mapa de Amenaza sísmica sobre el trazado del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Tabla 5.1-3 Amenaza Sísmica en el Área de Influencia (AI)

AMENAZA POR SISMO	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
	ÁREA (HA)	% ÁREA
Alta	238,359	100
Media	0	0
Baja	0	0

Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

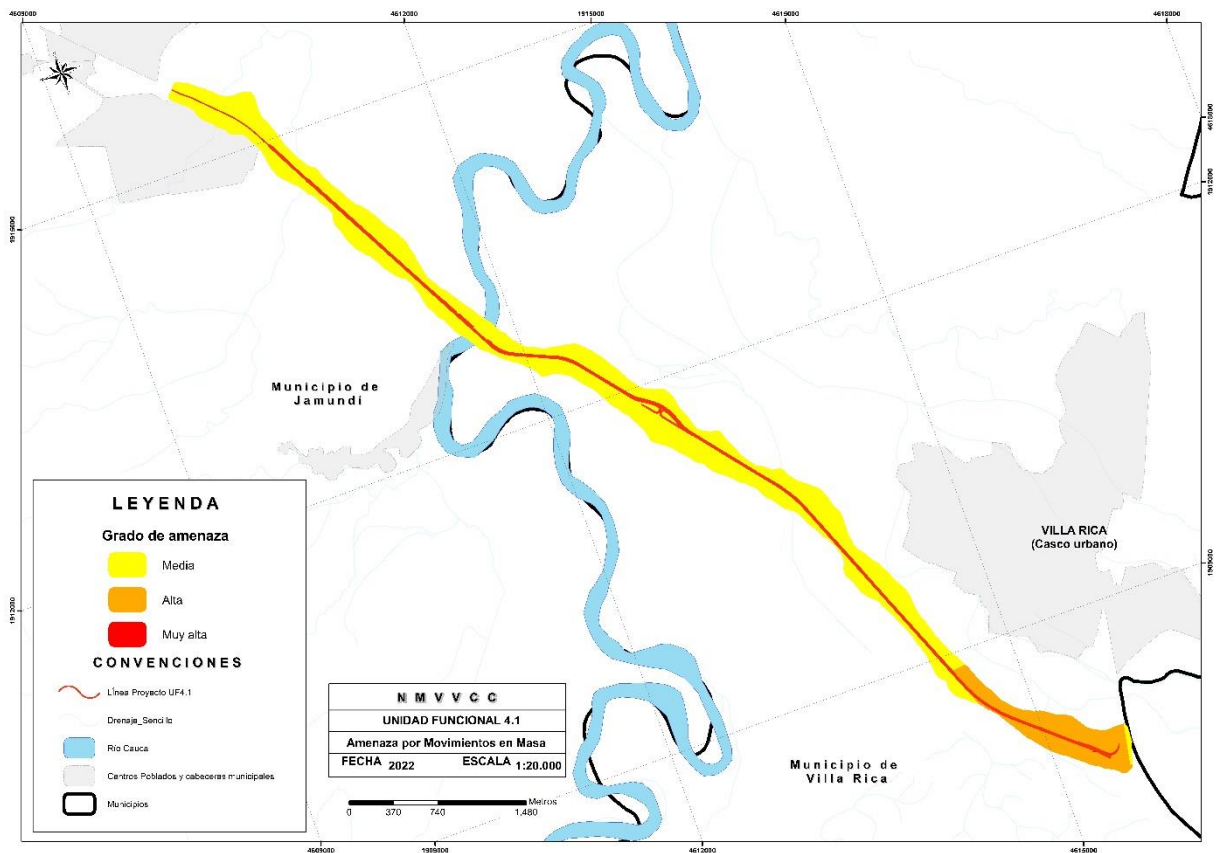
5.1.1.4.2 Amenaza por Remoción en masa

Para la estructuración y delimitación de las zonas con posibles fenómenos de remoción en

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

masa se deben tener en cuenta aspectos como la geología, la fisiográfica, el uso del suelo y su configuración integral. Así, se tuvo en cuenta la información de la plancha 300 del Servicio Geológico Colombiano donde se busca localizar el trazado y el área de influencia del proyecto con respecto a su afectación por este tipo de amenaza como se muestra en la Figura 5.1-3 (Plano 5.1-3).

**Figura 5.1-3** Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Tabla 5.1-4** Amenaza por Movimiento en Masa en el Área de Influencia (AI)


AMENAZA POR MOVIMIENTO EN MASA	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)
--------------------------------	-------------	-------------------------

REVISÓ	APROBÓ

		ÁREA (HA)	% ÁREA
Muy Alta	Taludes/laderas con pendientes mayores a 30°, compuestos por materiales de comportamiento geomecánico malo a muy malo (roca muy meteorizada y fracturada) o suelo residual en grandes espesores. Presentan escasa vegetación a causa de los procesos antrópicos. Existen evidencias de ocurrencia de movimientos en masa activos en zonas relativamente amplias, que afectan considerablemente la capacidad de respuesta de los elementos expuestos.	0	0
Alta	Taludes/laderas con pendientes promedio entre 20° y 30°, compuestos por materiales de comportamiento geomecánico regular a malo (roca muy meteorizada y fracturada) o suelo residual con espesores mayores a 1 metro. Terrenos con escasa vegetación o deforestados. Evidencias de movimientos en masa antiguos y movimientos en masa activos a nivel local.	128.762	17.72
Media	Taludes/laderas con pendientes promedio entre 5° y 20°, compuestos por pequeños espesores de suelo residual o roca moderadamente meteorizada y poco fracturada. Presentan densidad moderada de vegetación. Ocurrencia de movimientos en masa incipientes, deslizamientos locales esporádicos que pueden incrementar el nivel de vulnerabilidad física de los elementos expuestos, sin llegar a presentarse colapsos de edificaciones, pero que pueden generar el colapso de accesos locales (escaleras, caminerías, etc.) cercanos a las edificaciones.	597.851	82.27

REVISÓ

APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

AMENAZA POR MOVIMIENTO EN MASA	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
		ÁREA (HA)	% ÁREA
Baja	Terrenos compuestos por roca fresca a poco meteorizada, o material de relleno compactado, cumpliendo con especificaciones técnicas, ubicados en zonas planas o con pendientes menores a 5°. Están cubiertos por vegetación y no se observan indicios de movimientos en masa antiguos o activos.	0	0

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

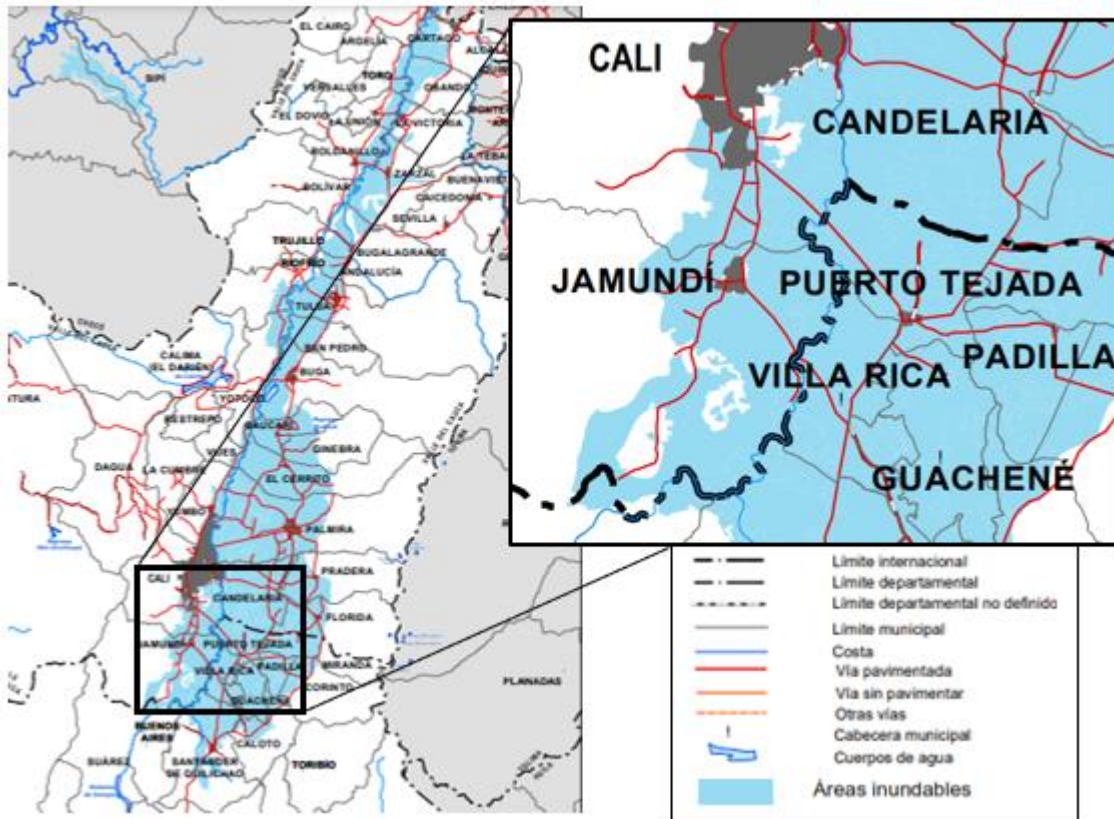
#### 5.1.1.4.3 Amenaza por Inundación

Este tipo de amenaza es relevante en cuanto al contexto del proyecto teniendo en cuenta que este tiene su trazado sobre los autos caudales que transitan por el Río Cauca, lo cual es un proceso natural y periódico que tiende a traer inundaciones en épocas de lluvias. Esto, puede involucrar crecientes en los cuerpos hídricos tributarios e inundaciones sobre las planicies adyacentes.

En este sentido, como primera medida se tuvo en cuenta la información proporcionada por el Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial Nacional – SIGOT, piloto regional: Valle del Cauca - Cauca – Nariño, desarrollado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2009); En donde es posible observar las áreas definidas como susceptibles a inundación y que se encuentra sobre la zona del proyecto. Lo anterior, se muestra a continuación en la Figura 5.1-4.

**Figura 5.1-4** Áreas susceptibles a inundación sobre la zona de trazado del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2009), 2022.

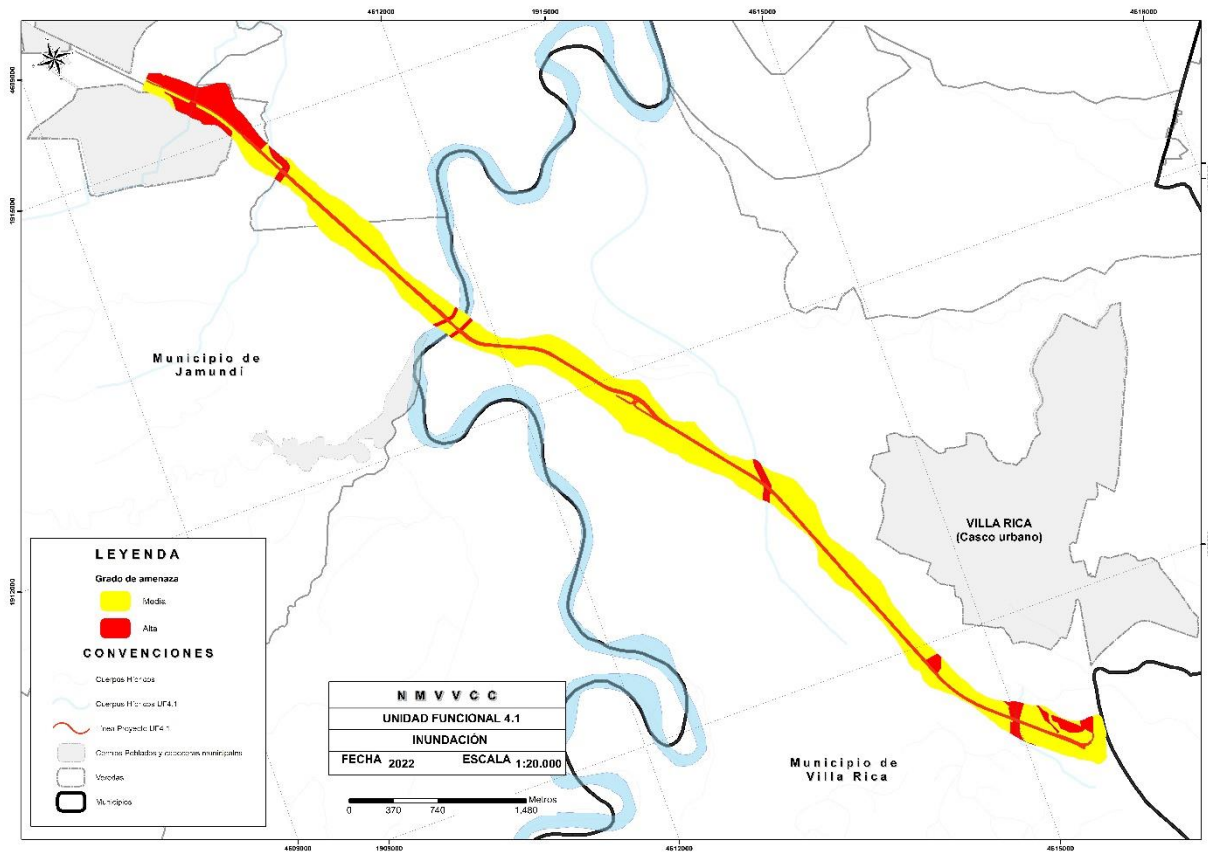
De igual manera, teniendo en cuenta esta información preliminar se establece su clasificación por su estado de amenaza. A partir de esto, se establece que las crecientes en el río Cauca son del tipo lentas, debido a que el incremento en los caudales y los niveles de agua durante la fase ascendente es gradual y no repentino o súbito. Por lo anterior, la CVC adoptó como criterio para clasificar la magnitud o intensidad de la inundación en el valle alto del río Cauca la profundidad de agua en el área inundada.

A continuación, se muestra en la Figura 5.1-5 (Plano 5.1-4) los resultados de la clasificación y zonificación del área del proyecto con respecto a las amenazas por inundaciones para un periodo de retorno de 100 años.

**Figura 5.1-5** Zonificación de amenazas por inundación en la zona del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Tabla 5.1-5 Amenaza por Inundación conforme al Área de Influencia (AI)

AMENAZA POR INUNDACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
		ÁREA (HA)	% ÁREA

REVISÓ	APROBÓ

AMENAZA POR INUNDACIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
		ÁREA (HA)	% ÁREA
Alta	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno menor o igual a 10 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua igual o superior a 0,50 m, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos graves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada diez años durante la vida útil del jarillón hasta ese nivel.	95.610	13.073
Media	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente entre los periodos de retorno de 10 y 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua, duración, caudal y velocidad con efectos potencialmente dañinos moderados.	635.689	86.926
Baja	Zona delimitada por la línea de inundación producida por el desborde del cauce calculado para el caudal de creciente de un periodo de retorno mayor o igual a 100 años, ya sea por causas naturales o intervención antrópica no intencional, y con una profundidad de lámina de agua con efectos potencialmente dañinos leves. Esta franja tiene una probabilidad de estar inundada por lo menos una vez cada cien años durante la vida útil del jarillón.	0	0

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


### 5.1.2 Geomorfología

Para el análisis geomorfológico se realizó un estudio de las formas y geometrías expuestas en la superficie, así como su disposición estructural, así como los posibles procesos que la originan. Esto, con el fin de poder evaluar y proyectar el comportamiento del terreno para la planificación de la interacción de proyectos de infraestructura con el medio natural que los rodea.

En este sentido, para la identificación de las unidades geomorfológicas se tuvo como base los

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

criterios para los diferentes ambientes morfogenéticos según su agrupación de condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas. Así, a continuación, se presenta la descripción para cada tipo de unidad según el sistema de levantamiento geomorfológico ITC.

**Tabla 5.1-6** Descripción de las unidades geomorfológicas según su origen

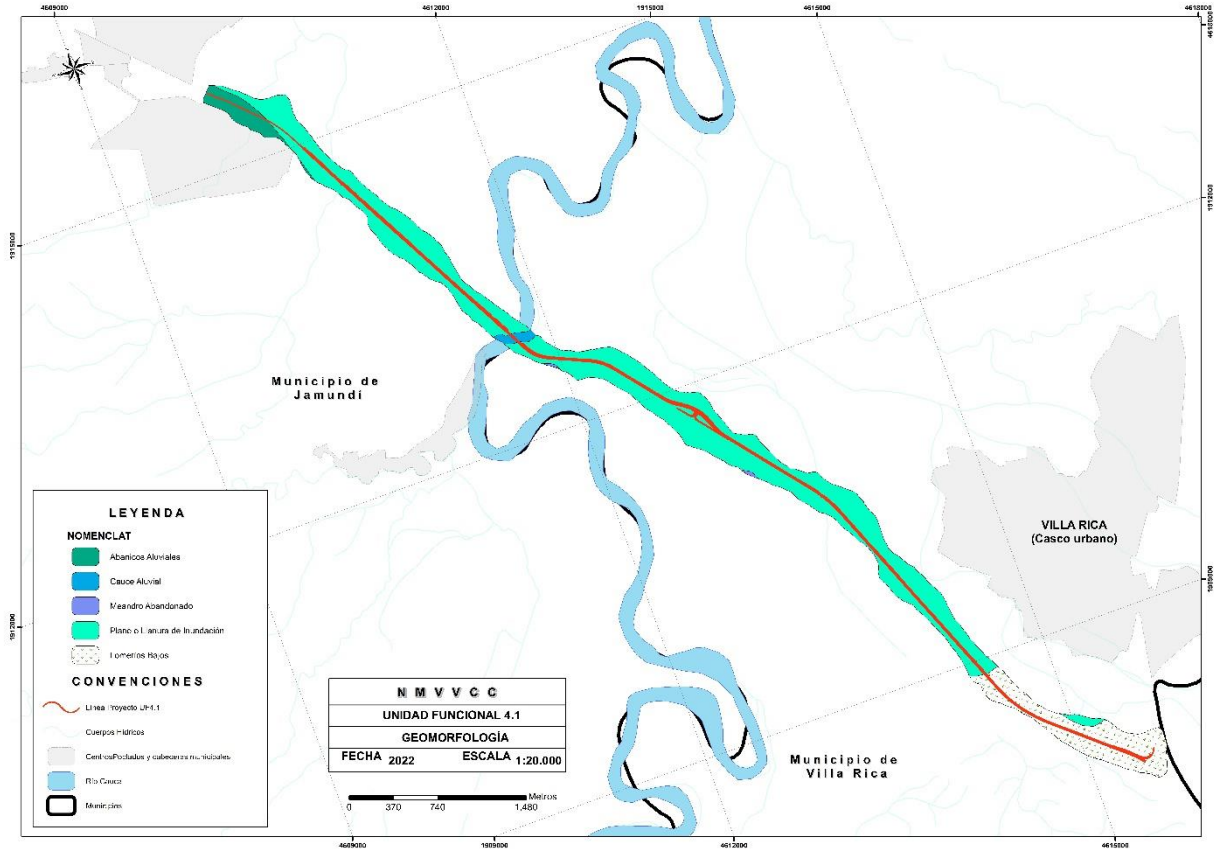
AMBIENTE PRINCIPAL	EJEMPLO DE GEOFORMAS CON UN ORIGEN ESPECÍFICO
<b>Fluvial: erosión fluvial y sedimentación</b>	Geoforma de acumulación y complejas: planicies aluviales, transicionales y erosionales, terrazas, abanicos, conos, cauces activos, etc.
<b>Lacustre: erosión marina y sedimentaria</b>	Geoforma producto de niveles de agua alta (terrazas), fondos de lagos: llanura lagunares, mareales, depósitos de evaporitas, etc.
<b>Marino: erosión marina y sedimentaria</b>	Geoformas de ambientes de alta energía (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); asociadas a complejos levantamientos: abanicos abisales, turbiditas, etc.
<b>Volcánico: actividad volcánica</b>	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
<b>Denudacionales: meteorización, transporte en masa, erosión linear</b>	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear y asociadas con procesos denudativos específicos: movimientos de remoción en masa, colinas denudadas y residuales, laderas y escarpes denudados, etc.
<b>Estructural: fallamientos</b>	Geoformas asociadas con las capas de rocas estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamientos y levantamientos: escarpes de falla, facetas triangulares, ganchos de falla, cerros aislados, etc.
<b>Estructural denudacional</b>	Asociaciones denudacionales y estructurales: depresión estructural, ladera estructural, etc.
<b>Kárstico: solución y redepositación</b>	Geoformas positivas (colinas), negativas (depresiones), estructuras y otras (complejos): cuevas, dolinas, lapietz, etc.
<b>Glacial: erosión por el viento y sedimentación</b>	Geoformas de acumulación (activas /no activas) y de deflación: dunas, médanos, etc.
<b>Antropogénico</b>	Aquellas formas de relieve que son el producto de modificaciones causadas por la intervención del hombre: laderas terracedas, cima explanada, llenos antrópicos, etc.

**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle. Sistema de Levantamiento Geomorfológico del IT., 2022.

De igual manera, teniendo en cuenta los mapas geomorfológicos disponibles se busca definir las unidades que se encuentran sobre el corredor vial. Entonces, se encuentra que en la UF4.1 de la Nueva Malla vial del Valle del Cauca, la geomorfología dominante es de origen fluvial y lagunar como se observa en el mapa de la Figura 5.1-6(Plano 5.1-5).

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Figura 5.1-6** Mapa de unidades geomorfológicas sobre la zona de trazado del proyecto




**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Tabla 5.1-7** Distribución de unidades geomorfológicas conforme al Área de Influencia

AMBIENTE MORFOGENETICO	NOMENCLATURA	NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
			ÁREA (HA)	% ÁREA
Fluvial	Fca	Cauce aluvial	18.364	1.854
	Fma	Menandro abandonado	13.453	1.358
	Fpi	Llanura de inundación	782.054	78.992
	Faa	Abanico aluvial	66.879	6.755
Volcánico	Vlb	Lomeríos bajos	109.282	11.038

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Entonces, se puede observar que dentro del contexto local del corredor existen dos (2) ambientes geomorfológicos diferentes en la zona de estudio, estos se definen como fluvial y antropogénico, dentro de los cuales se determinaron las unidades geomorfológicas principales reflejadas en cada uno de ellos. Los ambientes identificados y sus unidades se describen a continuación.

5.1.2.1.1 *Ambiente Fluvial*

- **Cauce Aluvial (Fca):**

Canal de forma meándrica excavado por erosión de las corrientes del Río cauca y algunos de sus afluentes sobre sedimentos aluviales. La dinámica observada en estos cauces muestra que las corrientes de dichos ríos transportan una carga compuesta de sedimentos finos en suspensión, como también una carga de fondo significativa, constituida principalmente por arena y algo de grava, alrededor de esta unidad se presenta erosión y depositación dando origen a nuevas unidades geomorfológicas. El principal cauce dentro de la plancha atraviesa esta de norte a sur, siendo el segundo afluente más importante de Colombia, en este sector su paso ha dejado múltiples meandros y ha desarrolla diferentes grados de erosión (desde leve a intenso) dependiendo de la composición litológica y de la posición de la orilla con respecto a la forma (SGC, 2013).

- **Laguna (Flg):**


Depósito natural de agua de dimensiones inferiores, con relación a los lagos, tanto en área como en profundidad. Dicha profundidad varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se localice y a su grado de colmatación (acumulación de sedimentos). Las lagunas de origen fluvial se relacionan con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, estas pueden permanecer incluso en épocas secas, ya que son pobremente drenadas. (SGC, 2019)

- **Meandro abandonado (Fma):**

Sección en forma de curva del cauce de un río antiguo, u origen está relacionado con la migración lateral de la corriente hacia la parte contraria de la concavidad o por el corte de la zona más angosta entre dos curvas consecutivas, que generan el estrangulamiento de un meandro. Su depósito está constituido por sedimentos finos con intercalaciones de turba, producto del estancamiento de aguas. (SGC, 2019).

**Fotografía 5.1-6** Cauce aluvial, llanura de inundación y terraza aluvial sector puente Río

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Cauca



**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.


- **Plano o Llanura de inundación (Fpi):**

En estas unidades se agrupan aquellas superficies de morfología plana, baja a ondulada y eventualmente inundable que se localiza bordeando los cauces fluviales, en este caso las zonas planas alrededor del río Cauca, donde localmente se encuentran limitadas por escarpes de terraza. Sus depósitos están constituidos por sedimentos finos (arcilla, limo y arena fina), originados durante eventos de desborde del cauce. El cauce del Río Cauca al ser meandriforme presenta una llanura de inundación bastante amplia. También son producto de los cauces de sus afluentes que han incisado los abanicos y la planicie lacustrina, generando zonas parcialmente inundables.

- **Abanico aluvial (Faa):**

Son superficie en forma de cono de morfología plana o aterrazada sobre la plancha como producto de la acumulación de un flujo de agua y sedimento en forma radial, cuando se da un quiebre de pendiente en el momento en que una corriente desemboca en zonas planas, estas unidades se ubican en el piedemonte del flanco

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Oriental de la Cordillera Occidental. Son unidades compuestas por material poco consolidado y con suelos desarrollados con espesores considerables.

**Fotografía 5.1-7** Zona geomorfológica de Abanico aluvial (Faa)



**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

5.1.2.1.2 *Ambiente Antrópico*

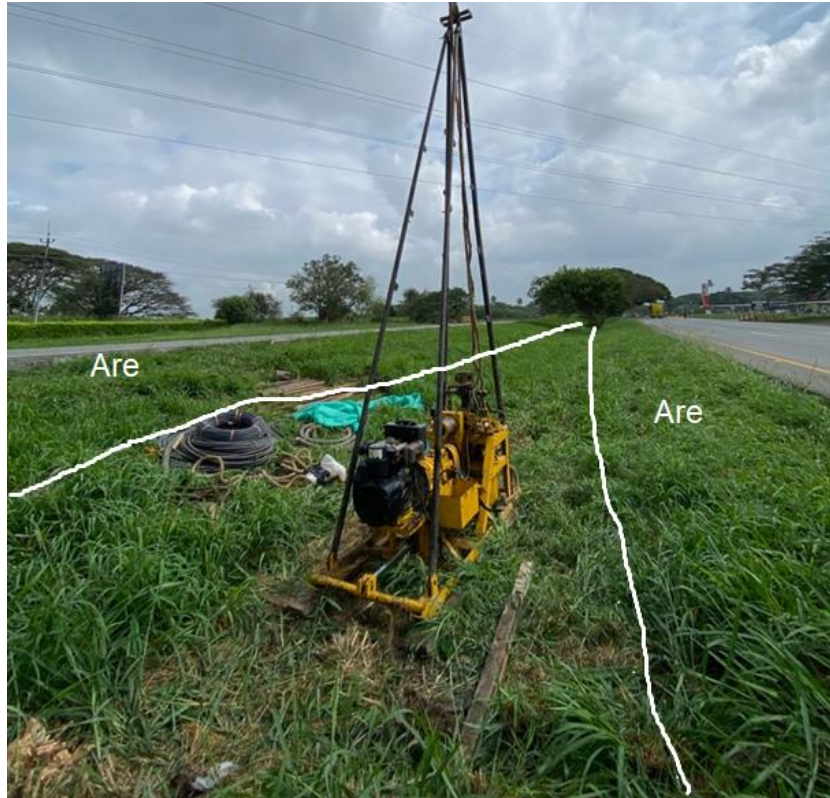
▪ **Relleno antrópico (Are):**

Todo tipo de residuo sólido, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles, construcción de obras civiles y actividad minera, es decir, los sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas. El cual el proceso de disposición puede ser técnico o no técnico.

**Fotografía 5.1-8** Zona geomorfológica de Relleno antrópico (Are)

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Volumen III. Geología Ing y Geotecnia. Geotecnia Andina Consultores SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.


5.1.2.1.3 *Ambiente Volcánico*

▪ **Lomeríos Bajos (VIb)**

Los lomeríos bajos son geformas de relieves alomados y disectados, desarrollados sobre materiales volcánicos, los cuales pueden ser inclinados o sub-horizontales. Presentan un índice de relieve muy bajo (< 50 m), con formas elongadas de longitudes muy cortas (< 50m) e inclinación moderada (6° - 15°), con laderas convexas de cimas redondeadas. (SGC, 2015)

La evidencia geomorfológica asocia el desarrollo del paisaje a una morfodinámica fluvial muy activa, siendo este el ambiente predominante, pues son los depósitos fluviales los que ocupan mayor porcentaje del territorio. Los depósitos del área entre Jamundí y Villa Rica se encuentran asociados a los procesos de transporte y

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

deposición de sedimentos del río Cauca, que a través del tiempo se ha desplazado por todo el largo del territorio.

La variación en la dinámica fluvial ha generado geoformas como terrazas aluviales, extensas llanuras de inundación; las terrazas son fácilmente afectadas por socavación lateral y erosión; pueden estar sujetas a inundaciones durante avenidas torrenciales.

### 5.1.3 Paisaje

#### 5.1.3.1 Unidades de paisaje regional

El paisaje constituye la unidad fisiográfica más homogénea en cuanto a su origen, composición, edad y características climáticas, morfológicas y edáficas; el relieve es una subdivisión del paisaje establecida con criterios prácticos, relacionados con el uso y manejo potencial de los suelos.

Desde el punto de los estudios de suelos, las unidades de paisaje de la zona donde se proyecta la construcción de la calzada Jamundí-Villa Rica, se denominan Piedemonte y Planicie aluvial, los cuales comprenden los tipos de relieve Abanico aluvial subreciente, el primero, y Plano de desborde y Terrazas, el segundo (Tabla 5.1-8).

**Tabla 5.1-8** Paisajes y relieves identificados en el área del proyecto UF4.1


Paisaje	Tipo de relieve	Características
Piedemonte	Abanico aluvial subreciente	Geoforma de configuración triangular formada por acumulación de aluviones al pie de las vertientes de las cordilleras, por acción del escurrimiento difuso. Los relieves que varían desde ligeramente planos con pendientes de 1 a 3%, hasta moderadamente inclinados con pendientes de 7 a 12%.
Planicie aluvial	Plano de desborde y Terrazas	Geoforma agradacional caracterizada por ser una zona amplia y plana, ligeramente ondulada, con pendientes inferiores al 3%. Formado principalmente por el depósito diferencial de los sedimentos de desborde del río Cauca.

**Fuente.** CVC (2004) e IGAC (2009). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.3.2 Análisis de la visibilidad y calidad paisajística del paisaje

Desde el punto de vista de la evaluación de la calidad visual, se debe considerar que “el

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

paisaje es un concepto integrador, que reúne en sí tanto procesos ambientales como sociales, económicos y/o culturales, que se pueden observar en un espacio y en un momento dado. También puede ser considerado como un recurso territorial, puesto que su configuración, composición, funcionamiento y dinámica, varían de un sitio a otro otorgándole particularidad y valor” (Pérez et al. 2015). Según el Convenio europeo del paisaje, “por ‘paisaje’ se entenderá cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos” (Consejo de Europa 2000).

La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, fondo escénico, color, rareza, y actuación humana (Pascual et al. 2003), en este caso están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

Para el estudio de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM 1980); el método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área en estudio. En la Tabla 5.1-9 se describen las características de la calidad visual de cada uno de los elementos del paisaje que se pueden observar desde diversos puntos del área del proyecto, mientras que la Tabla 5.1-10 se establecen los criterios de clasificación de la calidad visual del paisaje.

**Tabla 5.1-9** Criterios para la evaluación de la calidad visual en el AI del proyecto.

Elemento	Criterios de ordenación y puntuación		
<b>Topografía</b>	Relieve muy montañoso, marcado y prominente, (acantilados, grandes afloramientos rocosos); o bien relieve de gran variedad en la superficie o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes.  <b>5</b>	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales  <b>3</b>	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular  <b>1</b>


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Elemento	Criterios de ordenación y puntuación		
<b>Vegetación</b>	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante. <b>5</b>	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos principales. <b>3</b>	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. <b>1</b>
<b>Agua</b>	Agua clara y limpia, quieta o en cascada, cualquiera de las cuales es un factor dominante en el paisaje. <b>5</b>	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje. <b>3</b>	Ausente o inapreciable <b>0</b>
<b>Color</b>	Combinaciones de colores ricas o intensas y variadas, o contrastes agradables observados en los componentes del paisaje. <b>5</b>	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante. <b>3</b>	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. <b>1</b>
<b>Fondo escénico</b>	El paisaje circundante mejora mucho la calidad visual. <b>5</b>	El paisaje circundante mejora moderadamente la calidad visual en general. <b>3</b>	El paisaje adyacente influye poco o no influye en la calidad visual en general. <b>0</b>
<b>Rareza</b>	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional. <b>5+</b>	Característico, o algo similar a otros en la región <b>3</b>	Bastante común en la región. <b>1</b>
<b>Actividad antrópica</b>	Las modificaciones se suman favorablemente a la variedad visual mientras promueven la calidad visual. <b>2</b>	Las modificaciones agregan poca o ninguna variedad visual al área y no introducen elementos discordantes <b>0</b>	Las modificaciones agregan variedad, pero son muy discordantes y promueven una fuerte desarmonía <b>-4</b>

REVISÓ

APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**Fuente.** BLM (1981). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Tabla 5.1-10** Clases utilizadas para evaluar la calidad visual del paisaje

<b>Clase A</b>	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 19-32)
<b>Clase B</b>	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la geoforma, color, agua y vegetación, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12-18)
<b>Clase C</b>	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la geoforma, color, vegetación y agua (puntaje de 0-11)

**Fuente.** BLM (1981). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

La escala de valores de la calidad del paisaje para el área de estudio es:


- **Clase A:** Calidad visual del paisaje “Alta”, cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales.
- **Clase B:** Calidad visual del paisaje “Moderada”, cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana.
- **Clase C:** Calidad visual del paisaje “Baja”, cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

Al aplicar los criterios anteriores para evaluar la calidad visual del paisaje, se obtuvo que la calidad visual se encuentra en la Clase C (Tabla 5.1-11), calificándolo como área de calidad baja, cuyas áreas no presentan rasgos singulares y sobresalientes, los elementos naturales como cuerpos de agua y vegetación natural son escasos y se encuentra una alta intervención antrópica.

**Tabla 5.1-11** Resultados de la evaluación de calidad visual del paisaje en el área de intervención del proyecto

Elemento	Puntuación
Topografía	1
Vegetación	1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	xxxxxxx
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Elemento	Puntuación
Agua	3
Color	1
Fondo escénico	3
Rareza	1
Actividad antrópica	-1
<b>Puntuación total</b>	<b>9</b>


**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De acuerdo con los criterios de calidad visual del paisaje analizados previamente, el paisaje en la zona de estudio se presenta de la siguiente manera:

- La calidad visual del paisaje es baja, ya que su calificación se ubica entre los puntajes más bajos de la escala de evaluación establecida, dado que, entre otros factores, la zona donde se ubica el proyecto presenta una alta intervención antrópica desde hace mucho tiempo, lo que redundará en la presencia de monocultivos de caña de azúcar (Fotografía 5.1-9), el más extenso, y arroz y potreros para ganadería vacuna y equina; el color de estos cultivos es poco variable y monótono. La actividad agropecuaria se ha potenciado por el relieve plano dominante y las condiciones agrológicas favorables para la producción de cultivos y ganado apropiados para la región.

**Fotografía 5.1-9** Cultivos de caña que dominan el paisaje de la zona donde se ubica el proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####




**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

- Por el alto grado de transformación de las coberturas naturales para el establecimiento de cultivos y pastos, además de asentamientos humanos nucleados, la fragmentación generada es enorme, hasta el punto de que solo quedan pequeños fragmentos de vegetación natural, especialmente bosques riparios y algunos guaduales, los cuales no podrían garantizar a largo plazo la sobrevivencia local de especies de plantas y animales nativos. Esto significa que la vegetación natural no aporta significativamente a la calidad visual del paisaje.
- Los cuerpos de agua no ocupan una posición dominante del paisaje en la zona donde se ubica el proyecto; el río Cauca (Figura 5.1-10) es el principal elemento que se observa cuando se lo cruza por el puente Guillermo Valencia, generalmente su color es marrón, por los sedimentos en suspensión. Aunque relativamente cerca de la calzada se encuentran algunos humedales y madrevejas en pobre estado de conservación, pero por la topografía plana del terreno no se las puede observar.

**Fotografía 5.1-10** Río Cauca y bosques riparios en el área de intervención del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


- El valle geográfico del río Cauca se localiza entre las cordilleras Occidental y Central, y de alguna manera constituye en parte del fondo escénico en relación con el área donde se ubica el proyecto. Por la amplitud del valle y por la presencia casi que permanente de nubes, las cordilleras no se pueden observar con claridad la mayor parte del tiempo.
- En relación con la singularidad, en términos generales, el valle geográfico se lo incluía anteriormente en el ecosistema bosque seco tropical (CVC 2002), ecosistema considerado amenazado a nivel nacional; sin embargo, esta condición no es visible para las personas, máxime que no se pueden apreciar coberturas naturales significativas. En el área analizada, dominado principalmente por cultivo de caña, el paisaje es común a lo largo y ancho del valle geográfico.

#### **5.1.4 Suelos y uso de la tierra**

En términos generales, para el tratamiento de este componente físico, desde la óptica mineralógica y climática, la definición y clasificación de las unidades de uso actual del suelo, capacidad de uso y conflictos de uso, se hizo siguiendo las metodologías establecidas por el IGAC para elaborar los respectivos mapas temáticos de suelos para el país y algunos

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

estudios específicos, como los de los departamentos de Valle del Cauca (IGAC y CVC 2004, CVC 2022) y Cauca (IGAC 2009).

Como insumo primario para abordar el tema del uso del suelo y los conflictos de uso se dispuso de los planos de coberturas de la tierra, uso actual y capacidad de uso elaborados en el marco de la presente consultoría, y se complementó con reconocimientos de campo; como fuentes de información secundaria se contó con algunos mapas digitales temáticos de suelos a escala 1:100.000 (Clasificación de las tierras por su vocación de uso, Conflictos de uso del territorio colombiano y Clasificación de las tierras por su oferta ambiental) del IGAC y disponibles en el sitio web Colombia en mapas (<https://www.colombiaenmapas.gov.co/#>).

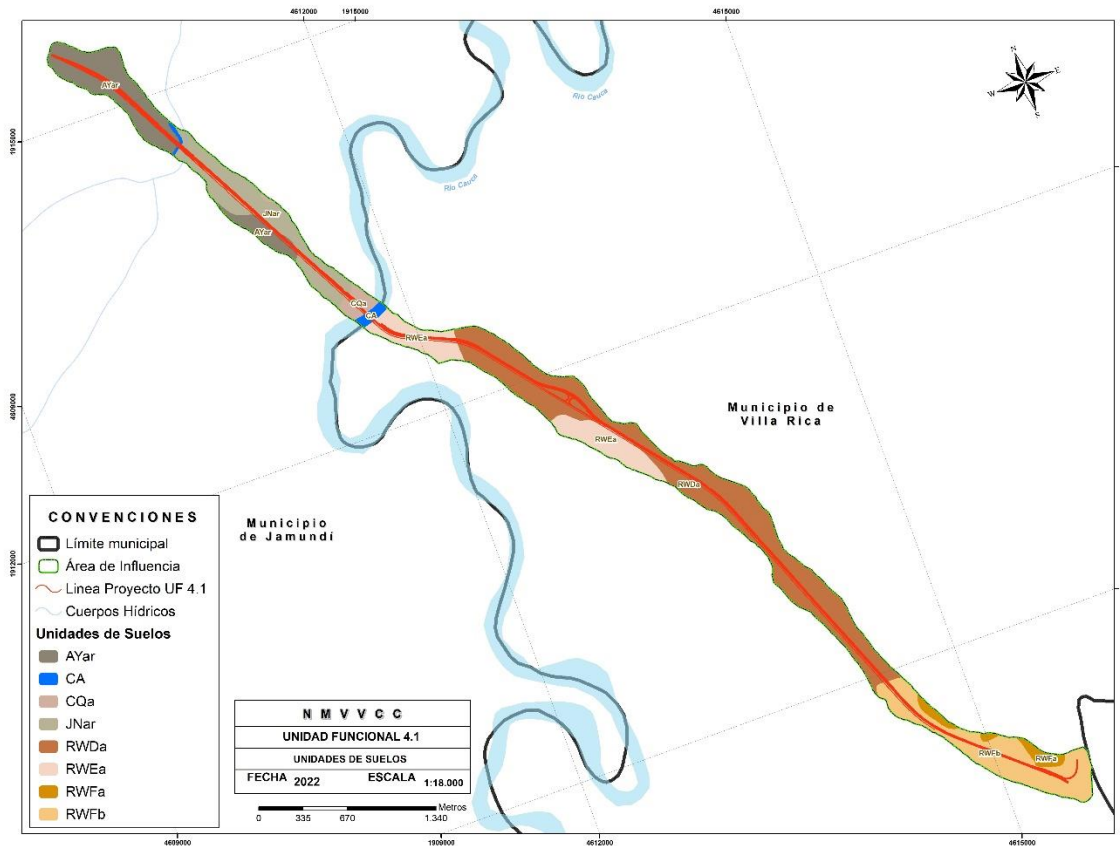
#### **5.1.4.1 Delimitación y descripción de suelos**

Para el caso de las asociaciones RWD, RWE y RWF, encontradas en el municipio de Villa Rica, departamento del Cauca, la información se tomó del estudio de suelos del departamento del Cauca (IGAC 2009). La información de los suelos del departamento del Valle del Cauca, específicamente relacionada con las consociaciones AYar, JNar y CQa, se tomó de Aponte (2004a). En el área de intervención abiótica del proyecto se encontraron siete unidades cartográficas de suelos, las cuales se presentan en la Figura 5.1-7 y Tabla 5.1-12; la unidad más extensa es Asociación Fluventic Haplustepts-Vertic Endoaquepts-Histic Humaquepts (RWDa) con 89,4 ha.

**Figura 5.1-7** Localización de las unidades cartográficas de suelos en el proyecto UF4

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>






Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Tabla 5.1-12 Unidades cartográficas de suelos del proyecto UF4.1

Unidad	Nombre	Área influencia (AI)	
		Superf. (ha)	% AI
<b>AYar</b>	Consociación Udertic Haplustolls	38,8	16,3
<b>CA</b>	Cuerpo de agua	2,7	1,1
<b>CQa</b>	Consociación Fluventic Haplustolls	4,8	2,0
<b>JNar</b>	Consociación Vertic Endoaquepts	31,6	13,3
<b>RWDa</b>	Asociación Fluventic Haplustepts-Vertic Endoaquepts-Histic Humaquepts	89,4	37,5
<b>RWEa</b>	Asociación Humic Dystrustepts-Fluventic Haplustolls-Typic Fluvaquents	27,6	11,6

REVISÓ

APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Unidad	Nombre	Área influencia (AI)	
		Superf. (ha)	% AI
RWFa	Asociación Fluvaquentic Epiaquepts-Aquic Haplustalfs, fase plana	6,0	2,5
RWFb	Asociación Fluvaquentic Epiaquepts-Aquic Haplustalfs, faase inclinada	37,5	15,7
<b>Total</b>		238,35	100,0

**Fuente.** Aponte (2004a) et IGAC (2009). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**5.1.4.1.1 Asociación Fluventic Haplustepts - Vertic Endoaquepts - Histic Humaquepts.**  
**Símbolo RWD**


La unidad está ubicada entre 900 a 1.000 msnm, su clima es cálido seco, con precipitaciones entre 1.000 y 2.000 mm anuales y temperatura media alrededor de 24 °C; según la clasificación de Caldas-Lang, el clima del área del proyecto sería cálido templado (altura entre 800 y 1.800 msnm y precipitación entre 1.000 y 2.000 mm anuales). Esta asociación se localiza en la posición geomorfológica de plano de inundación del río Cauca y afluentes, el relieve es plano a ligeramente plano, con pendientes inferiores del 7%. La mayor parte de los suelos tienen origen a partir de materiales aluviales finos y orgánicos; son moderadamente profundos a muy superficiales, muy pobres a moderadamente bien drenados, muy fuertemente ácidos a ligeramente alcalinos, texturas moderadamente finas a finas y fertilidad alta a baja. Algunos suelos se encharcan de forma permanente.

La unidad está conformada por los suelos Fluventic Haplustepts (40%), Vertic Endoaquepts (40%) e Histic Humaquepts (20%); la fase de la asociación correspondiente al área del proyecto es **RWDa**, plana.

**Suelos Fluventic Haplustepts**

Este tipo de suelos son de baja evolución pedogénica y ocupa la posición de napa en el plano de inundación de la planicie aluvial del río Cauca; han evolucionado a partir de materiales aluviales, son de texturas finas y moderadamente finas, moderadamente profundos, moderadamente bien drenados y fertilidad alta. Desde el punto de vista morfológico, estos suelos presentan los horizontes A-Bw-BC-C. El primero es de color pardo oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares, medios y finos y débiles; el horizonte Bw lo componen dos subhorizontes, el primero es de color pardo-rojizo a pardo-oscuro, el segundo tiene colores rojo-amarillento a pardo-amarillento claro (Fotografía 5.1-11), ambos

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

subhorizontes son de textura arcillo limosa y estructura en bloques subangulares, medios y débiles; por su parte el horizonte BC tiene color rojo-amarillento con moteos pardo-amarillento y pardo-amarillento claro, textura franco-arcillo-limosa y estructura en bloques subangulares, medios y débiles; finalmente el horizonte C tiene color pardo-amarillo claro con moteos pardo a pardo-oscuro y textura franco-arcillosa. Químicamente la reacción (pH) varía de ligera a fuertemente ácida, saturación de bases muy alta, medio contenido de bases totales, media a alta capacidad de intercambio catiónica, contenido de carbón orgánico medio a bajo, media relación calcio magnesio, contenido de fósforo muy bajo y fertilidad alta.

**Fotografía 5.1-11** Color de suelo removido por hormigas en la fase RWDa




**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### ***Suelos Vertic Endoaquepts***

Los suelos son de baja evolución pedogenética, ocupan la posición de cubeta de desborde de los afluentes del río Cauca y se han originado a partir de aluviones finos, son superficiales limitados por nivel freático, pobremente drenados, de texturas finas y susceptibles a los encharcamientos. Morfológicamente tienen los horizontes A-Bg-Cg. El horizonte A es de color gris muy oscuro, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares, medios y moderados; el horizonte Bg presenta color gris-oliva, con moteos de color pardo-amarillento a gris muy

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

oscuro, textura arcillosa, estructura prismática, gruesa y débil; y el horizonte Cg presenta color oliva claro a pardo-amarillento y textura franco-arcillosa-gravilosa. Los análisis químicos muestran reacción fuertemente ácida a ligeramente alcalina, alta saturación de bases, medio contenido de bases totales, alta capacidad de intercambio catiónica, contenido de carbón orgánico alto en el primer horizonte y muy bajo a mayor profundidad, media relación calcio magnesio, contenido de fósforo muy bajo y fertilidad alta.

Para el caso del Valle del Cauca, estos suelos corresponden a la mayor parte de la Consociación de la familia Vertic Endoaquepts, fina, mezclada, no ácida, isohipertérmica, cuyo símbolo es JN, unidad cartográfica constituida por la familia Vertic Endoaquepts (85%) e inclusiones de la familia Fluvaquentic Endoaquepts, fina, no ácida, isohipertérmica (15%). Los suelos de la familia Fluvaquentic Endoaquepts se caracterizan por ser superficiales limitados por el nivel freático, pobremente drenados, de clase textural arcillosa y reacción ligeramente alcalina (Aponte 2004a). La fase de la consociación que se encuentra en el área del proyecto es JNar, plana.

### **Suelos Histic Humaquepts**


Estos suelos presentan baja evolución pedogenética, se ubican en las depresiones lacustres en el plano de inundación de la planicie aluvial, son muy superficiales y limitados por el nivel freático alto, muy pobremente drenados e inundaciones permanentes. Morfológicamente presentan los horizontes Oe-A-C. El horizonte Oe tiene color gris, textura orgánica, sin estructura (masiva); el horizonte A tiene color en húmedo negro, textura franco-arenosa y sin estructura (grano simple); el horizonte C es de color gris claro con moteos pardo-amarillentos y textura arcillosa. De acuerdo con los análisis químicos, presentan reacción muy fuerte a fuertemente ácida, alta capacidad de intercambio catiónica, baja saturación de bases, contenido de carbón orgánico muy alto y fertilidad baja.

#### **5.1.4.1.2 Asociación Humic Dystrustepts - Fluventic Haplustolls - Typic Fluvaquents.** **Símbolo RWE**

La unidad se ubica hacia la desembocadura del río Palo en el río Cauca, en altitudes menores a 900 a 1.000 de altitud, el clima es cálido seco con precipitación entre 1.000 y 1.500 mm anuales y temperatura media superior a 24°C. Ocupa la posición geomorfológica de plano de inundación de la planicie aluvial, relieve plano con pendientes inferiores al 3%. El origen de los suelos son depósitos de aluviones heterogéneos; son superficiales a profundos limitadas por el nivel freático, bien a pobremente drenados, texturas medias a finas, muy fuertemente

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

ácidos a neutros y fertilidad alta a moderada. La unidad está compuesta por los suelos Humic Dystrustepts (40%), Fluventic Haplustolls (40%) y Typic Fluvaquents (20%). Esta asociación presenta la siguiente fase: RWEa, fase plana.

### ***Suelos Humic Dystrustepts***


Estos suelos presentan evolución pedogenética baja, ocupan la posición de napa del plano de inundación de la planicie aluvial del río Cauca y sus afluentes, han evolucionado a partir de aluviones medios, y son profundos a superficiales, bien a pobremente drenados. Morfológicamente exhiben los horizontes A-Bw-C. El horizonte A es de color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillosa y estructura en bloques subangulares, finos y moderados; el horizonte Bw está compuesto por dos subhorizontes, el primero de color pardo-amarillento oscuro con moteos pardo-oscuro y textura franco-arcillo-limosa, el segundo de color pardo pálido con moteos rojo-amarillento y textura arcillosa, ambos presentan estructura en bloques subangulares, medios y débiles; el horizonte C presenta colores pardo-amarillento a rojo-amarillento y texturas franco-arcillo-limosa, sin estructura. Los análisis químicos muestran una reacción moderada a neutra, saturación de base alta en la parte superior y baja a mayor profundidad, medio contenido de bases totales, media a alta capacidad de intercambio catiónica, alto a medio contenido de carbón orgánico, relación calcio magnesio media, contenido de fósforo bajo y fertilidad alta.

### ***Suelos Fluventic Haplustolls***

Estos suelos tienen muy baja evolución pedogenética y se encuentran en los albardones de los afluentes del río Cauca; son profundos, generados a partir de sedimentos aluviales medios y moderadamente finos, bien drenados, texturas moderadamente finas sobre medias. Morfológicamente presentan horizontes A- AC-C. El horizonte A tiene color pardo oscuro con moteos rojo-amarillento, textura franco-arcillosa y estructura en bloques subangulares, medios y moderados; el horizonte AC posee color pardo oscuro a pardo-amarillento, textura franco-arcillosa, estructura en bloques subangulares, medios y débiles; el horizonte C presenta varios subhorizontes de color pardo-amarillento con moteos rojo-amarillento y gris pardusco, texturas francas a franco-arcillo-limosa. Químicamente la reacción es muy fuerte a ligeramente ácida, saturación de bases baja a muy alta, bases totales baja a media, capacidad de intercambio catiónica media a muy alta, contenido de carbón orgánico muy alto en superficie y bajo en profundidad, relación calcio magnesio invertida, fósforo medio en el primer horizonte y bajo a mayor profundidad y fertilidad moderada.

De acuerdo con el Aponte (2004), en el departamento del Valle del Cauca, estos suelos

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

corresponden a la Consociación de la familia Fluventic Haplustolls, francosa fina, isohiper-térmica, con símbolo CQ; a esta unidad cartográfica pertenece la familia Fluventic Haplustolls (100%). La fase de la consociación que se encuentra en el área del proyecto es CQa, plana.

### ***Suelos Typic Fluvaquents***

Se encuentran en las orillas del río Cauca, han evolucionado a partir de sedimentos aluviales moderadamente finos sobre moderadamente gruesos, son superficiales y pobremente drenados. Presentan horizontes A-ACg-Cg. El horizonte A presenta color gris con abundantes manchas pardo-rojas oscuras, textura franco-arcillosa-arenosa y estructura en bloques subangulares, medios y débiles; el horizonte ACg tiene color pardo a gris claro con moteos pardo-rojizo oscuro, textura arcillo-limosa, y estructura en bloques subangulares, medios y débiles; el horizonte Cg está constituidos por tres subhorizontes de color pardo fuerte a pardo oscuro con moteos rojo-amarillento y gris-verdoso, texturas franca-arenosa y franca, sin estructura. Químicamente indican reacción muy fuerte a ligeramente ácida, saturación de bases baja a muy alta, bases totales baja a media, capacidad de intercambio catiónica media a muy alta, contenido de carbón orgánico muy alto en superficie y bajo en profundidad, relación calcio magnesio invertida, fósforo medio en el primer horizonte y bajo a mayor profundidad y fertilidad moderada.


#### ***5.1.4.1.3 Asociación Fluvaquentic Epiaquepts - Aquic Haplustalfs. Símbolo RWF.***

Unidad localizada en sectores de los municipios de Villa Rica, Caloto y Santander de Quilichao al norte del departamento del Cauca, entre 950 a 1.000 msnm, clima cálido seco con precipitaciones de 1.000 a 2.000 mm anuales y temperatura mayor a 24 °C. Geomorfológicamente la unidad ocupa la posición de terrazas antiguas de la planicie aluvial, con relieve de plano a ligeramente ondulado y pendientes que no exceden el 7%. Los suelos han evolucionado con base en aluviones moderadamente finos a finos, son superficiales, imperfecta a pobremente drenados, texturas moderadamente finas y finas, muy fuerte a ligeramente ácidos y alta fertilidad. La unidad está compuesta por los suelos Fluvaquentic Epiaquepts (50%) y Aquic Haplustalfs (50%). La asociación presenta las siguientes fases: RWFa, plana y RWFb, ligeramente inclinada.

### ***Suelos Fluvaquentic Epiaquepts***

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####


La evolución pedogenética de estos suelos es baja, se encuentran en los planos de las terrazas antiguas, son superficiales, pobremente drenados y con texturas moderadamente finas y finas. Morfológicamente presentan perfiles con horizontes A-Bg-Cg. El horizonte A presenta color pardo a pardo oscuro, textura franco-arcillosa, sin estructura (masiva); el horizonte Bg tiene color oliva pálido a rojo-amarillento, textura arcillosa y estructura en bloques subangulares, medios y finos, moderados; el horizonte Cg exhibe color gris a pardo fuerte y textura arcillosa; entre 60 y 95 cm aparece un horizonte Ab enterrado, de color gris muy oscuro con manchas pardo-rojizas. Los análisis químicos muestran reacción muy fuerte a ligeramente ácida, saturación de bases medias, bases totales medias a bajas, capacidad de intercambio catiónica alta a media, contenido de carbón orgánico muy alto en la parte superior y luego decrece a mayor profundidad, relación calcio/magnesio baja, contenido de fósforo muy bajo y fertilidad alta.

### **Suelos Aquic Haplustalfs**

Estos suelos presentan evolución pedogenética alta, se ubican en los planos de la terraza baja de Villa Rica, se han desarrollado a partir de aluviones finos, y son superficiales, limitados en su profundidad efectiva por horizontes compactos y duros, imperfectamente drenados, de texturas moderadamente finas sobre finas. Presentan perfiles con horizontes A-Bt-C. El horizonte A es de color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco-arcillosa y estructura en bloques subangulares medios y finos, moderados (Fotografía 5.1-12); el horizonte Bt está compuesto por dos subhorizontes, el primero de color amarillo pardusco con películas grises muy oscuras y el segundo de color pardo-amarillento, de textura arcillosa y estructura en bloques subangulares, medios, gruesos, moderados; el horizonte C es de color gris a gris claro, textura arcillosa y sin estructura. Químicamente indican reacciones moderada a ligeramente ácida, saturación de bases alta, bases totales medias, capacidad de intercambio catiónica alta, carbón orgánico alto en los dos primeros horizontes y decrece a partir de los 40 cm de profundidad, relación calcio magnesio normal, contenido de fosforo bajo y fertilidad alta.

**Fotografía 5.1-12** Estructura de suelos Aquic Haplustalfs en el inicio del proyecto, Villa Rica.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


**5.1.4.1.4** *Consociación Udertic Haplustolls, fina, isohipertérmica. Símbolo AY*

Esta unidad se localiza en el cuerpo y base de los abanicos aluviales subcrecientes formados al pie de la cordillera occidental. En general, presenta relieves de forma plana y amplitud muy larga, los suelos se han desarrollado en aluviones finos, son moderadamente drenados, moderadamente profundos, limitados por el nivel freático, moderadamente ácidos, de fertilidad alta y se encuentran artificialmente drenados. La unidad cartográfica está integrada por la familia Udertic Haplustolls, fina, isohipertérmica (90%) e inclusiones de la familia Fluvaquentic Haplustolls, fina, isohipertérmica (10%).

**Suelos Udertic Haplustolls**

Se localizan en el cuerpo y base de los abanicos aluviales subcrecientes, en relieves ligeramente planos con pendientes de 1 a 3%. Son suelos de moderada evolución pedogenética desarrollados en aluviones finos, moderadamente profundos limitados por el nivel freático, moderadamente drenados y de fertilidad alta. Presentan perfiles A-B-C (Ap-Bss-Bg-Cg). El horizonte A presenta color pardo grisáceo muy oscuro con moteados de color pardo fuerte, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollados; el horizonte Bss tiene color pardo-amarillento y pardo-grisáceo oscuro, textura arcillosa, estructura en bloques angulares fuertemente desarrollados; el horizonte Bg es de color gris mezclado con oliva y pardo-amarillento, textura arcillosa, estructura en bloques subangulares

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

débilmente desarrollados; el horizonte Cg tiene color gris claro con moteados de color pardo-amarillento, textura arcillosa, sin estructura de suelo. Químicamente son suelos de alta capacidad catiónica de cambio, medianos en bases totales, bajos en carbono orgánico, bajos en fósforo disponible, relación calcio magnesio normal en superficie e invertida en profundidad y reacción moderadamente ácida a ligeramente alcalina. Como inclusión de la unidad cartográfica se presenta la familia Fluvaquentic Haplustolls, ocupa el 10% de la unidad, la cual se localiza en los microrelieves bajos del cuerpo y la base de los abanicos aluviales subrecientes. Los suelos se caracterizan por ser moderadamente profundos limitados por el nivel freático, moderadamente drenados, de clase textural franco arcillosa a arcillosa y reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida. La unidad presente es AYar, fase plana.

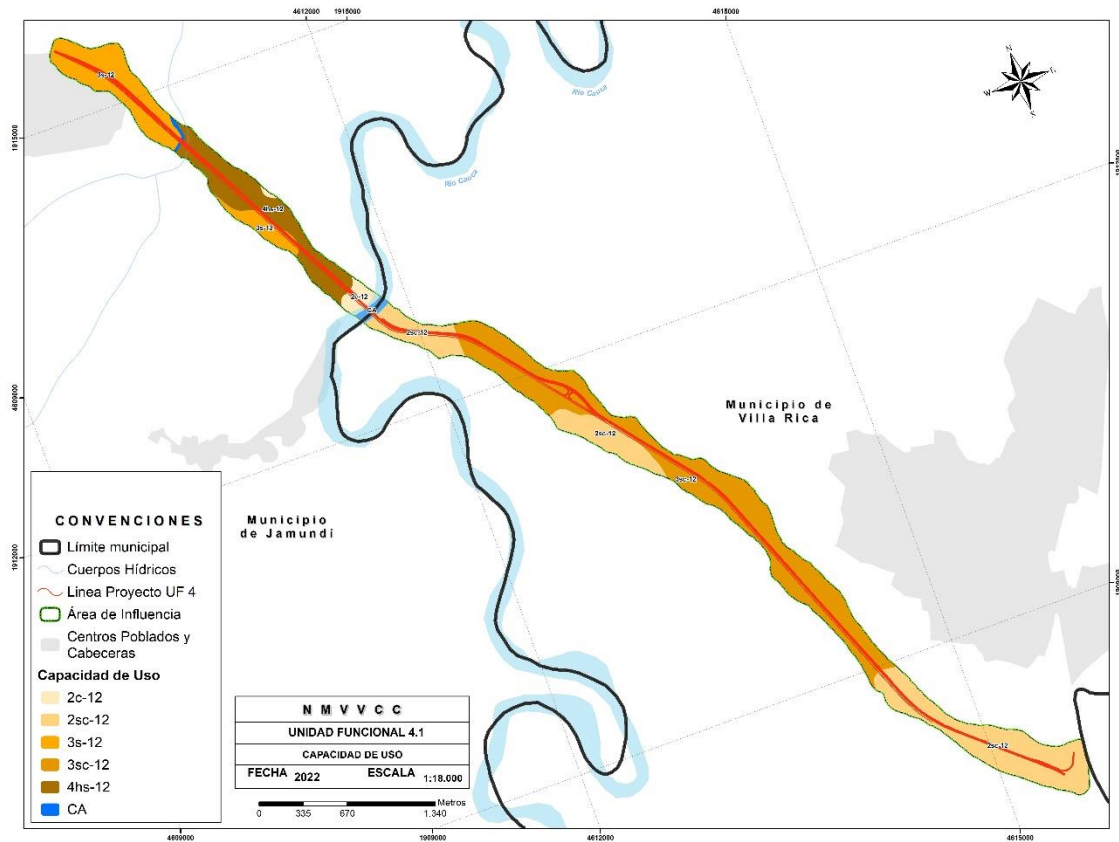
#### **5.1.4.2 Capacidad de uso del suelo**

“El sistema de Clasificación de tierras por su capacidad de uso permite analizar y asociar propiedades y características de los suelos con base en su capacidad para producir plantas cultivadas (cultivos, pastos, bosques) a nivel general y no tipos de utilización específicos. Este sistema pretende que los suelos tengan un uso adecuado para conservar, mantener y garantizar la calidad del recurso suelo y del medio ambiente” (Saavedra y Rubio 2004).

En el área de intervención del proyecto se hallaron seis unidades cartográficas de capacidad de uso, de las cuales las más extensas son 3sc-12 con 88,7 ha y 2sc-12 con 71,7 ha (Fotografía 5.1-8, Tabla 5.1-13). Para el caso de las unidades cartográficas 2c-12, 3s-12 y 4hs-12 la información se tomó de Aponte (2004b) mientras que, de las unidades de capacidad de uso, la información se tomó del IGAC (2009).

**Figura 5.1-8** Unidades de capacidad de uso del suelo en el AI del proyecto UF4.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>




Fuente. Aponte (2004a) et IGAC (2009). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Tabla 5.1-13 Unidades de capacidad de uso y extensiones en el AI del proyecto UF4.1

Clasificación	Usos recomendados	Área influencia (AI)	
		Superf. (ha)	% AI
CA	Cuerpo de agua - Conservación	2,7	1,1
2c-12	Cultivos transitorios y permanentes intensivos, ganadería intensiva	4,8	2,0
3s-12	Cultivos transitorios intensivos, ganadería intensiva o semiintensiva	38,8	16,3
2sc-12	Cultivos transitorios y permanentes intensivos, ganadería intensiva	71,7	30,1
3sc-12	Agricultura con cultivos semilimpios y densos; ganadería en pastos introducidos.	88,7	37,2

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Clasificación	Usos recomendados	Área influencia (AI)	
		Superf. (ha)	% AI
4hs-12	Cultivos transitorios y permanentes intensivos, ganadería semiintensiva	31,6	13,3
Total		238,3	100,0

**Fuente.** Aponte (2004a) et IGAC (2009). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.4.2.1 *Tierras de la clase 2*

Estas tierras se distribuyen en el plano de inundación o de desborde del río Cauca y de algunos de sus afluentes de la planicie aluvial y en el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, el relieve es plano a ligeramente ondulado con pendientes 1-3 y 3-7%. Los suelos tienen su origen en aluviones, varían de profundos a moderadamente profundos, son bien drenados, texturas moderadamente finas, ligeramente ácidos a neutros y fertilidad baja a moderada. Son tierras aptas para agricultura intensiva con cultivos adaptados a las condiciones climáticas, también se pueden utilizar en ganadería intensiva con pastos de corte.

#### ***Tierras de la subclase 2c-12***


Comprende la unidad de suelos CQa, la cual se localiza en los albardones del río Cauca. Los suelos son profundos a muy profundos, bien drenados, de texturas moderadamente finas a medias y de fertilidad moderada a muy alta. El limitante de uso y manejo de estas tierras es la baja precipitación pluvial. Los usos recomendados son los cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar, hortalizas o frutales y la ganadería intensiva con pastos de pastoreo o de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá. Las prácticas de manejo consisten en aplicar riego por superficie o aspersion con aguas de buena calidad, fertilizar según el tipo específico de utilización y reducir las labores de labranza.

#### ***Tierras de la subclase 2sc-12***

Ocupan el plano de inundación o de desborde del río Cauca y de algunos de sus afluentes de la planicie aluvial y el paisaje de piedemonte, en clima cálido seco, además, tienen características y limitaciones semejantes a las tierras de la clase 2; comprenden la unidad de suelos **RWEa**. En general estas tierras tienen aptitud para cultivos anuales o transicionales como algodón, soya, maíz, frijol, hortalizas, tomate y sorgo; cultivos bienales o semiperennes y perennes como caña de azúcar, papaya, piña, vid, frutales (cítricos, aguacates), plátano y cacao; y ganadería intensiva con pastos y forrajes de corte y pastoreo sobre alfalfa, ramio,

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

sorgo, ángleton, pangola, guinea y elefante.

Estas tierras requieren de prácticas de manejo como (a) incorporación de materia orgánica (residuos de cosecha, cenichaza (mezcla de ceniza y cachaza) o estiércoles; (b) aplicación de fertilizantes de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes dado por los análisis químicos y los requerimientos y estado de crecimiento de los cultivos; (c) riego complementario en cantidad y frecuencia, considerando la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos, el requerimiento de los cultivos y el balance hídrico; (d) labranza en condiciones adecuadas de humedad del suelo, dadas por el índice de plasticidad para no degradar algunas propiedades físicas como la estructura y porosidad.

#### 5.1.4.2.2 *Tierras de la clase 3*

Las tierras de esta clase se encuentran en diferentes climas, incluyendo el cálido seco. Ocupan las posiciones geomorfológicas de planicie y valle, en relieves planos a moderadamente ondulados, con suelos moderadamente profundos a muy profundos, bien a imperfectamente drenados. Estas tierras presentan limitaciones moderadas a ligeras para el uso y manejo, debido a una o más de las siguientes causas: erosión actual ligera o moderada, movimientos en masa (pata de vaca y terracetas) pocos a frecuentes, profundidad efectiva moderada, presencia de fragmentos de roca, nivel freático moderadamente profundo, lluvias escasas e irregularmente distribuidas, drenaje moderado, inundaciones y encharcamientos ocasionales.

#### ***Tierras de la subclase 3s-12***


Esta subclase incluye la unidad de suelos AYar, la cual se localiza en el cuerpo y base de los abanicos aluviales subcrecientes de Jamundí. Son suelos moderadamente profundos a profundos, bien drenados a moderadamente bien drenados, texturas finas y fertilidad alta a muy alta; algunos han sido drenados artificialmente. El limitante de uso y manejo de estas tierras son las texturas finas.

Los usos recomendados son cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y la ganadería intensiva o semiintensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú. Las prácticas de manejo consisten en realizar labores de preparación, siembra y cosecha en adecuados estados de humedad del suelo, aplicar riego por superficie con aguas de buena calidad, mantener el drenaje artificial y fertilizar según el tipo específico de utilización.

#### ***Tierras de la subclase 3sc-12***

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

En el área de intervención del proyecto, integran esta subclase las unidades de suelos RWFa y RWFb de clima cálido seco. Esta subclase ocupa sectores de las terrazas del valle aluvial, el relieve varía de plano a ligeramente ondulado con pendientes de 1-3 y 3-7%. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos aluviales heterogéneos; son bien y pobremente drenados, de texturas medias, moderadamente finas y finas, algunos con gravilla; profundos a superficiales, de fertilidad moderada a alta y reacción ligeramente ácida a ligeramente alcalina.


Esta subclase tiene una o más limitaciones moderadamente severas como lluvias escasas y mal distribuidas, pendientes moderadamente inclinadas, susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa y poca profundidad efectiva, en menor grado de intensidad presenta limitaciones por bajos contenidos de fósforo y materia orgánica. Debido a las limitaciones de clima por las precipitaciones deficientes en los dos semestres del año, estas tierras son aptas para cultivos poco exigentes en humedad, y ganadería extensiva; requieren practicas tendientes al manejo adecuado de los pastizales como evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado principalmente. Se pueden dedicar a la agricultura con cultivos como caña de azúcar, plátano, yuca, maíz, cítricos y frutales, siempre que se aplique riego, fertilizantes y abonos orgánicos.

#### 5.1.4.2.3 *Tierras de la clase 4*

Las tierras de esta clase tienen limitaciones severas que restringen la elección de plantas a cultivar y requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos; se pueden utilizar para cultivos, pastos, árboles y vida silvestre, sin embargo, cuando son cultivadas se deben aplicar prácticas cuidadosas de manejo y conservación de suelos. En términos generales las tierras de esta clase se encuentran en paisajes de planicie y valle, el relieve varía de moderado a fuertemente ondulado con pendientes inferiores al 25%. Los suelos son muy profundos a muy superficiales, bien a pobremente drenados, muy fuertemente ácidos a neutros y fertilidad muy baja a alta.

Esta clase de tierras presenta limitaciones severas debido a una o más de las siguientes características: profundidad efectiva superficial, escasa y mala distribución de las lluvias, alta susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa, erosión moderada, media a alta saturación de aluminio, fertilidad baja, abundantes fragmentos superficiales de roca, drenaje pobre y nivel freático superficial. Estas tierras se pueden utilizar en agricultura con pocos cultivos específicos, en ganadería de tipo extensivo, en agroforestería, en reforestación o para

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

vida silvestre.

### **Tierras de la subclase 4hs-12**

En términos generales, la subclase 4hs agrupa las tierras cuya productividad está limitada por el drenaje natural pobre mejorado con drenaje artificial y las texturas finas; en menor nivel, las sales solubles en grado ligero. Forma parte de esta subclase la unidad JNar localizada en las cubetas de desborde del río Cauca en Cali y Jamundí.

En condiciones naturales los suelos son muy superficiales, pobremente drenados, de texturas finas y de fertilidad alta; para adecuarlos han sido drenados artificialmente. Los usos recomendados son los cultivos de caña de azúcar o arroz y la ganadería semiintensiva con pasto de pastoreo o de corte como pará, alemán o kudzú. Las prácticas de manejo consisten en realizar labores de preparación, siembra y cosecha en adecuados estados de humedad del suelo, mantener el drenaje artificial, aplicar riego por superficie con aguas de buena calidad y fertilizar según el tipo específico de utilización.

Según el mapa digital de la plataforma *Colombia en mapas* del IGAC (<https://www.colombiaenmapas.gov.co/#>), la vocación de uso de la zona donde se desarrollará el proyecto es *Cultivos transitorios semiintensivos* entre la entrada principal a la cabecera municipal de Villa Rica y un poco después del río Cauca, y *Pastoreo semiintensivo* para la zona que pertenece al municipio de Jamundí. De acuerdo con el Esquema de ordenamiento territorial (EOT) del municipio de Villa Rica, a lo largo del corredor vial proyectado la principal unidad de capacidad de uso existente es 4sh-2, la cual es apta para ganadería en pastos resistentes a la humedad, y para usarla en agricultura, se recomienda hacer drenajes; junto con esta unidad, pero en menor extensión, se encuentran las unidades 3es-1 y 3h-1, las cuales, la primera, es apta para pastos y cultivos que soporten altos niveles de aluminio como caña y yuca, y la segunda es apta para una variedad más amplia de cultivos una vez se protejan los suelos de inundaciones con jarillones (Municipio de Villa Rica 2000). Por su parte el Plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) del municipio de Jamundí, Valle, en la zona donde se ubica el proyecto las unidades agrológicas son 3s y 4sh, en las cuales se recomienda el desarrollo de proyectos agroindustriales y pecuarios (Municipio de Jamundí 2002).

#### **5.1.4.3 Uso actual del suelo**

Según Rubio y Martínez (2004), el uso de la tierra se define como el “conjunto de actividades provenientes de la intervención humana directamente sobre los recursos que hacen parte de

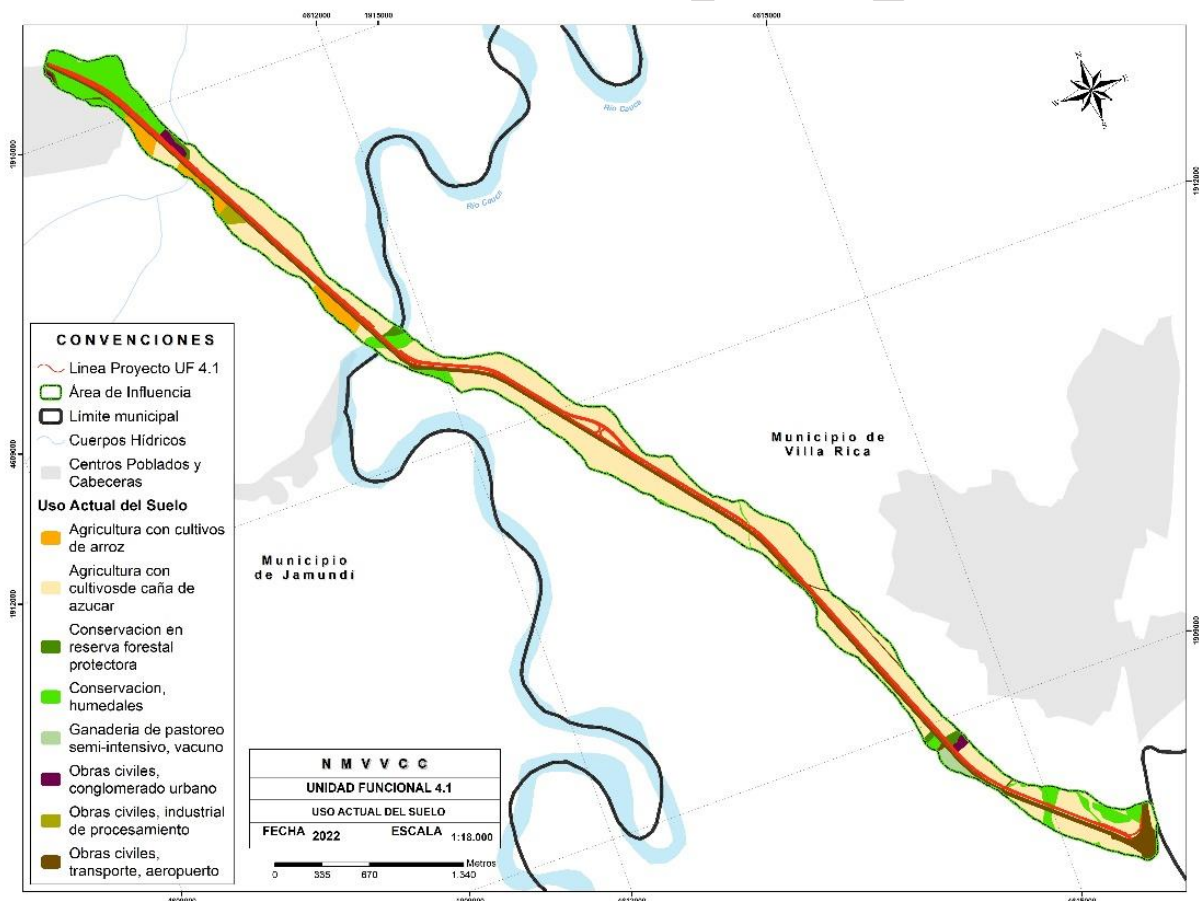
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

ella o indirectamente mediante los impactos generados por actividades socioeconómicas en forma cíclica o permanente con el fin de satisfacer sus necesidades”.

Fundamentalmente la información sobre este tema se tomó de Rubio y Martínez (2004) para el departamento del Valle del Cauca y se extrapola para el departamento del Cauca. En vista que para los humedales del área intervención del proyecto no existe un símbolo en los estudios de suelos consultados, se propuso el **Co** para distinguir el uso de conservación de humedales.


En el área del proyecto se encontraron cuatro clases de uso y ocho unidades de uso actual (Figura 5.1-9, Tabla 5.1-14), las cuales se describen a continuación:

**Figura 5.1-9** Unidades de uso actual del suelo en el AI del proyecto UF4.1



**Fuente.** Rubio y Martínez (2004). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**Tabla 5.1-14** Clases de uso y unidades de uso actual del suelo en el AI del proyecto

Clase de uso	Unidad de uso	Símbolo	Área influencia (AI)	
			Superf. (ha)	% AI
Agricultura	Agricultura con cultivos de arroz	AAr	7.7	3.2
	Agricultura con cultivos de caña de azúcar	AKa	153.2	64.3
Ganadería	Ganadería de pastoreo semi-intensivo, vacuno	Gs	1.9	0.8
Conservación	Conservación en reserva forestal, protectora	Crp	2.7	1.1
	Conservación, humedales	Co	31.8	13.3
Obras civiles	Obras civiles, conglomerado urbano	Iu	2.8	1.2
	Obras civiles, industrial de procesamiento/almacenamiento	Ii	2.1	0.9
	Obras civiles, transporte, aeropuerto	Ita	36.0	15.1
Total			238.3	100.0

**Fuente.** Rubio y Martínez (2004). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.4.3.1 Agricultura


Según Rubio y Martínez (2004), la agricultura se define como “el arte de cultivar, beneficiar y hacer producir las tierras, en el marco de la sostenibilidad de los recursos que la involucran”; las unidades de uso en agricultura son las que tienen un uso predominante en actividades agrícolas, aunque en ellas pueden existir otras clases de usos que por su tamaño pequeño no se pueden separar a la escala de trabajo. En el AI abiótica del proyecto el uso en agricultura es 161 ha.

#### **Agricultura con cultivos de arroz. Símbolo AAr**

El arroz (*Oriza sativa*) es un cereal que pertenece a los cultivos transitorios o anuales, los cuales su período vegetativo es de menos de un año; se puede obtener más de una cosecha al año si la explotación es tecnificada. El sistema de cultivo del arroz se caracteriza particularmente por el suministro continuo de agua a lo largo de su período vegetativo y manejo de paquetes tecnológicos que incluyen semilla mejorada, uso intensivo de maquinaria agrícola y asistencia técnica. Los suelos del valle geográfico del río Cauca cuentan con las

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

condiciones ecológicas necesarias para el cultivo de arroz, como temperatura de 26 a 32 °C, precipitación pluvial entre 800 y 1.000 mm al año y altitud de 900 a 1000 m. La explotación del cultivo es intensiva, se usan semillas mejoradas, preparación adecuada del terreno (inundación), planes de fertilización y enmiendas de acuerdo a análisis de suelos, control fitosanitario, drenajes y riego (fangueo). Esta unidad de uso ocupa una superficie de 7,7 ha en el AI del proyecto y corresponde a la unidad *Cereales* del plano de Coberturas de la tierra.

**Fotografía 5.1-13** Cultivo de arroz cerca del puente sobre el río Cauca, municipio de Jamundí




**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

***Agricultura con cultivos de caña de azúcar. Símbolo AKa.***

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), hace parte de los cultivos permanentes herbáceos, o cultivos semiperennes, cuyo período vegetativo es superior a un año, pero menos de dos, sin embargo, por rebrote natural o por inducción pueden permanecer en el terreno produciendo entre 2 y 5 años. En el valle geográfico del río Cauca predomina este cultivo, dadas las condiciones agroecológicas, topográficas y de infraestructura favorables, lo que permite explotar de forma intensiva el cultivo. En el AI abiótica del proyecto el cultivo de la caña es el que ocupa la mayor extensión con 153,2 ha y corresponde a la unidad *Cultivos permanentes herbáceos* en el plano de Coberturas de la tierra.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

**Fotografía 5.1-14** Cultivo de caña de azúcar, presente en la mayor parte del área de intervención



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.4.3.2 Ganadería


La ganadería es la explotación económica que realiza el hombre de las especies animales bovina, caprina, ovina y caballar, entre otras; en el área el proyecto se observó la presencia de ganado vacuno. En Colombia la mayor parte de los pastos existentes son naturales con poco o sin manejo agronómico, lo que redundaría en la poca productividad y la baja capacidad de carga (N° animales/ha) (IGAC y CVC 2004).

#### **Ganadería de pastoreo semi-intensivo. Ganado vacuno. Símbolo Gs**

El sistema de ganadería semi-intensiva es un nivel de explotación intermedio, en el cual se utilizan pastos introducidos y algunas prácticas agronómicas, que permiten alcanzar mayores capacidades de carga (2-3 cabezas/hectárea). El ganado vacuno, en general corresponde a razas mejoradas o seleccionadas, orientado a la producción de leche, engorde o doble propósito. Los pastos utilizados son de pastoreo abierto y de corte y los más comunes son: micay (*Axonopus micay*), imperial (*Axonopus scoparius*), pangola (*Digitaria decumbens*), estrella (*Cynodon plectostachyus*), pará (*Brachiaria mutica*), guinea o india (*Panicum*

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

*maximum*), puntero (*Hyparrhenia rufa*) y angleton (*Dichanthium aristatum*). Esta unidad corresponde a la unidad de cobertura de la tierra *Pastos limpios* y tiene una superficie de 1,9 ha.

#### 5.1.4.3.3 Conservación

Según el IGAC y CVC (2004), las tierras para conservación son las que se encuentran bajo programas estatales o particulares, orientados a su protección y/o recuperación frente a la destrucción irreversible debido a su estado de degradación o susceptibilidad a la misma, para la protección de la vegetación natural existente a lo largo de los cauces, o por ser patrimonio natural o cultural del país. También se incluyen como tierras de conservación aquellas consideradas como tierras en descanso o rastrojo, es decir, aquellas que en tiempos pasados estuvieron dedicadas a actividades agropecuarias pero que actualmente no tienen esta clase de uso, al pasar de un uso de acción antrópica a un uso de carácter conservacionista, y por lo tanto permiten procesos de recuperación de la flora y fauna local y la estabilización de fenómenos de degradación que afectan a los suelos.


#### **Reserva forestal, protectora. Símbolo Crp**

Las tierras consideradas como Reserva forestal protectora, son aquellas que se encuentran a lo largo del río Cauca y afluentes, conformando los llamados bosques riparios; en el estudio de Rubio y Martínez (2004) se asimiló esta unidad a las reservas forestales, definidas como tales por las autoridades ambientales. Con excepción de algunos rodales aislados y de pequeña extensión, en la zona plana de los departamentos del Valle del Cauca y Cauca no existen otras formas de Reserva forestal de carácter protector. Esta unidad de uso de la tierra alcanza una extensión de 2,7 ha en el área de intervención abiótica y corresponde a la unidad de cobertura de la tierra *Bosque de galaería y/o ripario*.

Entre las especies vegetales silvestres comúnmente halladas en esta unidad de conservación están *Guadua angustifolia* (guadua), *Guazuma ulmifolia* (guásimo), *Erythrina fusca* (cámbulo o chamburo), *Annona glabra* (anón silvestre), *Pithecellobium dulce* (chiminango), *P. lanceolatum* (espino de mono), *Albizia saman* (samán), *Cinnamomum triplinerve* (laurel), *Guarea guidonia* (trompeto), *Trichanthera gigantea* (nacedero), *Vernonathura patens* (olivón), *Sapindus saponaria* (chambimbe), *Enterolobium cyclocarpum* (piñon de oreja), *Senna reticulata* (martingalvis) y *Gynerium sagittatum* (caña brava).

#### **Fotografía 5.1-15** Bosquecito ripario a la largo del zanjón Tabla, municipio de Villa Rica

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


**Conservación, humedales. Símbolo Co**

Según la *Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas* (Convención de Ramsar de 1971, modificada mediante el Protocolo de París en 1982 y las Enmiendas de Regina de 1987), los humedales son “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (UNESCO 1994).

Con base en el concepto expuesto anteriormente, en el área del proyecto se consideran los humedales El Chuchal y San Jorge (municipio Villa Rica, Cauca) y San Isidro (municipio de Jamundí, Valle del Cauca), el río Cauca y sus afluentes, madre viejas ubicadas principalmente en Villa Rica y otros sitios pantanosos sin nombre especificado. En algunos sitios se observa el uso de las zonas pantanosas para cultivar arroz, como en el caso de las zonas contiguas al humedal San Isidro. En la unidad de humedales se incluye las unidades de cobertura de la tierra *Ríos y Zonas pantanosas*, y alcanza una extensión de 31,8 ha.

Algunas de plantas observadas en los humedales, especialmente en las zonas pantanosas, son *Mimosa pigra* (mimosa), *Erythrina fusca* (cámbulo), *Thalia geniculata* (bijao de fardo), *Vernonanthura patens* (olivón) y *Salvinia minima* (helecho de agua). También algunas de

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

las especies de aves que se observaron en las zonas pantanosas son *Anhinga anhinga* (pato aguja), *Bubulcus ibis* (garcita del ganado), *Anas cyanoptera* (pato colorado), *Porphyrio martinica* (polla azul) y *Ceryle torquata* (martín pescador mayor).

**Fotografía 5.1-16** Humedal El Chuchal, localizado en el municipio de Villa Rica



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.4.3.4 Obras civiles


Esta unidad de uso corresponde a todo tipo de construcciones desarrolladas por el hombre con fines específicos.

#### **Conglomerado urbano (zona urbana). Símbolo lu**

De forma general, esta unidad se relaciona con el conjunto de obras civiles de diferentes clases, que aparecen dentro de las cabeceras municipales; específicamente comprende parte del sector urbano de Bonanza, de la ciudad de Jamundí, y parte del asentamiento Paso de a Bolsa, cerca del puente sobre el río Cauca. Esta unidad corresponde a las unidades de cobertura de la tierra *Tejido urbano continuo* y *Tejido urbano discontinuo*, y su superficie es 2,8 ha.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

***Industrial. Procesamiento / almacenamiento. Símbolo li***

Como Obras civiles de uso industrial, se consideran aquellas construcciones utilizadas para la transformación, procesamiento o almacenamiento de materias primas industriales (factorías, fábricas, bodegas). En el área de intervención del proyecto, esta unidad comprende un área donde se llevan a cabo procesos para la producción de papel y corresponde a la unidad de cobertura de la tierra *Zonas industriales o comerciales*. Su extensión es 2,1 ha.

***Transporte. Aeropuerto (pista de aterrizaje), vías. Símbolo Ita***

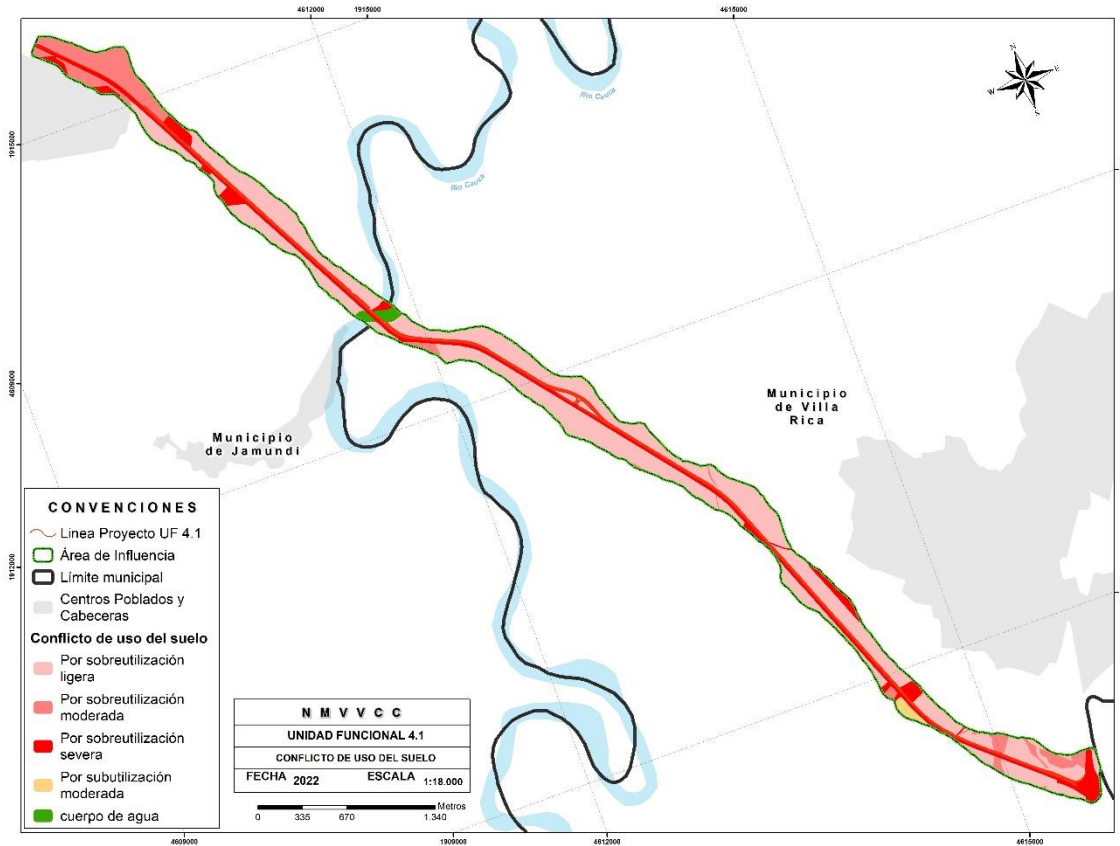
Fundamentalmente esta unidad corresponde a la calzada actual entre Jamundí y la entrada principal a Villa Rica, el derecho de vía e infraestructura asociada a la calzada, principalmente estaciones de servicio de combustibles. Se asimila a la unidad de cobertura de la tierra *Red vial, ferroviaria y terrenos asociados*; su extensión en el área de intervención del proyecto es 36 ha.

**5.1.4.4 Conflictos de uso de la tierra**

Para determinar las unidades de conflicto de uso del suelo se tomaron como base los planos de uso actual y capacidad de uso previamente elaborados y el trabajo de Garzón (2004). Considerando el uso actual del suelo versus la aptitud de uso, se identificaron cuatro unidades de conflicto de uso, tal como se aprecia en la Figura 5.1-10 y la Tabla 5.1-15.

**Figura 5.1-10** Unidades de conflictos de uso del suelo en el AI del proyecto UF4.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. Garzón (2004). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


Tabla 5.1-15 Unidades de conflictos de uso del suelo y áreas en el AI del proyecto

Símbolo	Unidad conflictos de uso de las tierras	Área de influencia (AI)	
		Superf. (ha)	% AI
O1	Sobreutilización ligera	159,2	66,8
O2	Sobreutilización moderada	28,8	12,1
O3	Sobreutilización severa	46,1	19,3
S2	Subutilización moderada	1,9	0,8
NA	Río	2,3	1,0
Total		238,3	100,0

Fuente. Garzón (2004). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Sobreutilización ligera. Símbolo O1**

REVISÓ	APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Tierras cuyo uso actual es cercano al uso principal recomendado y por ende a los usos compatibles, sin embargo, se evalúa como de mayor intensidad en el aprovechamiento de los recursos en comparación con la capacidad productiva natural de las tierras. Corresponde a las unidades de uso actual *Agricultura con cultivos de arroz* y *Agricultura con cultivos de caña de azúcar*, y comprende una superficie de 159,2 ha. El uso actual en agricultura intensiva podría estar afectado las características fisicoquímicas de los suelos, lo que a largo plazo podría comprometer la sostenibilidad de la productividad, no obstante, es recomendable realizar investigación en campo para confirmar o reevaluar este grado de sobreutilización (Garzón 2004).

**Sobreutilización moderada. Símbolo O2**

Tierras en las cuales el uso actual es claramente más intensivo con respecto a la mayor fragilidad y menor capacidad productiva natural de las mismas identificada a través de la clase de uso principal recomendado. Corresponde a la unidad de uso actual *Conservación, humedales*; para incrementar la superficie cultivable algunas áreas de humedales han sido drenadas, y en algunos casos ocupadas con cultivos de arroz; adicionalmente la vegetación natural que antaño los rodeaba fue eliminada casi que en su totalidad. La superficie estimada de esta unidad es 28,8 ha.


**Sobreutilización severa. Símbolo O3**

Tierras en las cuales el uso actual es marcadamente más intensivo con respecto a la menor capacidad productiva natural del suelo identificado a través de la clase de uso principal recomendado. Corresponde en primera instancia a la unidad de uso actual *Conservación en reserva forestal, protectora* y a la de coberturas de la tierra *Bosque de galería y/o ripario*. En este caso, el conflicto se manifiesta porque las corrientes hídricas deben mantener una franja protectora con vegetación natural, sin embargo, en el área del proyecto en pocos casos existe escasamente la zona protectora, ya que los cultivos generalmente llegan a las orillas del río Cauca y red hídrica asociada. El *Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Jamundí* (EBOT Jamundí 2002) establece una franja alrededor de nacimientos de 100 m y a lo largo de ríos afluentes del Cauca, quebradas y zanjones de 30 m de ancho a cada lado, y propone que en la orilla del río Cauca se deje una zona de protección de 50 m de ancho a partir de la corona del barranco.

Por otro lado, la clase de uso actual *Obras civiles* es contraria a los usos recomendados principales como agricultura, ganadería y conservación. El área de esta unidad es 46,1 ha.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### **Subutilización moderada. Símbolo S2**

Tierras cuyo uso actual es claramente menos intensivo con respecto a la mayor capacidad productiva natural de las tierras identificada a través de la clase de uso principal recomendado, en consecuencia, se estaría limitando el cumplimiento de la función social y productiva de las tierras. Corresponde a la unidad de uso actual del suelo *Ganadería de pastoreo semiintensivo, vacuno*; la capacidad de uso del suelo indica que en el sitio donde se ubica la unidad se podría hacer ganadería intensiva. La superficie de la unidad es 1,9 ha.

De acuerdo con la plataforma *Colombia en mapas* del IGAC (<https://www.colombiaenmapas.gov.co/#>), la zona del proyecto que pertenece al municipio de Villa Rica corresponde a la Unidad A (*Usos adecuados o sin conflicto*), en tanto que para la jurisdicción del municipio de Jamundí se encuentran las unidades O1 (*Sobreutilización ligera*) y U1 (*Subutilización ligera*) en mayor proporción. El EOT del municipio de Villa Rica (2000), establece que la mayor parte de las tierras donde se localiza el proyecto están sin conflictos de uso y el resto están sobreutilizadas; por su parte, el EBOT del municipio de Jamundí (2002), estableció que en la zona donde se ubica el proyecto no existe información sobre conflicto de uso del suelo.

### **5.1.5 Hidrología**

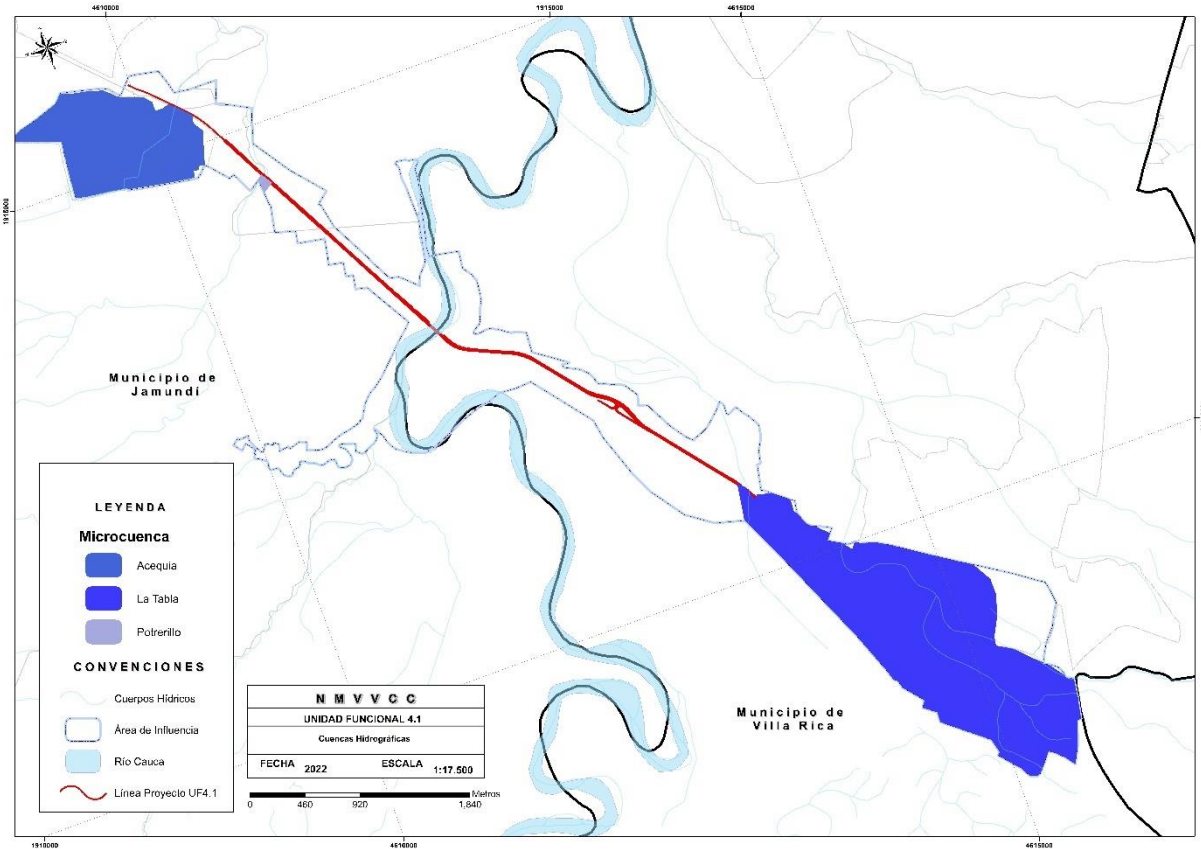
#### **5.1.5.1 Hidrología regional del Área de Influencia**

Para el proyecto de la UF4.1, el Área de Influencia del corredor se encuentra ubicado de manera general sobre el Valle Geográfico del Río Cauca el cual está conformado por dos sistemas geográficos. El primero es el del Pacífico, en donde vierten sus aguas los ríos que descienden de la cordillera Occidental. El segundo es del río Cauca, en donde tributan sus aguas los ríos que drenan la vertiente interna de la cordillera y la vertiente occidentales de la cordillera Central.

En cuanto a las características hidrológicas de la zona de estudio, la CVC ha elaborado diversos estudios de caracterización de la precipitación y análisis de datos y ha encontrado que dentro del valle geográfico del río Cauca existen al menos 6 regiones hidrológicamente homogéneas. Estas regiones se encuentran dentro del contexto de la Cuenca mayor Apatía y a su vez con la cuenca menor Cuenca de Timba y las Subcuencas de Jamundí, Claro y Guachinte. Esto se puede observar a continuación en la Figura 5.1-11 (Plano 5.1-10).

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Figura 5.1-11** Mapa de microcuencas ubicadas dentro de la zona del proyecto




**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De igual forma, continuación se presenta en la Tabla 5.1-16 los resultados de la distribución porcentual de las microcuencas.

**Tabla 5.1-16** Distribución de microcuencas dentro de la zona del proyecto

ZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE CUENCA	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
		ÁREA (HA)	% ÁREA
Cauca	Acequia Comuneros	91.896	12.57
	Potrerillo	0.975	0.133
	La Tabla	248.942	34.051
	Vacío	389.27	53.246

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

ZONA HIDROGRÁFICA	NOMBRE CUENCA	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
		ÁREA (HA)	% ÁREA
Total		731.083	100

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.5.1.1 Precipitación Total

La medida de la cantidad de agua que se precipita desde las nubes al suelo se realiza tomando como referencia el volumen es recogido en una superficie equivalente a 1 m<sup>2</sup> y su medida se estipula a partir de la columna de agua que se capte, expresándose en milímetros. Por cada milímetro de altura que tenga la columna de agua almacenada en esta área, es equivalente a un litro de agua.

El régimen de precipitaciones, según los datos registrados por las diferentes estaciones pertenecientes a la red de CVC, está definido por dos periodos secos o de estiaje y dos periodos lluviosos (Figura 5.1-12).

El periodo de estiaje más severo se presenta en los meses de junio a agosto, siendo más pronunciado en el mes de agosto. El segundo periodo de estiaje inicia en diciembre y termina en febrero con precipitaciones medias que oscilan entre 100 y 120 mm/mes. El periodo de lluvia más intenso se presenta entre los meses de marzo y mayo, los registros de precipitación total mensual superiores a 200 mm/mes, siendo abril el más lluvioso. El segundo periodo de lluvias se presenta en los meses de octubre y noviembre de menor intensidad, pero más prolongado.

De acuerdo a los datos de precipitación promedia mensual multianual obtenidos, el promedio en las estaciones de referencia (Ciat Quilichao, Caloto, El Palacio y La Balsa) es de 1832.3 mm anuales, se observa que la distribución de la lluvia tiende a presentar algunas variaciones poco significativas, mostrando mayor precipitación en los meses de abril a mayo y de octubre a noviembre, con lluvias de baja intensidad en los meses de enero, febrero, julio, agosto, septiembre y diciembre. En la Tabla 5.1-17 se presenta los valores mensuales multianuales de precipitación (mm) de las cuatro estaciones analizadas (Figura 5.1-13).

**Tabla 5.1-17** Valores medios mensuales de precipitación total en las estaciones analizadas en la UF4.1

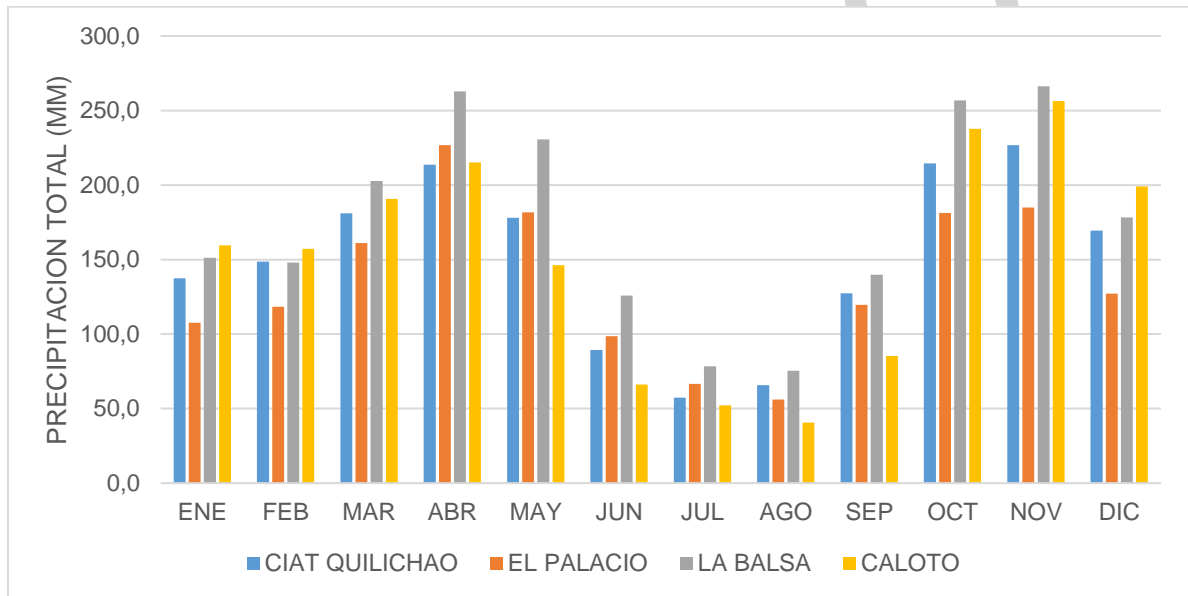
ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CIAT QUILICHAO	137.5	148.6	181.1	213.6	177.9	89.4	57.3	65.7	127.4	214.5	226.7	169.5	1784.3
EL PALACIO	107.6	118.4	161	226.8	181.7	98.5	66.6	56.1	119.5	181.2	185	127	1625.9
LA BALSA	151.1	148	202.6	262.9	230.6	125.8	78.4	75.3	139.8	256.8	266.2	178.2	2112.9
CALOTO	159.6	157.1	190.8	215.1	146.2	66.1	52.2	40.7	85.2	237.8	256.5	199	1802.1

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

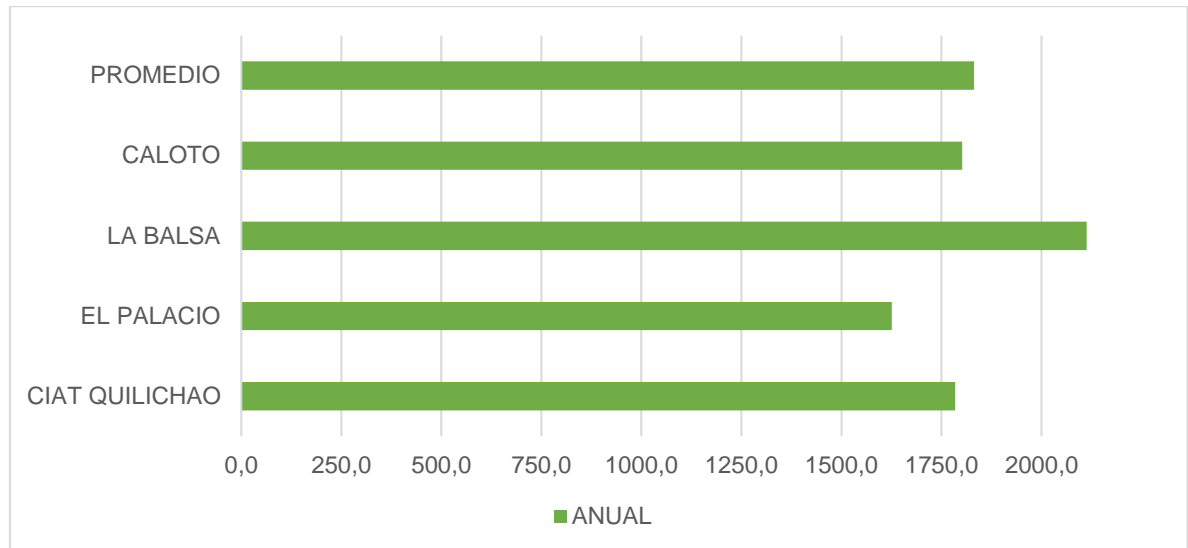
**Figura 5.1-12** Distribución temporal de la precipitación total en las estaciones de referencias para la UF4.1



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-13** Precipitación total multianual en las estaciones analizadas en la UF4.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

#### 5.1.5.1.2 Precipitación máxima en 24 horas

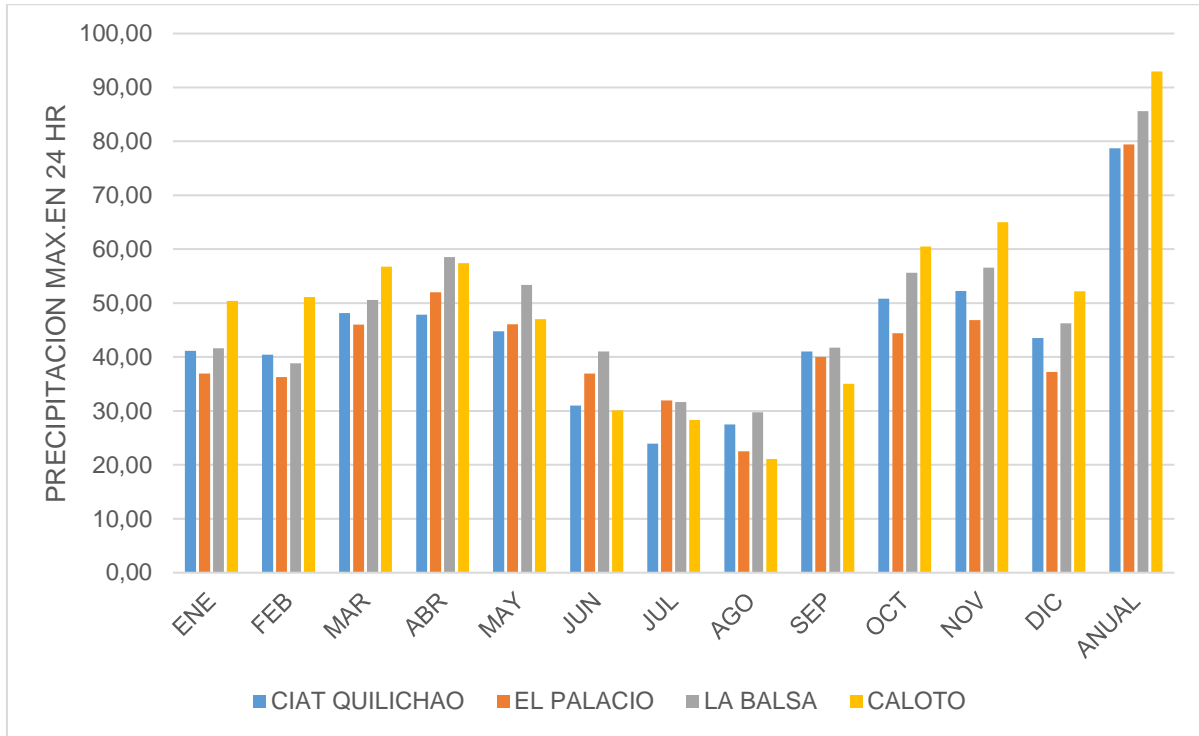
La precipitación máxima en 24 horas define la magnitud de la tormenta de diseño para el cálculo de los caudales máximos; esta serie temporal de precipitación máxima en 24 horas se emplea junto con otras variables para determinar la ecuación de la curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia), por medio de registros directos de las estaciones o indirectos de ecuaciones de estudios climatológicos don se relaciona la intensidad de la precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas puede caracterizarse mediante períodos de retorno, obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada.

En la Figura 5.1-14 se presentan los valores de precipitación mensual multianual máxima en 24 horas (mm) en las estaciones de análisis, varían ligeramente y las magnitudes presentan valores similares.

**Figura 5.1-14** Precipitación máxima en 24 horas en las estaciones analizadas en la UF4.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

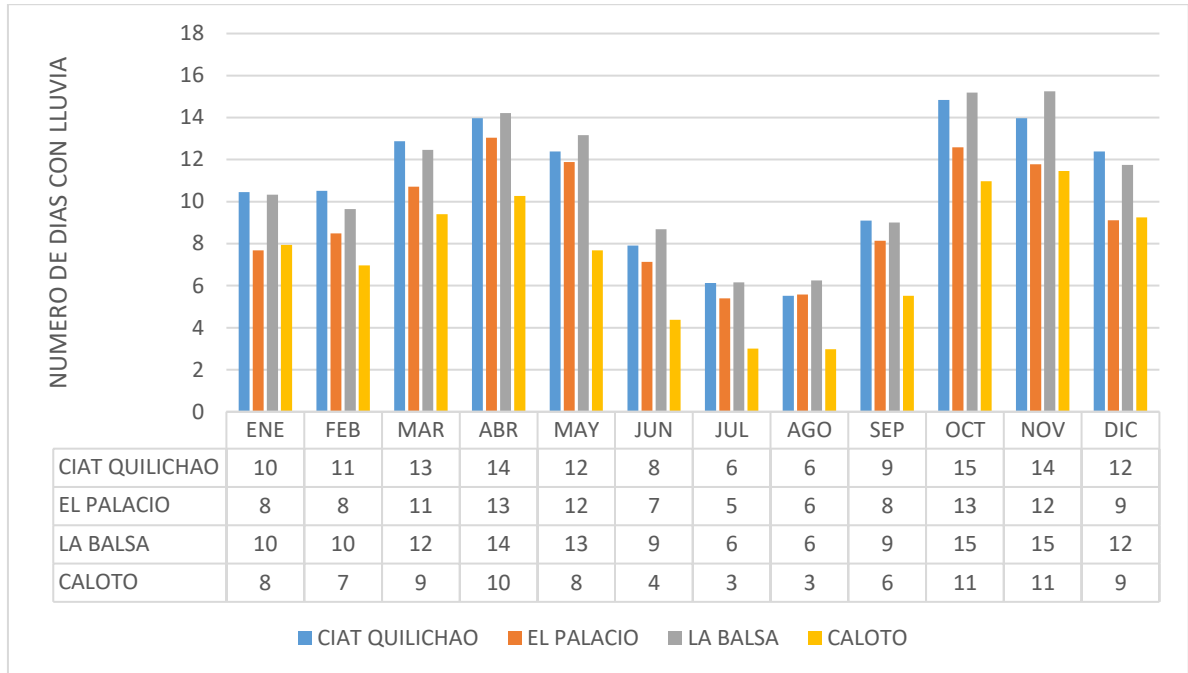
### 5.1.5.1.3 Número de Días con Lluvia

El número de días con lluvia es un parámetro climatológico de gran importancia para la planificación de proyectos agrícolas y civiles pues de este dependen los diseños de los sistemas de drenaje relacionado directamente con las frecuencias, para las obras civiles es preponderante para diseñar los tiempos, periodos o meses de adecuación y construcción del proyecto principalmente cuando se trata de obras con intervención de fuentes hídricas para asociarse con los periodos de niveles mínimos de flujo y días sin lluvia anuales.

El número de días con lluvia en la zona supera los 116 días promedio registrados en las estaciones de referencia, la información es correlacionable con los registros de precipitación siendo los meses más lluviosos abril, mayo, octubre y noviembre, y los meses más secos enero, febrero, julio, agosto, septiembre y diciembre (Figura 5.1-15).

**Figura 5.1-15** Número de días con lluvia en las estaciones analizadas en la UF4.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

#### 5.1.5.1.4 Curvas IDF

La intensidad de la precipitación es un parámetro común a todos los modelos utilizados para estimar el caudal de aguas lluvias. El cálculo de la intensidad de precipitación depende del modelo de infiltración o método de estimación de caudal de aguas lluvias que sea utilizado. Para el caso del método racional debe utilizar la intensidad media de precipitación dada por las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) para el período de retorno de diseño escogido y una duración de lluvia equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, estas deben ser analizadas para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información existente

REVISÓ	APROBÓ

de lluvias. La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos.

Para la zona de estudio de la UF4.1 se representa con cuatro estaciones, las cuales cuentan con información desde el año 1969 hasta el 2014, 2017 y 2020. Las curvas IDF de dicha estación, han sido obtenidas con base en el Método de Vargas y Díaz Granados, según el cual:

$$I = \frac{a * Tr^b * M^d}{Tc^c}$$

en donde:

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

Tr = Periodo de retorno (años)

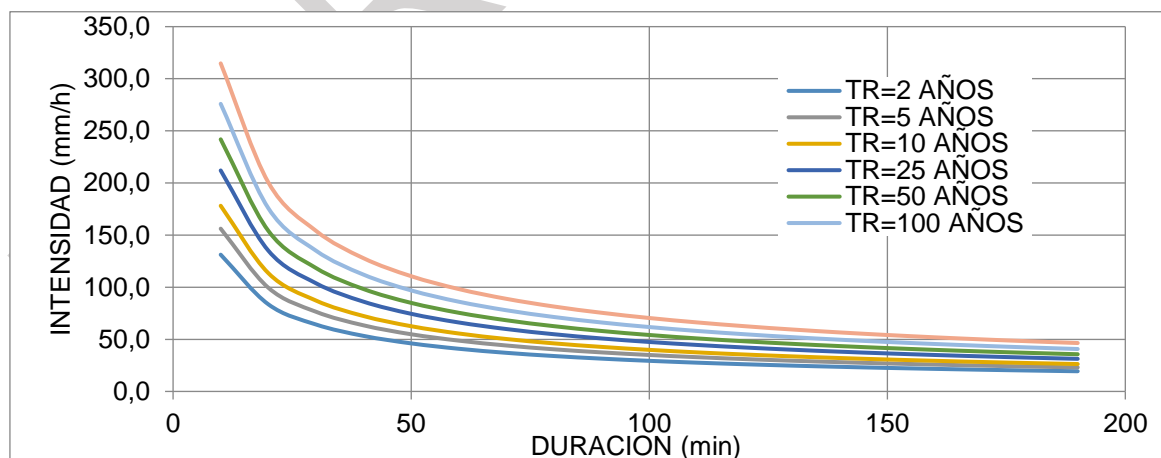
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual (mm)

Tc = Tiempo de concentración (horas)

a, b, c y d = Parámetros de ajuste a la regresión

En el año 1998 Vargas y Díaz Granados publicaron las curvas IDF sintéticas regionalizadas para la región andina de Colombia, en donde los parámetros de ajuste fueron estimados con los datos de 116 estaciones. Como resultado, las curvas IDF para representar la UF4.1, son:

**Figura 5.1-16** Grafica de curvas IDF Cial Quilichao

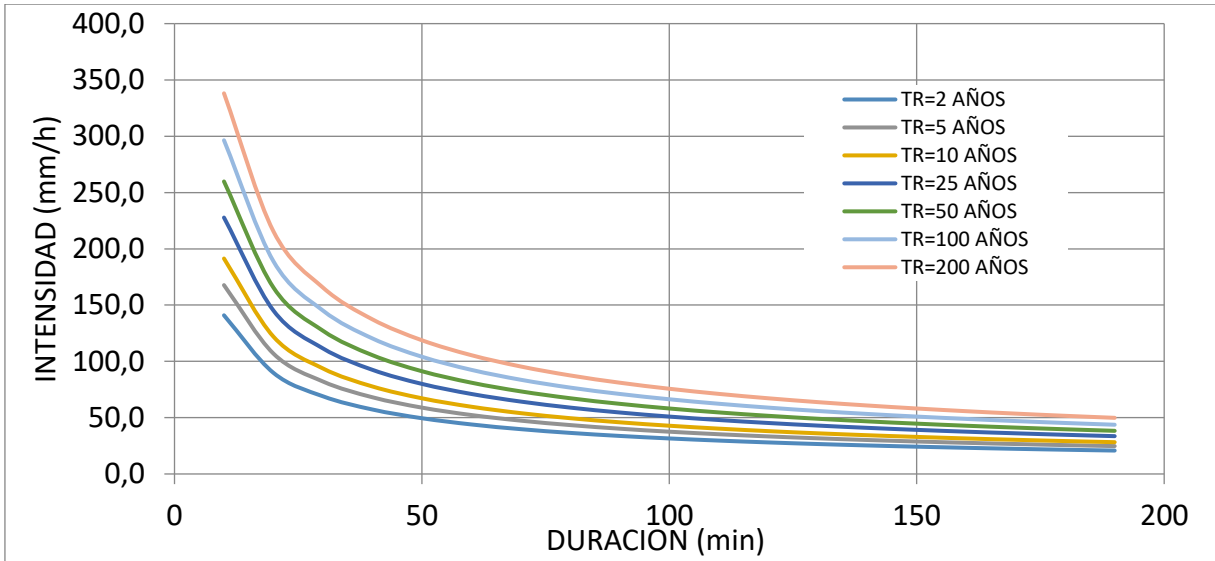


**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

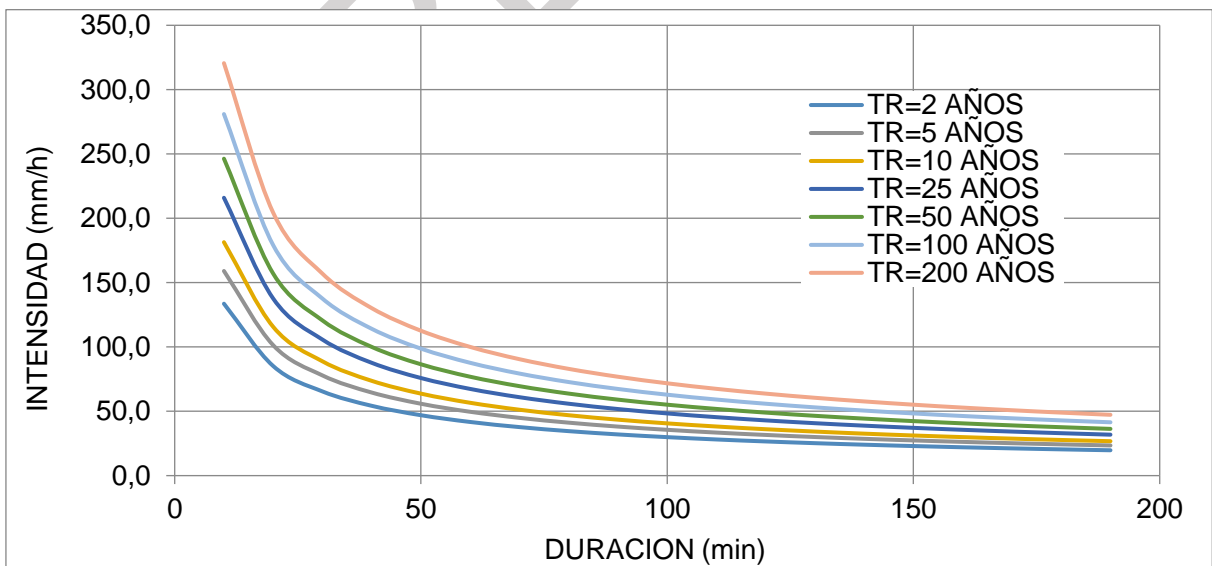
Consortio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-17** Grafica de curvas IDF La Balsa



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consortio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

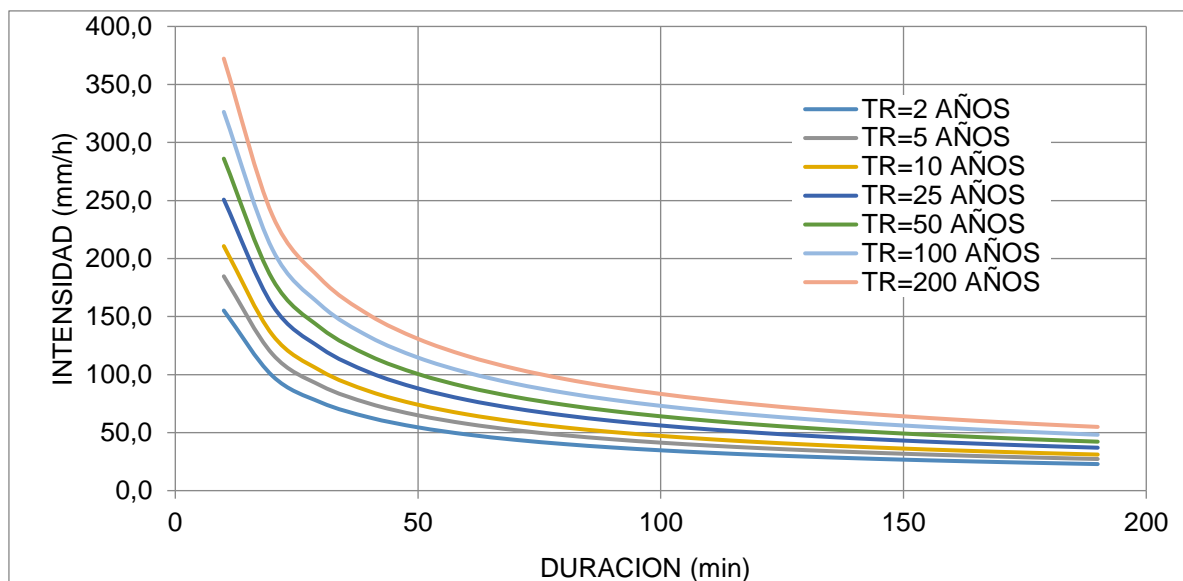
**Figura 5.1-18** Grafica de curvas IDF El Palacio



<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-19** Grafica de curvas IDF Caloto



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### 5.1.5.2 Sistemas Lenticos y Loticos


Un sistema lentico hace referencia a cuerpos de agua quieta o de escaso caudal como en los lagos, estanques, pantanos y embalses. De igual forma, un sistema lotico se trata de un sistema de agua corriente como en los ríos, arroyos y manantiales que se caracterizan por una corriente permanente y continua, cuya velocidad está determinada por la inclinación del terreno.

En este sentido, sobre la unidad funcional 4.1 discurren un total de 3 cuencas hidrográficas de las cuales todas son mayores a 2.5 km<sup>2</sup>. El total de las cuencas suma un área de 52.46 Km<sup>2</sup>; con áreas desde 0.11 km<sup>2</sup> hasta 31.45 km<sup>2</sup>. Las cuencas más grandes son la Quebrada La Tabla, la Acequia El Comunero y Zanjón El Cristo, con áreas de 3145 ha, 805 ha y 768 ha respectivamente.

Asociado a esto, dentro de la zona de influencia del proyecto se presentan tanto corrientes



<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



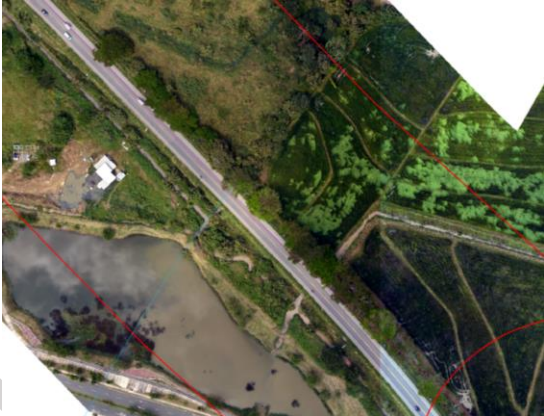

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

naturales como algunos cuerpos de agua tipo reservorios y lagos artificiales. A continuación, en la Tabla 5.1-18 se puede observar los cuerpos mencionados anteriormente.

**Tabla 5.1-18** Sistemas Lenticos y Loticos en el área de estudio del proyecto


NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		REGISTRO FOTOGRÁFICO
			X	Y	
Quebrada La Tabla	Lotico	Corriente natural de agua que fluye con continuidad, de escaso caudal que tiende a reducirse en épocas de verano	1067546.4	842307.92	<p><b>Fotografía 5.1-17</b> Ortofotografía zona Quebrada La Tabla</p>  <p><b>Fuente.</b> Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.</p>
Zanjón El Cristo	Lotico	Zanja o camino profundo de origen normalmente antrópico por donde discurre el agua con un caudal bajo y relativamente constante	1063903.4	847915.3	<p><b>Fotografía 5.1-18</b> Ortofotografía zona Zanjón El Cristo</p>  <p><b>Fuente.</b> Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.</p>

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		REGISTRO FOTOGRÁFICO
			X	Y	
Acequia El Comunero	Lotico	Pequeño canal a cielo abierto que tiene como objetivo conducir el agua de regadío o para el abastecimiento o de poblaciones y fines similares	1063408.6	848709.05	<p><b>Fotografía 5.1-19</b> Ortofotografía zona Acequia El Comunero</p>  <p><b>Fuente.</b> Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.</p>
Río Cauca	Lotico	Corriente natural de agua que fluye permanentemente y va a desembocar en otra, en un lago o en el mar. En este caso en el Magdalena	1064812.8	846230.43	<p><b>Fotografía 5.1-20</b> Ortofotografía zona Río Cauca</p>  <p><b>Fuente.</b> Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.</p>

REVISÓ

APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

NOMBRE	TIPO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS		REGISTRO FOTOGRÁFICO
			X	Y	
Reservorio	Lentico	Área Inundable construida para este propósito. Zona de amortiguación temporal de aguas lluvias. Desboque por la Acequia Comunero	1063421.3	848601.8	<p style="text-align: center;"><b>Fotografía 5.1-21</b> Ortofotografía zona Reservorio</p>  <p style="text-align: center;"><b>Fuente.</b> Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.</p>

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### 5.1.5.3 *Sistemas Marinos y Costeros*

En el área de influencia de la UF4.1, no se encuentra presente ningún tipo de sistema marino y/o costero.


### 5.1.5.4 *Clasificación de Cuencas Hidrográficas*

La zonificación y la codificación de las cuencas hidrográficas en el país permite conocer la delimitación, distribución y jerarquización de las cuencas del territorio colombiano con fines de gestión del recurso hídrico y aplicación de las políticas y planes de ordenación y manejo de cuencas que se vienen implementando. Facilita además la integración de variables en el Sistema de Información de Recurso Hídrico (SIRH), que forma parte del Sistema de Información Ambiental del Colombia (SIAC), y está reglamentado por los decretos 1323 de 2007 y 312 de 2012, que le asignan responsabilidades de sistematización de la información al IDEAM como coordinador de los sistemas y a las diferentes entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA), con énfasis especial en las autoridades ambientales.

Entre otras funcionalidades de la zonificación y codificación se destacan las siguientes:

- Identifica y define los límites y fronteras para el modelamiento de escenarios de estado

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

y dinámica de los recursos hídricos.

- Facilita los estudios y cálculos de la disponibilidad, oferta y demanda del recurso hídrico.
- Orienta el diseño de la red de monitoreo nacional de la calidad y cantidad de aguas superficiales y subterráneas.
- Permite regionalizar variables de oferta, demanda, calidad y riesgo hidrológico para mejorar la evaluación integral del recurso hídrico en la cual se basan las acciones y estrategias de administración y manejo en el marco de la Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH).
- Facilita la sistematización de información y generación de productos de valor agregado en el SIRH.

La zonificación de cuencas hidrográficas corresponde a tres niveles de jerarquía: áreas, zonas y subzonas hidrográficas.

Las áreas hidrográficas corresponden a las regiones hidrográficas o vertientes que, en sentido estricto, son las grandes cuencas que agrupan un conjunto de ríos con sus afluentes que desembocan en un mismo mar. Ahora bien, en Colombia se distinguen cuatro vertientes, dos de ellas asociadas a ríos de importancia continental (vertiente del Orinoco y vertiente del Amazonas) y las vertientes del Atlántico y del Pacífico. Se delimita adicionalmente como área hidrográfica la cuenca Magdalena-Cauca, que, aunque tributa y forma parte de la vertiente del Atlántico, tiene importancia socioeconómica por su alto poblamiento y aporte al producto interno bruto.

Las cuencas hidrográficas que entregan o desembocan sus aguas superficiales directamente de un área hidrográfica se denominarán zonas hidrográficas. Agrupan varias cuencas que se presentan como un subsistema hídrico con características de relieve y drenaje homogéneo y sus aguas tributan a través de un afluente principal hacia un área hidrográfica. Están integradas por cuencas de las partes altas, medias o bajas de una zona hidrográfica que captan agua y sedimentos de los tributarios de diferente orden tales como nacimientos de agua, arroyos, quebradas y ríos. Las cuencas que tributan sus aguas a su vez a las zonas hidrográficas se denomina subzonas hidrográficas. Ahora bien, respecto a la toponimia con que se identifican zonas y subzonas hidrográficas, a estas unidades se les asignó la toponimia de acuerdo con el nombre de la corriente más representativa o río principal o con el nombre heredado de la zonificación del HIMAT, que puede corresponder al espacio geográfico o región a la cual drenan las aguas superficiales.

De esta manera, en la siguiente Tabla 5.1-19 presenta la codificación de los cauces que

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

atraviesan la zona del proyecto.

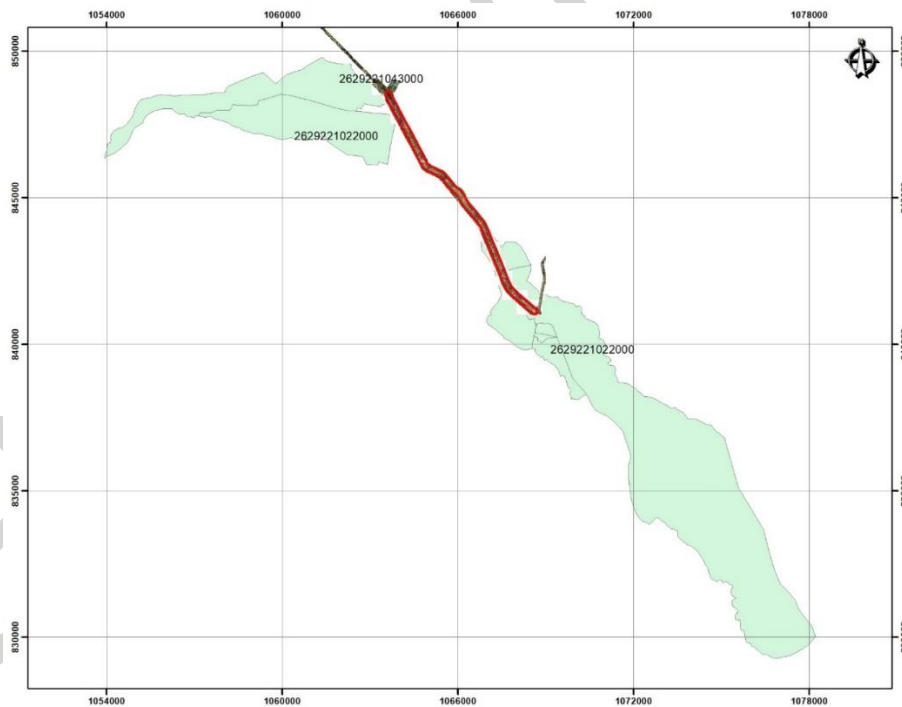
**Tabla 5.1-19** Codificación de los cauces de la zona del proyecto

NOMBRE	COORDENADAS		CODIFICACIÓN
	X	Y	
Zanjón El Cristo	1063903.4	847915.3	2629221022000
Acequia El Comunero	1063408.6	848709.05	2629221043000

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

De igual manera, en la Figura 5.1-20 se puede observar la ubicación de los cauces codificados en la zona del proyecto.


**Figura 5.1-20** Mapa de ubicación de codificación de las cuencas en el área del proyecto



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

De igual forma, a continuación, se presenta la clasificación de la zonificación hidrológica sobre la cual se va a desarrollar las actividades del proyecto.

**Tabla 5.1-20** Tabla de zonificación hidrográfica del proyecto

Área Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica	Cuenca Orden 3	Código
Magdalena Cauca	Cauca	Ríos Claro y Jamundí	Zanjón El Cristo	2629221022000
Magdalena Cauca	Cauca	Ríos Quinamayo y otros directos al Cauca	Acequia El Comunero	2629221043000

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

#### 5.1.5.5 Patrones de drenaje

Los patrones de drenaje o red de drenaje, son entendidos como la ramificación hidrológica, que se da de forma natural, donde sus diferentes tipos de drenajes surgen a causa de la geología física y geomorfológica del planeta tierra, es decir que la superficie terrestre se erosiona creando un caudal, donde estos patrones de drenaje se forman a partir de los ríos, lagos y aguas subterráneas que son alimentados por la lluvia y otros factores climáticos como la nieve; es así que los diferentes canales de drenaje, crean una red que recoge todas las aguas de las cuencas y las deposita en los ríos, que son los que se encuentran en la desembocadura de la cuenca.


##### 5.1.5.5.1 Características

La red de drenaje se considera, como la forma que adoptan conjuntamente los ríos que atraviesan un determinado territorio, este esquema depende primordialmente de la topografía de la zona o estructura del suelo. Los esquemas de drenaje muestran la influencia de los elementos tales como: divisorias de aguas, declives originales, diferencia de dureza en la roca, controles estructurales, diastrofismo reciente, y la historia geomórfica de la cuenca de drenaje.

##### 5.1.5.5.2 Importancia

El estudio de los patrones de drenaje es tan grande, que hace parte de todo un sistema hidrológico y de ecosistemas acuáticos continentales, su importancia figura en los sistemas más productivos de la tierra, ya que son fuente de diversidad biológica, aportando el agua para toda la productividad primaria de un sin número de especies animales, de la que

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

dependen para su supervivencia.

Entre las funciones que tienen los patrones de drenaje, dentro de la hidrografía y los ecosistemas acuáticos se pueden mencionar:

- La pesca, consumo humano, el abastecimiento y almacenamiento de aguas de riego, procesos industriales, transporte, recreación, turismo y generación de energía eléctrica.
- La recarga y descarga de acuíferos.
- La mitigación de inundaciones
- El transporte y retención de nutrientes y sedimentos
- El refugio de hábitat de miles de especies de microorganismos, animales y plantas.

Colombia es uno de los países más reconocidos en poseer uno de los mayores recursos hídricos en el mundo, sin embargo, el crecimiento en densidad poblacional, el incremento en su consumo, pero sobre todo la deforestación, la falta de tratamientos de aguas residuales y la falta de planificación sobre las cuencas y el manejo de recursos naturales, ha puesto en evidencia los problemas en disponibilidad del agua, como el desabastecimiento y calidad de la misma en distintos municipios y ciudades del país, trayendo como consecuencias efectos nocivos, en la calidad de vida de la población y en el desarrollo económico de estas regiones[2].

De igual manera, la ubicación geográfica y riqueza hídrica colombiana se ve reflejada en una extensa red fluvial que cubre todo el país; en la cual se dan unas condiciones favorables de almacenamiento de aguas subterráneas, donde se estima que son 140.879 kilómetros cúbicos, que equivalen a cerca de 70 veces el total de aguas superficiales del territorio colombiano.


#### 5.1.5.5.3 Tipos de patrones de drenaje

##### ***Drenaje dendrítico***

Es un patrón que está formado por afluentes primarios y secundarios, los cuales se unen libremente en cualquier dirección, tiene forma de una mano extendida donde cada afluente de los ríos principales equivale a cada dedo de las manos, es uno de los tipos de patrones de drenajes fluviales más común que existen.

##### ***Drenaje paralelo***

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Se define como canales paralelos, ya que tiene una dirección definida debido a las pendientes regionales del terreno, estas pendientes uniformes se encuentran en llanuras, piedemontes, mesetas o altiplanos y en regiones donde sucedieron glaciaciones continentales, a mayor pendiente en una dirección determinada más paralelos serán los canales, pero si al contrario, la pendiente es casi plana el paralelismo será visible, un ejemplo son las zonas costeras y los volcanes.

***Drenaje enrejado***

Tienen una dirección de drenaje dominante, debido a esto sus drenajes tienen una dirección secundaria paralela, es así que sus afluentes primarios, se unen a las corrientes principales, en un ángulo recto, de igual manera sus afluentes secundarios.

***Drenaje radial***

Este tipo de patrón contiene drenajes o corrientes que fluyen en muchas direcciones, desde un espacio elevado central, este tipo de drenajes se encuentran en los conos volcánicos, cúpulas topográficas y colinas cónicas aisladas.

De esta manera, a gran escala se forman redes de drenajes radiales en márgenes continentales creando cúpulas litosféricas

***Drenaje Rectangular***

Este tipo de drenajes son una red perpendicular de varios afluentes y corrientes que se unen en un ángulo recto, donde su flujo es menos regular, que el drenaje de enrejado, además este tipo de patrón está controlado por articulaciones y varias fallas geológicas.


***Drenaje Angular***

Este tipo de drenajes son de forma rectangular, y suelen ocurrir cuando las juntas o fallas geológicas están unidas entre sí en ángulos agudos u obtusos, en vez de estar en ángulos rectos.

***Drenajes Anulares***

Este tipo de patrones tiene flujos hidrológicos de forma circular con corrientes subsidiarias

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

que se hallan en ángulo recto con ellas.

Se encuentran en cúpulas o tipos de cuencas quebrantada o disecada, donde la erosión, muestra bandas de roca dura y blanda dispuestas concéntricamente

***Drenaje Centrífugo***

Son muy parecidos o similares a los drenajes radiales, donde desarrollan canales en el interior de meandros.

***Drenaje Centrípeto***

Tienen todas las corrientes fluyendo hacia el punto central que tiene más bajo, en un piso de la cuenca sedimentaria.

**5.1.5.5.4 Resultados**


Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, se debe resaltar que los tipos de patrones de drenaje son el pilar fundamental para todo el proceso hidrológico, la relación que tiene la hidrología con las interacciones físicas, bióticas, sociales y económicas plantean una serie de estudios más profundos, entendiendo que estas relaciones, expresan por una parte, cómo la población humana se va organizando en el espacio con las consecuencias potenciales de las dinámicas sobre el medio y, por otra parte, en cómo la naturaleza y sus procesos inciden en las dinámicas poblacionales, los cuales van condicionando todos los patrones de asentamientos, y las diversas formas de apropiación del espacio.

En este sentido, a continuación, se muestra los resultados de la clasificación de los drenajes según su tipo en la Tabla 5.1-21.

**Tabla 5.1-21** Patrones de drenajes de los cauces en el área del proyecto

NOMBRE	COORDENADAS		PATRÓN DE DRENAJE
	X	Y	
Quebrada La Tabla	1067546.4	842307.92	Dendrítico
Zanjón El Cristo	1063903.4	847915.3	Dendrítico

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

NOMBRE	COORDENADAS		PATRÓN DE DRENAJE
	X	Y	
Acequia El Comunero	1063408.6	848709.05	Dendrítico

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### 5.1.5.6 Régimen Hidrológico y Caudales Característicos

Para la caracterización de los caudales en la zona de influencia de la UF4.1, se implementó un modelo de lluvia – escorrentía HEC HMS versión 4.9. Lo anterior, debido a que, en la zona de influencia, ninguno de los cuerpos de agua cuenta con información de estaciones hidrométricas (limnimétricas o limnigráficas). Así, para el caso de la estimación de los caudales máximos o de diseño, se utilizó el método de transformación del S.C.S (Soil Conservation Service) y para los caudales medios y mínimos se utilizó el método de transformación SMA (Soil Moisture Accounting) y Reservorio Lineal para la estimación del flujo base.

A continuación, se describe el proceso del cálculo de los caudales:

#### 5.1.5.6.1 Descripción del modelo hidrológico

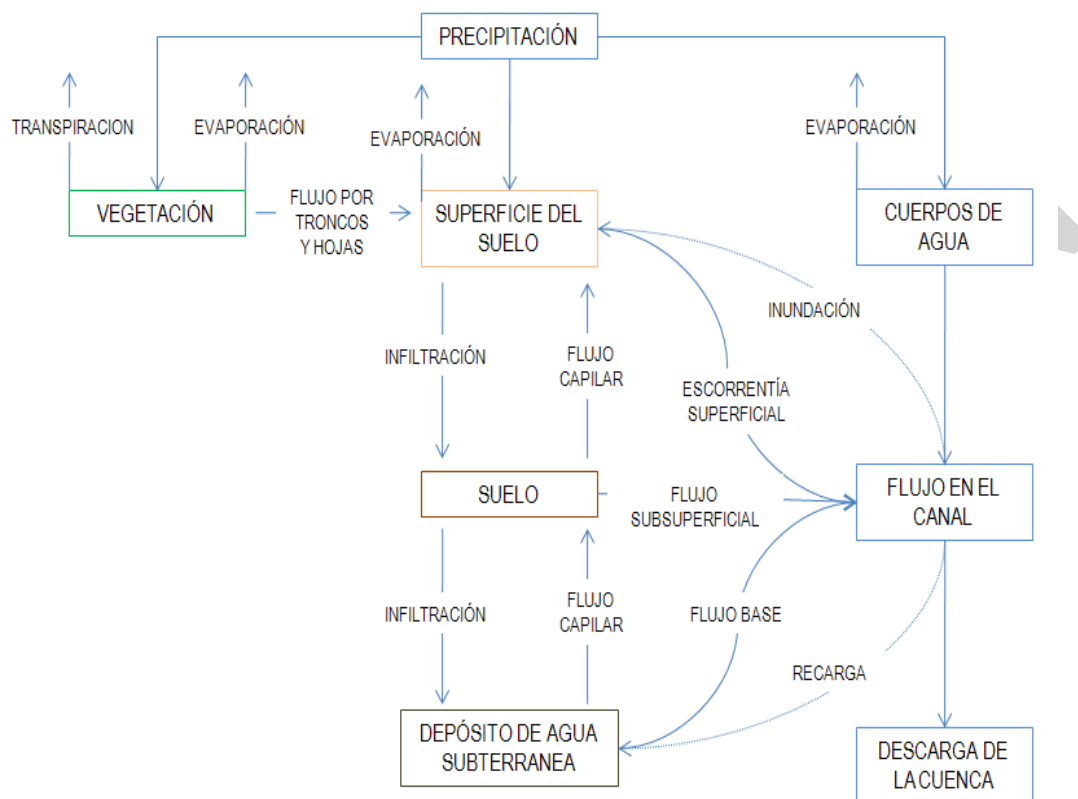
Un modelo hidrológico es una herramienta que permite representar la realidad de una manera simplificada y que posee un valor predictivo útil para la utilización de los recursos hídricos; además sirve como orientación en la toma de decisiones para la solución de problemas que se puedan presentar en una zona determinada. Dentro de los modelos de simulación hidrológica usados a nivel mundial, se encuentra el HEC-HMS 4.9 desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Corps of Engineers, el cual ha diseñado los modelos hidráulicos e hidrológicos con mayor reconocimiento y aceptación internacional. El HEC-HMS 4.9 (Hydrologic Model Sistem versión 4.9) fue diseñado para simular la escorrentía superficial de respuesta de una cuenca a la precipitación mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos (Figura 5.1-21), cada uno de las cuales refleja un aspecto del proceso precipitación-escorrentía a partir de parámetros físicos e hidrológicos.

**Figura 5.1-21** Esquema de los componentes hidrológicos e hidráulicos que utiliza HEC-HMS

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



4.9




**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS adaptado de HEC (2000). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Esta herramienta puede clasificarse como un modelo hidrológico determinístico, de tipo evento y/o continuo, distribuido y/o agregado y de propósito general. En HEC-HMS la cuenca se describe a través de una serie de elementos interconectados (subcuencas, canales de tránsito, nodos, fuentes y sumideros). Entre los múltiples procedimientos hidrológicos disponibles en HEC-HMS para transformar la precipitación en escorrentía, en este estudio, por su buen desempeño en análisis de eventos, se han seleccionado los métodos del número de curva para la estimación de la precipitación efectiva, el hidrograma unitario del Servicio de Conservación de Suelos para la transformación de precipitación de excesos en escorrentía directa y el método de tránsito de Muskingum para el tránsito de la creciente entre tramos.

La efectividad de la simulación de un proceso de lluvia-escorrentía depende

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

fundamentalmente de la calidad de la información de entrada, tanto de la lluvia como de las características físicas de la cuenca o área de influencia. A pesar de las dificultades de conseguir información de calidad, la tendencia en hidrología es al uso de estos modelos, específicamente por la capacidad para simular eventos que no han sido registrados históricamente, pero que son dependientes de parámetros físicos factibles de medir con la tecnología desarrollada en los sistemas de comunicación modernos. Esto los hace más robustos que los modelos estocásticos que dependen básicamente de la historia.

Un modelo que desarrolle la metodología SCS, establece básicamente los parámetros biofísicos e hidrológicos de una cuenca en representaciones matemáticas. A partir de la precipitación, se calcula las pérdidas y escorrentías como función de la infiltración y el uso del suelo para obtener un Hidrograma unitario, que luego mediante el rastreo hidrológico es llevado a diferentes puntos de la cuenca para hacer cálculos generales del caudal. El modelo tiene, además, un algoritmo matemático de optimización de los parámetros básicos, que permite hacer calibración del modelo sobre la cuenca cuando se cuenta con información hidrométrica confiable.

#### 5.1.5.6.2 Marco teórico del modelo HEC HMS


#### **Precipitación**

La Lluvia es parte fundamental en el sistema hidrológico, y su representación adecuada en los modelos de Precipitación - Escorrentía es muy importante, pero con frecuencia difícil. La variación temporal y espacial de la lluvia afecta directamente el comportamiento de la escorrentía, pues es el resultado directo una de otra. Los eventos de lluvia son medidos en estaciones localizadas estratégicamente, para luego ser generalizados en el área de influencia mediante promedios con métodos ampliamente conocidos. La lluvia puede obtenerse con procesos sencillos como promedios de series históricas, o con medidas a tiempo real que requiere técnicas de medición más sofisticadas.

#### **Distribución espacial de la precipitación**

Lo más común en la evaluación espacial de la lluvia, es promediar las medidas de pluviómetros a lo ancho y largo de la cuenca, ya sea por falta de tecnologías especiales para la medición directa e instantánea de eventos, por falta de recursos para el desarrollo e implementación de nuevas técnicas de medición o por desconocimiento de métodos estadísticos apropiados. Existen otros métodos como los Polígonos de Thiessen pero no

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

considera los efectos orográficos de la cuenca, finalmente el más aconsejable es el Método de Curvas Isoyetas, el cual puede ser generado usando software de interpolación espacial como los Sistemas de Información Geográfica-GIS.

***Distribución temporal de la precipitación***

Los eventos de lluvia que van a ser simulados deben ser distribuidos tanto espacialmente como en forma temporal. La distribución temporal es expresada generalmente en forma gráfica o analítica mediante hietogramas. Para conseguir esta distribución se debe desarrollar un análisis estadístico a partir de una curva de Intensidad-Frecuencia-Duración (IDF) que relacionan el incremento de la lluvia con el tiempo; sin embargo estas curvas son difíciles de construir pues requieren un postproceso de la información que inicialmente puede ser desarrollado por los administradores de las redes hidroclimatológicas, y por tanto los hietogramas son contruidos a partir de curvas IDF sintéticas o regionalizadas.

***Precipitación Efectiva y Pérdidas de Precipitación***


Se hace referencia con esto al destino del volumen de lluvia total; por un lado las pérdidas son agrupadas en los fenómenos como la infiltración, percolación, evapotranspiración, evaporación, almacenamiento en depresiones topográficas e intercepciones. Por otro lado la lluvia efectiva, es aquella que se convierte en escorrentía directa.

***Infiltración***

Como parte componente de las pérdidas de precipitación, la infiltración es la cantidad de lluvia que llega al suelo, sobrepasa el estrato superficial, siguiendo caminos subterráneos más lentos para conformar en algún momento parte del flujo base. Este es un parámetro muy importante en la simulación de los modelos P-E, sirviendo de patrón para evaluar el resto de los parámetros que componen las pérdidas de lluvia. El software HEC HMS basa el cálculo de pérdidas de lluvia en la infiltración, teniendo opciones como: pérdidas iniciales uniformes, en tiempo y espacio, perdidas no uniformes y en general la metodología del SCS. El método del SCS, tiene como parámetro principal Curve Number (CN), para el cálculo de las perdidas. Este parámetro es función del Tipo de Suelo, Tipo de cobertura de la superficie (Uso del suelo) y Antecedentes hidrológicos.

***Número de Curva***


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Siguiendo el proceso, necesario para la caracterización de las cuencas del sistema hidrológico en estudio, se hace un reconocimiento sobre el tipo de superficie que cubre el área de las mismas, utilizando como herramienta el plano temático de uso del suelo, el plano de cobertura y el de grupo hidrológico el cual se basa en el tipo de suelo, geomorfología y geología. En forma inicial, los suelos son agrupados en categorías, dependientes del potencial de escorrentía y de su capacidad de infiltración. La agrupación de los suelos se hace teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

- **Grupo A:** Suelos con bajo potencial de escorrentía y alta infiltración, aunque esté completamente húmedo. Su profundidad es especialmente grande. Es el caso de arenas o gravas excesivamente drenadas, o suelos que tengan una razón alta de transmisión de agua (mayor a 7.62 mm/hora). Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- **Grupo B:** Suelos con infiltración moderada aun completamente húmedo. Son suelos que van de moderadamente profundos a profundos. Suelos bien drenados con textura moderadamente fina a moderadamente gruesa. Tiene una razón de transmisión de agua moderada (3.81 a 7.62 mm/hora). Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- **Grupo C:** Suelos con baja infiltración, aunque estén completamente húmedos, y consisten en suelos que tienen una capa que impide el movimiento descendente de agua. Son suelos con textura moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja razón de transmisión de agua (1.27 a 3.81 mm/hora). Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- **Grupo D:** Suelos con un alto potencial de escorrentía, ellos tienen una muy baja capacidad de infiltración, aun en condiciones de total humedad. Consisten principalmente de suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, suelos con nivel freático permanentemente alto, suelos con una capa de arcillas en la superficie, suelos poco profundos sobre materiales impermeables cercanos. Estos suelos tienen una razón de transmisión de agua muy baja (0.0-1.27 pulgadas/hora). Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### 5.1.5.6.3 Datos de entrada del modelo HEC-HMS

Dentro de los requerimientos de información o datos de entrada del modelo hidrológico HEC - HMS se encuentran la siguiente información:

- Cartografía básica (red hídrica, curvas de nivel subcuencas, parteaguas)
- Cartografía temática (uso actual del suelo, tipo de suelos)
- Perfiles del suelo si existen estudios predios.
- Información precipitación total diaria de las estaciones más cercanas
- Hietogramas de precipitación.
- Información de caudales medios diarios de las estaciones y caudales máximos mensuales.
- Información de aguas subterráneas como láminas de agua y coeficientes de recarga, numero de depósitos.
- Información de la velocidad del flujo en el canal o aforos.

### **Parámetros de modelación**

Con el fin de evaluar los caudales máximos sobre la cuenca del rio Palo, considerando periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, es necesario definir las zonas de estudio, para lo cual se ha recolectado la información requerida para el proceso de modelación y se ha evaluado la calidad de la misma; una vez obtenida la información necesaria por el modelo se procede a la esquematización de las subcuencas, la evaluación de características morfométricos e hidrológicas de cada una de ellas y la calibración del modelo hidrológico como se muestra a continuación.

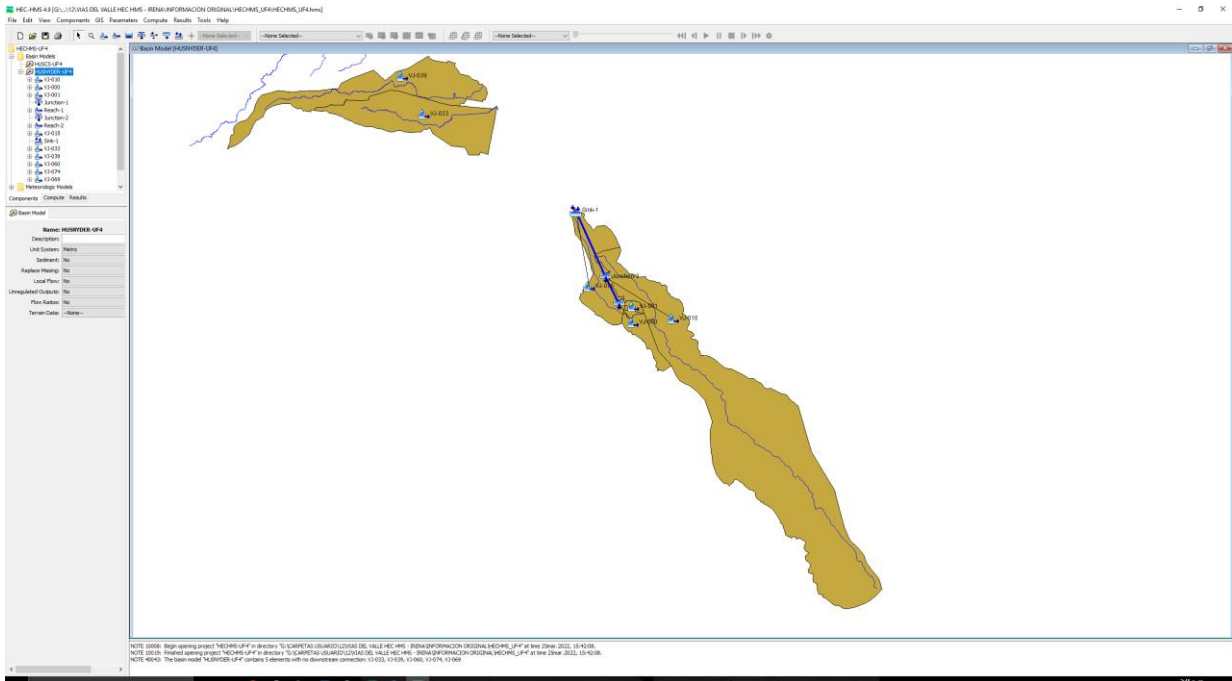
### **Esquematización de la cuenca**

Para representar adecuadamente el comportamiento hidrológico de determinada cuenca, es preciso, en primer lugar, llevar a cabo una representación esquemática de la misma (basin model), que refleje, de la mejor manera posible, su morfología y las características de su red de drenaje. En la Figura 5.1-22 se presenta un esquema general de la cuenca del rio Palo, la cual se dividió en 25 unidades de cuenca por su gran tamaño.

**Figura 5.1-22** Esquema de las subcuencas en el tramo de la UF4 para el modelo HEC-HMS

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

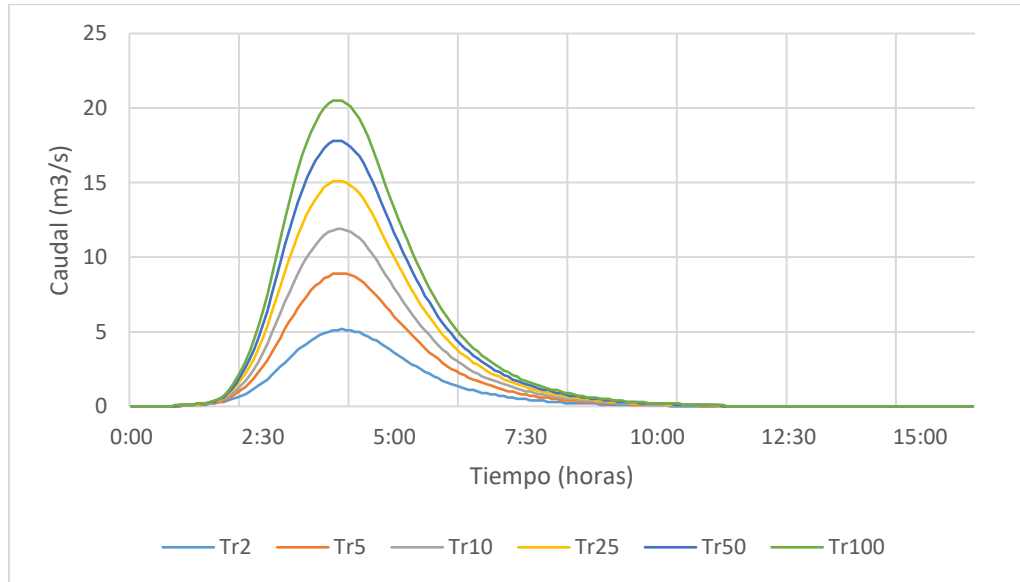
#### 5.1.5.6.4 Resultados para estimación de caudales máximos

El aporte de caudales de la subcuenca estudiada, dependen directamente de las características edafológicas, morfológicas e hidroclimatológicas que influyen sobre el sistema de la cuenca. Para el uso del Paquete computacional HEC - HMS con el modelo del SCS, se utilizó la información que se ha descrito en forma precedente. A partir de la esquematización de la cuenca, el cálculo de los diferentes parámetros hidrológicos, la calibración del modelo y el análisis espacial y temporal de las lluvias máximas se procedió finalmente a correr el modelo para las precipitaciones máximas con periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100.

A continuación, se presentan los hidrogramas de crecientes resultantes de la modelación hidrológica utilizando los métodos de transformación del S.C.S

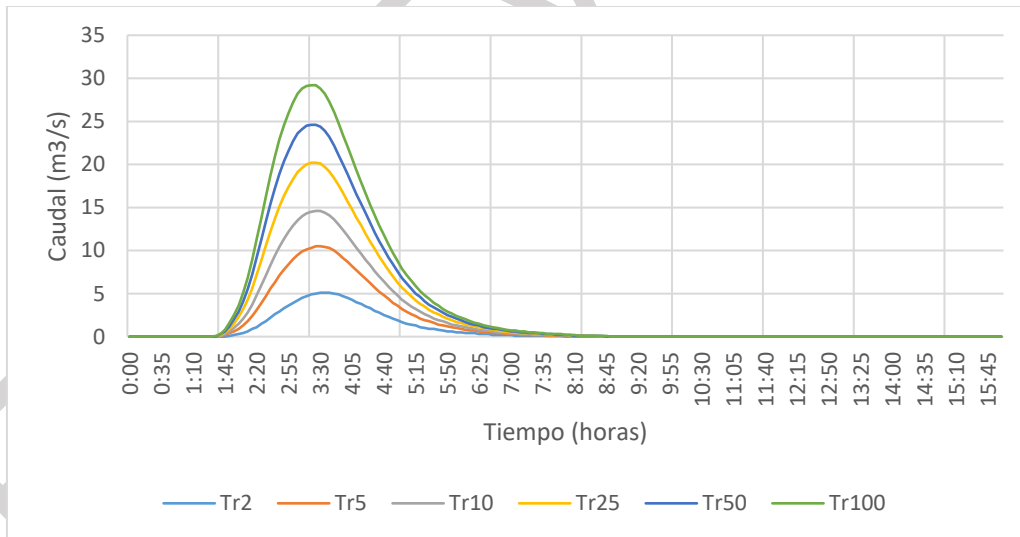
**Figura 5.1-23** Caudales máximos generados para la cuenca La Acequia El Comunero

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

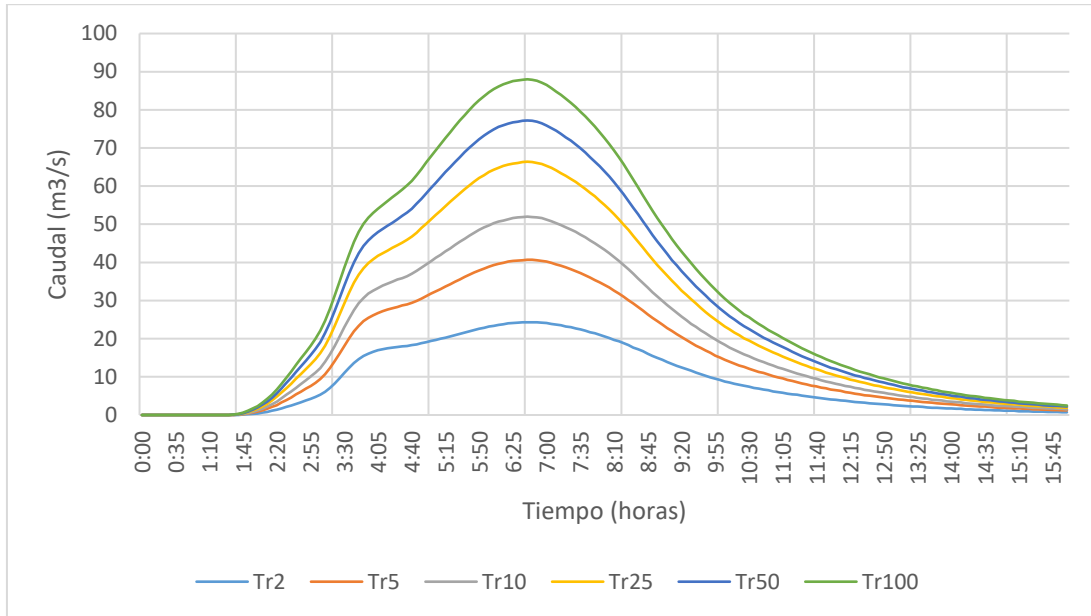
**Figura 5.1-24** Caudales máximos generados para la cuenca Zanjón el Cristo



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-25** Caudales máximos generados para la cuenca La Tabla

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-26** Caudales máximos en la cuenca aferente a la zona de estudio

CUENCA	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)					
	Tr 2	Tr 5	Tr 10	Tr 25	Tr 50	Tr 100
Acequia El Comunero	5.2	8.9	11.9	15.1	17.8	20.5
Zanjón El Cristo	5.1	10.5	14.6	20.2	24.6	29.2
Quebrada La Tabla	24.3	40.7	52	66.4	77.2	88

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

De acuerdo a la Tabla 5.1-26 se aprecia que los mayores caudales en el tramo se presentan en la quebrada La Tabla, alcanzando valores de 88 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 100 años. Mientras que los menores caudales se dan en la acequia Comunero (20.5 m<sup>3</sup>/s).g

5.1.5.6.5 *Estimación de caudales medios y mínimos*

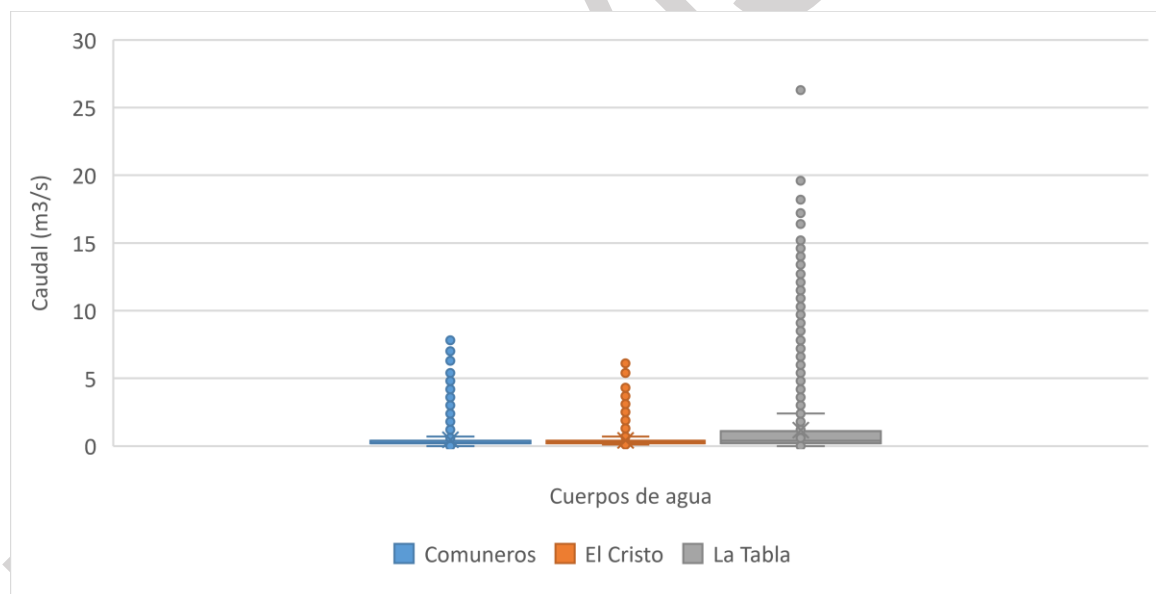
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

Con el fin de estimar los caudales medios y mínimos en las cuencas presentes en la zona de influencia del proyecto, se utilizó el método SMA dentro del modelo hidrológico HEC HMS, dicho método se describe a continuación.

Ante la práctica imposibilidad de abordar de manera global la modelación del proceso de transferencia lluvia-caudal, se suele optar generalmente por analizar, de manera individualizada, diferentes aspectos parciales del proceso (GESHA et al., 2004). Para observar más a detalle la metodología y cálculos se puede ver el Anexo 5.1-2.

De igual forma, en la Figura 5.1-27 se aprecia con claridad que la cuenca presenta un régimen bimodal, con dos periodos húmedos entre los meses de marzo a mayo y octubre a noviembre, y dos periodos secos en los meses de diciembre a febrero y junio a septiembre.

**Figura 5.1-27** Diagrama de cajas y bigotes de las series de datos simulados para los caudales en la zona del proyecto



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

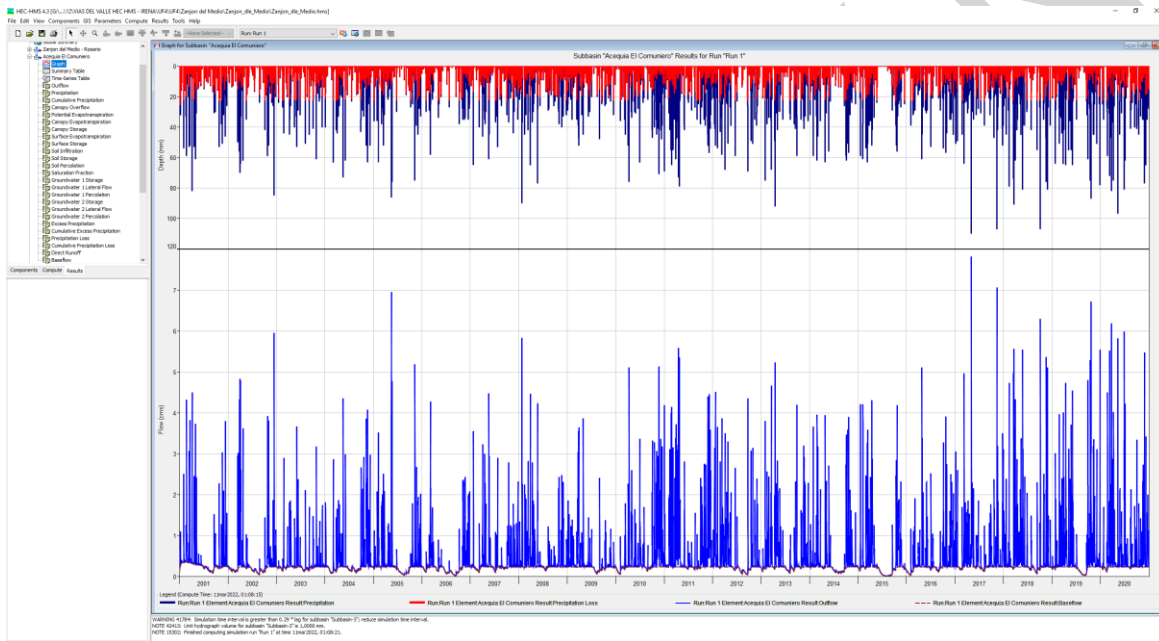
A continuación, se presenta los resultados para los caudales simulados para cada una de las cuencas involucradas.

**Acequia Comuneros**

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

Los caudales diarios simulados para la cuenca de la acequia Comuneros presentan valores máximos superiores a los 7 m<sup>3</sup>/s para los meses de mayo y noviembre. El Caudal promedio presente en la cuenca para el periodo analizado des de 0.47 m<sup>3</sup>/s y el menor valor es de 0.01 m<sup>3</sup>/s

**Figura 5.1-28** Caudales diarios simulados para la cuenca de la Acequia Comuneros

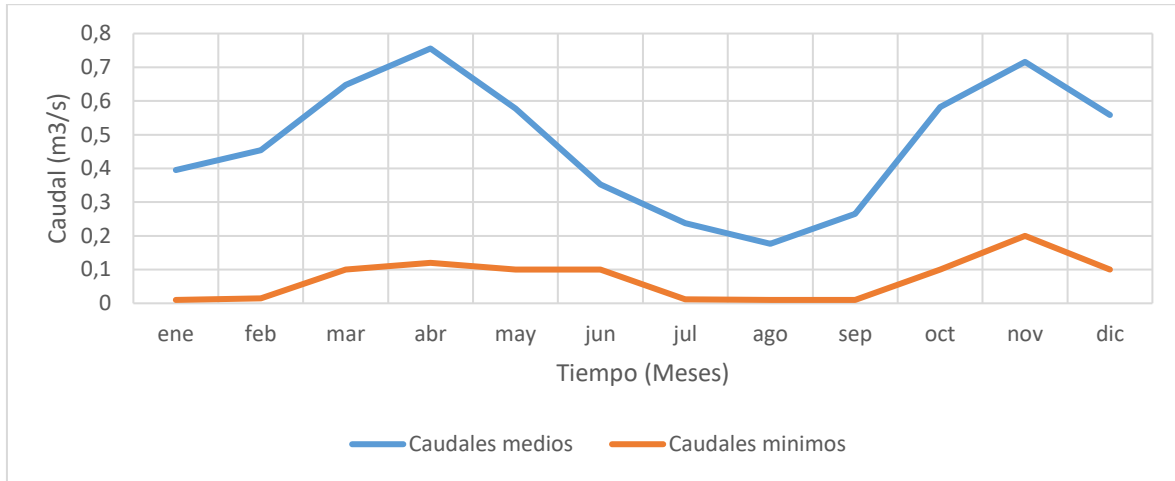


**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

A partir de la simulación de los caudales diarios para la cuenca de la acequia Comuneros, se determinaron los caudales medios y mínimos para el periodo analizado, dichos valores se presentan en la siguiente gráfica:

**Figura 5.1-29** Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca Acequia Comuneros

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

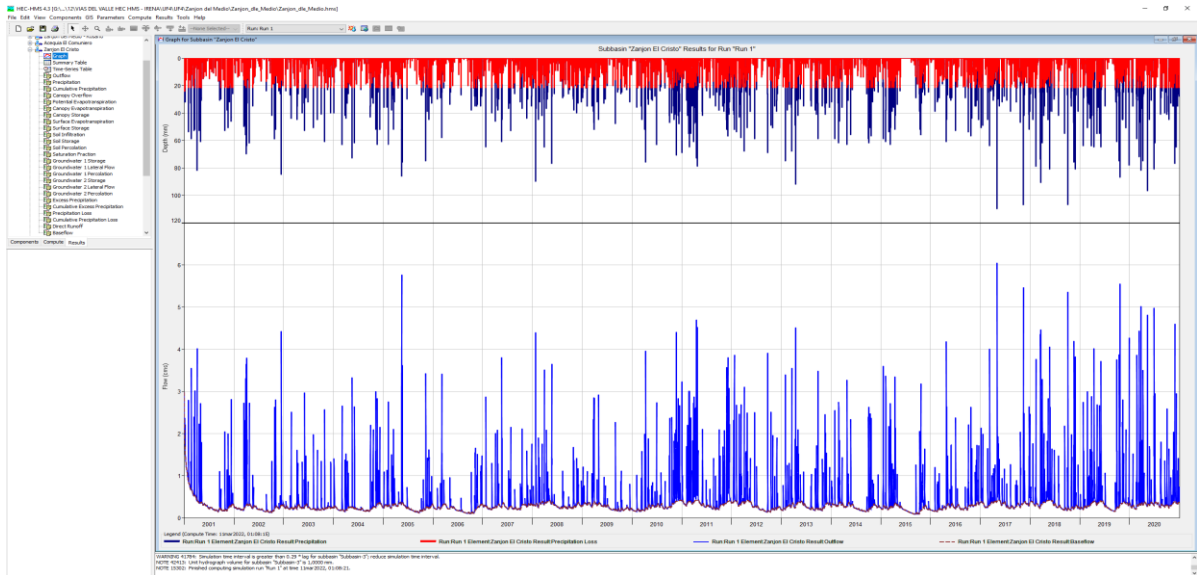
### Zanjón El Cristo

Los caudales diarios simulados para la cuenca del Zanjón El Cristo presentan valores máximos superiores a los 6.1 m<sup>3</sup>/s para el mes de mayo. El Caudal promedio presente en la cuenca para el periodo analizado des de 0.43 m<sup>3</sup>/s y el menor valor es de 0.01 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 5.1-30** Caudales diarios simulados para la cuenca del Zanjón El Cristo

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

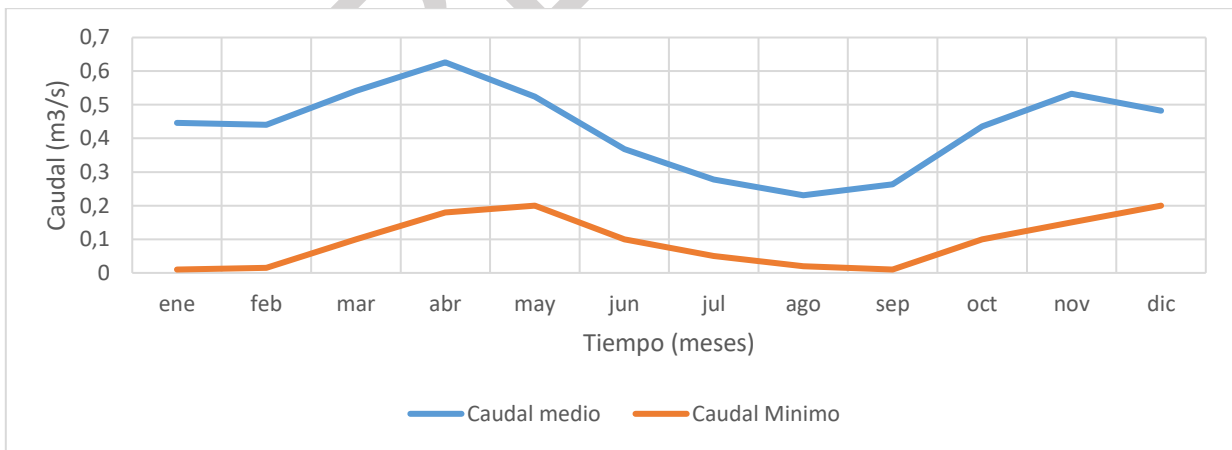




**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Los caudales medios toman valores que están entre los 0.62 m<sup>3</sup>/s (mes de abril) y 0.23 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto, mientras que los caudales mínimos presentan variaciones entre 0.01 y 0.2 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 5.1-31** Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca del Zanjón El Cristo



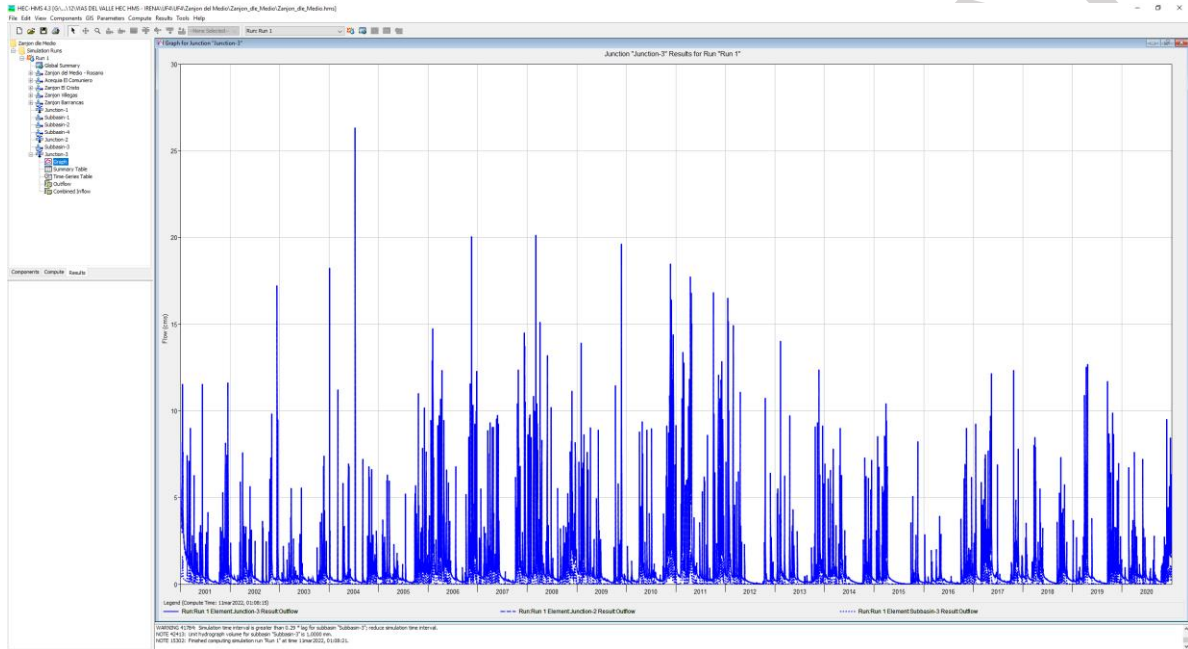
**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Quebrada la Tabla**

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

Los caudales diarios simulados para la cuenca de la quebrada La Tabla presentan valores máximos superiores a los 26 m<sup>3</sup>/s para el mes de Julio. El Caudal promedio presente en la cuenca para el periodo analizado des de 1.17 m<sup>3</sup>/s y el menor valor es de 0.01 m<sup>3</sup>/s

**Figura 5.1-32** Caudales diarios simulados para la cuenca de la quebrada La Tabla

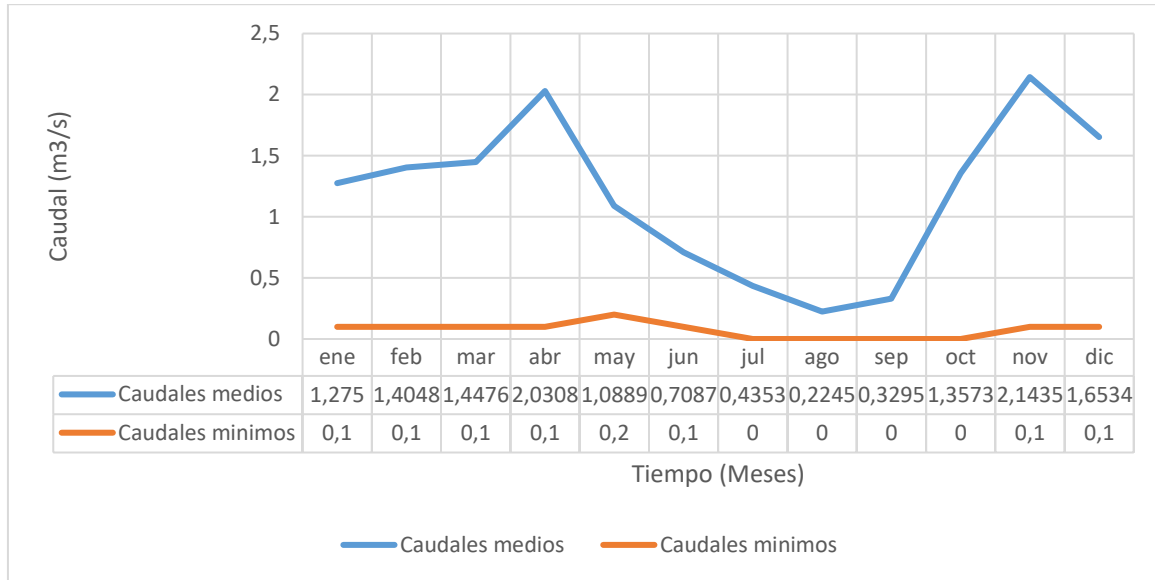


**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Los caudales medios toman valores que están entre los 2.14 m<sup>3</sup>/s (mes de noviembre) y 0.22 m<sup>3</sup>/s en el mes de agosto, mientras que los caudales mínimos presentan variaciones entre 0.01 y 0.2 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 5.1-33** Caudales medios y mínimos mensuales multianuales simulados para la cuenca de la quebrada La Tabla

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### 5.1.5.7 Características Morfométricas

Se realizó el trazado de la línea divisoria en las subcuencas de la zona de estudio hasta el punto de cruce con la vía. En general, se conoce que las áreas de drenaje están determinadas por una línea imaginaria que une los puntos más altos y encierran las áreas de confluencia, estas líneas de divorcio de aguas que separan una cuenca de las circundantes se denominan divisorias de aguas o parte aguas. A partir de los planos topográficos disponibles, se procedió a determinar el área de drenaje correspondiente. Una vez se definió el parteaguas de la subcuenca, se procedió al cálculo de algunas características morfométricas tales como el área de cada subcuenca, la longitud del cauce principal, el valor de las cotas aguas arriba y aguas abajo del cauce, la pendiente del cauce principal y los tiempos de concentración y el número de curva.

#### 5.1.5.7.1 Estimación de parámetros del modelo HEC HMS

Los parámetros hidrológicos para calcular son los que requieren los modelos internos aplicados por el HEC-HMS utilizados para la determinación del proceso de transferencia lluvia-caudal para el caso de modelación de eventos, como lo es el modelo de pérdidas (SCS Numero de Curva), el análisis del flujo base (método de recesión) y el tránsito de los hidrogramas a través de los cauces principales (LAG).

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

### **Modelo de perdidas (SCS número de curva)**

Para el cálculo del CN por subcuencas se utilizaron los mapas temáticos de uso actual del suelo y tipo de suelo, los cuales fueron cruzados en ArcGIS para obtener un mapa temático que proporcionara polígonos de igual tipo de suelo y cobertura, posteriormente se realizó una caracterización de los suelos presentes en la subcuenca con lo cual se obtuvo información de pendiente, textura y drenaje natural para cada uno de los polígonos, con esta información se le asignó un grupo hidrológico de suelo a cada uno de los polígonos. Finalmente, con la información de cobertura y grupo hidrológico de suelos de cada polígono se determinó el valor de CN para cada uno de estos el cual fue ponderado con respecto al área total de la unidad de codificación, para obtener el CN ponderado para cada unidad.

En la aplicación de este método se empleó el siguiente procedimiento: Los datos de precipitación utilizados en este método fueron obtenidos de la ponderación de la serie de precipitaciones medias mes a mes de las estaciones más cercanas y representativas de la zona de interés. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 5.1-22.

**Tabla 5.1-22** Características morfométricas en las unidades de cuenca utilizadas en la modelación


CORRIENTE	PERIMETRO (M)	ÁREA KM <sup>2</sup>	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (M)	HMAX (M.S.N .M.)	HMIN (M.S.N .M.)	SO (M/M) (MET. ELEVACIONES EXTREMAS)	TC FORMULA TEMEZ (MIN)	TC FORMULA KIRPICH (MIN)	TC FORMULA BRAN SBY WILLIAMS (MIN)	TC FORMULA CALIFORNIA (MIN)	TC FORMULA GUAIRES (MIN)	TC PROMEDIO (MIN)	T LAG
Acequia Comunero	23849	8.1	10153	1010	960	0.005	287.57	183.18	347.3	497.15	45.82	272.2	163.32
Zanjón El Cristo	16377	7.7	5940	980	960	0.003	205.68	140.35	220.27	380.92	49.93	199.43	119.66
Zanjón Talua	39926	31	18484	1100	960	0.008	417.79	246.18	506.18	668.12	90.67	385.79	231.47

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

## **5.1.6 Calidad del agua**

### **5.1.6.1 Cuerpos de agua continentales**

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

### **5.1.6.2 Cuerpos de agua marino-costeros**

### **5.1.7 Usos del agua**

### **5.1.8 Hidrogeología**

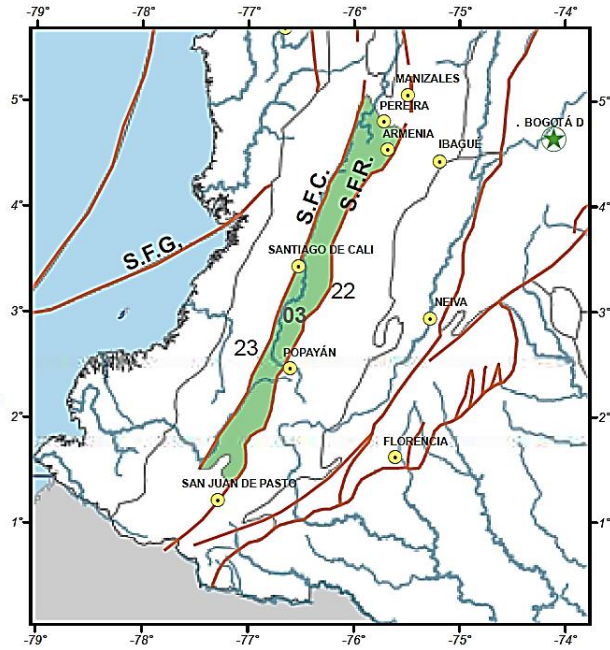
#### **5.1.8.1 Hidrogeología regional del Área de Influencia**

Según el IDEAM (ENA 2010 y 2014) la zona de estudio se localiza en la Provincia Hidrogeológica de Cauca-Patía (03), que ocupa la parte intramontana centro-occidental de Colombia, y se extiende en dirección sur-norte coincidiendo en sus límites con las estribaciones de las cordilleras Central y Occidental (Figura 4). La provincia está limitada, al oriente, por el Sistema de Fallas de Romeral (S.F.R.) y la Cordillera Central (22), al occidente por el Sistema de Fallas del río Cauca (S.F.C.) y rocas volcánicas y sedimentarias de la Cordillera Occidental (23), al sur esta cuenca se estrecha en el Macizo Colombiano contra rocas ígneas básicas del Cretácico y, al norte limita con el Sistema de Fallas de Garrapatas (S.F.G.).

Su litología es predominantemente ígneo-metamórfica y representa diferentes etapas de la orogenia andina. En la provincia, se destaca el valle tectónico del Cauca, constituido por las subcuencas del Patía y del río Cauca. Este rasgo tectonoestratigráfico configura la provincia hidrogeológica del Cauca - Patía.

**Figura 5.1-34** Ubicación de la provincia hidrogeológica del Cauca - Patía

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**LÍMITE**

Oeste: Sistema de fallas del Cauca (S.F.C.), rocas volcánicas y sedimentarias de la Cordillera Occidental (23)

Oriente: Sistema de fallas de Romeral (S.F.R.), Cordillera Central(22)

Norte y Sur: Rocas ígneas básicas del Cretácico

S.F.G, Sistema de fallas de Garrapatas

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Tomado de ENA (2010). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

El valle del río Cauca está constituido por una superficie plana o casi plana, formada por un relleno aluvial que consta de terrazas y aluviones hacia la zona central, y derrubios y conos aluviales en los límites de las dos cordilleras. Los conos están mejor desarrollados hacia la cordillera Central (Ingeominas, 1992).


Los flancos del valle están formados por rocas en esencia volcánicas, afectadas por fallamientos de gran magnitud que reflejan su origen tectónico. En el borde de la cordillera Occidental, afloran lavas y diabasas de la Formación Volcánica, combinadas con algunas formaciones de origen continental y marino. En el borde de la cordillera Central, afloran lavas basálticas de edad Jurásica a Cretácica de la Formación Amaime, y formaciones sedimentarias plegadas del Terciario, de las que predominan, al sur, la Formación Popayán, y al norte, las formaciones La Paila, Guachinte y Zarzal (Valencia, M. & Álvarez, A., 1993).

En el valle del río Cauca, se identifican tres unidades de interés hidrogeológico; la recarga de estas unidades se atribuye a la precipitación (que en la zona alcanza un promedio de 1.500 mm), a la escorrentía superficial y a pérdidas por irrigación.

Unidad A. Constituida por una alternancia de sedimentos permeables e impermeables, que configuran más que todo acuíferos libres y semiconfinados. Tiene un espesor promedio de

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

120 m y un 30% a 40% de sedimentos permeables.








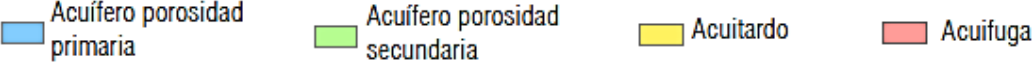
Unidad B. Se trata de una unidad constituida más que todo por arcillas y limos, con algunos lentes muy delgados de gravas y arenas. No se considera como unidad productora de agua. Su espesor varía entre 80 m y 100 m, y es el techo de los acuíferos confinados de la Unidad C. Se comporta como acuicludo, pero algunas veces se explotan en la región lentes arenosos pertenecientes a esta unidad.

Unidad B. Se trata de una unidad constituida más que todo por arcillas y limos, con algunos lentes muy delgados de gravas y arenas. No se considera como unidad productora de agua. Su espesor varía entre 80 m y 100 m, y es el techo de los acuíferos confinados de la Unidad C. Se comporta como acuicludo, pero algunas veces se explotan en la región lentes arenosos pertenecientes a esta unidad.

**Figura 5.1-35** Columna estratigráfica de la provincia Cauca -Patía

EN REVISIÓN

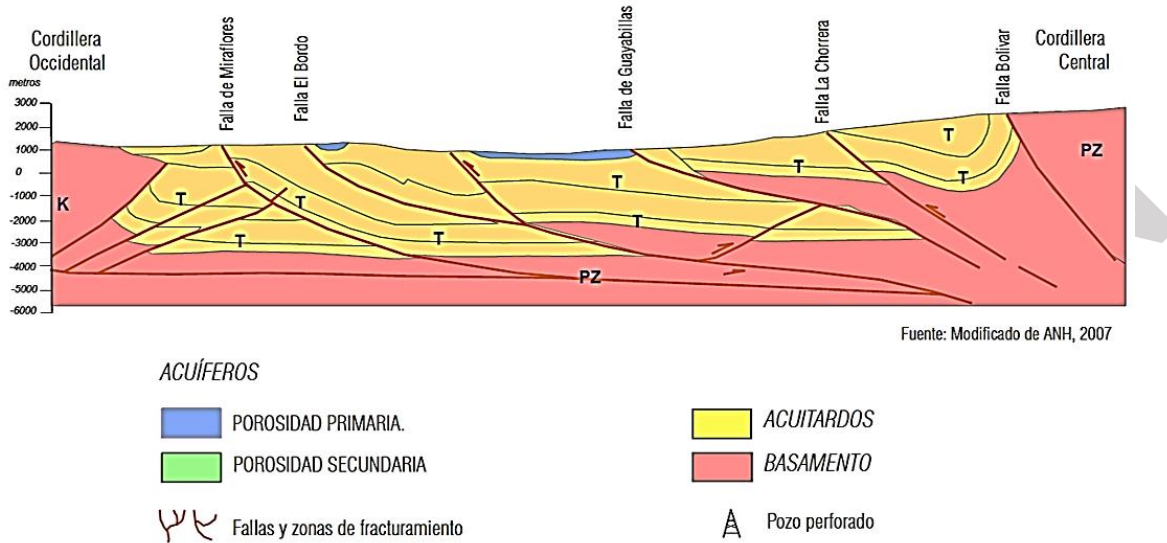
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

PERIODO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	LITOLOGÍA PREDOMINANTE
TERCIARIO	Unidades A,B y C		Arenas y gravas con intercalaciones de limos y arcillas
	Fm. Galeon / Fm. Popayan Fm. Patía		Conglomerados estratificados, areniscas tobaceas y conglomerados polimicticos
	Fm. Esmita / Fm. Ferreira		Conglomerados y areniscas, lodolitas y carbón
	Fm. Mosquera/ Fm. Guachinte		Conglomerados y areniscas cuarzosas, Lutitas y Carbón
	Fm. P.Morada/ Fm. Chimborazo		Conglomerados polimícticos y , arenitas Calizas, conglomerados polimícticos y lutitas
CRETÁCEO	Fm. Río Guabas / Fm. Agua Clara, Chapungo / Fm. Nogales		Limolitas, conglomerados y areniscas,
	Grupo Diabásico / Fm. Amaime		Basaltos chert y diabasas.
<b>LEYENDA HIDROGEOLÓGICA</b> 			
Fuente: Modificado de Ecopetrol, 1998.			

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Tomado de ENA (2010). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Figura 5.1-36** Modelo hidrogeológico básico de la provincia Cauca -Patía




**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Tomado de ENA (2010). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Los parámetros hidráulicos reportados para la Provincia Hidrogeológica Cauca – Patía y para el Sistema Acuífero Valle del Cauca, se muestran en las tablas siguientes.

**Tabla 5.1-23** Características y reservas de la provincia hidrogeológica Cauca -Patía

PROVINCIA HIDRO-GEOLÓGICA	FORMACIONES GEOLÓGICAS CON POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO	TIPO DE ACUÍFERO	ÁREA (KM2)	ESPESOR ACUÍFERO (M)	RENDIMIENTO ESPECÍFICO	RESERVAS (M3*1010)
Cauca-Patía	En el valle del río Cauca: capas de arenas, gravas y algunas veces cantos rodados, intercalados entre capas de arcillas. Se reconocen también como acuíferos los horizontes permeables clásticos	Acuíferos libres a semiconfinados en la Unidad A y en los niveles arenosos de las formaciones Armenia, Paila, Galeón, Popayán y	12,5	250	0,01-0,15	10,1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

PROVINCIA HIDRO-GEOLÓGICA	FORMACIONES GEOLÓGICAS CON POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO	TIPO DE ACUÍFERO	ÁREA (KM2)	ESPESOR ACUÍFERO (M)	RENDIMIENTO ESPECÍFICO	RESERVAS (M3*1010)
	y vulcanoclásticos de las formaciones Popayán, Galeón, Patía y Armenia (Glacis del Quindío).	Patía. Confinados en la Unidad C.				

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Tomado de ENA (2010). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Tabla 5.1-24** Distribución de sistemas acuíferos por áreas hidrográficas, provincias hidrogeológicas y sistemas acuíferos

PROVINCIA HIDRO-GEOLÓGICA	CÓDIGO	SISTEMA ACUÍFERO	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	TIPO DE ACUÍFEROS	PARÁMETROS HIDRÁULICOS		ÁREA SUPERFICIAL (KM2)
<b>Área hidrográfica del Magdalena - Cauca</b>							
PM3 Cauca-Patía	SAM3.1	Valle del Cauca	Unidad A y	Libres a	B= 60 a	T= 300 a 2200 m <sup>2</sup> /d	3.209
			Unidad C	semiconfinados	150 m	S= 7.0x10 <sup>-4</sup> a	
					K= 5 a 55 m/d	1.0x10 <sup>-3</sup>	

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Tomado de ENA (2010). Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.


**B:** Espesor saturado, **K:** Conductividad hidráulica, **T:** Transmisividad hidráulica, **S:** Coeficiente de almacenamiento, **Ss:** Almacenamiento específico.

**Nota:** Los parámetros hidráulicos indicados corresponden a valores reportados para una o más unidades hidrogeológicas que componen cada sistema acuífero.

Así, la zona en estudio se localiza en la Provincia Hidrogeológica Cauca – Patía, Sistema Acuífero Valle del Cauca, Unidad Hidrogeológica A.

### 5.1.8.2 Hidrogeología Local

REVISÓ	APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

#### 5.1.8.2.1 Unidades Hidrogeológicas

El acuífero en zona de estudio hace parte del sistema acuífero del Valle del Cauca, un importante relleno aluvial de un área aproximada de 3470 km<sup>2</sup>. Al sur del departamento del Valle, entre los municipios de Jamundi y Villa Rica, el depósito tiene 40 km de ancho y una profundidad mayor a 1000 m.

En el subsuelo de la llanura aluvial, en las proximidades del río Cauca, el relleno aluvial presenta tres niveles de sedimentos (superior, intermedio e inferior), con características hidrogeológicas muy bien definidas en esta zona, pero hacia los conos aluviales y conos de deyección se pierde esta diferenciación y se presenta una secuencia alterna de grandes capas permeables con algunas intercalaciones de capas semipermeables e impermeables de diferente espesor y granulometría.


El nivel superior, denominado Unidad A en los estudios hidrogeológicos regionales, y definido recientemente como el nivel superior del sistema acuífero del Cuaternario a raíz de los estudios de hidrogeología isotópica e hidrogeoquímica, tiene una profundidad máxima de 150 m y mínima de 60 m en algunas zonas próximas al río Cauca, su espesor promedio es de 120m. con un 35% a 40% de capas acuíferas (45m. en promedio).

Los acuíferos de esta unidad se clasifican de libres a semiconfinados, con capacidades específicas entre 3 y 10 l/s/m.

Las reservas totales de agua subterránea calculadas para el nivel superior del depósito aluvial en todo el valle geográfico del río Cauca hasta una profundidad de 150m. son del orden de 10.000 millones de m<sup>3</sup>. Actualmente, más del 90% de los pozos construidos en el departamento del Valle del Cauca están aprovechando estos acuíferos.

De igual forma, Los sedimentos del nivel intermedio (Unidad B, estudio hidrogeológico regional) se encuentran entre los 120m. y 200m. de profundidad, son típicamente arcillosos, pero es común encontrar limos y lentes de arenas y gravas finas de poco interés hidrogeológico, Las arcillas y limos son principalmente de origen orgánico, con frecuencia se encuentran horizontes de madera y materia orgánica en descomposición. Su espesor promedio es de 60 m, pero en algunos sitios alcanza más de 80 m, sirve como techo confinante a los acuíferos del nivel inferior y no tiene un potencial de interés para el aprovechamiento del agua subterránea, pero sí una gran importancia para la protección contra la contaminación de los acuíferos confinados del nivel inferior.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

La geometría y localización exacta del nivel inferior identificado como Unidad C en los estudios hidrogeológicos regionales, aún no está bien definida; sólo se conoce parcialmente la localización del techo de este nivel (coincide con el límite inferior del nivel intermedio); la situación espacial en el sector sur del departamento tiene sus límites mejor definidos.

El volumen total de agua almacenada en todo el sistema acuífero, hasta 500m de profundidad conocida, se estima de alrededor de 40.000 millones de m<sup>3</sup>.


La recarga natural anual promedio que recibe este sistema acuífero es de aproximadamente 325m. que equivale al 20% de la precipitación promedio anual de toda la cuenca de 1.550m. para un volumen anual de recarga de 3. 500 millones de m<sup>3</sup> que se puede considerar como el máximo volumen de agua aprovechable para garantizar la sostenibilidad del recurso en cantidad, El volumen anual bombeado en los últimos 10 años oscila entre 400 y 600 millones de m<sup>3</sup> que representan entre el 11% y el 18 % de la recarga total anual, que garantiza a nivel regional mantener el sistema acuífero en equilibrio, La buena producción, la excelente calidad del agua y la baja vulnerabilidad de los acuíferos del nivel inferior del relleno (Unidad C), los convierte en una importante fuente de agua para el abastecimiento público para las poblaciones localizadas en la zona plana.

La CVC ha desarrollado varios estudios en los que se ha caracterizado el sistema acuífero. En términos generales, los sedimentos permeables del relleno cuaternario de la fosa tectónica del Valle forman dos niveles acuíferos claramente localizados y de características bien definidas (CVC, 2000). El nivel superior localizado generalmente en los primeros 120 metros de profundidad del depósito aluvial (denominado Unidad A), es un acuífero libre o semiconfinado y está constituido por capas de gravas, cantos rodados y arenas con intercalaciones de arcillas y limos. Existe una gradación de sedimentos en esta unidad, ya que las partes altas de los conos aluviales de los ríos tributarios del río Cauca presentan sedimentos más gruesos, que se convierten en sedimentos mucho más finos hacia la llanura aluvial del río Cauca. Esta unidad tiene rendimientos de unos pocos litros por segundo en las partes altas de los conos aluviales hasta más de 100 l/s sobre la llanura aluvial del río Cauca.

El nivel inferior del depósito (denominado Unidad C) se encuentra por debajo de los 180 metros de profundidad, y está constituido por capas de arenas, gravas, y algunas veces cantos rodados. Se trata de un acuífero confinado que en algunos puntos tiene un nivel piezométrico superior a la cota del nivel del terreno, zonas en donde se presentan pozos saltantes. La geometría y localización exacta de la unidad C aún no está bien definida, solo se conoce bien la localización del techo de la unidad C que coincide con el límite inferior de la unidad B.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

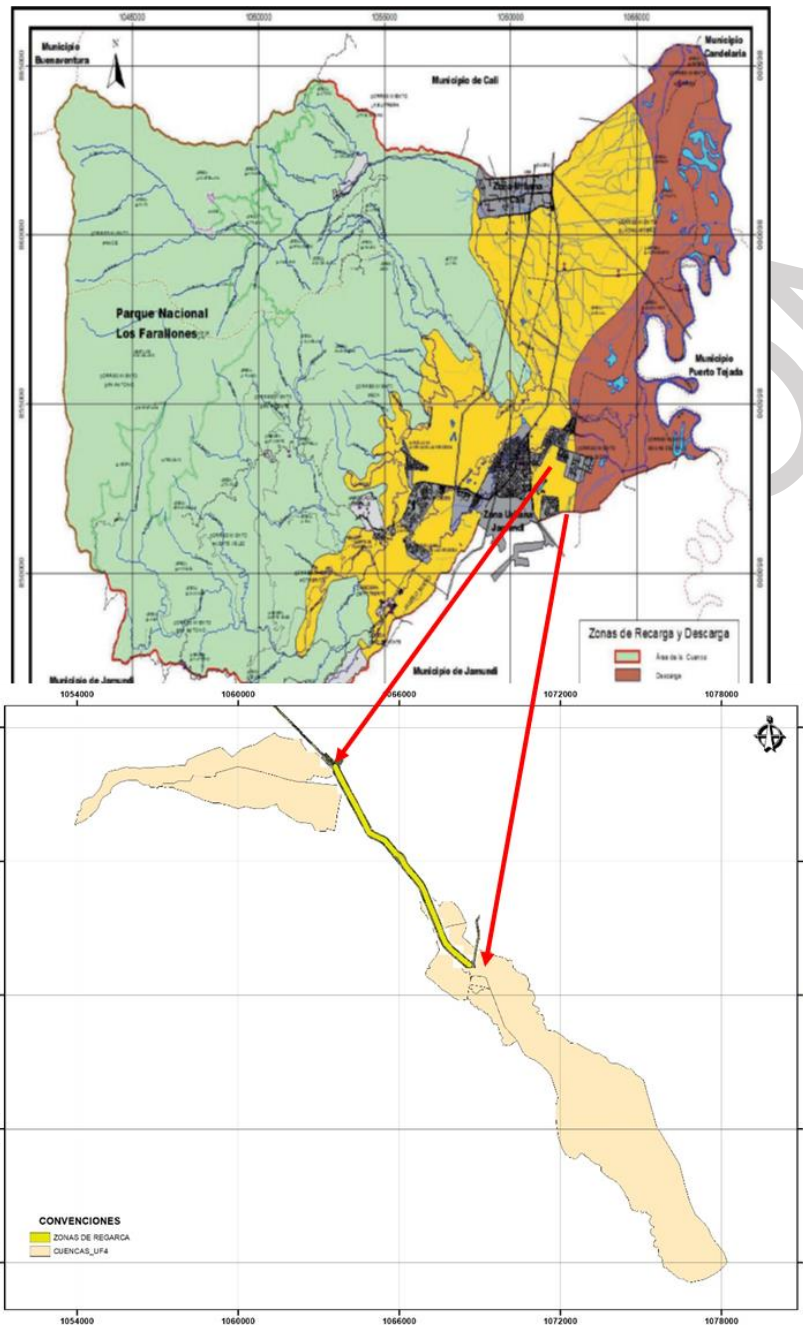
Entre las Unidades A y C se encuentran sedimentos arcillosos que funcionan como un acuitardo (denominado Unidad B). Esta unidad se encuentra en general entre los 120 y 200 metros de profundidad, es típicamente arcillosa pero eventualmente presenta lentes de arenas y gravas finas de poco interés hidrogeológico. Está constituida principalmente por arcillas orgánicas, limos y con frecuencia se encuentran horizontes de madera y materia orgánica en descomposición. Su espesor promedio es de 60 metros y en algunos sitios alcanza más de 80 metros. Actúa como techo confinante de la unidad C y no tiene un potencial de interés para el aprovechamiento del agua subterránea, pero si una gran importancia para la protección de los acuíferos confinados (CVC, 2000).

Entre las Unidades A y C se encuentran sedimentos arcillosos que funcionan como un acuitardo (denominado Unidad B). Esta unidad se encuentra en general entre los 120 y 200 metros de profundidad, es típicamente arcillosa pero eventualmente presenta lentes de arenas y gravas finas de poco interés hidrogeológico. Está constituida principalmente por arcillas orgánicas, limos y con frecuencia se encuentran horizontes de madera y materia orgánica en descomposición. Su espesor promedio es de 60 metros y en algunos sitios alcanza más de 80 metros. Actúa como techo confinante de la unidad C y no tiene un potencial de interés para el aprovechamiento del agua subterránea, pero si una gran importancia para la protección de los acuíferos confinados (CVC, 2000).

La zona de estudio se encuentra dentro de la zona de descarta de los ríos tributarios del río Cauca, como lo muestra la siguiente Figura 5.1-37.

**Figura 5.1-37** Zonas de recarga sobre el área de desarrollo del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

5.1.8.2.2 Características del acuífero

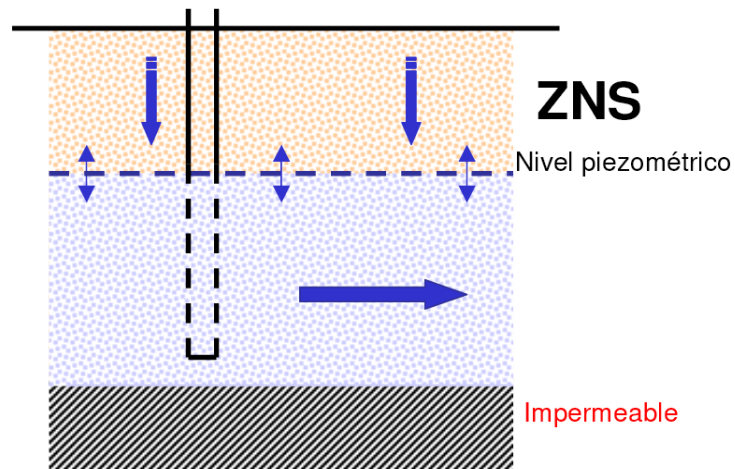
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

A continuación, se describen las características más importantes de los diferentes tipos de acuíferos, las cuales, en conjunto con lo observado en campo, servirán para clasificar el tipo de formación acuífera presente en el predio bajo estudio.

Los Acuíferos Libres son también denominados no confinados o freáticos. En ellos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. No poseen una capa impermeable o semipermeable importante (acuicierre, acuitardo o acuícludo) en su nivel superior, que condicione el descenso o ascenso del nivel piezométrico. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada (ZNS), tal como se observa en la siguiente Figura 5.1-38.

**Figura 5.1-38** Esquema de un acuífero libre

**ACUIFEROS LIBRES**



Existencia de zona no saturada  
 Nivel piezométrico real  
 Superficie libre de agua a presión atmosférica  
 Recarga directa

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija, sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas. Si se perfora total o parcialmente la formación acuífera, la superficie obtenida por

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

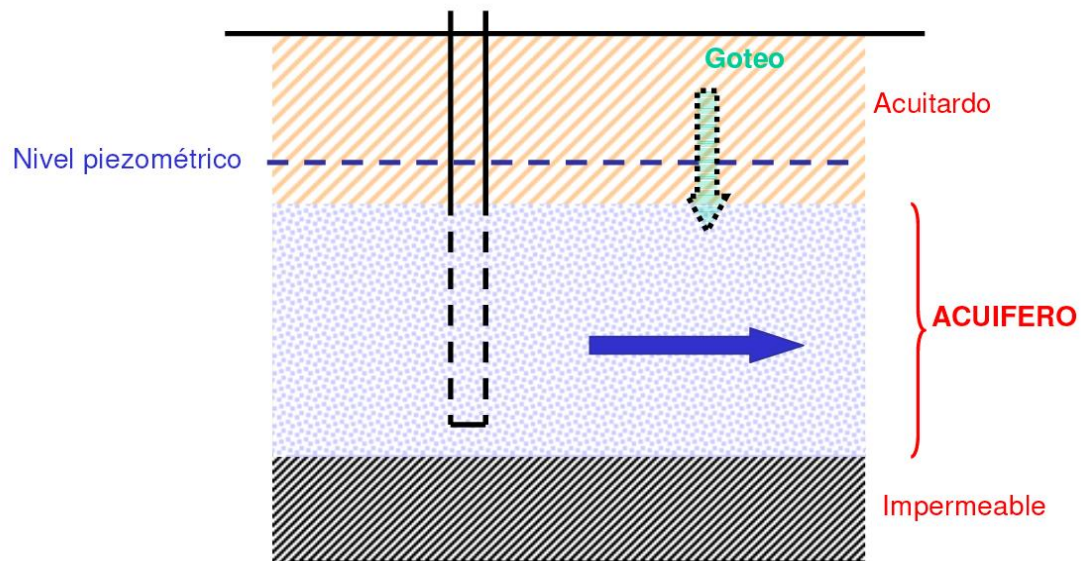
los niveles de agua de cada pozo forman una superficie real: superficie freática o piezométrica, que coinciden.

Un ACUÍFERO SEMICONFINADO se caracteriza porque está delimitado en su parte superior por una capa semipermeable (acuitardo) y en su parte inferior por una capa impermeable (acuicierre o acuifugo) o también por otro acuitardo.

Otra característica de este tipo de acuífero radica en que el estrato de suelo que lo cubre (acuitardo) tiene una permeabilidad significativamente menor a la del acuífero mismo, pero no llegando a ser impermeable, es decir que a través de este estrato la descarga y recarga puede todavía ocurrir. Además, las propiedades del acuitardo confinante son tales, que la componente del flujo horizontal puede ignorarse.

**Figura 5.1-39** Esquema acuífero semiconfinado

**ACUIFEROS SEMICONFINADOS**



- ◀ Ausencia de zona no saturada
- Nivel piezométrico virtual
- Superficie de agua a presión > atmosférica
- Recarga diferida

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

ACUIFERO SEMI-LIBRE. Es una condición intermedia entre un acuífero libre y uno

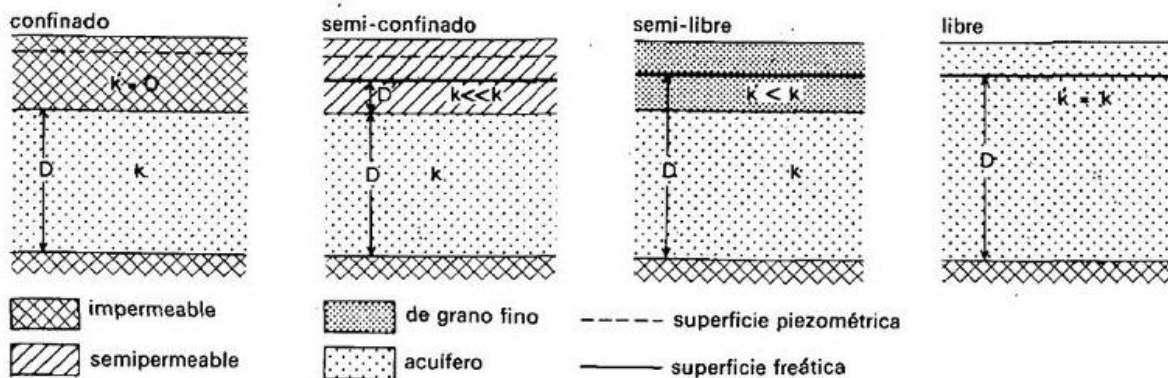
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

semiconfinado. En este caso la capa confinante superior es un estrato semipermeable o acuitardo, de tales características que la componente horizontal del flujo no puede ignorarse.

Es un acuífero formado por granos gruesos, limitado en la parte inferior por una formación impermeable y en la parte superior por una formación de granos finos con una conductividad hidráulica saturada inferior a la del acuífero, pero no tan baja como para considerarla semipermeable.

A continuación, se muestran las relaciones entre la conductividad hidráulica o permeabilidad de la capa superior ( $k'$ ) y la del acuífero ( $k$ ), para cada tipo de formación acuífera. Notese que cuando la base del acuífero es una capa impermeable, el tipo de acuífero viene definido por las características de la capa situada sobre él.

**Figura 5.1-40** Esquema de un acuífero semilibre




**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Se tiene claro que en la zona bajo análisis se encuentra un “Acuífero de tipo Libre”, que cumple las condiciones descritas anteriormente. Así, se recibe rápidamente las aguas lluvias y permite el ingreso de las aguas de los Cauces cercanos, a través de la infiltración superficial o por flujo lateral subterráneo. Adicionalmente, se evidenció que existe una componente de flujo horizontal a través de la capa de arcilla limo arenosa.

El tipo de suelos es de características permeables, las gravas poseen una porosidad promedio estimada del 20-50% y una permeabilidad  $k$  en orden de magnitud de 10-1 cm/s; mientras que las arenas poseen una porosidad promedio del 20-35% y una permeabilidad  $k$  en el rango de 10-3 cm/s, según Vélez (2007). De acuerdo a ensayos obtenidos en

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

formaciones o estratos similares de la zona, la capa superior de arcilla limo arenosa puede tener valores de permeabilidad oscilantes entre  $1 \times 10^{-3}$  y  $1 \times 10^{-4}$  cm/s, no muy distantes de los valores estimados para la arena limosa y limo arcillosa.

Las fuentes alimentadoras del acuífero que son ríos de tipo meándrico, que presentan procesos erosivos fuertes como son la socavación lateral y de fondo, en el momento de transportar grandes volúmenes de material grueso, es decir transporte de fondo, en época de invierno y en época de verano, solo transportan material en suspensión.

En éste tipo de río es muy común la tubificación, al cambiar el nivel del río o caño, en las que el flujo es inducido a viajar por las capas más permeables, o zona hiporreica que en este caso son las gravas y arenas del lecho, formando una comunicación directa con el acuífero local y por ende el acuífero bajo el lote, además del aporte de las aguas lluvias, que se infiltra rápidamente, demuestra que no solo el acuífero se recarga con las variaciones del nivel sino también con las aguas lluvias.

Adicionalmente, en temporadas de invierno es muy importante la recarga directa a nivel superficial por parte del agua lluvia, ya que la capa superior de suelo fino es poco espesa y aunque es una arcilla, es de consistencia limo arenosa, por lo cual no impide mucho el paso del agua a los estratos granulares más profundos.

#### 5.1.8.2.3 Hidráulica subterránea

##### **Parámetros hidráulicos**

La hidráulica subterránea establece los conceptos fundamentales del movimiento del agua subterránea; los parámetros que definen las características de los acuíferos son: la permeabilidad, la transmisividad, el coeficiente de almacenamiento, la porosidad eficaz y el factor de goteo.

##### **Permeabilidad (K)**

Es la facilidad con que un material deja pasar el agua a través de él, se expresa en m/día.


##### **Transmisividad (T)**

Es la capacidad de un medio para transmitir agua, Es el producto de la permeabilidad por el espesor del acuífero y se expresa en m/día x m.

##### **Coeficiente de almacenamiento (S)**

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Es el volumen de agua liberado por una columna de acuífero de altura igual al espesor del mismo y de sección unitaria al disminuir la presión en una unidad.

**Porosidad eficaz (m)**

Es la relación del volumen de agua que se obtiene por drenaje gravitacional de una muestra de material permeable inicialmente saturado con el volumen total de la muestra.

**Factor de goteo (B)**

Es utilizado en la hidráulica de acuíferos semiconfinados, tiene relación con el flujo vertical de agua entre capas del subsuelo y se expresa en m, Para determinar el valor de los parámetros hidráulicos de los acuíferos del relleno aluvial en la zona de estudio, la CVC realizó y evaluó en total 50 pruebas de bombeo con pozos de observación y se calcularon los valores de transmisividad (T), permeabilidad (K) y coeficiente de almacenamiento (S). Para calcular la transmisividad y la permeabilidad de los acuíferos captados se evaluaron 1,000 pruebas de bombeo supervisadas por la CVC, Los parámetros hidráulicos de los acuíferos en los niveles superior (Unidad A), inferior (Unidad C) y del Terciario se consignan en é1.


**Tabla 5.1-25** Parámetros hidráulicos de los acuíferos en la zona de estudio del proyecto

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	UNIDAD	ACUÍFERO		
		NIVEL SUPERIOR	NIVEL INFERIOR	ACUÍFEROS DEL Terciario
		Unidad A	Unidad C	
Permeabilidad	m/día	oct-50	20 - 25	3-may
Transmisividad	m/día x m	300 - 2200	1000 - 1500	100 - 200
Coeficiente de almacenamiento	Adimensional	1x10 <sup>-2</sup> - 1.5x10 <sup>-3</sup> (1)	7.0 x 10 <sup>-4</sup> (4)	4.0 x 10 <sup>-4</sup> - 6.0 x 10 <sup>-4</sup>
Porosidad eficaz	Adimensional	0.1 - 0.2 (2)		
Factor de goteo	m	240 - 1000 (3)		
Capacidad específica	1/s/m	1-oct	6-oct	1 - 1.5

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Estos valores permiten clasificar los acuíferos del nivel superior del relleno aluvial de libres a semiconfinados de alta producción, en los cuales las capas semiconfinantes como limos,

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

permiten el flujo vertical entre los acuíferos cuando son bombeados; la dirección del flujo ascendente o descendente depende de los gradientes hidráulicos que se generen, La producción de los acuíferos de este nivel superior va desde menos de 10 l/s hasta más de 1 00 l/s, dependiendo del espesor de acuíferos captados por cada pozo. Hay algunas áreas importantes donde el acuífero se comporta como libre, como en los conos aluviales, Los niveles del agua subterránea en la llanura aluvial oscilan entre 1 y 5m. y en los conos aluviales entre 5 y 20m.

### **Capacidad específica (Q/S)**

El caudal específico o capacidad específica es el rendimiento del acuífero captado por cada metro de abatimiento en un pozo cuando se bombea, es decir, mide el rendimiento unitario del acuífero. Se calcula dividiendo el caudal bombeado (Q en l/s) por el abatimiento (s en m) en el pozo y se representa como Q/s.

De igual forma, los valores de capacidad específica están entre menos de 1 l/s/m y 3 l/s/m en las partes altas y medias de los conos aluviales, entre 3 l/s/m y 6 l/s/m en las partes bajas de los conos y algunos sectores de la llanura aluvial y entre 6 l/s/m y más de 10 l/s/m en los acuíferos correspondientes a depósitos aluviales del río Cauca.

La capacidad específica de los pozos que captan acuíferos del nivel inferior del relleno aluvial varía entre 6 y 10 l/s/m, lo cual indica su excelente capacidad de producción.


### **Radio de influencia**

El radio de influencia de un pozo, cuando es bombeado, representa la distancia horizontal desde el eje del pozo hasta donde se abate o desciende del nivel del agua en el acuífero, para un tiempo de bombeo determinado. Este valor es función de la transmisividad, del coeficiente de almacenamiento y del tiempo de bombeo.

Los acuíferos libres tienen un cono de depresión y un radio de influencia mucho menores que los acuíferos confinados; por esta razón los pozos que captan acuíferos confinados comunes presentan mayores interferencias que los pozos que captan acuíferos libres porque estos drenan el agua por gravedad y son los que producen mayores caudales con menores abatimientos.

El radio de influencia se ha utilizado para definir el espaciamiento entre pozos con el fin de disminuir al máximo las interferencias, La CVC, con base en la hidráulica estudiada para las

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

diferentes unidades estratigráficas y formaciones geológicas y el monitoreo de los caudales, niveles estáticos y de bombeo en el 80% de los pozos construidos en la zona, definió un espaciamiento mínimo entre pozos de caudales mayores a 40 l/s de 800 y 1.000m. el cual ha dado buenos resultados para el manejo del recurso. En estos pozos no se autoriza la captación de acuíferos por encima de 40m con el fin de que estos acuíferos sean captados por pozos donde se requiere un menor caudal, generalmente para uso doméstico, predios de áreas pequeñas para riego e industrias de bajo consumo de agua. Los radios de influencia de estos pozos pueden ser de 500m, lo importante es que las interferencias sean las más bajas posibles, lo que se puede controlar regulando el régimen de operación de cada pozo.

### **Sistema de flujo**

El sistema de flujo se traza semestralmente con la medición periódica de los niveles del agua subterránea, referenciados al nivel del mar en el 80% de los pozos construidos en el Valle del Cauca; con esta información se levantó el plano piezométrico, el cual define el sistema de flujo subterráneo en toda la zona, su dirección, los gradientes hidráulicos en cada sector, las zonas de recarga y descarga del acuífero y las áreas deprimidas por explotación intensiva del acuífero.

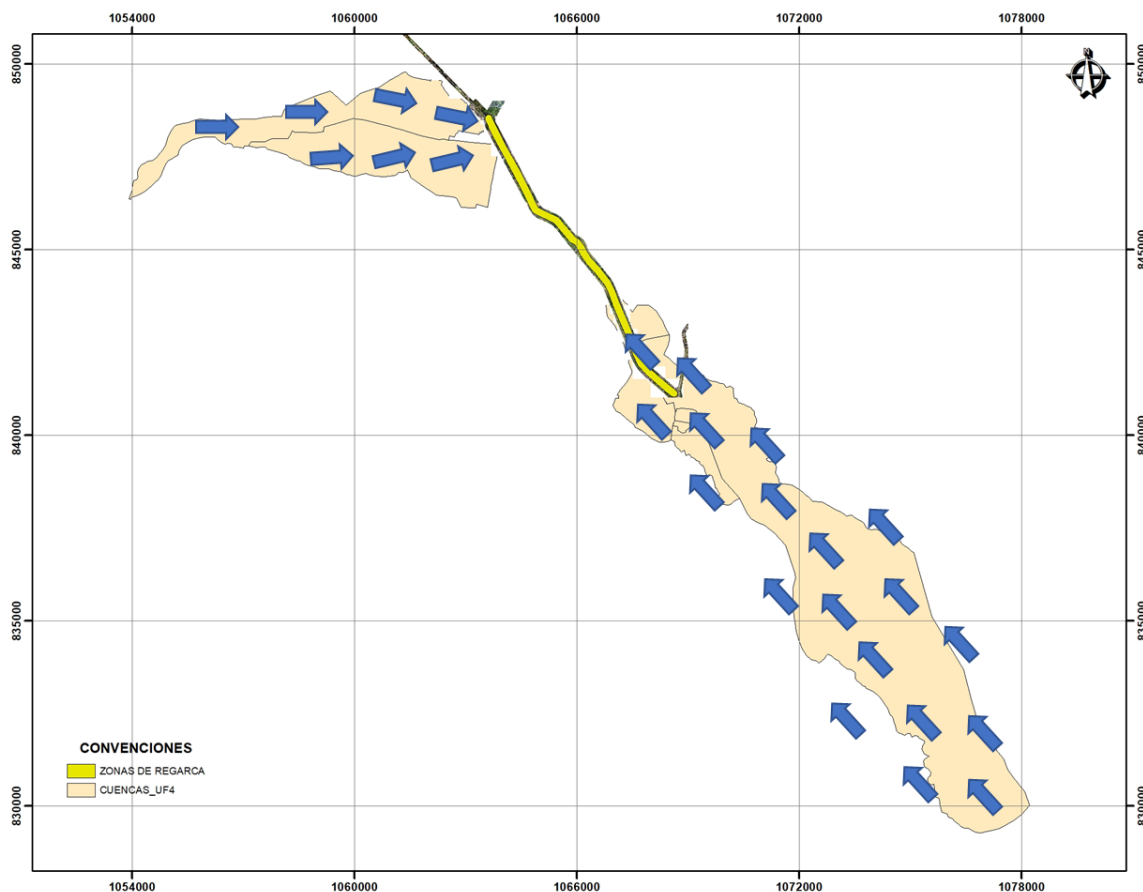
Esta información es fundamental para interpretar los fenómenos hidrogeoquímicos relacionados con la variación de la calidad del agua subterránea, conocer el funcionamiento del sistema acuífero, evaluar problemas de contaminación de aguas subterráneas y, en general, para la toma de decisiones en la gestión de las aguas subterráneas.

La CVC realiza el monitoreo de niveles estáticos de los pozos desde hace más de 30 años; se hacen generalmente dos mediciones por año, una durante el invierno, usualmente en el mes mayo, y otra al finalizar el verano, entre octubre y noviembre; con el fin de determinar la oscilación del nivel de agua en cada período. Esta información es referenciada al nivel medio del mar para enlazar las líneas equipotenciales de igual nivel del agua. Así, la dirección del flujo subterráneo se determina mediante líneas perpendiculares a ésta equipotenciales.

Esta superficie piezométrica indica que todo el sistema acuífero se recarga principalmente en las cordilleras Central y Occidental y los conos aluviales del río Cauca y sus afluentes y su zona de descarga principal es el río Cauca a todo lo largo de su cauce. La dirección general del flujo subterráneo precedente es normal al cauce del río Cauca y en las proximidades de éste, el flujo toma dirección sur - norte, paralelo al río, drenando subterráneamente toda la cuenca del río Cauca.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Figura 5.1-41** Direcciones de flujo sobre la zona de estudio del proyecto




**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

La superficie piezométrica del nivel superior del acuífero en los conos aluviales es radial convergente y su perfil de depresión es hiperbólico, puesto que las líneas isopiezas (curvas de igual nivel piezométrico) se van espaciando hacia abajo en dirección este - oeste por la margen derecha del río Cauca y oeste - este por la margen izquierda, lo que indica un aumento de la transmisividad en ese sentido por la mayor permeabilidad de los acuíferos ya sea por granulometría o por mayor selección de los sedimentos que constituyen los niveles acuíferos. No se tiene información de la piezometría del nivel inferior del acuífero porque son muy pocos los pozos que captan exclusivamente este nivel.

La descarga natural del nivel superior del acuífero se produce hacia el río Cauca y constituye su flujo base. La recarga de todo el sistema acuífero en el Valle del Cauca ocurre a través

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

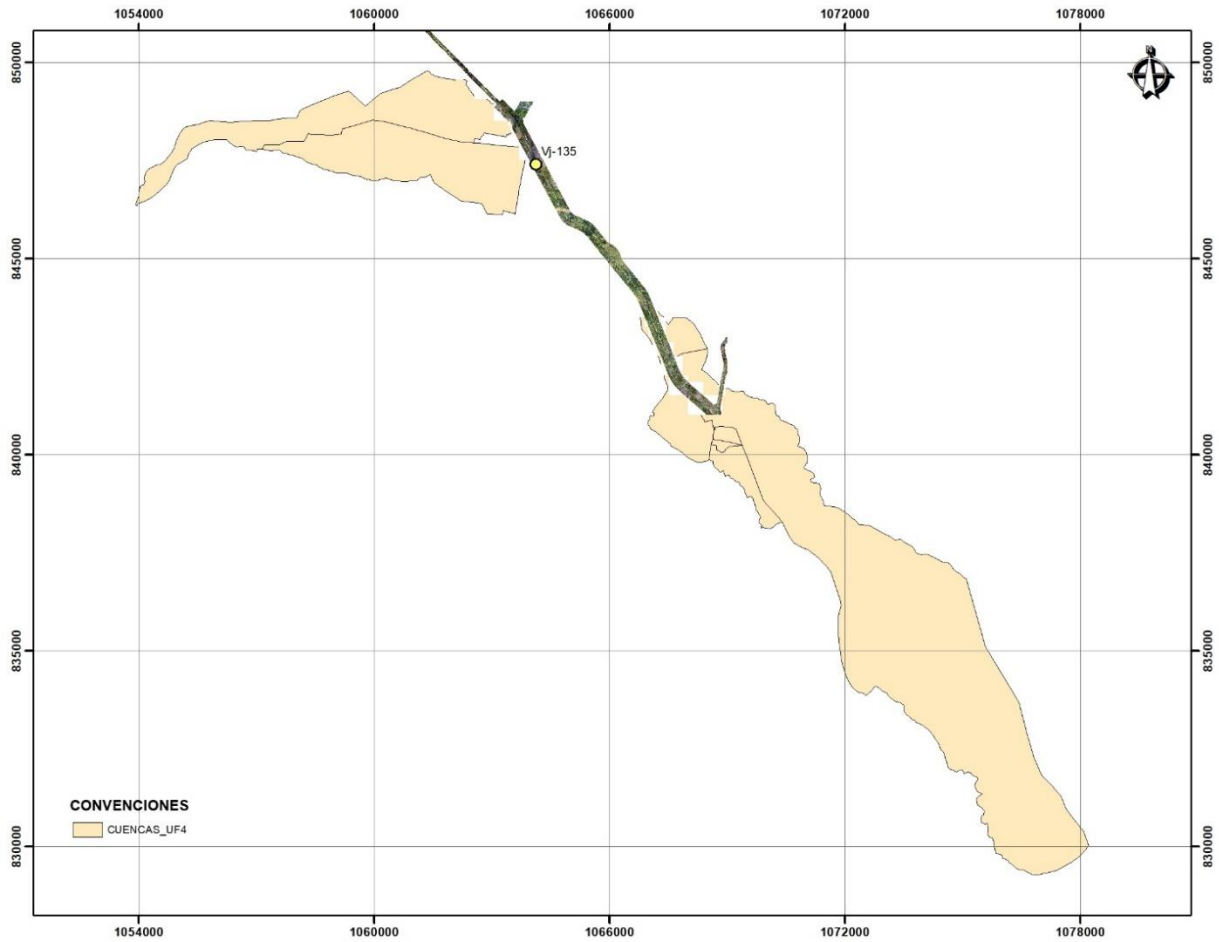
de las zonas de falla de las cordilleras Occidental y Central, los conos aluviales, los cauces de los ríos afluentes del Cauca y la infiltración generada por la lluvia en la zona de equilibrio. La infiltración de los excedentes del riego de los cultivos ocasionado por pérdidas en la conducción y en la aplicación del agua, es un componente importante en la recarga del acuífero, porque el 90% del agua subterránea es utilizada para el riego de aproximadamente 90.000 hectáreas, establecidas en cultivos de caña de azúcar principalmente, El río Cauca en algunos sectores y en determinadas épocas, especialmente en invierno, puede recargar el acuífero, pero esto debe ser documentado con evaluaciones detalladas, utilizando, además de la piezometría, la hidrogeoquímica y la hidrología isotópica.

#### 5.1.8.2.4 Inventario de puntos de agua subterránea

El Inventario de Fuentes de Agua Subterránea es una herramienta importante para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, que consiste en el registro en un tiempo y espacio de todas las fuentes de agua subterránea, es decir, sus afloramientos naturales (manantiales) como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso a la fuente de agua subterránea, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad, tales como: pozos, piezómetros, galerías filtrantes y cochas.

**Figura 5.1-42** Ubicación de pozos de monitoreo de agua subterránea en la zona de estudio

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Entonces, a partir de la información cartográfica de las Corporaciones autónomas regionales (CVC y CRC), así como de la información del inventario de pozos en el área de influencia del proyecto. Se identificaron 4 pozos en el área de influencia de la UF4, los cuales se muestran en la siguiente figura y cuyas características se muestran en la Tabla 5.1-26 y la Figura 5.1-43.

**Tabla 5.1-26** Descripción de los pozos en la zona de influencia del proyecto

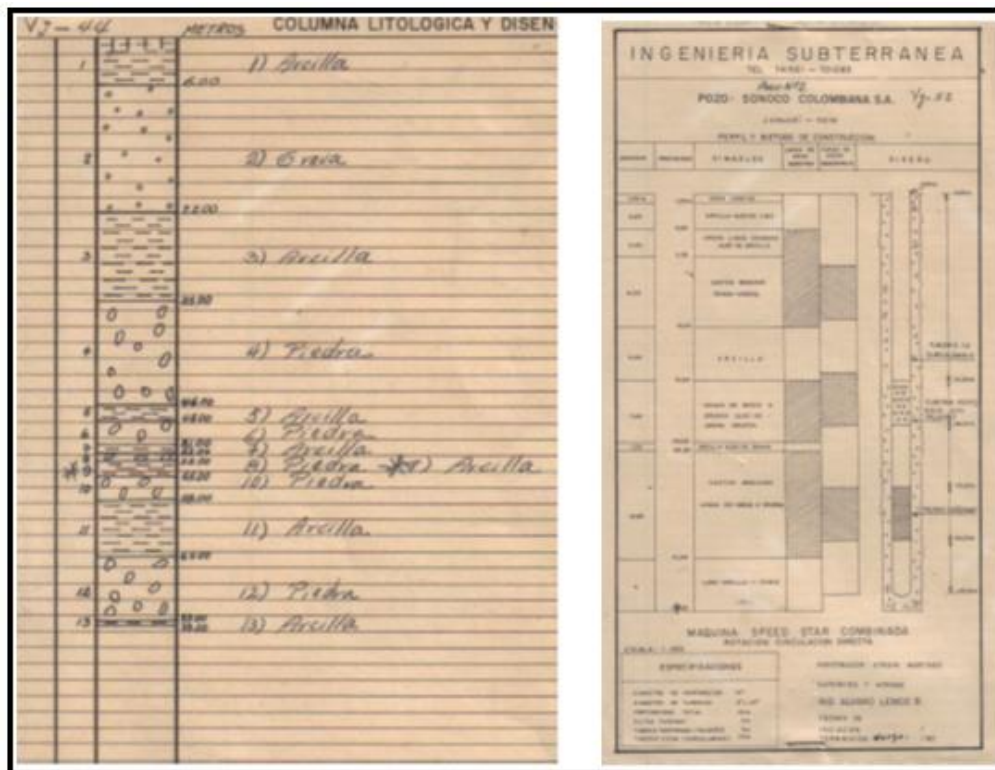
CODIGO	NOMBRE	X	Y	PROFUNDIDAD (M)	DIAMETRO (PULG)	Q (LPS)	NIVEL FREATICO
Vj 135	Paso de la Bolsa	1063870	847840	81.25	12	10	0.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Figura 5.1-43** Descripción litológica de los pozos en la zona de estudio



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.


#### 5.1.8.2.5 Análisis de vulnerabilidad del acuífero

A lo largo de la zona de estudio la eventual interferencia de las actividades de excavación con los cursos de agua superficial y manantiales ha sido valorada de manera puntual aplicando la metodología del DHI (Drawdown Hazard Index).

#### **Selección del método**

Con base en los datos disponibles en la vasta área circunscrita a la zona de influencia, se ha llevado a cabo una valoración comparativa entre diferentes métodos comúnmente utilizados para la valoración de la vulnerabilidad del agua subterránea más próxima a la superficie. Los métodos tomados en cuenta fueron: DRASTIC, SINTACS, COP, EPIK, GOD. En esta

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

valoración se consideró la fiabilidad de los parámetros utilizados en cada uno de estos métodos y por lo tanto sus resultados consecuentes. El método GOD (Foster et al., 2002; Foster, 1987), resultó ser el más adecuado, dado que permite definir un cuadro de referencia fiable para la vasta área en estudio al tomar en cuenta tres parámetros fundamentales: tipo de acuífero, tipo de agua subterránea y la profundidad de la misma, permitiendo de este modo discriminar los sectores vulnerables de aquellos de menor criticidad.

**Cálculo de la vulnerabilidad con el método GOD**

En función de las características geológicas del área de influencia, a cada uno de los tres parámetros indicados en el párrafo anterior se les asignó un valor comprendido entre 0 y 1, para un total de tres valores. La puntuación obtenida y relacionada con las características de los parámetros considerados por el método G.O.D, se reportan en la Figura 5.1-44.

El índice de vulnerabilidad se obtiene del producto de los tres valores siguientes:

$$I = G \times O \times D$$

El valor del índice (I) varía también entre 0 (vulnerabilidad baja) y 1 (vulnerabilidad elevada). El método prevé 5 (cinco) clases de vulnerabilidad:

despreciable I = 0 – 0,1

baja I = 0,1 – 0,3

moderada I = 0,3 – 0,5

alta I = 0,5 – 0,7

elevada I = 0,7 – 1,0

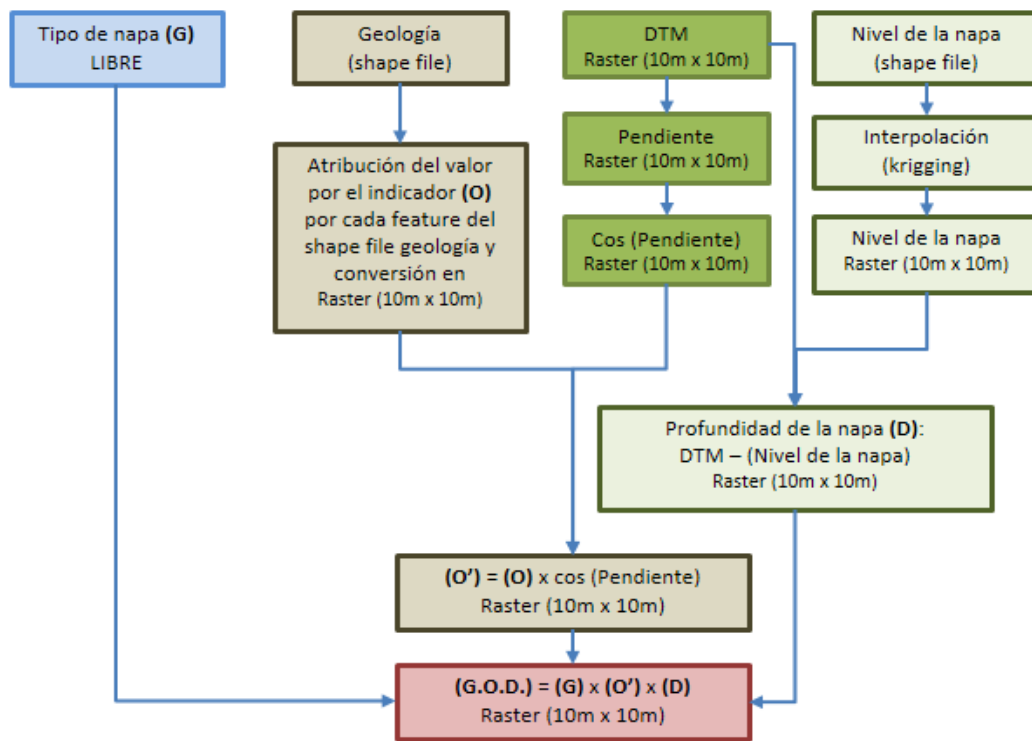
Como se ha indicado anteriormente, los parámetros utilizados para determinar el valor del índice (I) son los siguientes:

- (G) Tipo de agua subterránea
- (O) Tipo de acuífero
- (D) Profundidad del agua subterránea o profundidad de la napa

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

Para determinar los valores correspondientes a los tres parámetros antes indicados, se llevó a cabo un análisis específico en ambiente GIS, representándolos en forma de raster con resolución de 10m x 10m. A cada una de las celdas de los diferentes “raster” se le asignó un valor comprendido entre 0 y 1, de acuerdo a los criterios indicados en el siguiente cuadro. A continuación, se muestra un diagrama que ilustra los pasos seguidos para el cálculo G.O.D.; en los parágrafos siguientes se describe con detalle el procedimiento seguido.

**Figura 5.1-44** Pasos operativos para el cálculo de los tres parámetros empleados por el método G.O.D. para el cálculo del índice de vulnerabilidad del acuífero



**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Tabla 5.1-27** Lista de los tres parámetros considerados en el método G.O.D para la valoración de la vulnerabilidad del agua subterránea

PARÁMETRO	CLASES DEL PARÁMETRO
-----------	----------------------

REVISÓ	APROBÓ

PARÁMETRO	CLASES DEL PARÁMETRO						
<b>(G)</b> Tipo de agua subterránea	Ausente	Saltante o confinada	Confinada	Semi-confinada	Semi-libre	Libre	-
Puntuación	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	-
<b>(O)</b> Tipo de acuífero (roca meteorizada)	Terrenos residuales	Limos aluvionales - Loess	Arena eólica	Arenas aluvionales o fluvioglaciares	Gravas	Sedimentos no consolidados	-
Puntuación	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9 – 1,0	-
<b>(D)</b> Profundidad del agua subterránea	>100m	50 – 100 m	20 – 50 m	10 – 20 m	5 – 10 m	2 – 5 m	<2m
Puntuación	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Foster et al (2000). Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### **Tipo de agua subterránea (G)**

A los fines del presente estudio y teniendo en cuenta las condiciones ambientales dominantes en el área de influencia, puestas en evidencia ya sea por los estudios previos (EIA 2009), es clara la presencia dominante de un acuífero libre, localizado en correspondencia con los depósitos cuaternarios que sirven de cobertura al basamento rocoso en el cual se desarrolla. En consecuencia, el valor del parámetro (G) es igual a 1,0.


### **Tipo de acuífero (O)**

La identificación del tipo de acuífero se ha hecho de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Correlación de las unidades litológicas presentes en el área de influencia con los tipos de depósitos considerados por el método G.O.D.;
2. Aplicación de los valores indicados para el parámetro (O) de un factor de corrección para tener en cuenta las pendientes de las laderas;
3. Creación de la temática relacionada con el parámetro (O).

Correlación de las formaciones geológicas con las clases de materiales considerados por el método G.O.D.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

La correlación entre las formaciones que afloran en el área de influencia y los depósitos considerados por el método G.O.D. ha sido hecha con base en los siguientes criterios:

- Para los depósitos cuaternarios se ha hecho una correlación directa entre el tipo de material indicado en la cartografía geológica y la categoría indicada

**Tabla 5.1-28** Valor de parámetro para depósitos cuaternarios

DEPÓSITO	CATEGORÍA DEL MÉTODO G.O.D.	VALOR DEL PARÁMETRO (O)
Depósitos antrópicos	Suelos residuales	0,4
Depósitos cuaternarios detríticos y gravitacionales	Limos aluvionales - Loess	0,5
Depósitos aluvionales y aluvionales/torrenciales	Arenas aluvionales o fluvio-glaciares	0,7

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

- Para los sectores de ladera caracterizados por la presencia de depósitos coluviales con materiales de limos y arcillas, la correlación ha sido hecha con los materiales de alteración de la roca “in situ” en términos de granulometría dominante, comparando esta última con la categoría indicada. En la zona de estudio el valor correspondiente a la variable O es de 0,5.

#### ***Profundidad del agua subterránea (D)***


Los valores de la profundidad del agua subterránea (D) o dicho de otra manera la distancia entre la superficie topográfica del terreno y la tabla de agua en profundidad, han sido obtenidos a partir de los siguientes datos:

- Perfiles geológico e hidrogeológico
- Modelo digital del terreno

Para la zona de estudio el valor de la variable D es de 0.8 de acuerdo a la profundidad del agua subterránea.

#### ***Cálculo del nivel de vulnerabilidad del acuífero superficial (I)***

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

Para el cálculo del parámetro de vulnerabilidad del acuífero superficial (I) fueron utilizados los siguientes datos raster:

- Raster relacionado con los valores del parámetro “Tipo de acuífero (O)”
- Raster relacionado con los valores del parámetro “Profundidad al agua subterránea (D)”

Dado que para el tipo de agua subterránea se asume la presencia continua de una superficie libre para toda el área de estudio, el valor del respectivo parámetro (G), expresado de acuerdo con las especificaciones del método G.O.D., resulta ser igual a 1 y por lo tanto se omite en el cálculo.

Los valores obtenidos para el índice de vulnerabilidad (I) oscilan entre 0,1 y 0,7. Por lo tanto, fueron identificados tres niveles de vulnerabilidad (Foster, et.al 2012):

- **Vulnerabilidad Baja** (0,1-0,3): vulnerabilidad evidenciada en el largo plazo en el caso que los contaminantes
- **Vulnerabilidad Media** (0,3-0,5): vulnerabilidad evidenciada a algunos contaminantes, pero sólo si estos son vertidos o lixiviados de manera continua.
- **Vulnerabilidad Alta** (0,5-0,7): vulnerabilidad a muchos contaminantes (excepto aquellos fuertemente absorbidos o velozmente transformados) con rápido impacto en todos los escenarios de contaminación.

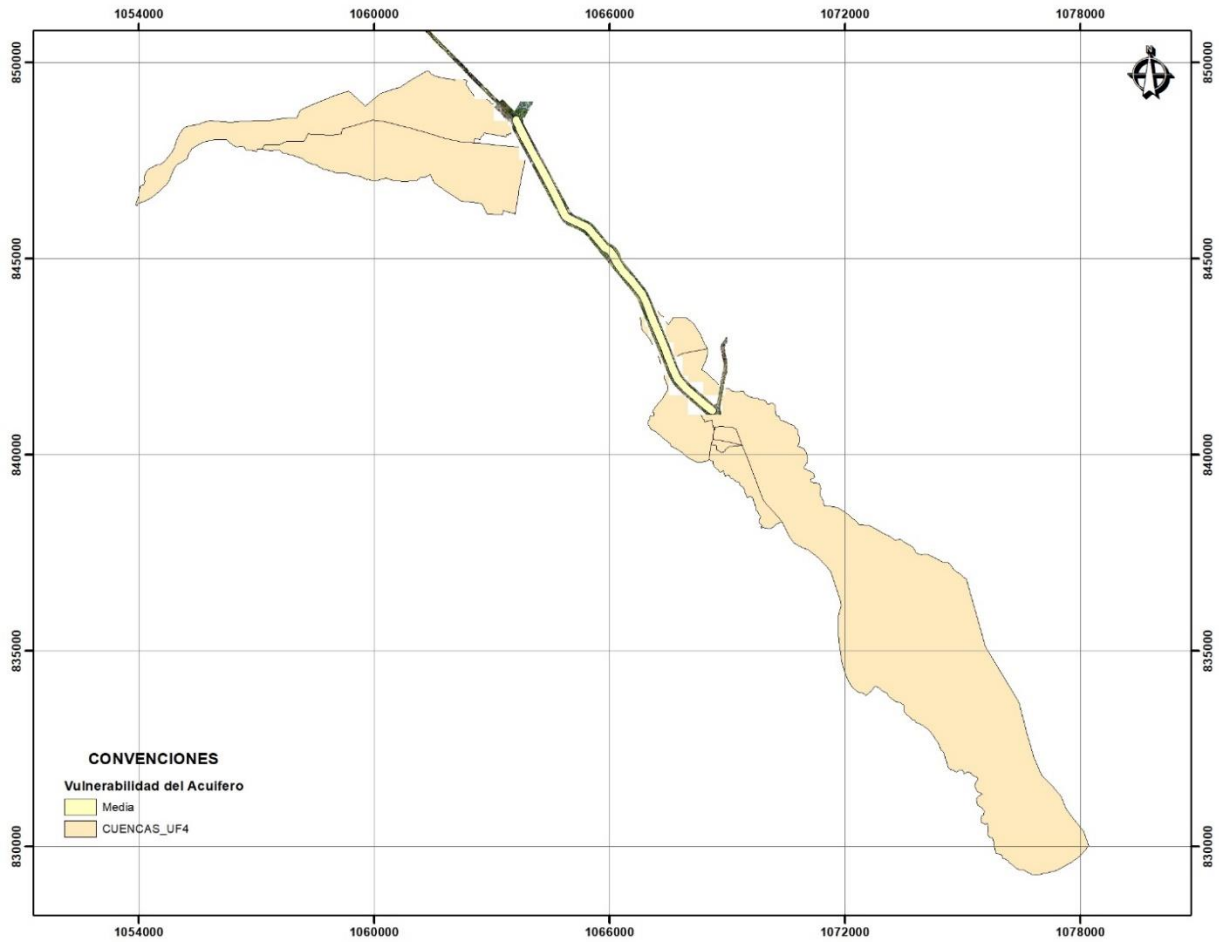
Como resulta del análisis de la anterior, los sectores caracterizados por un nivel alto de vulnerabilidad del acuífero se localizan en el área del fondo de los valles, en particular en el área donde afloran las formaciones cuya alteración produce un sedimento más arenoso que el derivado de las rocas metamórficas.

La puntuación obtenida y relacionada con las características de los parámetros considerados por el método G.O.D en la zona de estudio es de 0.4 lo cual representa que la vulnerabilidad del acuífero es MEDIA.

**Figura 5.1-45** Vulnerabilidad del acuífero en la zona de influencia del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS.  
 Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

### 5.1.8.3 Conclusiones del componente hidrogeológico

La zona bajo análisis se encuentra un acuífero de tipo Libre. Recibe rápidamente las aguas lluvias y permite el ingreso de las aguas de los Cauces cercanos, a través de la infiltración superficial o por flujo lateral subterráneo. Adicionalmente, se evidenció que existe una componente de flujo horizontal a través de la capa de arcilla limo arenosa.

La siguiente tabla resume las características hidráulicas del acuífero.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

**Tabla 5.1-29** Resumen de las características hidráulicas del acuífero en la zona del proyecto

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	UNIDAD	ACUÍFERO		
		NIVEL SUPERIOR	NIVEL INFERIOR	ACUÍFEROS DEL Terciario
		Unidad A	Unidad C	
Permeabilidad	m/día	oct-50	20 - 25	3-may
Transmisividad	m/día x m	300 - 2200	1000 - 1500	100 - 200
Coefficiente de almacenamiento	Adimensional	1x10 <sup>-2</sup> - 1.5x10 <sup>-3</sup> (1)	7.0 x 10 <sup>-4</sup> (4)	4.0 x 10 <sup>-4</sup> - 6.0 x 10 <sup>-4</sup>
Porosidad eficaz	Adimensional	0.1 - 0.2 (2)		
Factor de goteo	m	240 - 1000 (3)		
Capacidad específica	1/s/m	1-oct	6-oct	1 - 1.5

**Fuente.** Volumen VII. Estudios de Hidrología e Hidrogeología Ambiental. Irena SAS. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

La superficie piezométrica indica que todo el sistema acuífero se recarga principalmente en las cordilleras Central y Occidental y los conos aluviales del río Cauca y sus afluentes y su zona de descarga principal es el río Cauca a todo lo largo de su cauce. La dirección general del flujo subterráneo procedente es normal al cauce del río Cauca y en las proximidades de éste, el flujo toma dirección sur - norte, paralelo al río, drenando subterráneamente toda la cuenca del río Cauca.

La descarga natural del nivel superior del acuífero se produce hacia el río Cauca y constituye su flujo base. La recarga de todo el sistema acuífero en el Valle del Cauca ocurre a través de las zonas de falla de las cordilleras Occidental y Central, los conos aluviales, los cauces de los ríos afluentes del Cauca y la infiltración generada por la lluvia en la zona de equilibrio.

La puntuación obtenida y relacionada con las características de los parámetros considerados por el método G.O.D en la zona de estudio es de 0.4 lo cual representa que la vulnerabilidad del acuífero es MEDIA.

### 5.1.9 Geotecnia

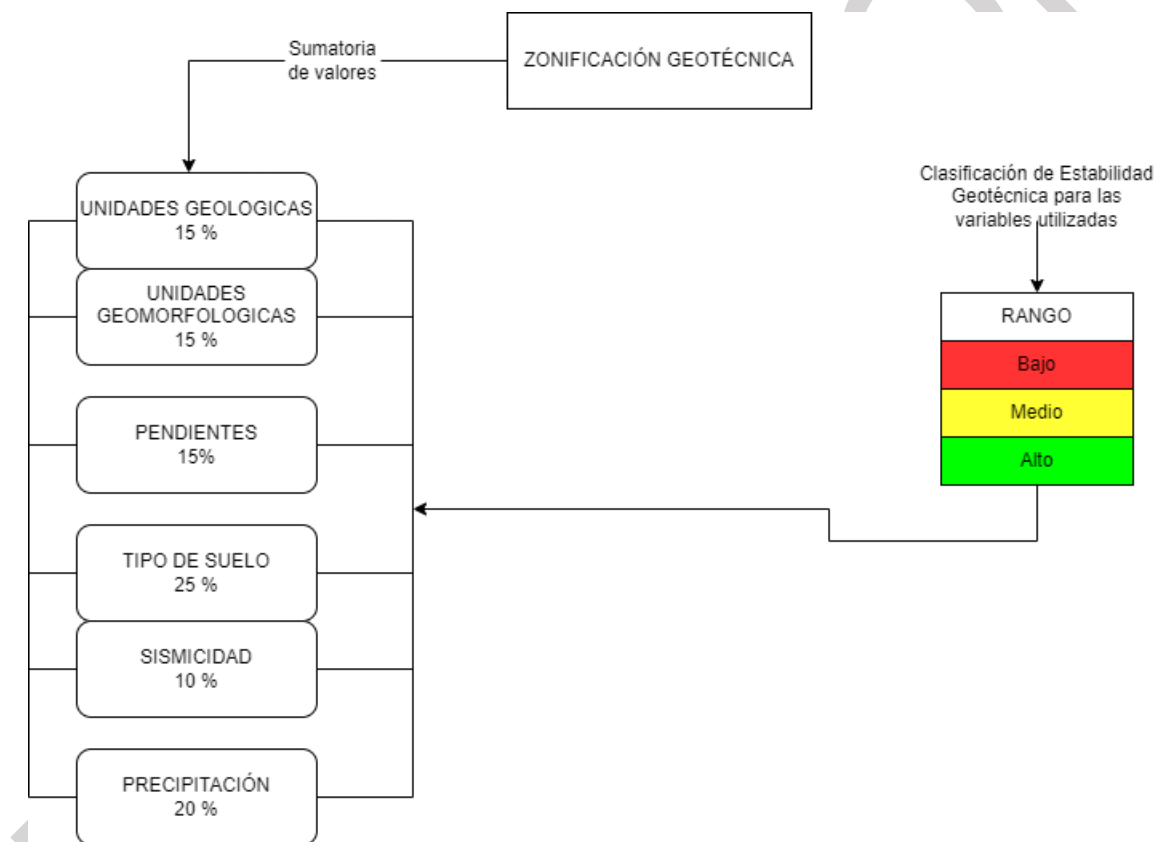
Para la definición de la zonificación geotécnica se empleó el álgebra de mapas en Arcgis;

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

dando una calificación de estabilidad geotécnica a cada variable considerada, y a su vez, un peso dentro de la Zonificación, conforme se describe en la metodología de la Figura 5.1-46 y en la Tabla 5.1-30.

La zonificación geotécnica está asociada con la estabilidad del terreno, y se da como resultado del cruce de las unidades geológicas, unidades geomorfológicas, pendientes, uso actual del suelo, sismicidad y precipitación.

**Figura 5.1-46** Metodología para la zonificación geotécnica



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Teniendo en cuenta esta metodología se realiza la clasificación para las diferentes variables.

**Tabla 5.1-30** Calificación de las variables consideradas dentro de la Zonificación

UNIDAD GEOLÓGICA	SÍMBOLO	RANGO DE AMENAZA
------------------	---------	------------------


<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

UNIDAD GEOLÓGICA	SÍMBOLO	RANGO DE AMENAZA
Conos aluviales	Qca	Medio
Formación Popayán	Qpcf	Bajo
Depósitos aluviales	Qal	Alto
Terrazas aluviales	Qt	Alto
UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SÍMBOLO	RANGO DE AMENAZA
Cauce aluvial	Fca	Alto
Menadro abandonado	Fma	Alto
Llanura de inundación	Fpi	Alto
Abanicos aluviales	Faa	Medio
Lomerios bajos	Vlb	Bajo
PENDIENTES	RANGO DE AMENAZA	
1% - 3%	Bajo	
3% - 7%	Bajo	
7% - 12%	Bajo	
12% - 25%	Medio	
TIPO DE SUELO	SÍMBOLO	RANGO DE AMENAZA
Abanico coluvio-aluvial	Ayar	Medio
Cuerpo de agua	CA	Medio
Planicie aluvial	JNAR	Alto
Planicie aluvial	Cqa	Alto
Plano de inundación	RWEa	Alto
Plano de inundación	RWDa	Medio
Abanico coluvio-aluvial	TTa	Alto
Terrazas antiguas	RWFb	Bajo
PRECIPITACIÓN	RANGO DE AMENAZA	
1500 - 2000 (mm/año)	Bajo	
SISMICIDAD	RANGO DE AMENAZA	
Amenaza media	Alto	

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### 5.1.9.1 Resultados de Zonificación Geotécnica

REVISÓ	APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>xxxxxxx</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

A partir de lo anterior, en la Tabla 5.1-31 se presenta la descripción de las unidades geotécnicas, así como su distribución en el área de influencia del proyecto y en el área de intervención de proyecto.

**Tabla 5.1-31** Zonificación geotécnica y su distribución en el área de influencia (AI)

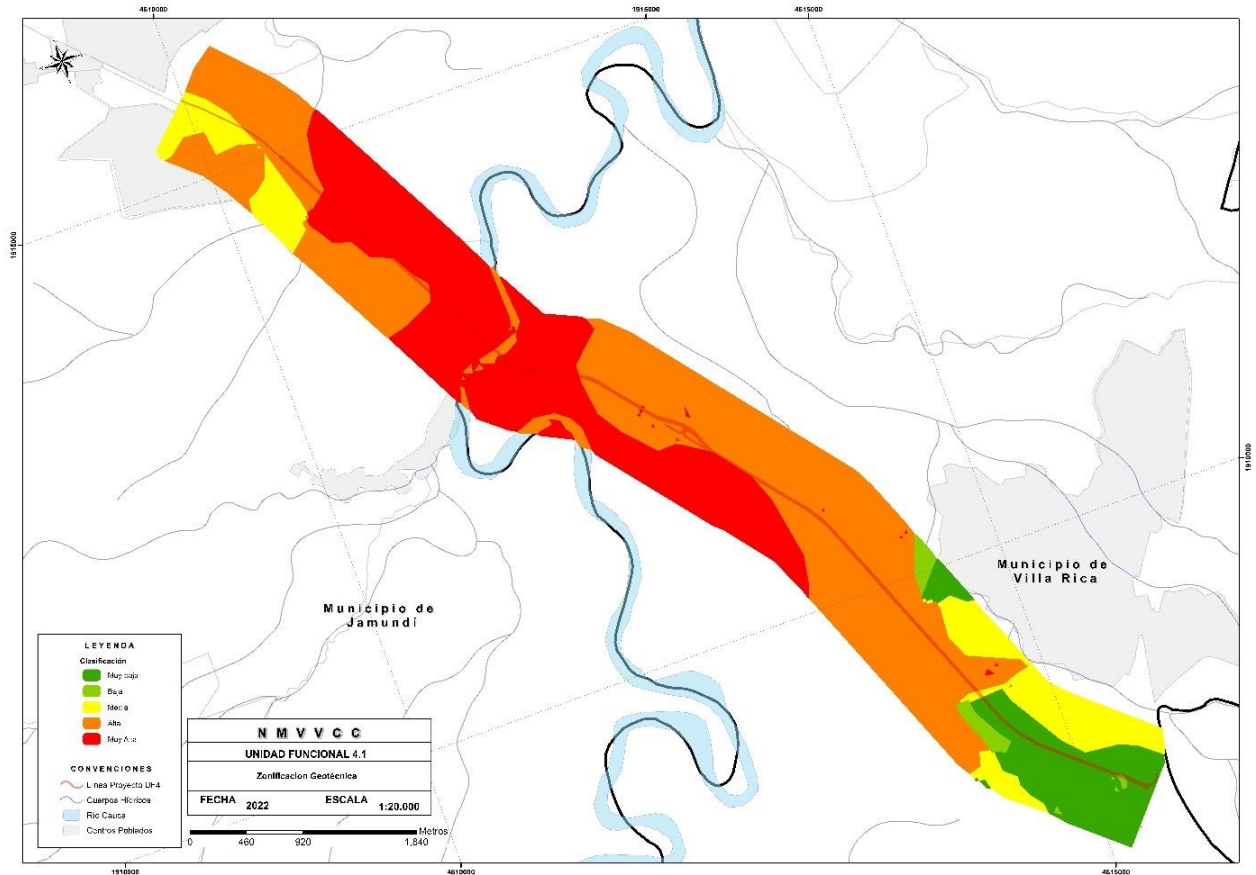
INESTABILIDAD GEOTÉCNICA	ÁREA DE INFLUENCIA (AI)	
	ÁREA (HA)	% ÁREA
Muy Alta	64.808	27.190
Alta	118.618	49.770
Media	14.161	5.940
Baja	0.778	0.330
Muy Baja	39.982	16.770
TOTAL	238.349	100

**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De igual forma, a continuación, en la Figura 5.1-41 (Plano 5.1-11) se presenta la distribución de la inestabilidad geotécnica encontrada.

**Figura 5.1-47** Mapa de zonificación geotécnica en la zona del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### 5.1.9.2 Especificaciones Geotécnicas del Área de Intervención del Proyecto


caracterización geotécnica tuvo como punto de partida el estudio de geología realizado para todo el corredor y los resultados de las exploraciones en campo, estas, a través de la ejecución de perforaciones mecánicas y líneas de refracción, cuyo objetivo es identificar los estratos que conforman el subsuelo mediante ensayos directos e indirectos y la extracción de muestras tanto alteradas como inalteradas.

Así, dentro de las exploraciones de campo realizadas para la caracterización de tres tipos de apiques de suelo los cuales se describen a continuación.

- Apique Tipo 1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

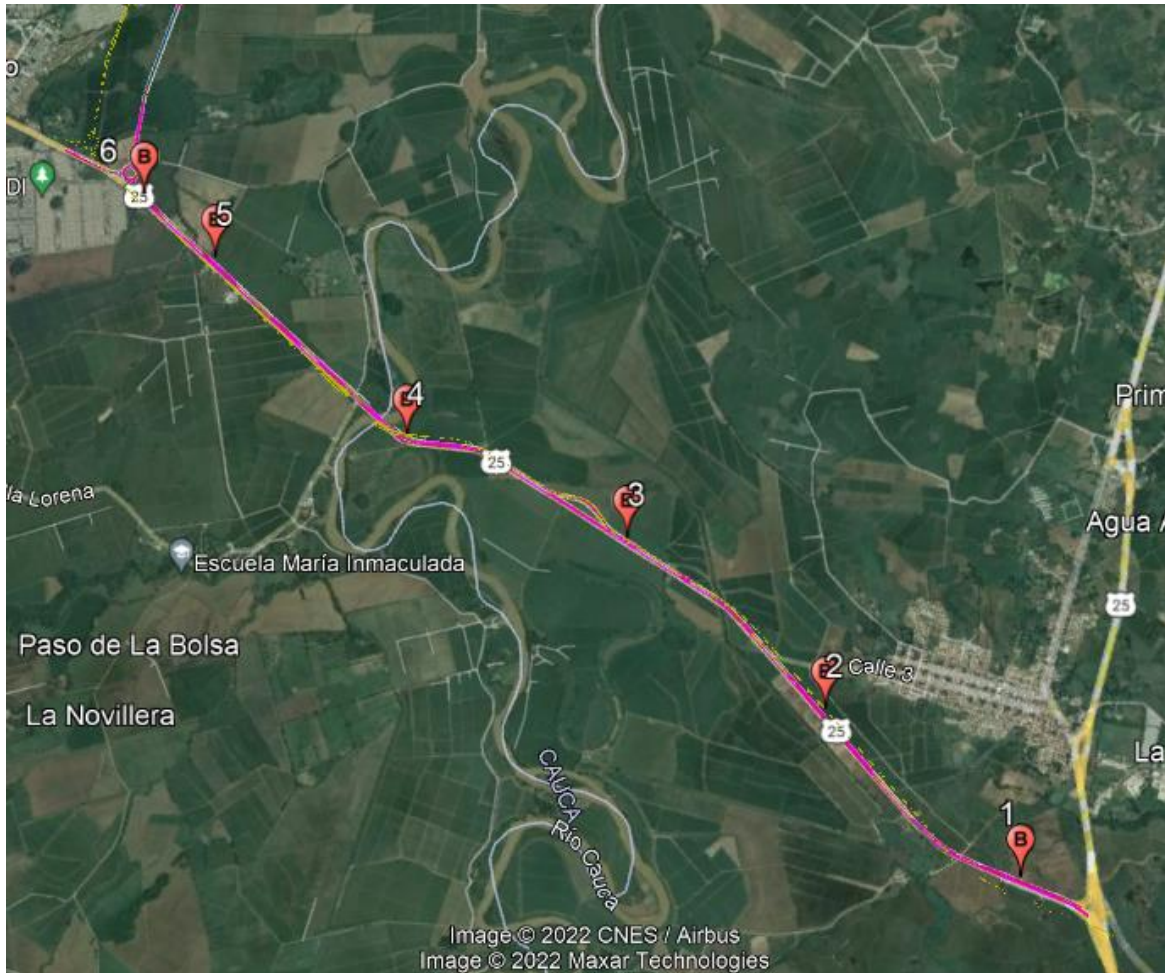
Este tipo de apique se propuso para la caracterización física y mecánica de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento existente. El área mínima de este apique fue de 0,5 x 0,5 m y máximo 1,0 x 1,0 m con una profundidad de 1,5 m localizado en la huella externa del carril derecho de acuerdo al sentido de circulación de la vía.

- **Apique Tipo 2**  
 Para este tipo de apique se propuso la determinación de espesores y caracterización física de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento existente. El área mínima de este apique fue de 0,4 x 0,4 m con una profundidad de 1,5 m, localizado en la huella externa del carril derecho de acuerdo al sentido de circulación de la vía.
- **Apique Tipo 3**  
 Para este tipo de apique, se realizaron ensayos de clasificación y resistencia hasta de tres estratos de material encontrado bajo la capa orgánica, en zonas de terreno natural. El área mínima de este apique fue 0,5 x 0,5 m y máxima de 1,0 x 1,0 m con una profundidad de 1,0 m, los cuales deberán fueron tomados de manera alternada en los costados externos de la calzada proyectada según diseño geométrico o calzada existente, según sea el caso.

De igual manera, a continuación, en la Figura 5.1-48 se presenta la ubicación donde fueron realizados los apiques para el corredor vial de este proyecto.

**Figura 5.1-48** Ubicación de Apiques tramo Ye de Villa rica – Av Bicentenario

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

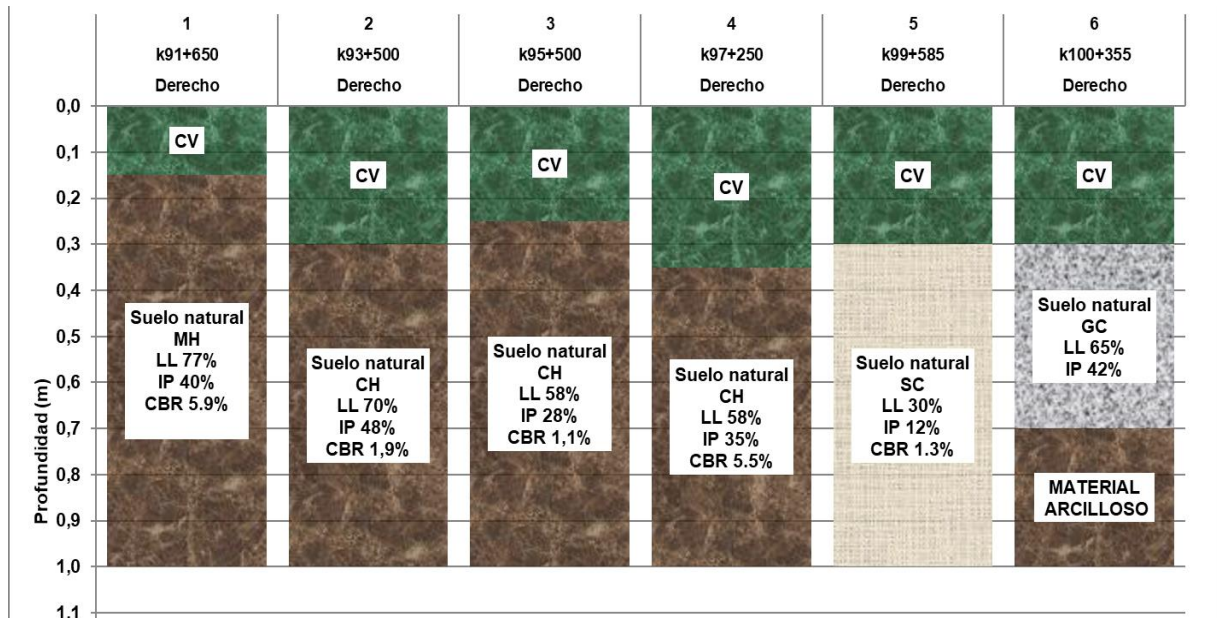


**Fuente.** Volumen VI. Geotecnia para Dis Pavimentos. NMVVC-UF4-DI-PAV-Va. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

A partir de estas exploraciones se obtiene el perfil geoestratigráfico con el fin de establecer de manera general la composición litográfica de la zona donde se va a construir la segunda calzada. A continuación, en la Figura 5.1-49 se presentan los resultados.

**Figura 5.1-49** Perfil estratigráfico Apiques Segunda Calzada UF4.1

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>




**Fuente.** Volumen VI. Geotecnia para Dis Pavimentos. NMVVC-UF4-DI-PAV-Va. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

A partir de estos estudios y muestra se obtiene que para las arcillas se reportó el CBR inalterado en estado sumergido entre 1,1% y 5,9%, con un valor promedio de 1,4%. Debido a que se presenta un valor tan bajo, se requiere de una capa de mejoramiento o de terraplén de por lo menos 60 cm, con el cual se alcanza un valor de módulo  $M_r = 679 \text{ Kg/cm}^2$ , el cual será empleado para el diseño de la nueva estructura de pavimento. Estos resultados generales se muestran a continuación en la Tabla 5.1-32. De igual manera los resultados de estas exploraciones se pueden ver a más detalle en el Anexo 5.1-4.

**Tabla 5.1-32** Valores de CBR para el tramo Ye de Villa rica – Av. Bicentenario Calzada nueva

UNIDAD FUNCIONAL	ABSCISA	TIPO DE SUELO	CBR INALTERADO 0.1" (%)	CBR SUMERGIDO 0.1" (%)
UF 4,1	K91+650	MH	7,2	5,9
	K93+500	CH	8,5	1,9
	K95+500	CH	6	1,1
	K97+250	CH	9,7	5,5
	K99+585	SC	3,6	1,3

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	<b>XXXXXXX</b>
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

UNIDAD FUNCIONAL	ABSCISA	TIPO DE SUELO	CBR INALTERADO 0.1" (%)	CBR SUMERGIDO 0.1" (%)
		<b>Promedio</b>	<b>7</b>	<b>1,4</b>

**Fuente.** Volumen VI. Geotecnia para Dis Pavimentos. NMVVC-UF4-DI-PAV-Va. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

## 5.1.10 Atmósfera


### 5.1.10.1 Meteorología

#### 5.1.10.1.1 Contexto Regional

El clima del área del proyecto está clasificado como tropical. Se tiene una cantidad significativa de lluvia durante el año. El departamento del Valle ocupa importantes zonas en la región Andina, en donde las cantidades de lluvia son bajas a moderadas, y en la franja del litoral Pacífico, en la cual los volúmenes anuales de lluvia son muy altos. El Valle del Cauca presenta lluvias entre 1000 y 1500 mm anuales. Sobre las estribaciones las precipitaciones se incrementan paulatinamente, hasta alcanzar volúmenes cercanos a los 2500 mm. Sobre la franja del litoral, las cantidades anuales de lluvia se sitúan entre las mayores del país, registrando más de 4000 mm al año en promedio, y en algunos casos, más de 7000 mm. El régimen de lluvias durante el año es de tipo bimodal en la franja andina. Los meses de mayores precipitaciones son abril-mayo en el primer semestre y octubre-noviembre, en el segundo, siendo ligeramente mayores los volúmenes del segundo semestre. La temporada seca principal ocurre hacia mediados de año, con mayor intensidad en los meses de junio-julio-agosto. La segunda temporada seca, aunque menos marcada, se presenta en los meses de enero a marzo. Sobre la franja del litoral Pacífico, no existe una temporada seca definida y prácticamente llueve durante todo el año. En algunos sitios, se observa una disminución de lluvias hacia el inicio del año. La menor frecuencia de días con lluvia en el departamento se presenta a lo largo del valle geográfico del río Cauca con valores que oscilan entre 100 y 150 días con lluvia significativas, aunque en algunos sitios pueden ocurrir menos de 100. Sobre las estribaciones de las cordilleras pueden llegar a 200, y a lo largo de la franja litoral pueden presentarse entre 250 y 300 días lluviosos al año.

El promedio de lluvia total anual en la ciudad de Cali es de 1483 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

enero, febrero, julio y agosto son predominantemente secos, siendo los meses de mitad de año, los de menores lluvias. Las temporadas de lluvia se extienden de marzo a mayo y desde finales de septiembre hasta la primera mitad de diciembre. En los meses secos de mitad de año, llueve alrededor de 6 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover alrededor de 18 días/mes. La temperatura promedio es de 23.9 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 30 y 31°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 19 y 20°C. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación llega a 6 horas diarias, en promedio. La humedad relativa del aire es ligeramente menor a 70% en los meses secos y en épocas de lluvias alcanza valores de 75 a 76%.

El clima de Palmira es templado – muy seco. El promedio de lluvia total anual es de 894 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. La temporada seca principal se registra en los meses de junio, julio y agosto; en los meses de diciembre, enero y febrero se registra una temporada seca de menor intensidad. Las temporadas de lluvia se extienden de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. En los meses secos llueve entre 8 y 10 días/mes; en los meses de mayores lluvias del primero y segundo semestre, puede llover entre 14 y 16 días/mes. La temperatura promedio es de 23.5 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 29 y 31°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 18 y 19°C. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación oscila alrededor de las 6 horas diarias/día. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 70 y 76 %, siendo mayor en la época lluviosa del segundo semestre.

#### 5.1.10.1.2 Contexto Local

#### **Estaciones**


Para el análisis de este componente se utilizaron los registros de promedios meteorológicos de cinco estaciones del IDEAM (2022a) del período 1981-2010 y dos estaciones de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC 2022), período 1996-2020, las cuales se consideraron apropiadas para determinar las condiciones meteorológicas del área del proyecto (Tabla 5.1-33).

**Tabla 5.1-33 Estaciones meteorológicas ubicadas cerca del área del proyecto**

CÓDIGO	CATEGORÍA	INSTITUCIÓN	ESTACIÓN	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ALTITUD (M)	COORDENADAS	PERÍODO (AÑOS)	ELEMENTOS ANALIZADOS
26045010	CO	IDEAM	Ingenio Bengala	Puerto Tejada	Cauca	1000	76°24'59.4"W, 3°15'46.1"N	1981-2010	P, T°, HR

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>		<b>XXXXXXX</b>
			Versión: 01
			Fecha: ##/##/####

CÓDIGO	CATEGORÍA	INSTITUCIÓN	ESTACIÓN	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	ALTITUD (M)	COORDENADAS	PERÍODO (AÑOS)	ELEMENTOS ANALIZADOS
26025030	CO	IDEAM	Japio	Santander de Quilichao	Cauca	1015	76°27'0.0"W, 3°3'0.0"N	1981-2010	P, T°, HR
26060030	PM	IDEAM	Villa Rica	Villa Rica	Cauca	1000	76°28'8.0"W, 3°10'38.7"N	1981-2010	P
2621900201	C	CVC	La Independencia	Jamundí	Valle del Cauca	963	76°34'11.83"W, 3°11'7.60"N	1996-2020	P, T°, HR, BS, EV
26055070	CP	IDEAM	Universidad del Valle	Cali	Valle del Cauca	985	76°32'1.6"W, 3°22'40.8"N	1981-2010	BS, EV, RS
26075040	SP	IDEAM	Aeropuerto A. Bonilla	Palmira	Valle del Cauca	961	76°23'8.1"W, 3°32'0.0"N	1981-2010	BS, V, N
2622330107	C	CVC	Cañaveralajeo-edificio	Cali	Valle del Cauca	985	76°32'19.6"W, 3°24'21.7"N	2014-2021	PA

**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022) consultado por Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

AM: Agrometeorológica; CP: Climatológica principal; CO: Climatológica secundaria; C: Climatológica; PM: Pluviométrica; SP: Sinóptica principal.

Adicionalmente, se empleó la información de los atlas interactivos disponibles en el portal del IDEAM: Atlas climatológico de Colombia (<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>) (IDEAM 2022b), Atlas de viento (<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasVientos.html>) (IDEAM 2022c) y Atlas de radiación solar (<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>) (IDEAM 2022d).

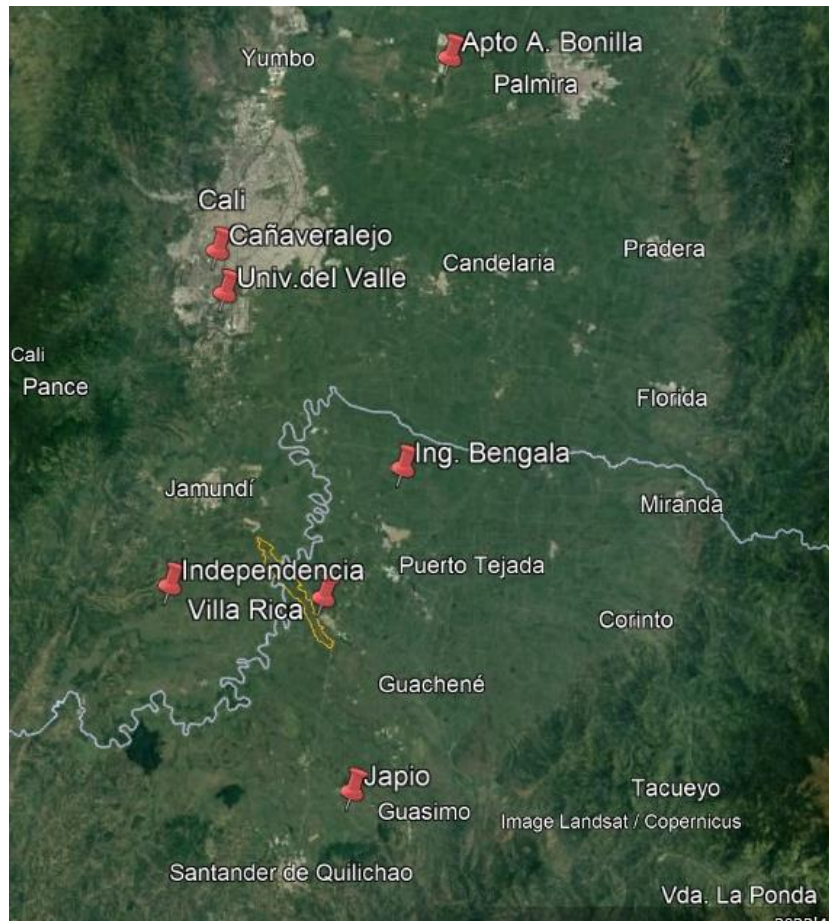
### **Precipitación**

En la zona donde se localiza el proyecto la precipitación media multianual de las estaciones analizadas varió entre 1.389,7 mm (Ing. Bengala) y 1.836,4 mm anuales (Villa Rica) para un promedio de 1.710 mm como se puede observar en la Tabla 5.1-34. De igual manera, el número promedio de días con lluvia al año da un valor de 137, con un rango de 129 en Villa Rica y 145 en Japio. El comportamiento de la precipitación mensual durante el transcurso del año es de tipo bimodal y similar entre las estaciones (Figura 5.1-51), con un primer pico de lluvias entre marzo y mayo y un segundo entre septiembre y noviembre; la tendencia del comportamiento mensual durante el año del número de días con lluvia guarda relación con la cantidad de lluvia mensual (Figura 5.1-52). La precipitación media mensual multianual es de 142 mm.

**Figura 5.1-50** Localización de las estaciones meteorológicas consideradas en el proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Google Earth. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Tabla 5.1-34** Valores en milímetros (mm) de precipitación mensual y anual promedios multianuales.

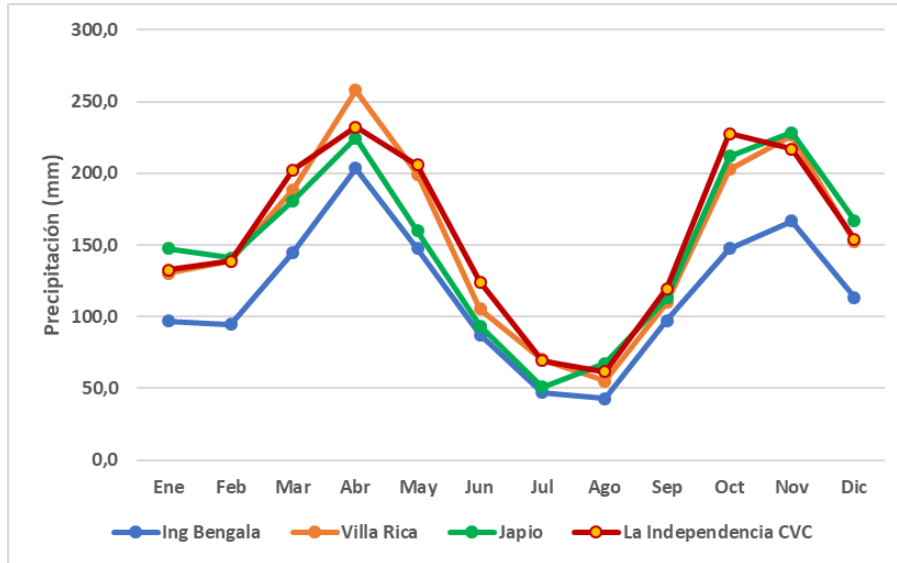
ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Ingenio Bengala	96.8	94.6	144.7	203.6	147.7	87.3	47	43	97.4	147.5	166.7	113.5	1389.7
Villa Rica	130.4	139	188.6	257.9	199.1	105.2	69.9	55.1	110	202.7	226.4	152.1	1836.4
Japio	147.7	141.2	180.7	224.4	159.8	93.3	51.1	67.4	113	212	228.4	167.1	1786.2
La Independencia	132.4	138.6	202.3	232.3	205.9	124.1	69.2	61.7	119.6	227.8	217	154.2	1827.8

**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Figura 5.1-51** Comportamiento de la lluvia durante el transcurso del año en las estaciones

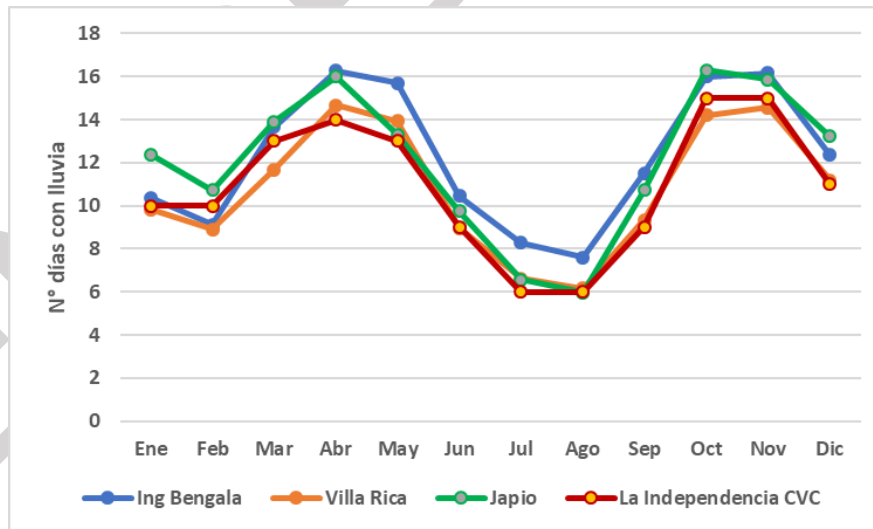
<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

analizadas.



Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Figura 5.1-52 Número de días con lluvia en las estaciones meteorológicas de la zona del proyecto.

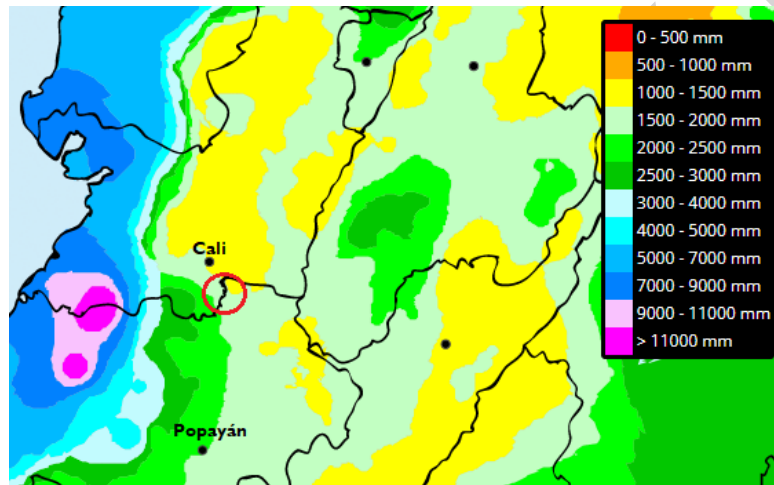


Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

De igual manera, la consulta del Atlas climatológico del IDEAM (2022b) asigna a la zona donde se ubica el proyecto sobre un rango de lluvia comprendido entre 1.000 mm y 2.500 mm anuales precipitados en 100-150 días, lo cual, se ajusta a los datos presentados anteriormente sobre la estación puntual. La ubicación del proyecto sobre la zona consultada en el atlas se presenta a continuación en la Figura 5.1-53.

**Figura 5.1-53** Precipitación anual en la zona donde se localiza el proyecto (círculo rojo)

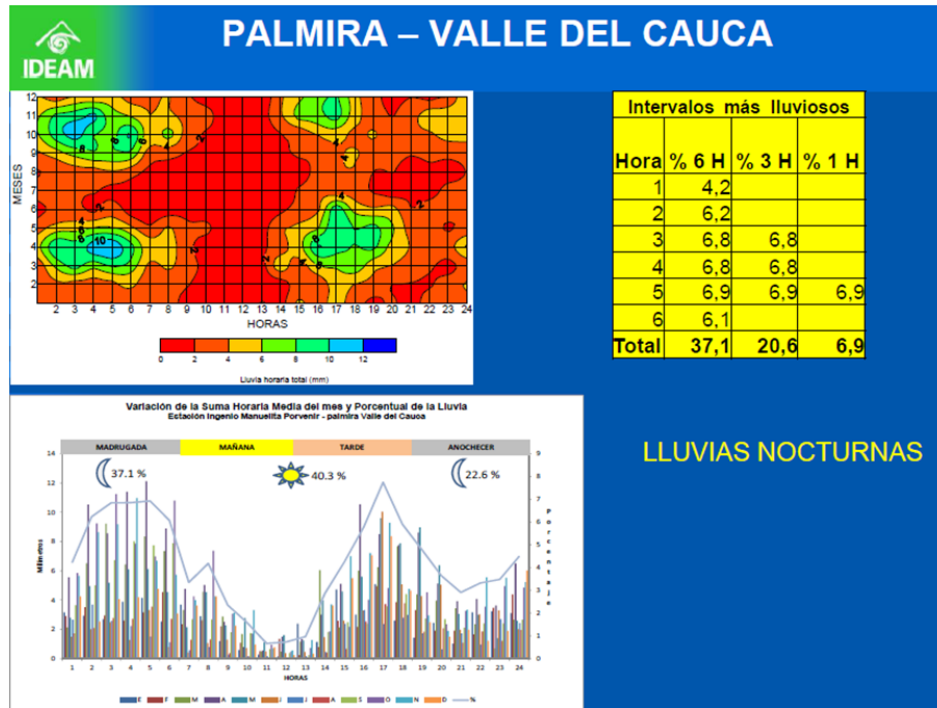


Fuente. IDEAM. Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Respecto de la precipitación horaria, en la estación del Ingenio Manuelita, del IDEAM, localizada en Palmira, se indica que la mayor parte de la precipitación es nocturna, a razón de que el 37,1% se presenta actividad entre las 1 y las 6 horas y el 22,6% entre las 18 y 24 horas, para un total de 59,7%. A continuación, se presentan estos resultados en la Figura 5.1-54.

**Figura 5.1-54** Lluvia horaria total y distribución porcentual en la Estación Ingenio Manuelita (Palmira)

REVISÓ	APROBÓ



Fuente. IDEAM (2022a). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### Temperatura

De manera general, la temperatura media anual multianual de las estaciones analizadas varía entre 23,6°C (Japio) y 24,4°C (La Independencia), para un promedio de 24°C en la zona donde se localiza el proyecto (Tabla 5.1-35).

**Tabla 5.1-35** Valores de temperatura media, máxima y media en grados Celsius (°C) de las estaciones analizadas

ESTACIÓN	TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ing. Bengala	Media	24.1	24.2	24.1	23.9	24	24	24.2	24.3	24.1	23.9	23.8	23.9	24
	Máxima	30	30.3	30.2	29.6	29.6	29.7	30.2	30.6	30.3	29.5	29.2	29.5	29.9
	Mínima	18	18	18.1	18.1	18.3	17.9	17.5	17.5	17.7	17.9	18	18.1	17.9
Japio	Media	23.5	23.7	23.6	23.5	23.4	23.5	23.6	24.1	23.8	23.3	23.1	23.4	23.6
	Máxima	29	29.2	29.3	28.9	28.6	28.8	29.4	30.2	29.5	28.7	28.2	28.5	29
	Mínima	18.5	18.5	18.7	18.8	18.7	18.3	17.5	17.5	18	18.4	18.6	18.7	18.3
La Independencia CVC	Media	24.6	24.7	24.4	24.3	24.2	24.4	24.5	24.8	24.9	24	23.8	24.2	24.4

REVISÓ

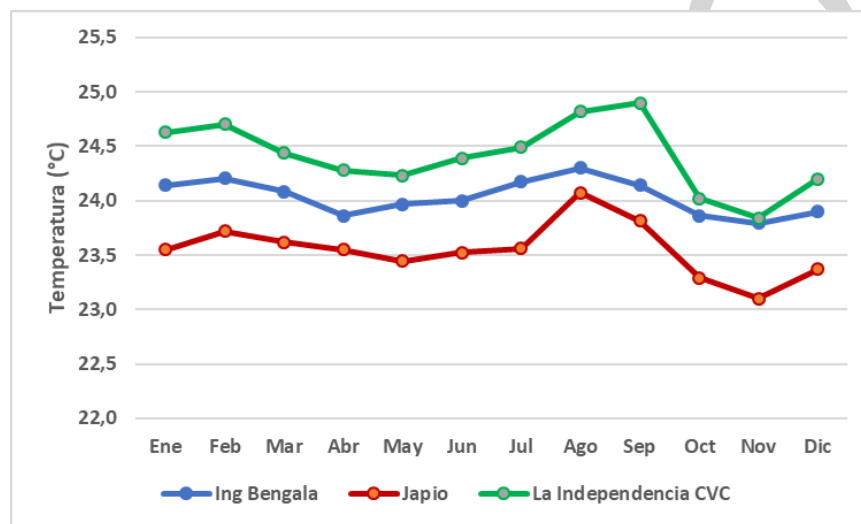
APROBÓ

ESTACIÓN	TEMPERATURA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
	Máxima	31.4	31.8	31.9	31.7	31.6	32.3	32.3	32.9	33.1	31.7	30.8	30.9	31.9
	Mínima	15.3	16.5	15.9	17.3	15.8	16.2	15.3	15	15.2	16.1	16.5	16.6	16

**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

También, el comportamiento de la temperatura media en el transcurso del año muestra un ligero incremento entre julio y septiembre como se muestra en la Figura 5.1-55.

**Figura 5.1-55** Comportamiento de la temperatura media mensual multianual

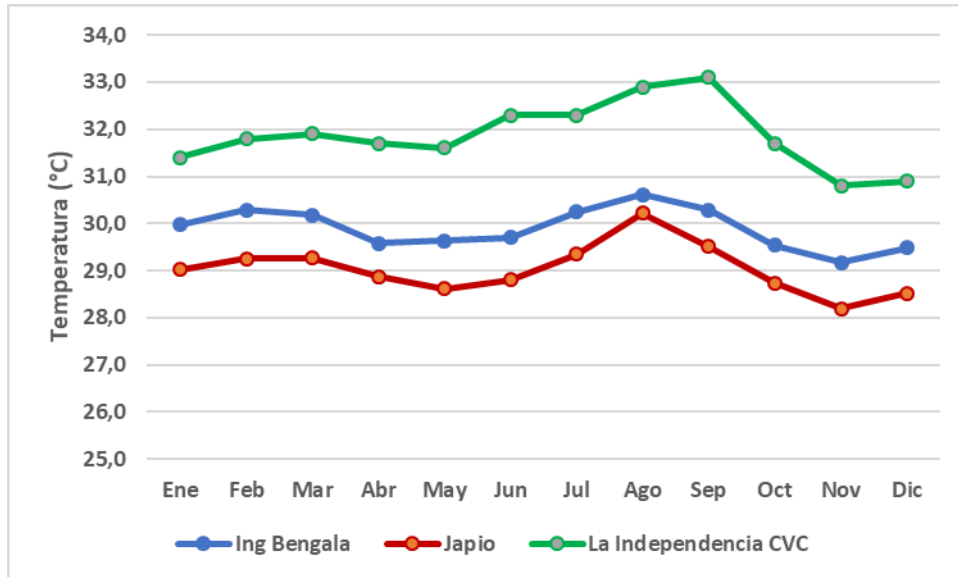


**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Respecto de la temperatura máxima, los valores anuales variaron entre 29°C (Japio) y 31,9°C (La Independencia), en consecuencia, la temperatura media fue 30,3°C para la zona del proyecto (Figura 5.1-56). Por su parte, la temperatura mínima varió entre 16°C (La Independencia) y 18,3°C (Japio), para un promedio multianual de 17,4°C. La estación La Independencia, ubicada en el municipio de Jamundí (Valle), presentó los mayores valores de temperatura máxima y las menores cifras de temperatura mínima (Figura 5.1-57). Según el IDEAM (2022b), en la estación de la Universidad del Valle la temperatura máxima media al medio día oscila entre 30 y 31°C, en tanto que en la madrugada la temperatura media mínima está entre 19 y 20°C.

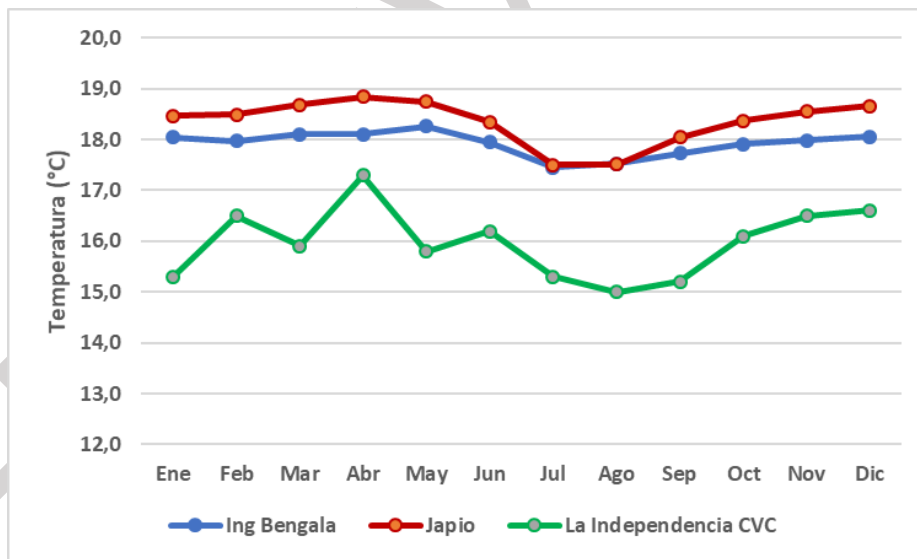
**Figura 5.1-56** Comportamiento comparativo de la temperatura máxima mensual multianual

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Figura 5.1-57 Comportamiento comparativo de la temperatura mínima mensual multianual.



Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Humedad relativa**

Para el caso de la humedad del aire, la media anual en el área del proyecto está entre 78%

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



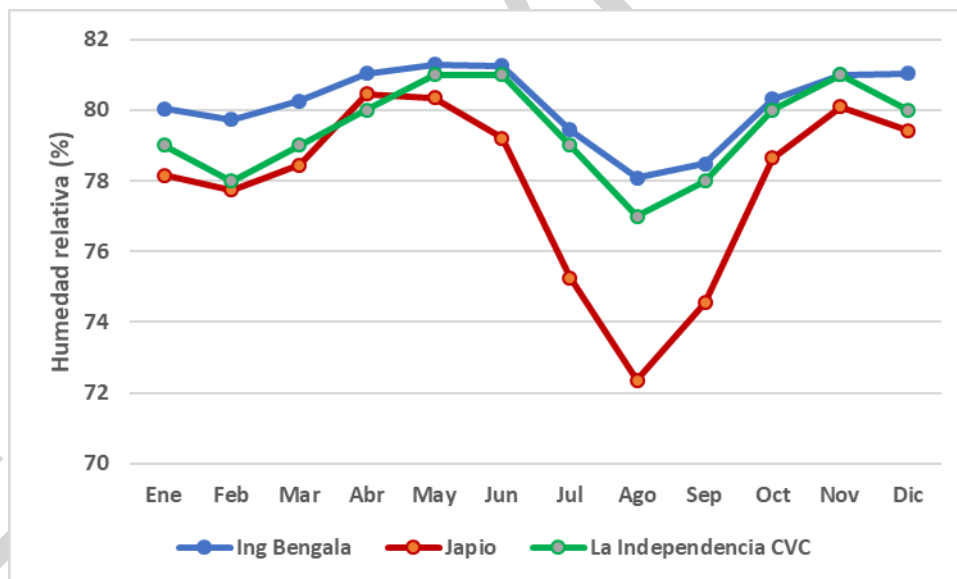
(Japio) y 80% (Ing. Bengala), para un promedio del 79%. De igual manera, los meses de mayor humedad relativa son abril, mayo y junio en el primer semestre, y octubre, noviembre y diciembre para el segundo semestre (Tabla 5.1-36 y Figura 5.1-58).

**Tabla 5.1-36** Humedad relativa media mensual y anual de tres estaciones analizadas y mínima y máxima de la estación La Independencia.

ESTACIÓN	HUMEDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ing. Bengala	Media	80	80	80	81	81	81	79	78	78	80	81	81	80
Japio	Media	78	78	78	80	80	79	75	72	75	79	80	79	78
La Independencia CVC	Media	79	78	79	80	81	81	79	77	78	80	81	80	79
	Máxima	92	92	92	94	94	93	93	92	93	95	94	94	93
	Mínima	65	65	66	65	69	66	64	65	65	66	66	65	66

Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Figura 5.1-58** Comportamiento de la humedad relativa mensual de las estaciones de referencia, cercanas al área del proyecto.



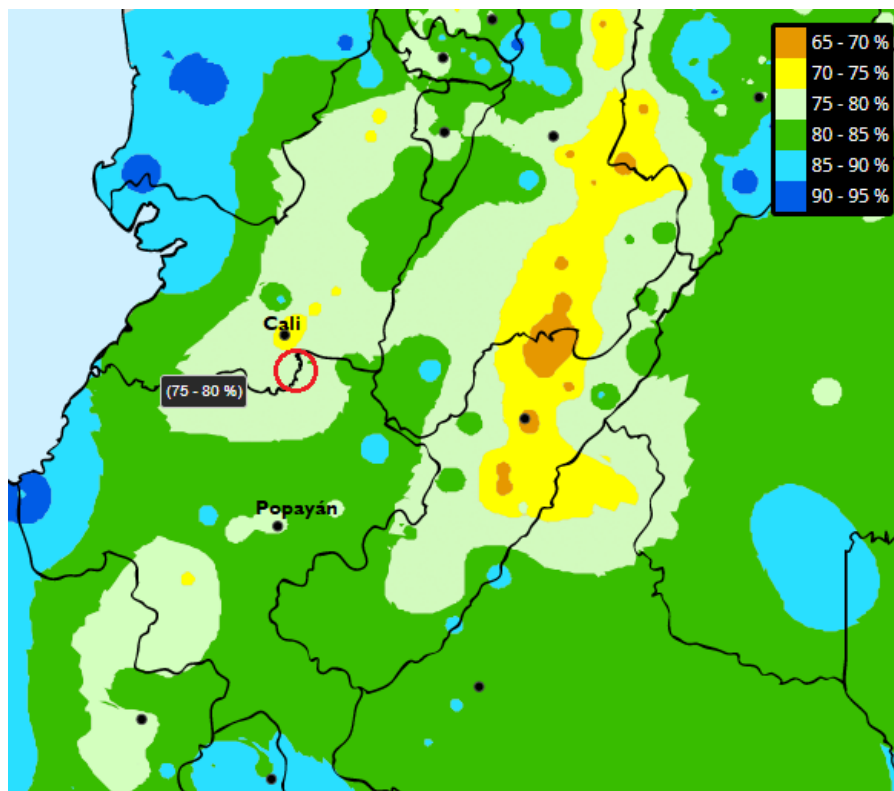
Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Entonces, se puede observar que en la estación La Independencia de la CVC la humedad del aire máxima y mínima anual es de 93% y 66% respectivamente.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

De igual forma, para la zona donde se ubica el proyecto, el Atlas climatológico de Colombia asigna una humedad del aire de entre 75% y 80% como se observa en la Figura 5.1-59.

**Figura 5.1-59** Rango de humedad relativa en la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo).



Fuente. IDEAM (2022a). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### Evaporación

La evaporación anual del área del proyecto oscila entre 1.362,3 mm (Universidad del Valle) y 1.379,8 mm (La Independencia). Se observa que los mayores picos de evaporación se presentan en marzo sobre el primer semestre y para el segundo semestre se presentan en julio, agosto y septiembre. Entonces, la evaporación media mensual multianual de las estaciones analizadas es 117 mm. La información anterior se presenta se puede observar en la Tabla 5.1-37 a continuación.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

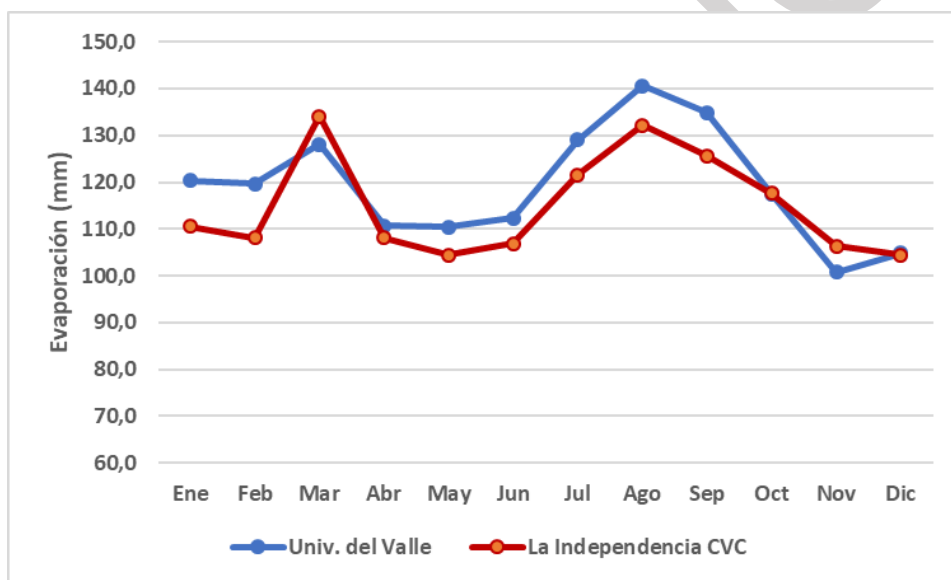
**Tabla 5.1-37** Evaporación media mensual y anual registrada en el área del proyecto

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Univ. del Valle	120.4	119.7	128.1	110.7	110.4	112.3	129.0	140.6	134.9	117.5	100.7	104.9	1362.3
La Independencia CVC	110.6	108.1	134.0	108.1	104.4	106.9	121.5	132.2	125.6	117.6	106.3	104.5	1379.8

**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De igual manera, según el Atlas climatológico de Colombia la evaporación anual multianual en el área del proyecto está entre 1.300 y 1.500 mm (IDEAM 2022b). Esto se puede observar a continuación en la Figura 5.1-60.

**Figura 5.1-60** Comportamiento mensual de la evaporación en el transcurso del año.




**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### Viento

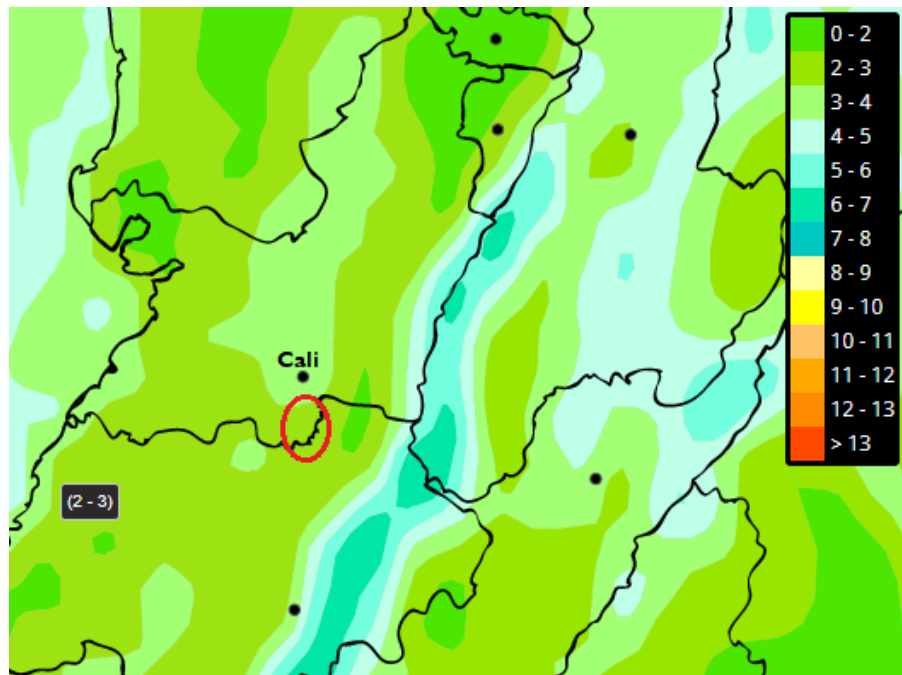
A nivel global, el régimen de vientos que incide en Colombia se debe a los vientos alisios del noroeste y los alisios del suroeste, los cuales se originan en zonas de alta presión subtropicales del océano Atlántico; a escala regional, los alisios se dividen en masas secundarias, entre ellas la Masa ecuatorial del Pacífico (MEP) y la Masa ecuatorial del norte (MEN), las cuales son en gran medida responsables del comportamiento de la dirección y velocidad del viento en el área del proyecto.

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

De acuerdo con el Atlas de viento del IDEAM (2022c), la velocidad promedio anual del viento en superficie (10 m de altura) en la zona del proyecto es de 2-3 m/s.

**Figura 5.1-61** Velocidad media del viento multianual en la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo)

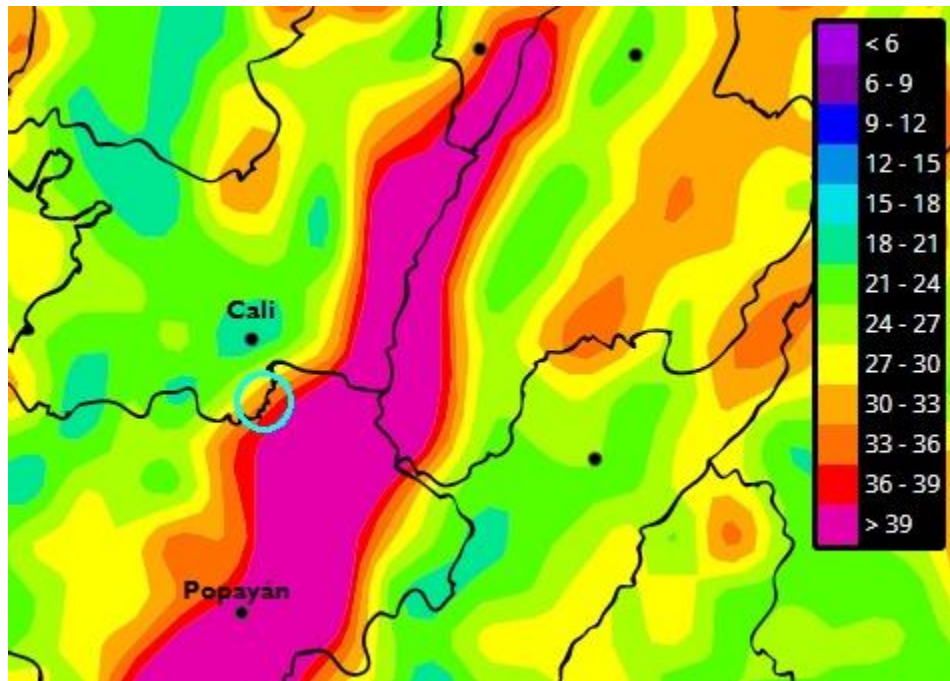


Fuente. IDEAM (2022c). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

La velocidad máxima media multianual establecida para el área del proyecto es 27-39 m/s (Figura 5.1-62), en tanto que la velocidad media del viento más probable a 10 m de altura es de 1-3 m/s; la velocidad del viento más probable son las velocidades más frecuentes que se presentan en una determinada zona (IDEAM 2022c).

**Figura 5.1-62** Velocidad máxima anual del viento en la zona donde se localiza el proyecto (círculo azul).

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



Fuente. IDEAM (2022c). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

En cuanto a la dirección superficial del viento (10 m de altura), según el Atlas de viento del IDEAM (2022c), en el área del proyecto predomina a lo largo del año la dirección con componente noroccidente (NO) (Tabla 5.1-38), aunque vista a una escala más amplia la predominancia de la dirección del viento es del occidente (O).

**Tabla 5.1-38** Dirección media mensual y anual del viento en el área del proyecto.

LUGAR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Límite Cauca-Valle	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

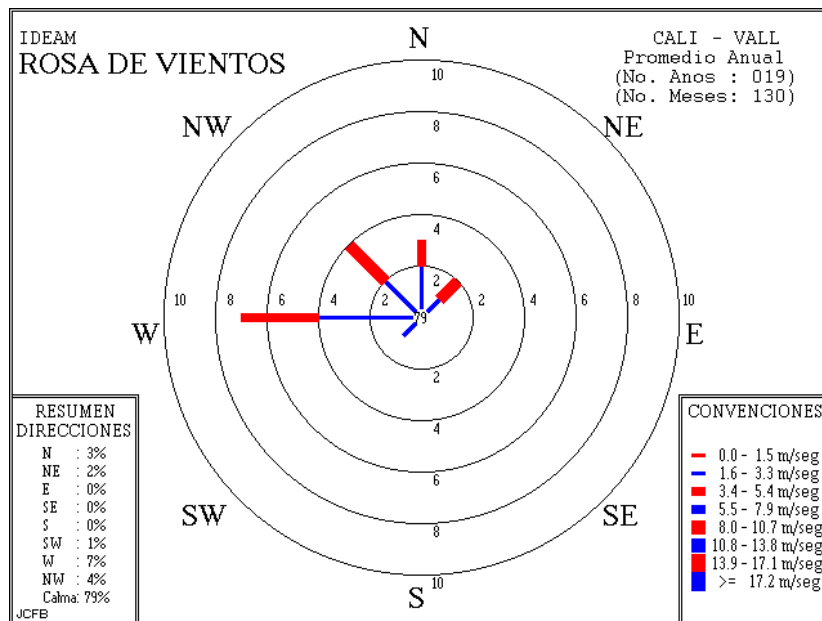
Fuente. IDEAM (2022c). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

La rosa de vientos representa gráficamente la dirección predominante de las diferentes velocidades del viento de un determinado lugar. En nuestro caso, la rosa de vientos de la estación Aeropuerto A. Bonilla, ilustra que los vientos más frecuentes provienen del occidente con velocidades entre 1,6 y 5,4 m/s, y comprenden el 7%, de los cuales la mayor proporción corresponden a los que alcanzan velocidades entre 1,6-3,3 m/s, seguidos de los que alcanzan velocidades entre 3,4 y 5,4 m/s; a los vientos del oeste le siguen los del noroeste con 4%, cuyas velocidades oscilan entre 1,6 y 10,7 m/s. El mayor porcentaje del

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

comportamiento del viento corresponde a calma con 79% (Figura 5.1-63).

**Figura 5.1-63** Rosa de vientos de la estación Aeropuerto A. Bonilla



**Fuente.** IDEAM (1999). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### **Radicación solar**

Para tener una idea primaria de la radiación solar en la zona del proyecto, a partir del brillo solar diario, se tomaron los registros multianuales de las estaciones Universidad del Valle, Aeropuerto A. Bonilla y La Independencia, los cuales muestran una oscilación anual entre 5 y 5,3 horas/día, para una media de 5,1 horas/día (Tabla 5.1-39).

**Tabla 5.1-39** Comportamiento del brillo solar en horas/día en estaciones cercanas al área del proyecto.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Universidad del Valle	5.4	5.2	5.0	4.6	4.6	5.2	6.0	6.0	5.1	4.5	4.5	4.8	5.1
Aeropuerto A. Bonilla	5.8	5.6	5.2	4.7	4.6	5.0	5.9	6.1	5.3	5.0	5.1	5.3	5.3
La Independencia CVC	5.4	5.1	5.0	4.8	4.5	4.4	5.4	5.9	5.3	4.8	4.4	4.9	5.0

**Fuente.** IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

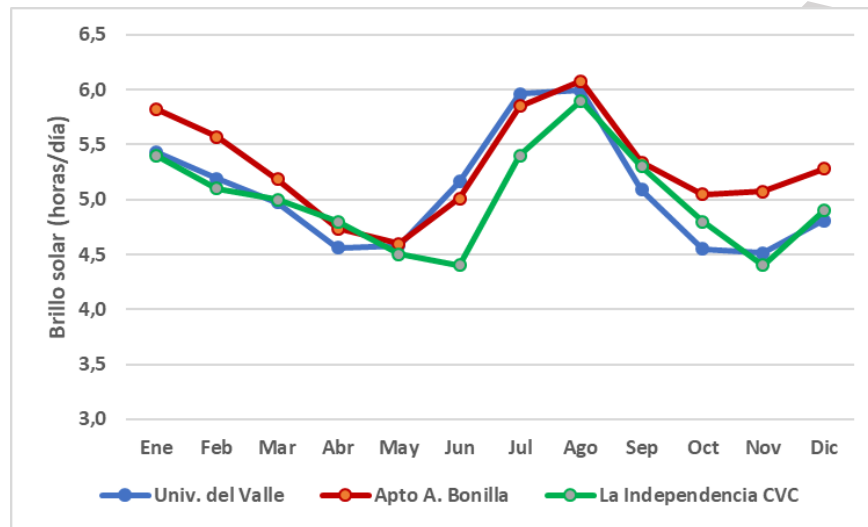
En términos generales, en los meses con más lluvia (abril-mayo, octubre-noviembre) el sol

<p><b>REVISÓ</b></p>	<p><b>APROBÓ</b></p>



brilla cerca de 4,5 horas diarias, mientras que en los meses menos lluviosos (diciembre-febrero, julio-agosto) la insolación puede llegar, en promedio, a 6 horas diarias (Figura 5.1-64).

**Figura 5.1-64** Comportamiento en el transcurso del año del brillo solar diario en estaciones cercanas al área del proyecto

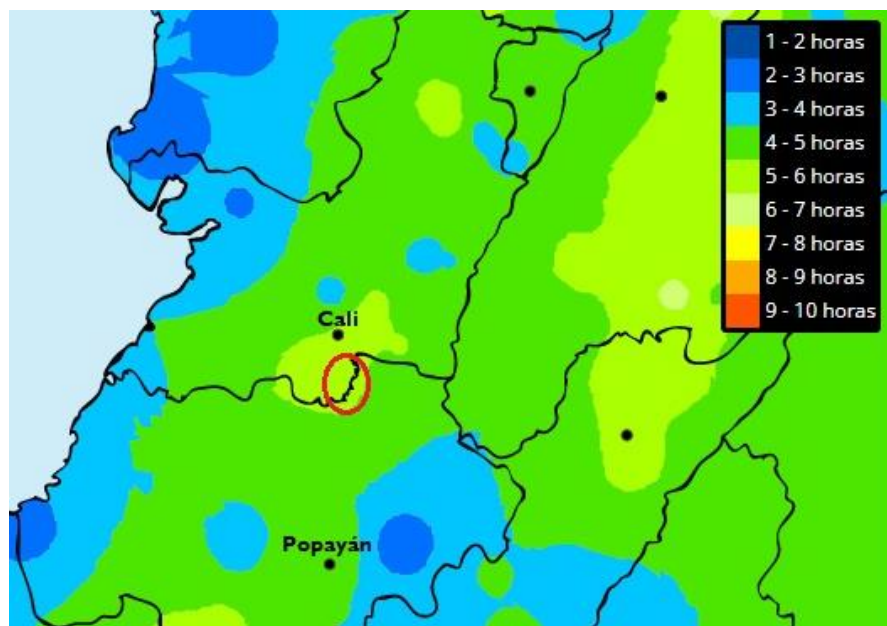


Fuente. IDEAM (2022a) y CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De acuerdo con el Atlas de radiación solar del IDEAM (2022d), el brillo solar medio horario en la zona donde se ubica el proyecto está entre 4 y 6 horas/día, lo que corroboraría los datos de las estaciones anteriormente mencionadas (Figura 5.1-65).

**Figura 5.1-65** Brillo solar medio diario de la zona donde se ubica el proyecto (círculo rojo)

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>

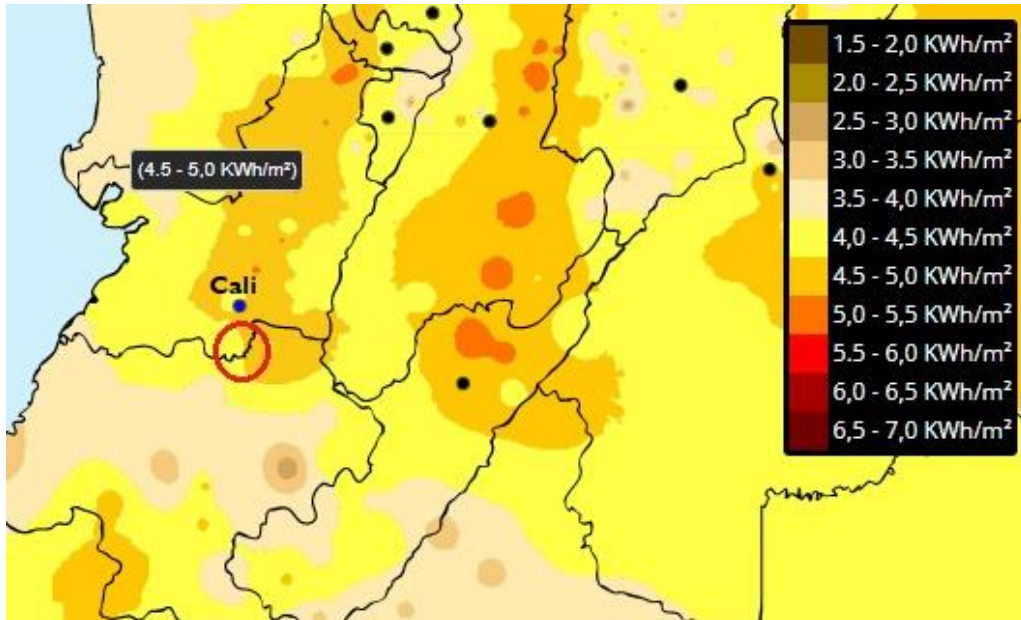


Fuente. IDEAM (2022d). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Por otra parte, según el Atlas de radiación solar del IDEAM (2022d), la irradiación global horizontal media diaria de la zona donde se localiza el proyecto estaría entre 4 y 5 KWh/m<sup>2</sup> (Figura 5.1-66). La radiación global mensual media variaría entre 4.000 wh/m<sup>2</sup> por día en noviembre y diciembre y alrededor de 4.600 wh/m<sup>2</sup> por día en julio, agosto y septiembre (Figura 5.1-67); este comportamiento, de tendencia bimodal, en general se ajusta a la descripción para la región Andina (IDEAM, 2022d).

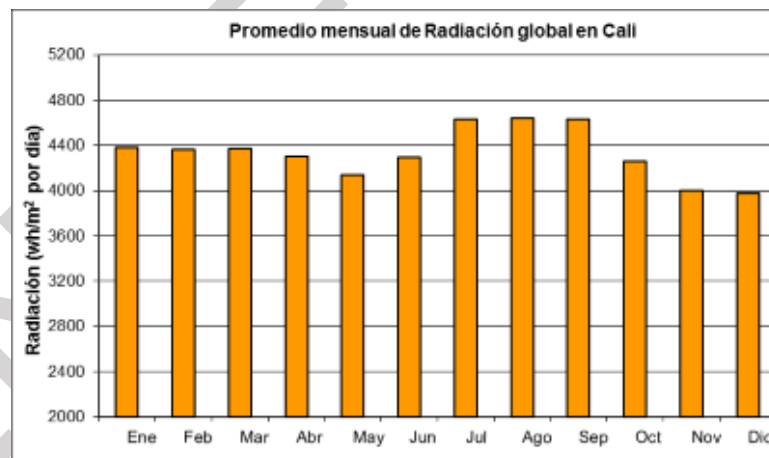
**Figura 5.1-66** Irradiación global horizontal media diaria en la zona del proyecto (círculo rojo)

REVISÓ	APROBÓ



Fuente. IDEAM (2022d). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.


Figura 5.1-67 Comportamiento mensual de la radiación global en Cali, ciudad cercana al área del proyecto.



Fuente. IDEAM (2022d). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

**Nubosidad**

REVISÓ	APROBÓ

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL UF 4</b> <b>CAPÍTULO 5.1 MEDIO ABIÓTICO</b>	XXXXXXX
		Versión: 01
		Fecha: ##/##/####

De acuerdo con los registros de la estación Aeropuerto A. Bonilla, localizado en Palmira, la estación más cercana al área del proyecto, la mayor parte del año se encuentra con un porcentaje de nubosidad por encima del 70% (entre 75 y 88%), lo que significa que la región es muy nubosa.

**Tabla 5.1-40** Nubosidad medida en octas en una estación cercana del área del proyecto.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Aeropuerto A. Bonilla	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

Fuente. IDEAM (2000). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

### **Presión atmosférica**

De acuerdo con los registros de la estación Cañaveralejo de la CVC, localizada en la ciudad de Cali, para el período 2014-2021 la presión atmosférica media anual fue de 905 mb, con oscilación entre 902 mb en diciembre y 913 mb en enero (Tabla 5.1-41).

**Tabla 5.1-41** Presión atmosférica en mb en una estación cercana del área del proyecto

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Cañaveralejo, CVC	913	904	904	904	904	905	905	904	904	903	904	902	905

Fuente. CVC (2022). Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

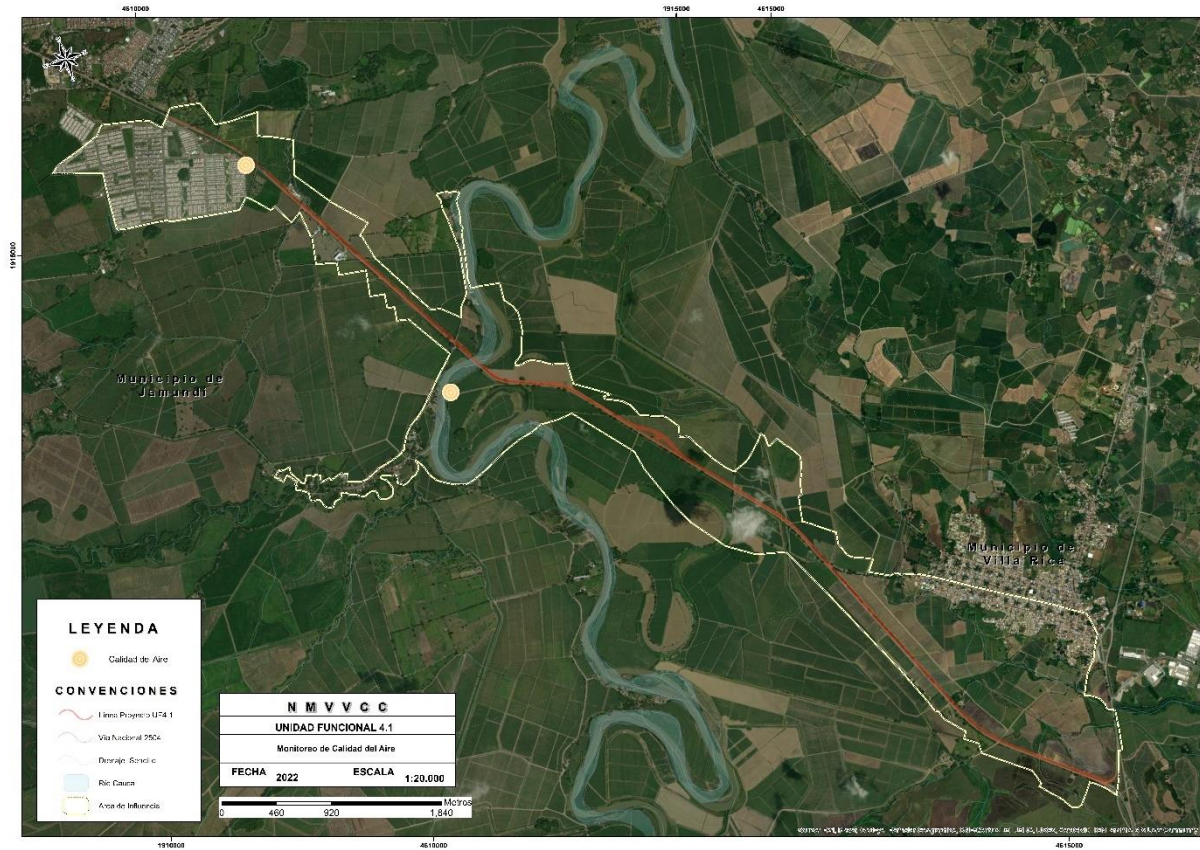
### **5.1.10.2 Identificación de fuentes de emisiones**

#### **5.1.10.3 Calidad del aire**

Para la medición de la calidad de aire, el Consorcio Nueva Malla Vial del Valle contrato a un laboratorio que ubicó 2 puntos de monitoreo sobre el área de influencia del proyecto. Estos puntos se muestran a continuación en la Figura 5.1-42.

**Tabla 5.1-42** Puntos de monitoreo de calidad del aire sobre la zona del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

Este tipo de estudios se realiza con la intención de evaluar las condiciones base de los niveles de contaminantes que se encuentran circundantes en el aire exterior. Esto se realizó mediante la colocación de estaciones conformadas por monitores, analizadores y sensores que recolectan datos horarios sobre el estado de la calidad. Las estaciones colocadas se muestran a continuación.

**Fotografía 5.1-22** Ubicación de la estación 1 para el monitoreo de la calidad del aire

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





**Fuente.** Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

**Fotografía 5.1-23** Ubicación de la estación 2 para el monitoreo de la calidad del aire

EN REVISIÓN

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>





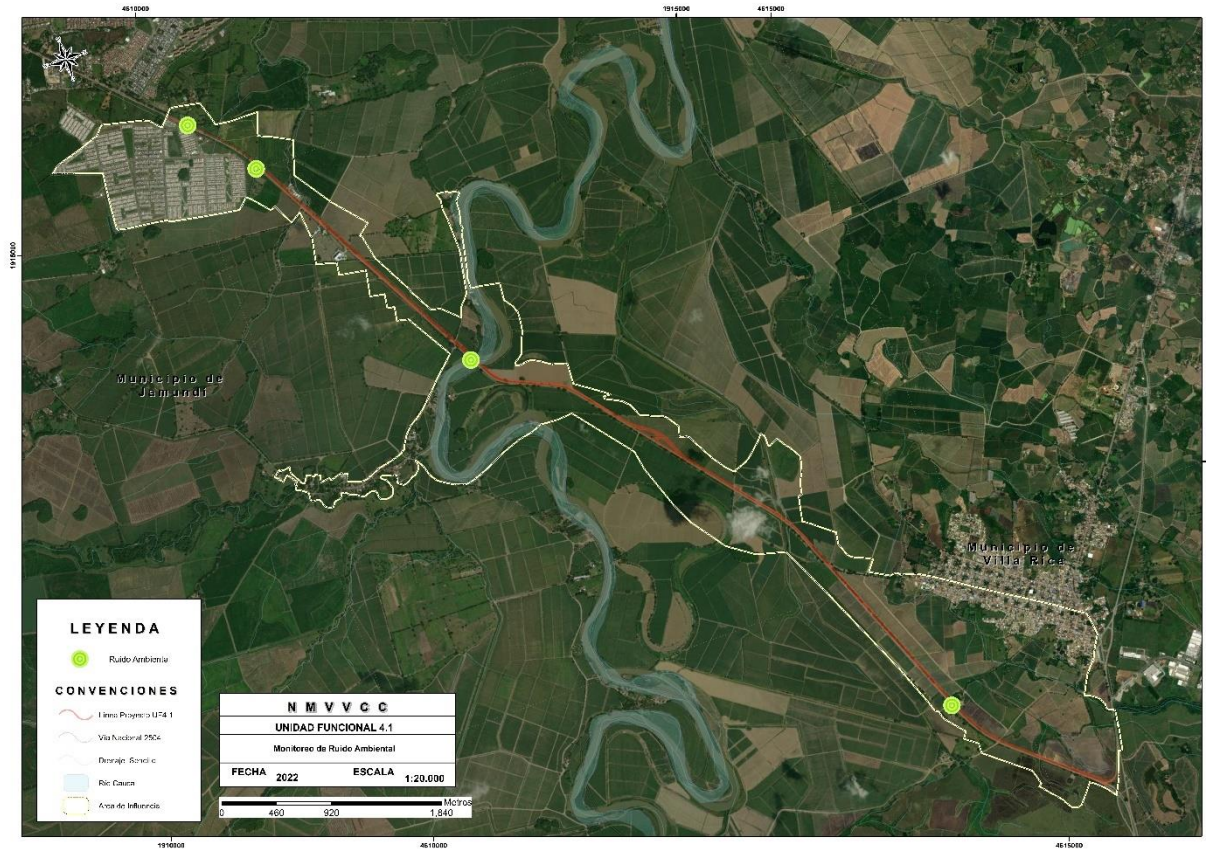
**Fuente.** Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

#### 5.1.10.4 Ruido

El Consorcio Nueva Malla Vial del Valle contrató un laboratorio para la ubicación de 4 estaciones para la medición del ruido ambiental proveniente de las actividades actuales de la zona. Los equipos utilizados están compuestos por dispositivos capaces de detectar, medir y asociar el ruido generado por las diversas fuentes de la línea base actual sobre el contexto del proyecto. De esta manera, a continuación, en la Figura 5.1-68 se muestra la ubicación de los puntos de monitoreo instalados sobre el área de influencia.

**Figura 5.1-68** Puntos de monitoreo de ruido ambiental sobre la zona del proyecto

<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>



**Fuente.** Asesorías Valenzuela Méndez Ltda., 2022.

De igual forma, en las fotografías a continuación se pueden observar ejemplo de los puntos de monitoreo ubicados.

**Fotografía 5.1-24** Punto de monitoreo de ruido ubicado sobre la vía

REVISÓ

APROBÓ



Fuente. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

Fotografía 5.1-25 Punto de monitoreo de ruido ubicado sobre el puente

EN REVISIÓN

REVISÓ	APROBÓ



Fuente. Consorcio Nueva Malla Vial del Valle., 2022.

EN REVISIÓN

REVISÓ	APROBÓ