ANALISIS DE RIESGOS

ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO
INGENIERO CIVIL E INGENIERO SANITARIO
C.C 1.006.117.673
011037-0792774 ANT CIVIL
011281-0792665 ANT SANITARIA

DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MUNICIPIO DE SARAVENA

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 5

1.1. OBJETIVO GENERAL 5

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

2. INFORMACIÓN GENERAL 6

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6

2.2. HISTORIA 7

2.3. ASPECTOS FÍSICOS 8

2.3.1. Localización Geográfica 8

2.4. Localización Geográfica 8

2.5. Vías de Comunicación. 9

2.6. Disposición Urbanística. 10

2.7. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS 11

2.7.1. Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. 11

2.7.2. Medios de Comunicación. 11

2.7.3. Energía Eléctrica. 11

2.7.4. Gas Natural. 12

2.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SARAVENA. 12

2.9. FUENTE 12

2.10. CAPTACIÓN 14

2.11. ADUCCIÓN 15

2.12. DESARENADOR 15

2.13. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. 16

2.14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO 17

2.15. CONDUCCIÓN 18

2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN. 18

3. CONDICIONES RED DE ACUEDUCTO 19

4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 20

5. GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES (LEY 1523 DE 2012) 21

5.1. DEFINICIONES 22
5.2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS 26
5.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS POSIBLES DE RIESGO 28
5.3.1. HIDROGRAFÍA: 28
5.3.2. CLIMATOLOGÍA MUNICIPIO DE SARAVENA. 28
5.4. ANÁLISIS REGIONAL DE LLUVIAS: 31
5.5. GEOMORFOLOGÍA 33
5.6. GEOLOGIA LOCAL 33
6.1.1. **Plano de Amenaza por deslizamiento** 49
1.1.1. Plano de Amenaza Sísmica. 50
1.1.2. Plano de Amenaza Antrópica. 51
13. DESARROLLO DEL ANÁLISIS POR AMENAZA 51
14.1. AMENAZAS POR INUNDACIONES 52
14.2. ZONIFICACIÓN RURAL 53
14.3. AMENAZA POR INUNDACION RURAL 54
15.0. IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES 54
16.0. PARO CIVICOS 60

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del área de Influencia. 6
Ilustración 3. 2.3.1. Localización Geográfica. 8
Ilustración 4. 1.2.2 Localización Geográfica. 9
Ilustración 5. Mapa Vial de Acceso al Centro Poblado. 10
Ilustración 6. Plano Topográfico – Disposición Urbanística Municipio de Saravena 11
Ilustración 7. Fuente de Abastecimiento rio Satoca. 12
Ilustración 8. Panorámica aérea limite microcuenca rio Satocá. 13
Ilustración 9. Panorámica aérea, relieve microcuenca Rio Satocá. 14
Ilustración 10. Sistema de captación. 15
Ilustración 11. Estructura de Desarenador 16
Ilustración 12. Planta de Tratamiento de Agua potable. 17
Ilustración 13. Tanques de Almacenamiento. 17
Ilustración 14. Sistema de válvulas de entra y salida. 18
Ilustración 15. Redes de Distribución. 19

Ilustración 18. Localización específica del proyecto de inversión. 21
Ilustración 20. Temperaturas medias y precipitaciones Saravena. 29
Ilustración 21. Gráfico de días de precipitación, cielo nublado y sol en el municipio de Saravena. 30
Ilustración 22. Temperaturas máximas en el municipio de Saravena, Arauca. 31
Ilustración 23. Cantidad de precipitación en el Municipio de Saravena, anual. 32
Ilustración 24. Velocidad del viento, municipio de Saravena. 32
Ilustración 25. Mapa de Suelos del Municipio de Saravena. 34
Ilustración 26. Subclases de suelos del Municipio de Saravena. 35
Ilustración 27. Plano amenaza por deslizamiento. 49
Ilustración 28. Plano de Amenaza Sísmica 50
Ilustración 29. Plano de Amenaza Antrópica. 51

INTRODUCCIÓN

El municipio de Saravena, ubicado en el departamento de Arauca, ha venido consolidando procesos de crecimiento urbano y desarrollo de infraestructura orientados a fortalecer su capacidad institucional, social y de prestación de servicios públicos domiciliarios. En este contexto, el sistema de acueducto municipal desempeña un papel fundamental para garantizar condiciones adecuadas de salubridad, habitabilidad y sostenibilidad en el área urbana.

Las redes existentes de distribución de agua potable han sido desarrolladas progresivamente para atender la demanda del casco urbano; sin embargo, el crecimiento poblacional y la expansión de la malla urbana han generado mayores exigencias sobre la infraestructura instalada, evidenciándose limitaciones en el comportamiento hidráulico del sistema, particularmente en términos de presión, continuidad y capacidad de conducción en algunos sectores específicos.

En este sentido, la problemática actual no se asocia a la ausencia de cobertura del servicio, sino a la necesidad de optimizar el funcionamiento de la red de distribución existente, con el fin de mejorar su eficiencia hidráulica y garantizar condiciones adecuadas de prestación del servicio de abastecimiento de agua potable.

En atención a esta necesidad, se formula el proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", el cual contempla la intervención de la infraestructura existente mediante la ampliación de diámetros, reorganización hidráulica del sistema y fortalecimiento de la capacidad de conducción en sectores críticos del área urbana, particularmente en el barrio Cofavi.

En el marco de la formulación del proyecto, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 38 de la Ley 1523 de 2012, se desarrolla el presente análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, con el propósito de identificar, evaluar y gestionar los posibles escenarios de riesgo asociados a la ejecución de las obras y a la operación del sistema optimizado.

Este análisis se fundamenta en los lineamientos del Título K del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y en los principios de la gestión del riesgo de desastres, permitiendo incorporar medidas de prevención, mitigación y control que garanticen la estabilidad de la infraestructura, la seguridad del entorno y la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del proyecto "CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", con el fin de identificar y evaluar los posibles eventos que puedan afectar la ejecución de las obras y la operación del sistema de distribución de agua potable, considerando las condiciones propias de la infraestructura existente y su proceso de optimización.

El análisis permitirá definir e incorporar medidas de prevención, mitigación y control orientadas a reducir los niveles de riesgo asociados al proyecto, garantizando la estabilidad de la infraestructura, la continuidad del servicio y la sostenibilidad del sistema, en cumplimiento de lo establecido en la Ley 1523 de 2012 y en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y caracterizar las amenazas de origen natural, socio-natural y antrópico presentes en el área de influencia del proyecto, con énfasis en aquellas que puedan afectar la ejecución de las obras y la operación del sistema de distribución de acueducto.

- Evaluar la vulnerabilidad del proyecto frente a las condiciones físicas, geotécnicas, hidrológicas y operativas del entorno, considerando factores como tipo de suelo, régimen de lluvias, topografía, estado de la infraestructura existente y condiciones constructivas asociadas a la optimización de la red.

- Analizar los escenarios de riesgo derivados de la interacción entre amenazas y vulnerabilidad, estimando su posible impacto sobre la estabilidad de las excavaciones, la integridad de la red de distribución y la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable.

- Definir medidas de prevención, mitigación y manejo orientadas a reducir los riesgos identificados durante las etapas de construcción y operación del sistema optimizado.

- Establecer lineamientos técnicos que permitan la adecuada gestión del riesgo dentro del proceso constructivo y operativo, garantizando condiciones de seguridad, funcionalidad y durabilidad de la infraestructura del sistema de acueducto

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de intervención del proyecto se localiza dentro del casco urbano del municipio de Saravena, departamento de Arauca, específicamente en el sector del barrio Cofavi, un sector urbano consolidado caracterizado por el predominio de uso residencial y la presencia de infraestructura urbana asociada a la prestación de servicios públicos domiciliarios. El sector se encuentra estructurado por una malla vial urbana compuesta por vías locales y colectoras que permiten la articulación del barrio con otros sectores del municipio. Dentro de esta estructura vial se destacan corredores como la Calle 37, Calle 36A, Calle 36, Calle 35A, Calle 35 y Calle 34, así como las Carreras 17, 16 y 15, que conforman el sistema de movilidad interna del sector. El área de intervención se localiza en la carrera 16, entre calles 34 y 37 del barrio Cofavi. A lo largo de este corredor se desarrollará el trazado de la red proyectada de acueducto, integrándose con la infraestructura existente del sistema de distribución municipal.

La siguiente ilustración presenta la localización general del área de intervención dentro del contexto urbano del municipio de Saravena.

Ilustración 1. Localización del área de influencia.



Fuente: Google Earth Pro, 2026 – Adaptado por el autor

Las redes existentes del sistema de acueducto del municipio de Saravena han sido desarrolladas progresivamente para atender la demanda del área urbana consolidada, permitiendo la prestación del servicio en la mayoría de los sectores del casco urbano. No obstante, el crecimiento urbano y la expansión de la malla vial han generado mayores exigencias sobre la

infraestructura instalada, evidenciándose limitaciones en el comportamiento hidráulico de la red de distribución en algunos sectores específicos.

En particular, en el sector del barrio Cofavi se identifican condiciones que afectan la eficiencia del sistema, tales como restricciones en la capacidad de conducción, pérdidas de carga y variaciones en las condiciones de presión, lo cual limita el funcionamiento adecuado de la red bajo condiciones operativas óptimas. Si bien existe infraestructura cercana y el servicio se encuentra disponible, la configuración actual de la red no permite garantizar condiciones uniformes de suministro conforme a los criterios establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Esta situación configura una necesidad de intervención orientada a la optimización de la red de distribución existente, mediante la reorganización hidráulica del sistema y la ampliación de diámetros en tramos críticos, con el fin de mejorar la eficiencia en la conducción y distribución del caudal dentro del área de influencia del proyecto.

El área de intervención cuenta con accesibilidad a través de vías urbanas y presenta continuidad con el tejido urbano consolidado, lo cual permite técnicamente la ejecución de las obras requeridas mediante metodologías convencionales de instalación de redes enterradas. No obstante, las condiciones actuales de operación del sistema requieren ser ajustadas mediante la incorporación de infraestructura complementaria que permita mejorar el comportamiento hidráulico de la red y facilitar su operación.

Asimismo, la configuración topográfica del sector no presenta restricciones significativas para la implantación de infraestructura lineal, lo que permite inferir la viabilidad técnica del trazado propuesto desde el punto de vista geométrico y constructivo. Sin embargo, estas condiciones deberán ser consideradas en el diseño hidráulico y en la ejecución de las obras, particularmente en lo relacionado con pendientes, control de escorrentías y estabilidad de excavaciones, con el fin de prevenir afectaciones durante la fase constructiva y operativa del proyecto.

En consecuencia, la limitación identificada no corresponde a condiciones físico–territoriales adversas, sino a la necesidad de optimizar la infraestructura existente para garantizar condiciones adecuadas de presión, continuidad y confiabilidad en la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable en el área urbana del municipio de Saravena.

1.2. HISTORIA

El municipio de Saravena fue fundado por un grupo de colonos provenientes de Santander y de otros Departamentos del Interior del país, en 1972 el INCORA tomó las riendas del proyecto de colonización y debido a la gran distancia que los campesinos debían recorrer para su aprovisionamiento

decide construir a orillas de la quebrada "LA PAVA" una cooperativa agraria alrededor de la cual empiezan a asentarse los colonizadores hasta formar una especie de caserío llamado las Pavas. La pista o campo de aterrizaje construida junto a la Cooperativa fue ampliada. Por aquellos mismos días el nombre de las pavas cambió por el de "SARAVENA". Saravena formaba parte del municipio de TAME, pero al llegar la colonización fue ascendido a Inspección de policía, al poco tiempo fue corregimiento y según decreto 2004 del 3 de febrero de 1976 fue erigido como municipio.

1.3. ASPECTOS FÍSICOS

1.3.1. Localización Geográfica

El municipio de Saravena se halla localizado en la Orinoquia colombiana, noroccidente del departamento de Arauca. Sus coordenadas geográficas son: Latitud norte entre 6 grados 46'y 7 grados 00' y en la Longitud este entre 71 grados 41' y 72 grados 06'.



Ilustración 3. 2.3.1. Localización Geográfica.

1.4. Localización Geográfica

Límites del municipio: Norte: con la República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras. Sur: municipio de Fortul Este: municipio de Arauquita y Fortul Oeste: Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

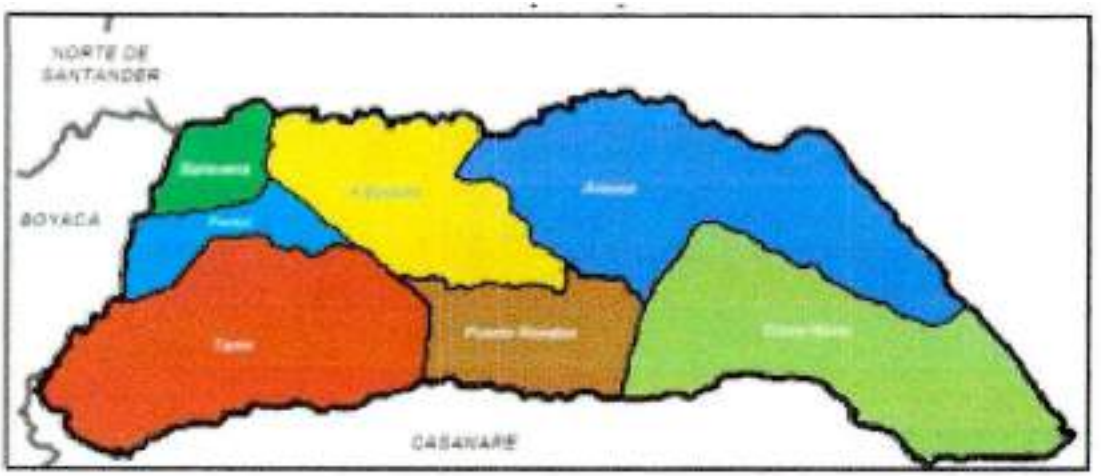


Ilustración 4. 1.2.2 Localización Geográfica.

1.5. Vías de Comunicación.

Aéreas: Satena mantienen un tráfico semanal y con breves fallos que nos mantiene comunicados con el interior del país.

Terrestres: El municipio tiene acceso al departamento de Norte de Santander por la llamada vía de la soberanía, una carretera que se encuentra en mal estado, pero que se ha convertido en la principal arteria de intercambio comercial entre Arauca y los Santanderes. Desde la capital del país se puede acceder por la vía Villavicencio-Yopal-Tame-Saravena. También está conectada con la capital del departamento. Existe una variedad de oferta de transporte: Sugamuxi, Copetran, Cotranal, los Libertadores, Cootransarare, Cootradelsa, Movitaxi, cabe destacar que empresas locales como el caso de cootransarare se han consolidado como pioneras en el transporte a nivel regional obteniendo reconocimiento nacional por su responsabilidad, su trabajo y su sistema organizacional.

Fluviales: se produce en término medio, en los ríos Arauca y banadia con presencia de embarcaciones relativamente pequeñas.

Localidad	Comunicación (terrestre/fluvial)	Distancia (Km)
Arauquita	Terrestre	70
Fortul	Terrestre	23
Tame	Terrestre	75
Arauca	Terrestre	180

El Municipio de Saravena con fácil acceso vial, dotados de servicios públicos (100% acueducto, 75% alcantarillado, 100% Aseo, 29% Gas Natural), con vías limpias y cuidadas, en contorno arbolado, en paisajes productivos donde se defiende y cuida la calidad del agua, de los suelos, de la vegetación y de la fauna silvestre. Para el contexto municipal las principales vías terrestres son: la Troncal de los Llanos Orientales, que une los departamentos de la

Orinoquía con el interior del país: la Ruta de los Libertadores que uniría al Municipio con Bogotá, Caracas (República Bolivariana de Venezuela) y particularmente con el Golfo de Maracaibo, así mismo la vía que comunica al municipio de Saravena con las ciudades de Pamplona, Cúcuta y Bucaramanga. Para el municipio de Saravena es importante el transporte aéreo hacia los terminales de Arauca, Cúcuta, Bucaramanga y Bogotá y tiene como base de operaciones el Aeropuerto Los Colonizadores, con una pista autorizada por el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil (DAAC), actualmente se encuentra en buen estado.

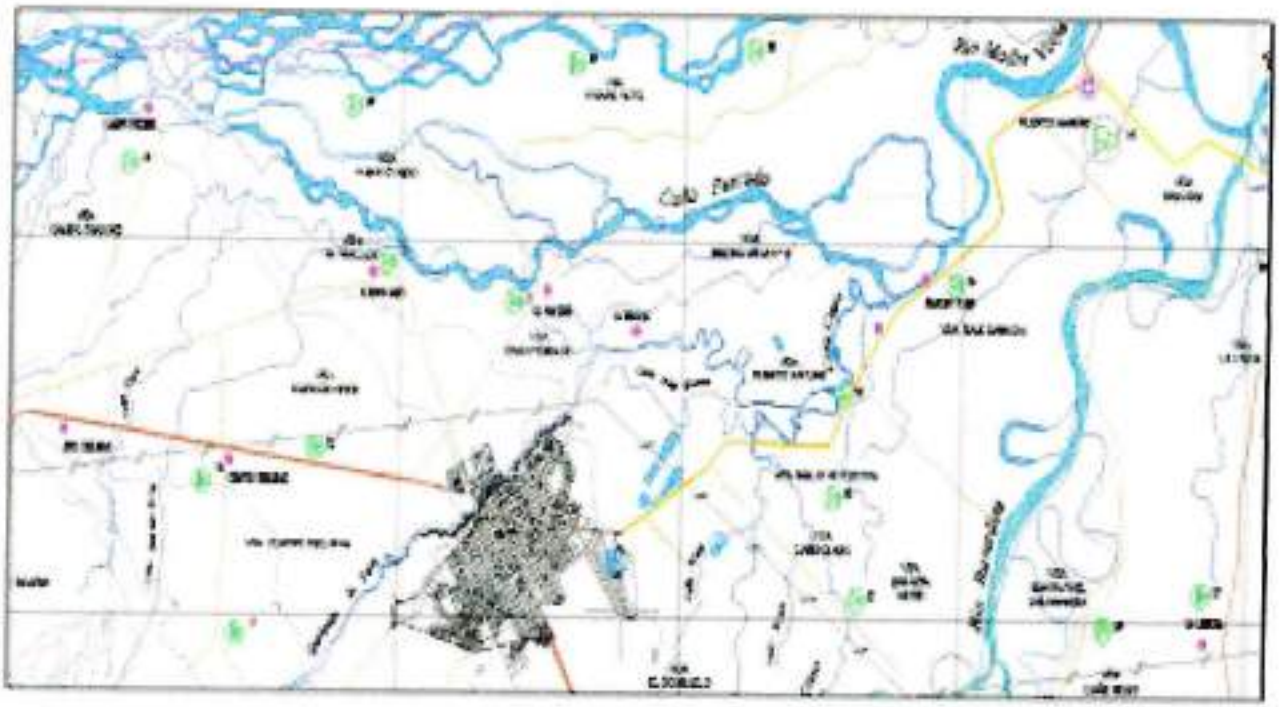


Ilustración 5. Mapa Vial de Acceso al Centro Poblado.

1.6. **Disposición Urbanística.**

La ubicación de las viviendas se presenta de dos formas: Nucleada y dispersa. La primera, que es la predominante, se encuentra en el Municipio de Saravena y la segunda está conformada por unas viviendas de las fincas. No existe una disposición predeterminada, ni definida.

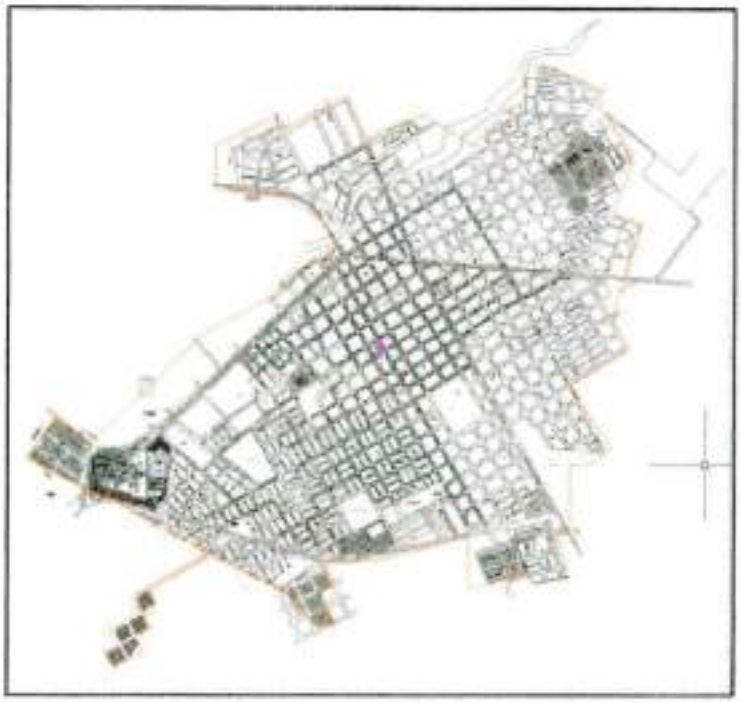


Ilustración 6. Plano Topográfico – Disposición Urbanística Municipio de Saravena

1.7. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Según datos del PBOT de Saravena, Hay explotación petrolera y un alto potencial hidrocarburífero en los Campos Catleya, San Miguel y Arauca. Igualmente hay alto potencial de producción y explotación de material de canteras para construcción y de arenas de material de arrastre. En la producción agropecuaria se tienen en promedio 2.500 hectáreas sembradas en Cacao; 2000 Hectáreas en plátano; aproximadamente unas 3000 Hectáreas de maíz, 3000 hectáreas de yuca, 123 Hectáreas con caña panelera y algunas hectáreas con hortalizas y frutales Hay 1.536 predios con pastos para unos 69.130 cabezas de ganado.

En el área urbana la unidad económica predominante es el comercio (64%), luego sigue servicios (26%), industria (7%) y otras actividades (3%).

1.7.1. Servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

La empresa ECAAAS ESP presta el servicio de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en el municipio de Saravena, y actualmente cuenta con aproximadamente 16.917 usuarios conectados.

1.7.2. Medios de Comunicación.

El municipio cuenta con empresas que prestan el servicio de telefonía móvil, Internet.

1.7.3. Energía Eléctrica.

Todos los sectores de la región cuentan con servicio de energía, el cual es prestado por la Empresa Energía de Arauca, ESP – ENELAR.

1.7.4. Gas Natural.

La empresa ECAAAS ESP presta el servicio de Gas Natural en el municipio de Saravena, y actualmente cuenta con 4.852 usuarios conectados.

1.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE SARAVENA.

El sistema de acueducto en el casco urbano del municipio de Saravena operado por ECAAAS-ESP, actualmente cuenta con 16.917 usuarios en promedio, equivalente a 67.668 habitantes. Este sistema está conformado por los siguientes componentes:

1.9. FUENTE

El sistema de acueducto cuenta con una sola fuente de abastecimiento de agua, de tipo superficial correspondiente al rio Satocá, localizado en la vereda Alto del Satocá. ECAAAS- ESP como administradora cuenta con una concesión de aguas superficiales que otorga un caudal de 150 l/s por un periodo de 5 años dado por Corporinoquía mediante resolución 700.41.17.0189 del 31 de agosto de 2017 anexa a este documento, el río Satocá es una cuenca mediana, ubicada en la vertiente oriental de la cordillera que lleva el mismo nombre, margen derecha del río Bojabá y dentro de la red de drenaje del río Arauca. La cuenca corresponde administrativamente al municipio de Saravena, departamento de Arauca. Nace en alto del Cocuy sobre los 1.250 m.s.n.m, considerada una de las zonas de mayor pluviosidad del piedemonte llanero y del territorio de Colombia La fuente tiene uso para abastecimiento humano y para la ganadería a pequeñas escalas, existen un pequeño asentamiento de indígenas Tunebos. La vegetación existente en la cuenca está compuesta por árboles y arbustos y predomina la actividad ganadera y La pendiente es suave. A continuación, se muestra una ilustración de dicha fuente.



Ilustración 7. Fuente de Abastecimiento rio Satoca.

Conforme con la fotointerpretación de la imagen aérea se determinó los límites de la microcuenca, ver Mapa 6, se estimó que esta posee un área de 7000 hectáreas hasta la ubicación de la bocatoma actual del acueducto del área urbana.

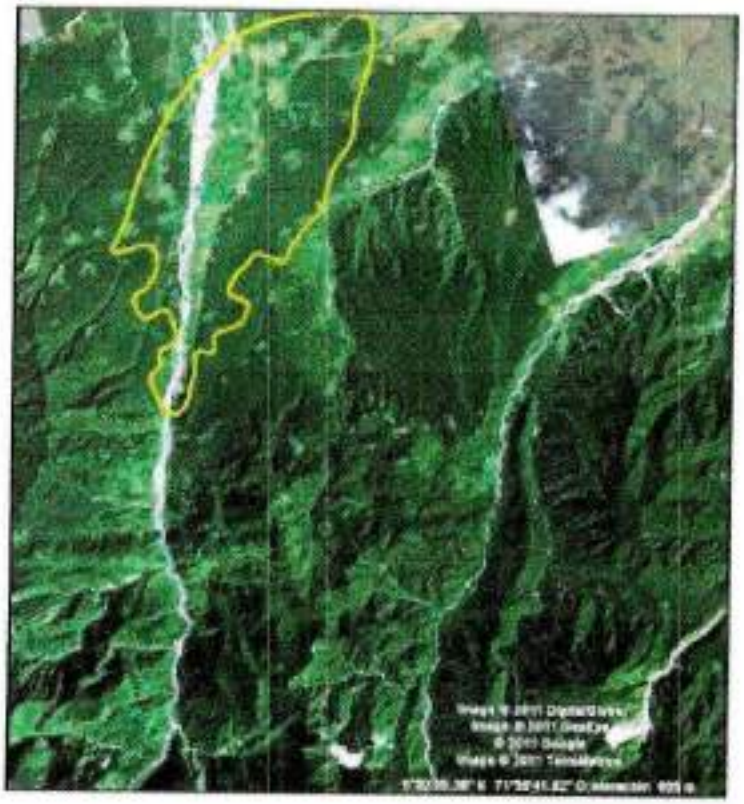


Ilustración 8. Panorámica aérea límite microcuenca río Satocá.

Es de gran interés realizar la fotointerpretación sobre el mapa 6, fotografía aérea realizada el 2 de noviembre del 2004 en la cual se observa que aproximadamente el 95% del área de la microcuenca del río Satocá se encuentra dentro de zona de cobertura típica de selva o bosque pluvial, la cual la debe situar dentro de todas aquellas áreas que deben ser protegidas por parte de la autoridad ambiental. La cuenca presentaba una cobertura vegetal muy homogénea, conformada fundamentalmente por árboles de porte alto y rastrojo alto, mientras que la maleza, pastos de pastoreo y cultivos representan apenas un 5% del total del área de drenaje.



Ilustración 9. Panorámica aérea, relieve microcuenca Río Satocá.

1.10. CAPTACIÓN

La captación superficial de tipo lateral se caracteriza por contar con dos estructuras claramente definidas. La primera estructura, construida en concreto ciclópeo, dirige el flujo del río mediante dos secciones con diseños geométricos distintos. Esta primera parte incluye un dique y un muro de contención que conforman un canal inicialmente alineado con la corriente del río, el cual luego gira 90° hacia la izquierda, formando una curva de radio considerable que culmina en un tanque ahogado o piscina. Este tanque sirve como punto de conducción del agua hasta la bocatoma lateral, donde se inicia el proceso de captación antes de que el agua continúe su curso aguas abajo. El sistema está equipado con tres módulos de rejilla, cada uno con dimensiones de 0.91 metros de largo por 0.70 metros de alto, construidos con varillas de 5/8 de pulgada y una distancia libre entre las mismas de 0.015 metros. Estos módulos están diseñados para captar un caudal de 150 litros por segundo, bajo una concesión de Corporinoquía, proveniente del río Satocá, aunque la capacidad nominal del sistema es de 250 litros por segundo. La estructura se localiza aproximadamente a 11 kilómetros del centro urbano de Saravena.



Ilustración 18. Sistema de captación.

1.11. ADUCCIÓN

La aducción consiste en dos líneas en paralelo de 12" en PVC RDE 41, las cuales conducen el agua desde la cámara de derivación sobre la cota 316.85 m.s.n.m hasta los dos trenes de des arenación sobre la cota 312.38 m.s.n.m, la longitud estimada es de 596 m, con una pendiente de 0.75%. y se hallan en buen estado de funcionamiento y cuya capacidad nominal es de 232 l/s, ésta fue construida en el año de 1998. La vida útil de esta componente se estima también en mínimo 20 años.

1.12. DESARENADOR

El sistema de des arenación, de tipo convencional y construido en concreto reforzado en 1998, está compuesto por dos estructuras paralelas de doble compartimento. Cada una tiene dimensiones de 9.065 metros de largo, 2.40 metros de ancho y una profundidad media de 3.38 metros. Estas estructuras reciben agua a través de dos tuberías de PVC de 12 pulgadas provenientes de la bocatoma, suministrando agua a cada tren del desarenador. Además, cuentan con un vertedero de excesos y un sistema de lavado que conducen el agua mediante una tubería de gres de 10 pulgadas al río Satocá, junto con un sistema de Bypass. Antes de ingresar al desarenador, el caudal de entrada se enfrenta a una pantalla deflectora.

El proceso de des arenación se lleva a cabo dentro del cuerpo del desarenador, donde cuatro canaletas laterales, adosadas a los muros longitudinales, recogen el agua desarenada y la dirigen hacia un canal de salida mediante un tubo de 8 pulgadas. Este canal, a su vez, lleva el agua hacia la estructura de salida a través de unos vertederos. Aunque el sistema está operativo, es importante mencionar que las válvulas de entrada, salida y lavado de 12 pulgadas no tienen cajillas.

La capacidad nominal del sistema es de aproximadamente 200 litros por segundo, y se estima que su vida útil supera los 20 años. El terreno donde están ubicados los desarenadores, propiedad de ECAAAS ESP, abarca una

superficie de 0.25 hectáreas y carece de viviendas y servicio eléctrico. Sin embargo, cuenta con un cerramiento seguro. En la entrada de cada uno de los dos trenes de desarenado, existen dos válvulas que canalizan el agua a través de un bypass, comunicándola con la conducción que se dirige a la Planta de Tratamiento de Agua Potable. Asimismo, es importante destacar que esta estructura se lava mensualmente para garantizar su eficacia operativa.

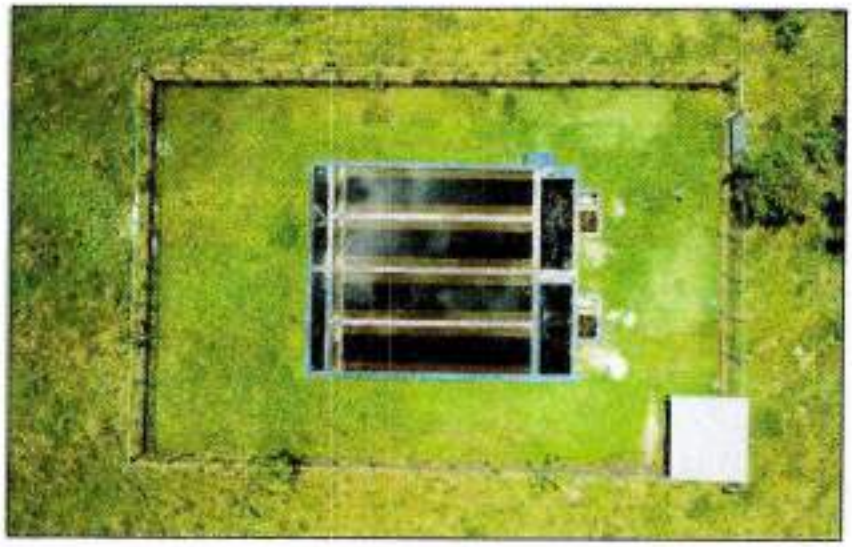


Ilustración 11. Estructura de Desarenador.

1.13. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Es del tipo convencional, con sus unidades respectivas de coagulación, floculación, sedimentación de alta tasa, y filtros auto lavables, construida en el año de 1998, conjuntamente con el resto de componentes, y se halla en buen estado de operación y funcionamiento. Su capacidad nominal de diseño es de 250 l/s dividida en dos módulos cada uno de 125 l/s la cual potabiliza el agua proveniente del rio Satocá, este componente cuenta con una caja de pitometría en donde se ubica un Macro medidor ultrasónico, una estructura de llegada, dos trenes de floculación – sedimentación en paralelo y 5 filtros en paralelo. La planta se encuentra ubicada en la verada alto de la pava por la vía terciaria en regulares condiciones que conduce a las veradas alto Satocá-la Pavita a 11.4 km del área urbana el municipio. El agua conducida por las dos tuberías de 12" provenientes de los desarenadores se une a través de una ye en HF la cual amplía su diámetro a una tubería en PVC de 16" metros arriba de la caja de pitometría. La planta está en un predio de propiedad de ECAAAS ESP con un área delimitada con un cerramiento en mampostería y malla de 7.245,29 metros cuadrados. El sistema de tratamiento cuenta con un Bypass sobre una de las dos tuberías que vienen de los desarenadores conectándose a la tubería de 12" a la salida de la planta, es utilizado en caso que la planta sufra un daño de importancia.



Ilustración 12. Planta de Tratamiento de Agua potable.

El agua una vez es tratada por la planta es conducida por dos tuberías de 12" en PVC RDE 41 en una distancia de 960 m hasta las rampas de acceso a los tanques de almacenamiento, allí se cuenta con un sistema de bypass por cada una de las dos tuberías de acceso la cual conectan metros adelante de la salida de los tanques, la cota de salida a la altura de la válvula de 16" aguas abajo de la planta es la 300.76 m.s.n.m., y de llegada a la rampa 289.69 m.s.n.m. Los cálculos hidráulicos arrojan un caudal real aproximado de 126 litros por segundo para cada una de las tuberías, para un total de 252 litros por segundo. Los muros y fondo se encuentran en buen estado pues la inspección no indica fugas o filtraciones importantes.

1.14. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

El sistema contempla dos tanques semienterrados en concreto reforzado, con una capacidad de 1,800 m3 y 3000 m³. Actualmente se estima una duración de 8.5 horas de distribución en caso de suspensión del servicio por diferentes causas. Los tanques tienen aproximadamente 24 y 4 años de operación, los cuales se encuentran en buen estado y se calcula una vida útil de más de 25 años.



Ilustración 13. Tanques de Almacenamiento.

El agua ingresa a las estructuras a través de una rampa en concreto que contiene las dos tuberías de 12" que provienen de la planta de tratamiento, antes de iniciar la rampa se tiene un sistema de dos válvulas por tubería las cuales direccionan el flujo de agua al tanque o al Bypass de este, a la salida el tanque posee una caja en donde se ubican las otras válvulas de direccionamiento del agua, al igual que un punto de muestreo del agua por cada tubería.



Ilustración 14. Sistema de válvulas de entra y salida.

1.15. CONDUCCIÓN

La conducción entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución está compuesta por dos líneas:

a) La primera es una línea de 12 pulgadas con 4,7 kilómetros en PVC y 1,6 km en asbesto cemento, de este punto en adelante la línea de 12 pulgadas se bifurca en dos líneas de 8" PVC que con una longitud de 1.4 kilómetros llegan al casco urbano para el inicio de la distribución de agua.

b) La segunda línea de conducción está conformada por tubería de PVC de 10 pulgadas en una longitud de 7,8 kilómetros.

1.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución del acueducto de Saravena está conformada por una variedad de tuberías de distintos materiales y diámetros, totalizando 133 kilómetros de extensión con diámetros que van desde 0.5 hasta 12 pulgadas. Además de las tuberías de distribución propiamente dichas, se incluye en este inventario la línea de conducción. Esta inclusión se justifica por su relación con la red de suministro, ya que no existe un punto claramente identificable que marque el límite entre la línea de conducción y la red de distribución.

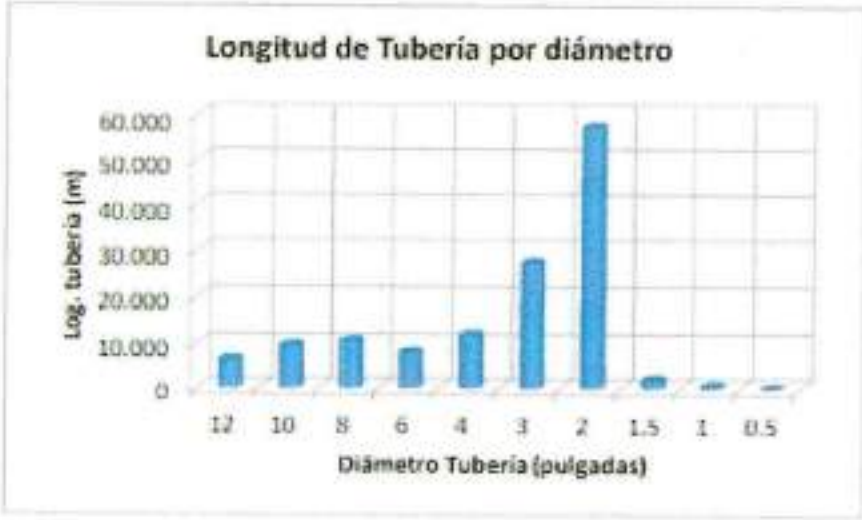


Ilustración 15. Redes de Distribución.

2. CONDICIONES RED DE ACUEDUCTO

Para el sistema de acueducto, se realizó una revisión preliminar de las condiciones de la infraestructura existente en el área de influencia del proyecto, identificándose la presencia de redes urbanas cercanas que, de acuerdo con tipologías constructivas del sistema del municipio de Saravena, corresponden a conducciones en PVC de diámetros aproximados de 6" RDE 21. Con base en información de referencia y condiciones típicas de operación del sistema de acueducto urbano, se estima que dichas redes operan en rangos de presión entre 15 y 27 PSI, lo cual sugiere una capacidad hidráulica potencial para atender nuevas demandas; no obstante, a la fecha de elaboración del presente documento no se cuenta con información oficial certificada por la empresa prestadora del servicio.

De manera referencial, se ha identificado un posible punto de conexión en las coordenadas aproximadas Latitud: 6°57'44.75"N y Longitud: 71°52'49.07"O, el cual deberá ser verificado en campo y validado técnicamente por la empresa prestadora del servicio previo a la ejecución del proyecto. En este sentido, las condiciones hidráulicas específicas del sistema, incluyendo presión de servicio, caudal disponible, diámetro efectivo de la red y cotas de operación, deberán ser confirmadas mediante levantamiento técnico y certificación oficial por parte de la Empresa Comunitaria de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Saravena – ECAAAS E.S.P., conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Por lo anterior, la información aquí presentada se considera de carácter preliminar y no compromete el diseño definitivo de la conexión, el cual estará sujeto a la validación técnica y aprobación por parte de la empresa prestadora del servicio.

3. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA" tiene como finalidad mejorar el comportamiento hidráulico del sistema de distribución de agua potable existente, mediante la intervención de la infraestructura instalada en sectores del área urbana que presentan limitaciones en términos de presión, continuidad y capacidad de conducción.

La intervención se desarrolla específicamente en el sector del barrio Cofavi, donde el análisis técnico ha evidenciado restricciones hidráulicas asociadas a la configuración actual de la red, las cuales afectan la eficiencia del sistema y la calidad en la prestación del servicio. En este sentido, el proyecto se orienta a la optimización de la red existente, y no a la expansión del sistema hacia nuevas áreas de cobertura.

Las obras contempladas incluyen la instalación de una red principal de distribución en tubería de mayor diámetro, complementada con ramales secundarios que permiten mejorar la distribución del caudal dentro del sector, así como la incorporación de elementos de control hidráulico que faciliten la operación del sistema, tales como válvulas de seccionamiento y accesorios de conexión.

El trazado de la red proyectada se desarrolla principalmente dentro de corredores viales existentes del área urbana, lo cual permite la ejecución de las obras mediante excavación en zanja bajo metodologías convencionales, garantizando condiciones adecuadas de accesibilidad para la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto busca mejorar la capacidad de conducción del sistema, reducir pérdidas de carga y optimizar las condiciones de presión en la red de distribución, contribuyendo a una prestación más eficiente, continua y confiable del servicio de abastecimiento de agua potable para la población del sector intervenido.

De esta manera, la intervención propuesta se enmarca como una acción de fortalecimiento de la infraestructura existente del sistema de acueducto municipal, alineada con los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y con las condiciones actuales de operación del sistema.

Imagen 1. Localización específica del proyecto de inversión



Ilustración 18. Localización específica del proyecto de inversión.

Fuente: Google Earth Pro, 2026 – Adaptado por el autor

4. GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES (LEY 1523 DE 2012)

El sector de Gestión del Riesgo de Desastres contempla los programas, subprogramas y proyectos orientados a generar conocimiento, realizar análisis y evaluación de amenazas, reducir la vulnerabilidad y el riesgo, incrementar las medidas para la reducción y mitigación del riesgo, fortalecer institucionalmente el sistema departamental de Gestión del Riesgo de desastres (SDGRD) para la respuesta oportuna ante situaciones de amenaza, emergencia y desastre en el departamento. El sistema es creado y reglamentado mediante Ley 46 de 1988, Decreto No. 919 de 1989 y Decreto No. 93 de 1998.

Mediante Ley 1523 de 2012 se implementa la nueva Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, de la cual el Departamento de Arauca creó y conformó el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de desastres mediante decreto Departamental N°405 de 2012, de igual manera se creó el Fondo departamental de Gestión del Riesgo mediante ordenanza No. 07E de 2012, de acuerdo con el artículo 54 de la Ley 1523, a fin de financiar todas las acciones relacionadas con el conocimiento y reducción del Riesgo, así como también del Manejo de Desastres.

Como herramienta fundamental de planificación en el sector, el departamento cuenta con el Plan Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres adoptado mediante decreto N°199 de 2018, en el cual también se ha formulado la Estrategia Departamental de Respuesta a Emergencias como instrumentos para definir el rumbo de navegación en la minimización de las afectaciones y los índices de vulnerabilidad de nuestra población y articular los protocolos de actuación interinstitucional para la atención de situaciones de emergencia y desastre.

4.1. DEFINICIONES

- **Adaptación:** Comprende el ajuste de los sistemas naturales o humanos a los estímulos climáticos actuales o esperados o a sus efectos, con el fin de moderar perjuicios o explotar oportunidades beneficiosas, En el caso de los eventos hidrometeorológicos la Adaptación al Cambio Climático corresponde a la gestión del riesgo de desastres en la medida en que está encaminada a la reducción de la vulnerabilidad o al mejoramiento de la resiliencia en respuesta a los cambios observados o esperados del clima y su variabilidad.

- **Alerta:** Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos.

- **Amenaza:** Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

- **Análisis y evaluación del riesgo:** Implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Es el modelo mediante el cual se relaciona la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos sociales, económicos y ambientales y sus probabilidades. Se estima el valor de los daños y las pérdidas potenciales, y se compara con criterios de seguridad establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención y alcance de la reducción del riesgo y preparación para la respuesta y recuperación.

- **Calamidad pública:** Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la población, en el respectivo territorio, que exige al municipio, distrito o departamento ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

- **Cambio climático:** Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber

a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.

- **Conocimiento del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre.

- **Desastre:** Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción.

- **Emergencia:** Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.

- **Exposición (elementos expuestos):** Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza.

- **Gestión del riesgo:** Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

- **Intervención:** Corresponde al tratamiento del riesgo mediante la modificación intencional de las características de un fenómeno con el fin de reducir la amenaza que representa o de modificar las características intrínsecas de un elemento expuesto con el fin de reducir su vulnerabilidad.

- **Intervención correctiva:** Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

- **Intervención prospectiva:** Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro. La intervención prospectiva se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de prefactibilidad y diseño adecuados, el control y seguimiento y en general todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento seguro de la infraestructura, los bienes y la población.

- **Manejo de desastres:** Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación post desastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entiéndase: rehabilitación y recuperación.

- **Mitigación del riesgo:** Medidas de intervención prescriptiva o correctiva dirigidas a reducir o disminuir los daños y pérdidas que se puedan presentar a través de reglamentos de seguridad y proyectos de inversión pública o privada cuyo objetivo es reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad existente.

- **Preparación:** Es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros.

- **Prevención de riesgo:** Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible.

- **Protección financiera:** Mecanismos o instrumentos financieros de retención intencional o transferencia del riesgo que se establecen en forma ex ante con el fin de acceder de manera ex post a recursos económicos oportunos para la atención de emergencias y la recuperación.

- **Recuperación:** Son las acciones para evitar la reproducción de las condiciones de riesgo preexistentes en el área o sector afectado.

- **Reducción del riesgo:** Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevo riesgo en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera.

- **Reglamentación prescriptiva:** Disposiciones cuyo objetivo es determinar en forma explícita exigencias mínimas de seguridad en elementos que están o van a estar expuestos en áreas propensas a eventos peligrosos con el fin de preestablecer el nivel de riesgo aceptable en dichas áreas.

- **Reglamentación restrictiva:** Disposiciones cuyo objetivo es evitar la configuración de nuevo riesgo mediante la prohibición taxativa de la ocupación permanente de áreas expuestas y propensas a eventos peligrosos. Es fundamental para la planificación ambiental y territorial sostenible.

- **Respuesta:** Ejecución de las actividades necesarias para la atención de la emergencia como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación.

- **Riesgo de desastres:** Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad.

- **Seguridad territorial:** La seguridad territorial se refiere a la sostenibilidad de las relaciones entre la dinámica de la naturaleza y la dinámica de las comunidades en un territorio en particular. Este concepto incluye las nociones de seguridad alimentaria, seguridad jurídica o institucional, seguridad económica, seguridad ecológica y seguridad social.

- **Vulnerabilidad:** Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos.

4.2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

Los principios generales que orientan la gestión del riesgo son:

- Principio de igualdad
- Principio de protección
- Principio de solidaridad social
- Principio de autoconservación
- Principio participativo
- Principio de diversidad cultural
- Principio del interés público o social
- Principio de precaución
- Principio de sostenibilidad ambiental
- Principio de gradualidad
- Principio sistémico
- Principio de coordinación
- Principio de concurrencia
- Principio de subsidiariedad
- Principio de oportuna información

El Ministerio de transporte cita la ley 1523 de 2012 en su artículo 38, sobre el cual se sustenta la obligatoriedad de incorporar un análisis de riesgo dentro de todos los proyectos de inversión, el artículo indica que dicho análisis se debe abordar desde las primeras etapas de la formulación y debe abarcar todos los aspectos asociados al ciclo de vida del proyecto, es decir, el análisis de riesgos no solo debe contemplar los riesgos generados por la construcción de la obra sino por la puesta en servicio y vida útil de la misma.

Complementado esta información, la autoridad ambiental indica además que el nivel de detalle del análisis de riesgo es proporcional al nivel de complejidad del mismo y por tanto debe ser realizado por un profesional idóneo afín a la naturaleza del proyecto.

Respecto nivel de detalle de estos contenidos, la entidad aclara que "en Colombia no existen herramientas, lineamientos o reglamentos que definan los contenidos mínimos de un análisis de riesgo, siendo un ejercicio que está en construcción, en este sentido, las especificaciones deberían ser definidas por la Unidad Nacional Para La Gestión del Riesgo UNGRD, toda vez que es el ente rector del país frente a la temática".

Así las cosas, el Ministerio en su concepto brindó algunas orientaciones sobre los contenidos específicos de un análisis de riesgos.

- Los riesgos se asocian a la potencial ocurrencia de eventos físicos peligrosos de origen natural, socio natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, según lo estipulado en la ley 1523 de 2012.

- Previo al análisis se debe definir un área de influencia específica del proyecto.

- Probabilidad de ocurrencia de eventos naturales sobre la infraestructura.

- Probabilidad de ocurrencia de daños al entorno asociados a la actividad de implantación del proyecto.

- Probabilidad de ocurrencia de daños al entorno asociados a la operación del proyecto.

- Estos riesgos deben contrastarse bajo un Análisis de vulnerabilidad e impactos (sociales, económicos y ambientales) sobre la población y su patrimonio en la zona de influencia.

- Diseño e implementación de medidas de reducción.

- Diseño e implementación de medidas de manejo de desastres según los planes de emergencia y contingencia.

4.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS POSIBLES DE RIESGO

Para el proyecto en estudio se consideran los escenarios de riesgo y amenaza relacionada con los regímenes de lluvia, puesto que las obras a realizar contemplan actividades de obra que podrían verse afectadas por fuertes lluvias y por posible aumento de los niveles del rio Satoca que afecte el flujo de agua que va a ser conducida por la red a optimizar en el sector.

En tal caso se realiza un análisis de la hidrografía del municipio de Saravena, igualmente el clima y las lluvias, así como aspectos propios de la composición de los suelos del municipio de Saravena.

4.3.1. HIDROGRAFÍA:

El municipio de Saravena cuenta con el siguiente cuerpo hídrico el cual se divide en cuencas y subcuencas de tipo lóticas tal y como se puede apreciar en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1 Cuerpo hídrico del municipio de Saravena. Fuente: PBOT municipio de Saravena 2008-2011

CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA
Río Arauca	Río Bojabá	Q. Cucurcana
		Q. Agua Blanca
	Río Banadía	Caño Seco
		Q. Citacá
		Río Calafitas
		Río Satocá
		Río Madre Vieja
	Caño Amarillo	Caño Boga
		Caño Cascarrón
	Caño Jujú	Caño La Colorada
		Caño Salibón-La Salve

FUENTE: PBOT municipio de Saravena 2008-2011

4.3.2. CLIMATOLOGÍA MUNICIPIO DE SARAVENA.

En el municipio de Saravena se presentan valores promedio mensuales, integrando la temperatura máxima media diaria, la temperatura mínima media diaria, el número relativo de días calurosos y noches frías (líneas discontinuas), junto con los acumulados mensuales de precipitación representados en barras.

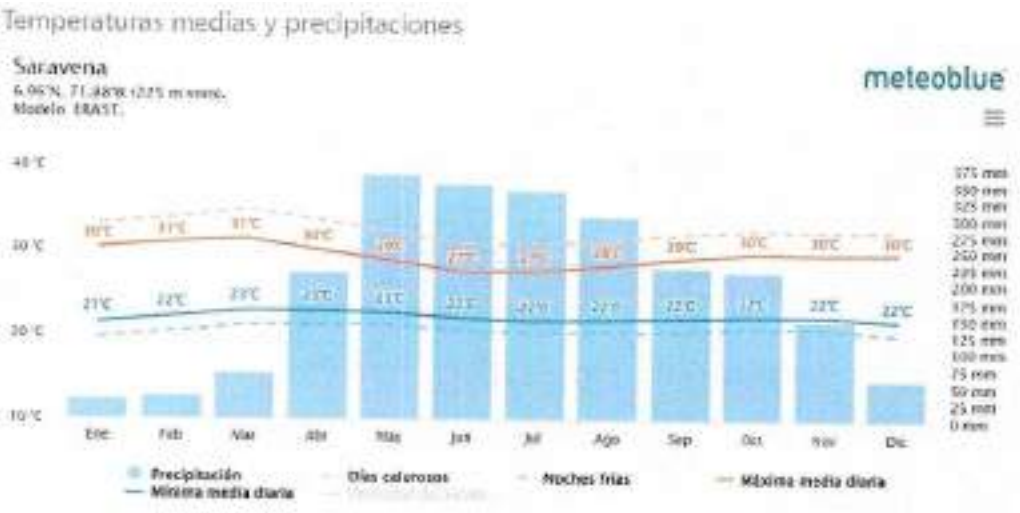


Ilustración 20. Temperaturas medias y precipitaciones Saravena.

Fuente: Pagina Meteoblue.

El régimen térmico muestra escasa variabilidad anual, característico de un clima tropical de baja altitud. Las temperaturas máximas medias mensuales oscilan entre 27 °C y 31 °C. Los valores más altos se registran entre febrero y marzo, con aproximadamente 31 °C, mientras que el descenso más marcado ocurre en junio y julio, cuando las máximas medias se sitúan alrededor de 27 °C. A partir de agosto se observa una recuperación gradual hasta alcanzar nuevamente valores cercanos a 30 °C hacia el último trimestre del año 2025.

En cuanto al régimen pluviométrico, se evidencia una marcada estacionalidad. Los menores acumulados se presentan entre diciembre y febrero, con valores aproximados inferiores a 60 mm mensuales. A partir de abril se inicia un incremento significativo de la precipitación, alcanzando máximos entre mayo y julio, con acumulados que superan los 300 mm mensuales y un pico cercano a 350–375 mm en mayo de 2025.

La combinación de temperaturas altas y relativamente constantes con un régimen de precipitación estacional pronunciado permite caracterizar el clima local como cálido húmedo, con fuerte influencia de la dinámica de la Zona de Convergencia Intertropical y procesos convectivos asociados. La distribución mensual de lluvias y la baja amplitud térmica anual son consistentes con condiciones típicas de la región de la Orinoquia colombiana.

Cielo nublado, sol y días de precipitación

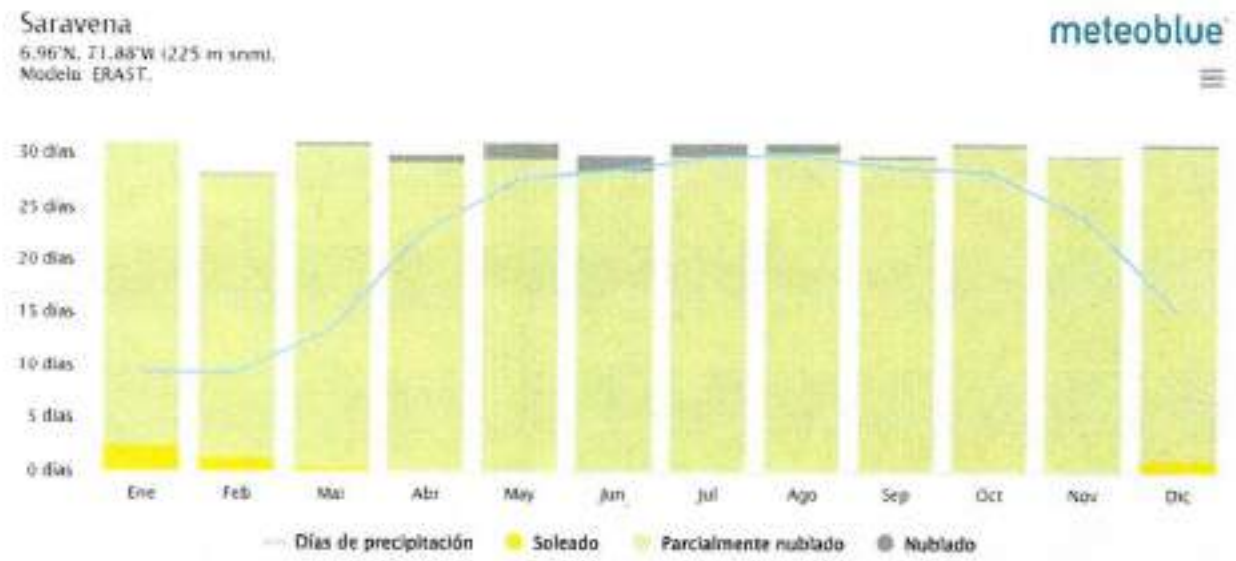


Ilustración 21. Gráfico de días de precipitación, cielo nublado y sol en el municipio de Saravena.

Fuente: Pagina Meteoblue.

La clasificación de la cobertura nubosa considera días soleados cuando la nubosidad es inferior al 20 %, parcialmente nublados entre 20 % y 80 %, y nublados cuando supera el 80 %. La línea superpuesta representa el número promedio mensual de días con precipitación.

Este comportamiento confirma un régimen climático tropical húmedo con una temporada lluviosa principal a mitad de año y un periodo seco relativo al inicio y final del calendario. La alta frecuencia de días con precipitación durante varios meses consecutivos sugiere predominio de procesos convectivos recurrentes y elevada disponibilidad de humedad atmosférica. Dado que en climas tropicales los modelos pueden sobreestimar el número de días con lluvia, estos valores deben interpretarse como una aproximación climatológica, aunque mantienen coherencia con el patrón pluviométrico regional.

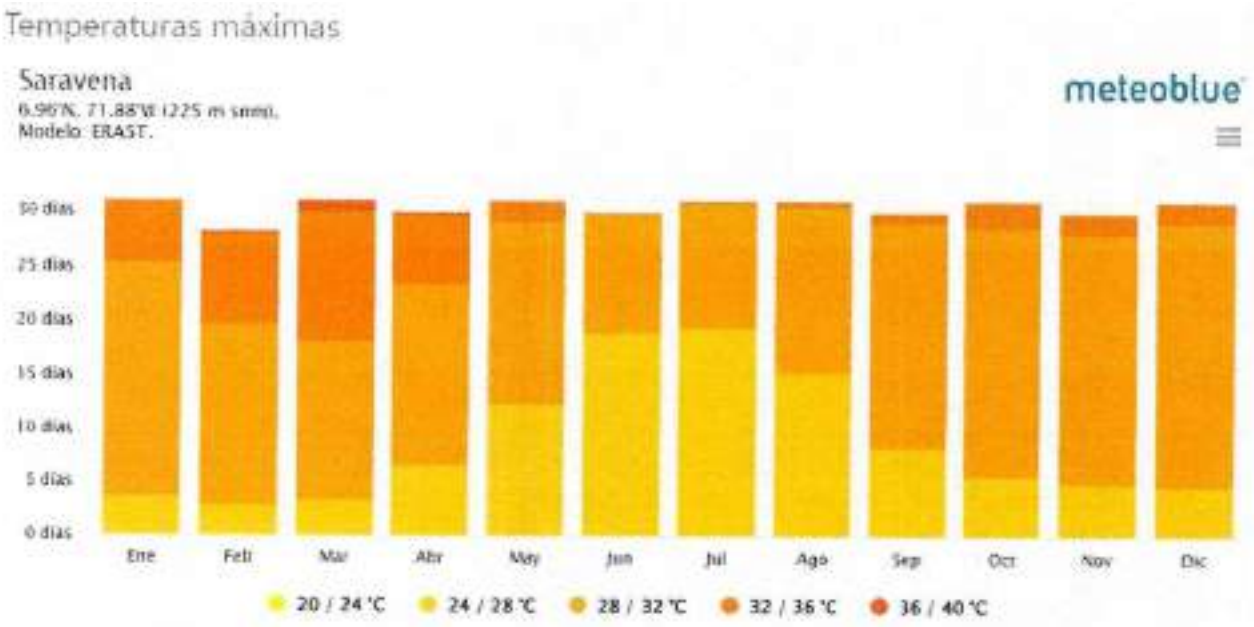


Ilustración 22. Temperaturas máximas en el municipio de Saravena, Arauca.

Fuente: Pagina Meteoblue.

En el Municipio de Saravena a lo largo del año predominan ampliamente las máximas diarias entre 28 °C y 32 °C, concentrando en la mayoría de los meses entre 15 y 25 días dentro de este intervalo. Este rango constituye la condición térmica más frecuente del municipio y refleja un comportamiento térmico estable y persistentemente cálido. En tal caso se observa que la temperatura con mayor frecuencia esta entre los valores superiores a 32 °C durante el periodo seco y una reducción relativa durante la temporada lluviosa debido al efecto atenuador de la nubosidad. Los extremos superiores a 36 °C son poco frecuentes.

4.4. ANÁLISIS REGIONAL DE LLUVIAS:

La información histórica de las precipitaciones se obtuvo a partir de los registros IDEAM actualizados para las estaciones con influencia sobre las cuencas aferentes a la vía.

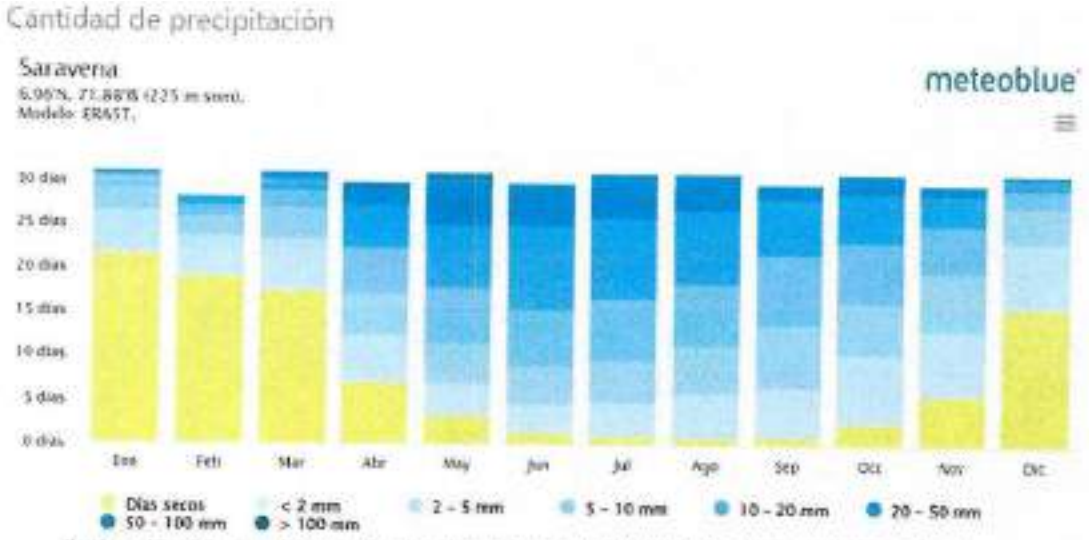


Ilustración 23. Cantidad de precipitación en el Municipio de Saravena, anual.

Fuente: Pagina Meteoblue.

En el Municipio de Saravena la distribución de la precipitación por intensidad diaria muestra que durante el periodo seco predominan los días sin lluvia o con acumulados bajos (<5 mm), mientras que en la temporada lluviosa aumentan significativamente los días con acumulados entre 10 y 20 mm y se presentan eventos moderados a fuertes (20–50 mm) de forma recurrente. En conjunto, los resultados describen un clima cálido húmedo tropical, con estabilidad térmica anual y marcada estacionalidad pluviométrica asociada a la dinámica atmosférica ecuatorial y a la ubicación geográfica de Saravena en la Orinoquía colombiana.

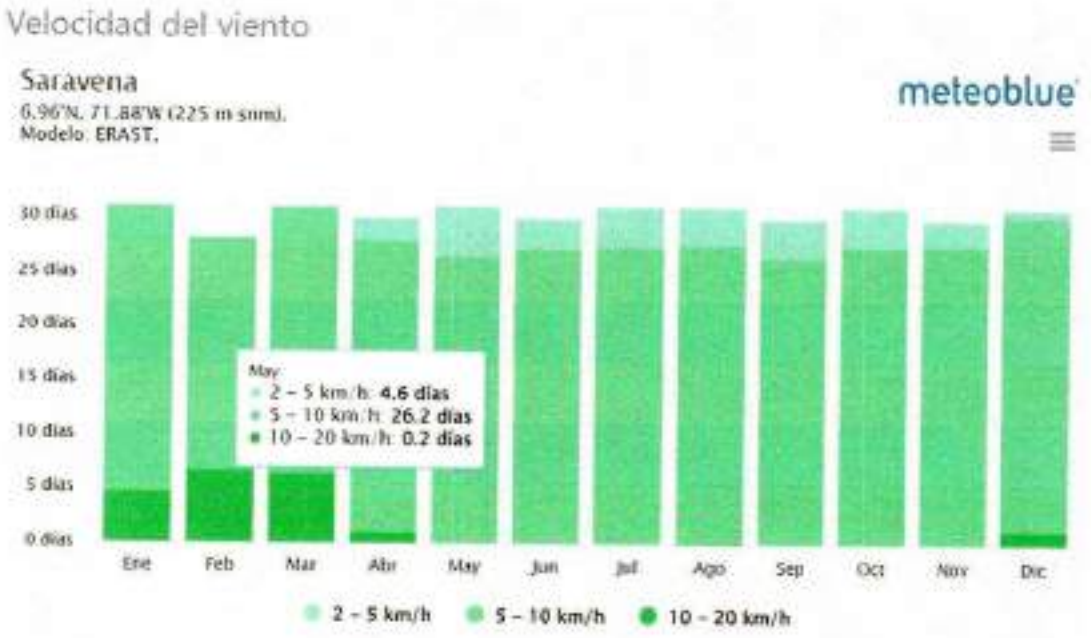


Ilustración 24. Velocidad del viento, municipio de Saravena.

Fuente: Pagina Meteoblue.

La velocidad del viento para el Municipio de Saravena, indica que, durante todos los meses del año, predominan vientos de baja a moderada intensidad. La mayoría de los días por mes se sitúan en el rango de 5 a 10 km/h, seguidos por el rango de 2 a 5 km/h, mientras que las velocidades entre 10 y 20 km/h se presentan de manera esporádica y con muy baja frecuencia.

4.5. GEOMORFOLOGÍA

Se observa un proceso compresivo impulsado por la dinámica de la tierra. La expresión morfológica de este proceso se caracteriza por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades geológicas. Como resultado de esta compresión, en la zona se identificaron las siguientes unidades:

- **Estructural plegado (sp)**
  La zona centro-occidental muestra rocas sedimentarias plegadas de las formaciones Diablo, Caja y La Corneta. La alineación de estas unidades corresponde con la estratificación que es el resultado de los esfuerzos que han actuado en esta región.

- **Estructural plegado denudado (Spd)**
  Relieve de montañas de contraste extremadamente alto, laderas abruptas e inclinadas muy largas y extremadamente largas. Se observa un drenaje dendrítico, pero con tramos alineados debido a los controles estructurales, la densidad de la red de drenaje es moderada y los cauces principales corren por valles en V.

4.6. GEOLOGIA LOCAL

La caracterización geológica local se lleva a cabo mediante la adaptación del mapa de suelos del Municipio de Saravena. Se hace especial énfasis en la región que comprende la zona del proyecto entre la zona de expansión urbana del Municipio de Saravena, proporcionando una representación más precisa y definida de las unidades geológicas que afloran en la zona de estudio.

Este proceso permite establecer la estratigrafía local del sector, involucrando las subclases de suelos, los cuales se muestran a continuación:

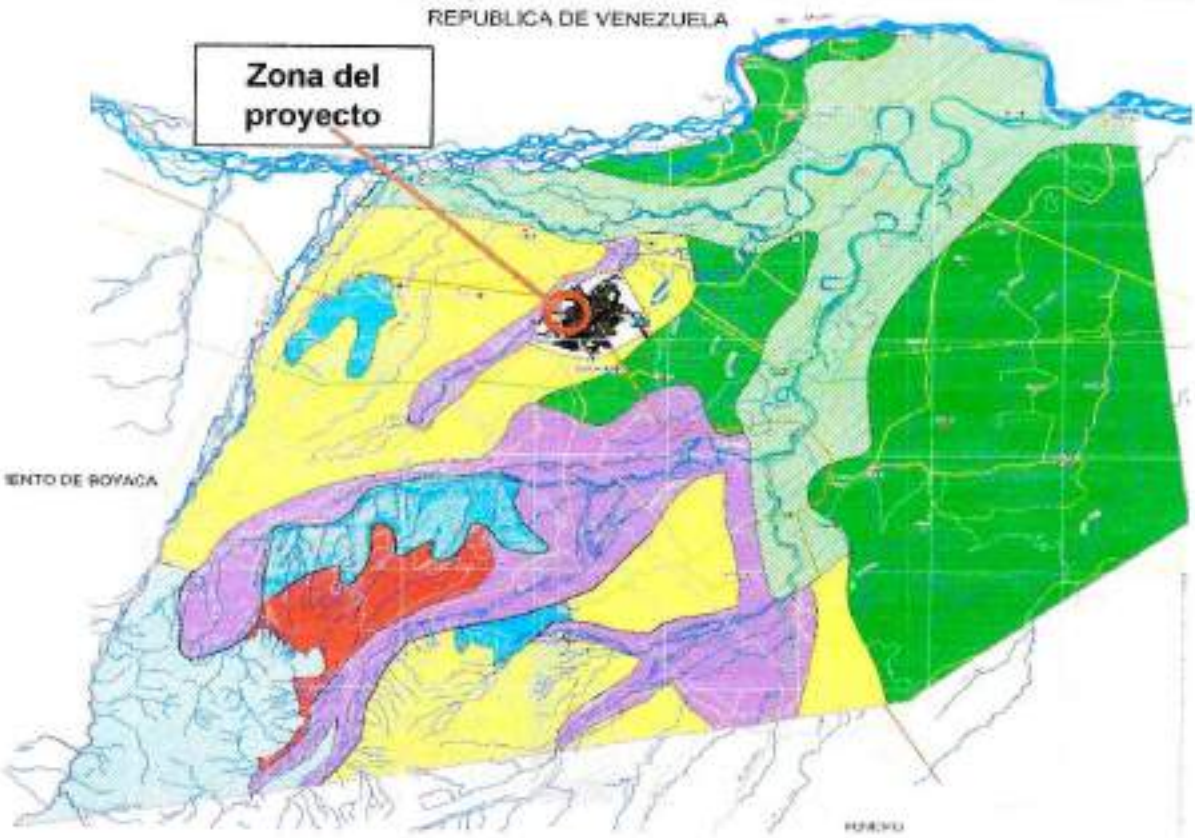


Ilustración 25. Mapa de Suelos del Municipio de Saravena.

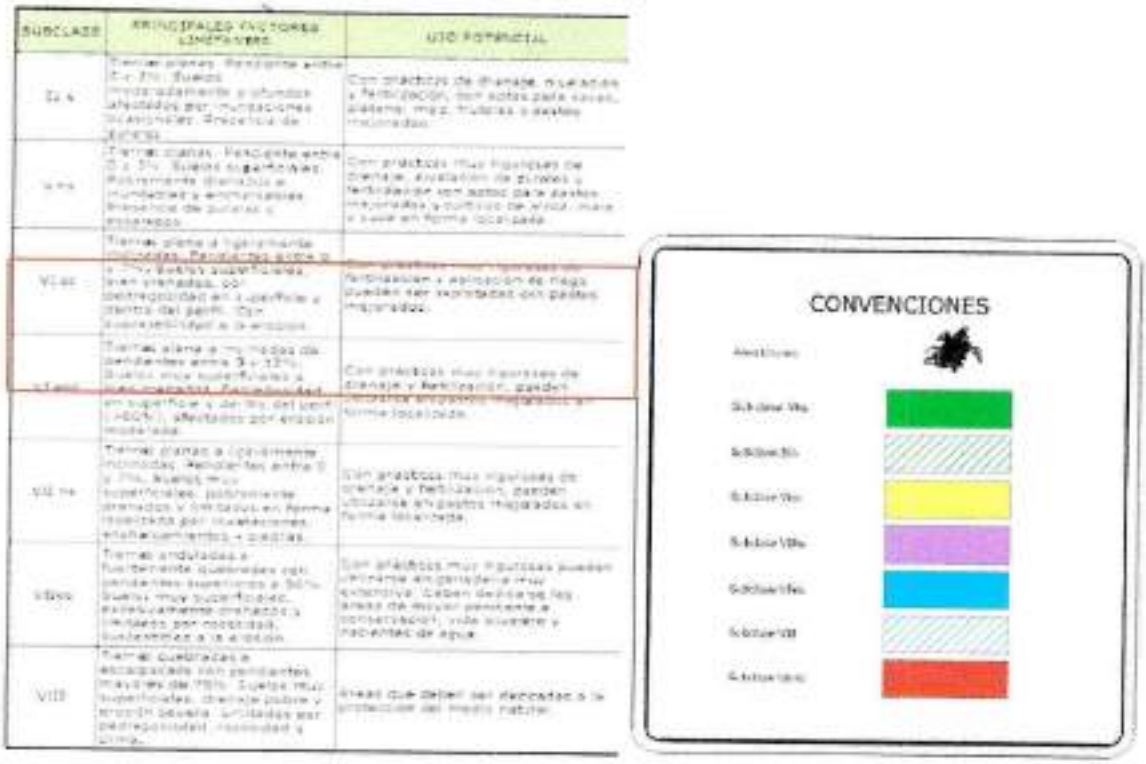


Ilustración 26. Subclases de suelos del Municipio de Saravena.

La clasificación de suelos por subclases permite identificar las limitaciones físicas del terreno que pueden afectar la estabilidad de las excavaciones, la instalación de tuberías y la durabilidad de la infraestructura. Cada subclase refleja condiciones particulares de pendiente, profundidad del suelo, drenaje, erosión y presencia de materiales rocosos, factores que influyen directamente en los riesgos constructivos y operativos del sistema.

La **subclase IVs** corresponde a tierras planas con pendientes entre 0 y 3 %, compuestas por suelos moderadamente profundos que presentan afectaciones por inundaciones ocasionales y presencia de zurrales. Estas condiciones indican que el terreno puede experimentar saturación periódica, lo cual representa un riesgo para la estabilidad de las zanjas durante la instalación de tuberías y puede generar asentamientos en los rellenos. En el contexto del proyecto de acueducto, estas áreas requieren medidas de manejo como drenaje adecuado, nivelación del terreno y compactación controlada para evitar deformaciones o daños en las redes.

La **subclase Vhs** se caracteriza por tierras planas con pendientes entre 0 y 3 %, con suelos superficiales y pobremente drenados. Estas zonas presentan condiciones de inundación y encharcamiento, además de la presencia de zurrales y escarpes. Desde el punto de vista del proyecto, estas características representan una mayor vulnerabilidad debido a la baja capacidad portante del suelo y a la alta humedad, lo que puede provocar inestabilidad en las excavaciones y posibles desplazamientos o flotación de las tuberías. Por esta razón, en estas áreas se deben considerar soluciones

técnicas como el uso de materiales granulares en la cama de las tuberías, drenajes subterráneos y control de aguas superficiales.

La **subclase VIsc** presente en el área del proyecto, corresponde a tierras planas a ligeramente inclinadas, con pendientes entre 0 y 7 %. Los suelos son superficiales, bien drenados y presentan pedregosidad tanto en la superficie como en el perfil, además de susceptibilidad a la erosión. Estas condiciones pueden dificultar las labores de excavación debido a la presencia de fragmentos rocosos, lo que puede aumentar los tiempos y costos de construcción. Asimismo, la susceptibilidad a la erosión implica que, durante temporadas de lluvias, las zanjas o taludes podrían verse afectados si no se implementan medidas de protección y estabilización.

La **subclase VIesc** incluye tierras planas a inclinadas con pendientes entre 3 y 12 %, caracterizadas por suelos muy superficiales y bien drenados, con alta pedregosidad tanto en la superficie como dentro del perfil, superior al 60 %, además de presentar erosión moderada. Estas condiciones implican limitaciones importantes para la instalación de redes enterradas, ya que el reducido espesor del suelo y la presencia de material rocoso pueden dificultar las excavaciones y requerir maquinaria especializada. También existe un riesgo moderado de inestabilidad en taludes y procesos erosivos que podrían afectar la integridad de las redes si no se adoptan medidas de control.

La **subclase VIIhs** corresponde a tierras planas a ligeramente inclinadas, con pendientes entre 0 y 7 %, donde predominan suelos muy superficiales, pobremente drenados en forma localizada y con limitaciones asociadas a inundaciones, encharcamientos y presencia de piedras o cantos. Estas condiciones generan un escenario de alta vulnerabilidad para proyectos de infraestructura lineal, ya que la combinación de saturación del suelo y escasa profundidad puede provocar asentamientos diferenciales, pérdida de estabilidad en las excavaciones y afectaciones estructurales en las tuberías instaladas. Por lo tanto, en estas zonas se deben implementar soluciones constructivas que mejoren el drenaje y la estabilidad del terreno.

La **subclase VIIes** corresponde a tierras onduladas o fuertemente quebradas, con pendientes superiores al 50 %, donde los suelos son muy superficiales, excesivamente drenados y limitados por rocosidad y susceptibilidad a la erosión. En el contexto del proyecto, estas áreas representan un alto nivel de riesgo debido a la inestabilidad del terreno y a la posibilidad de procesos erosivos o movimientos de masa que podrían afectar las redes instaladas. En este tipo de terrenos, la construcción de infraestructura requiere medidas de estabilización de taludes, control de erosión y, en algunos casos, la evaluación de trazados alternativos para reducir los riesgos.

Finalmente, la **subclase VIII** corresponde a tierras quebradas a escarpadas con pendientes mayores al 75 %, donde predominan suelos muy superficiales, de drenaje pobre y con erosión severa, además de limitaciones por pedregosidad, rocosidad y condiciones climáticas. Estas áreas presentan condiciones extremadamente restrictivas para el desarrollo de infraestructura y generalmente se destinan a la protección del medio natural. Para el proyecto de acueducto, estas zonas representan un nivel de riesgo muy alto, por lo que la instalación de redes debe evitarse en la medida de lo posible o requerir soluciones de ingeniería especiales que minimicen el impacto ambiental y garanticen la estabilidad de las estructuras.

10.0 ANÁLISIS DE AMENAZAS DE AMENAZAS Y RIESGOS

En cumplimiento del mandato legal establecido en el artículo 38 de la ley 1523 de 2012, que hace referencia a la incorporación de un análisis de riesgo de desastres en los proyectos de inversión pública, se procede a elaborar el respectivo análisis teniendo en cuenta la complejidad y naturaleza del presente proyecto. Para delimitar el alcance del análisis se considera oportuno citar el contenido del mencionado artículo, el cual predica:

Artículo 38. Incorporación de la Gestión del Riesgo en la inversión pública. Todos los proyectos de inversión pública que tengan incidencia en el territorio, bien sea a nivel nacional, departamental, distrital o municipal, deben incorporar apropiadamente un análisis de riesgo de desastres cuyo nivel de detalle estará definido en función de la complejidad y naturaleza del proyecto en cuestión. Este análisis deberá ser considerado desde las etapas primeras de formulación, a efectos de prevenir la generación de futuras condiciones de riesgo asociadas con la instalación y operación de proyectos de inversión pública en el territorio nacional.

Parágrafo. Todas las entidades públicas y privadas que financien estudios para la formulación y elaboración de planes, programas y proyectos de desarrollo regional y urbano, incluirán en los contratos respectivos la obligación de incorporar el componente de reducción del riesgo y deberá consultar los lineamientos del Plan aprobado de Gestión del Riesgo del Municipio o el Departamento en el cual se va ejecutar la inversión.

Con este Marco normativo se procede a contextualizar de lo que la administración pública a definido como riesgo. Pues bien, se define el riesgo como aquel o aquellos eventos inciertos que pueden llegar a suceder en el futuro, dentro del horizonte de ejecución del proyecto, y en este caso representaran efectos de diferente magnitud en uno o más de los objetivos. Al igual que en el análisis del problema central o necesidad social identificada inicialmente, el análisis de riesgos involucra una revisión de las causas que generan su presencia, así como de las implicaciones o impactos que acarrearían el hecho de llegar a concretarse cada uno de estos en algún momento del tiempo, para el cumplimiento del objetivo general.

Habiendo definido el concepto básico de lo que significa un riesgo, se aborda a continuación el tema del análisis de riesgo. Sobre el particular el Departamento Nacional de Planeación ha expresado: "El estudio de riesgo tiene como objeto identificar y analizar los riesgos que puedan afectar el diseño y el desarrollo de un proyecto de inversión y/o los riesgos que este pueda generar en su entorno. Lo anterior como base para formular las medidas de prevención y mitigación conducentes a reducir la vulnerabilidad del proyecto y/o las consecuencias de los riesgos que este pueda generar desde el punto de vista ambiental, económico, social y cultural.

De esta manera el análisis de riesgo es una herramienta útil para la toma de decisiones y un insumo importante en la etapa de pre inversión y planeación de los proyectos. Para este análisis se deben conformar los escenarios de riesgo técnicamente predecibles para cada alternativa de solución, de acuerdo con las amenazas conocidas para la zona del proyecto y con la vulnerabilidad ante dichas amenazas conocidas para la zona del proyecto y con la vulnerabilidad ante dichas amenazas se generaría la alternativa de solución evaluada, Es importante resaltar los costos de las acciones de prevención o mitigación deben estar incluidos dentro del costo total de las alternativas de solución.

Así las cosas, se considera que para dar cumplimiento a la obligación contenida en el Artículo 38 de La Ley 1523 de 2012, es oportuno acoger las recomendaciones del Departamento Nacional de Planeación, arriba citadas, Con base en tales orientaciones se anexa a este documento la matriz de riesgo correspondientee.

11.0 MATRIZ DE RIESGOS Y ANÁLISIS DEL RIESGO DEL PROYECTO

11.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS

Para el análisis de esta Matriz de Riesgos, inicialmente se tuvieron en cuenta la tipología de los eventos amenazantes, siendo estos, los de origen natural, socio-natural y antrópico. A estas amenazas se les hace una identificación cualitativa que evidencia la ocurrencia de las mismas en la zona de interés, así como la apreciación de si el evento podría seguirse presentando; de igual forma, se anota la fuente de información, aclarando que, para el municipio de Saravena, la herramienta de ordenamiento territorial es el Plan Básico de Ordenamiento Territorial – PBOT y no el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, esto debido al número de habitantes de este territorio.

Las condiciones generales de amenaza identificadas para el municipio de Saravena inciden directamente sobre el proyecto de acueducto del barrio Cofavi y la infraestructura proyectada de la siguiente manera: la amenaza sísmica intermedia del municipio afecta las tuberías enterradas en los corredores viales del barrio (Calle 34 a Calle 37 y Carreras 15 a 17), donde los suelos de subclase IVs y Vhs con riesgo de saturación y encharcamiento incrementan la vulnerabilidad ante movimientos del terreno. La amenaza por inundación, asociada al régimen pluviométrico del municipio con acumulados superiores a 300 mm mensuales en época lluviosa, puede generar anegamientos temporales en las zanjas de excavación y afectar la estabilidad de los rellenos durante la etapa constructiva. La amenaza antrópica, representada principalmente por paros cívicos, puede

interrumpir el cronograma de obras y restringir el suministro de materiales hacia el área de intervención. En conjunto, estas amenazas municipales tienen una incidencia directa sobre la ejecución y operación de la red del barrio Cofavi, y han sido consideradas en la valoración de la matriz de riesgos del presente estudio.

11.2 EVALUACIÓN DE AMENAZAS

Nuevamente teniendo agrupadas las amenazas de acuerdo a su tipología, se procede a realizar una evaluación cuantitativa, teniendo como criterios para la valoración de las amenazas, la Frecuencia (probabilidad de que ocurrencia a corto o largo plazo) y la intensidad (grado de afectación leve o alto). Para ambos criterios de valoración, se tuvo un rango de calificación de cero (0) a cuatro (4) puntos, es decir, que, para el caso de la valoración de la Frecuencia, el valor cero (0) es una probabilidad de ocurrencia a un lejano plazo, mientras que el valor cuatro (4) es una probabilidad de ocurrencia a corto plazo. De manera similar, considerando la valoración de la Intensidad, el valor cero (0) es una afectación leve al sector por la incidencia de esta amenaza, mientras que el valor cuatro (4) es una afectación alta.

La justificación técnica de las calificaciones asignadas en la matriz se fundamenta en los siguientes criterios: (i) Para la amenaza sísmica, se asignó una frecuencia de 2 y una intensidad de 2 (valoración media de 2,0), dado que el municipio de Saravena se ubica en una zona de amenaza sísmica intermedia según la NSR-10, con registros históricos de eventos como el sismo del 27 de octubre de 2022, y que las tuberías enterradas en suelos saturables presentan vulnerabilidad moderada ante deformaciones del terreno. (ii) Para las inundaciones, se asignó frecuencia 2 e intensidad 2 (valoración 2,0), considerando los episodios históricos de desbordamiento del río Arauca y sus tributarios, el régimen pluviométrico con acumulados superiores a 300 mm/mes en temporada lluviosa, y la presencia de subclases de suelo Vhs y VIIhs en el área urbana con riesgo de encharcamiento. (iii) Para los paros cívicos, se asignó frecuencia 2,5 e intensidad 2,5 (valoración 2,5), con base en los antecedentes recientes de movilizaciones sociales en el departamento de Arauca (junio de 2023) que interrumpieron actividades económicas y restringieron la movilidad. (iv) Las amenazas de sequía, vendavales y derrames de hidrocarburos recibieron calificación baja (1,5) dado que, si bien tienen registro histórico en la región, su incidencia directa sobre redes de distribución urbana enterradas es limitada.

Teniendo en cuenta lo anterior, y al saber que son dieciocho (18) las amenazas contempladas en su totalidad, que el rango de valoración en sus dos (2) criterios (Frecuencia e Intensidad) va desde cero (0) hasta cuatro (4), podemos proceder a calcular la puntuación de la Valoración de la Amenaza haciendo un promedio con los valores asignados a ambos criterios. A partir de esto, la matriz de manera cualitativa me indica que la Valoración de Amenaza Baja está resaltada por el color verde, la Valoración de Amenaza Media está resaltada por el color amarillo y la Valoración de Amenaza Alta está resaltada por el color rojo. Complementariamente, a partir de estos posibles valores de puntuación, podemos mencionar que el valor máximo que podemos dar a la evaluación del total de todas las amenazas, es de setenta y dos (72) puntos (18 amenazas x 4 puntos

posibles máximos de Valoración de Amenaza = 72 puntos), y el valor mínimo de cero (0) puntos.

11.3 CRITERIOS DE VERIFICACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Aquí lo que se busca es ratificar si las amenazas contempladas, tienen incidencia en la materialización del Proyecto y qué tan vulnerable es este frente a dichas amenazas. A partir de unos cuestionamientos cualitativos con opciones de respuesta cerrada (SI o NO), me permiten constatar de manera cualitativa los resultados obtenidos en el cálculo numérico que se hizo en el paso anterior (EVALUACIÓN DE AMENAZAS).

11.4 METODOLOGIA

El Riesgo se define como la probabilidad de que la unidad social o sus medios de vida sufran daños y pérdidas de infraestructura del proyecto a consecuencia del impacto de un peligro". El riesgo es función de un peligro o amenaza que tiene unas determinadas características, y de la vulnerabilidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, a dicho peligro. Esto quiere decir que el riesgo es una función de ambos componentes:

$$R = A * V$$

Donde:

A: Amenaza

V: Vulnerabilidad

R: Riesgo

La ponderación de la Amenaza y la Vulnerabilidad se clasifican en las siguientes categorías, el primero obedecen al análisis integrado de la probabilidad de ocurrencia, la magnitud, y el tiempo de exposición en caso de amenaza. Y en caso de vulnerabilidad se clasifica por la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de un evento físico peligroso presente.

El valor de la vulnerabilidad se obtiene mediante visita de campo donde se identifica las principales características mencionadas en este documento.

Categoría	Ponderación
Alta	3
Media	2
Baja	1

11.6 DESARROLLO MATRIZ DE RIESGOS

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Nombre del proyecto	CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Unidad Contratante	Departamento de Arauca
Responsable por parte del contratista	JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO	Profesión Profesional	Ingeniero Civil e Ingeniero Sanitario

El proyecto contempla dentro de sus actividades:

Construcción, mejoramiento o rehabilitación de infraestructura	Si	Señalización	Si
Compra de predios	No	Compra de predios producto de invitación, adquisición social, etc	No

Identificación de las amenazas

¿Existen antecedentes de amenazas en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto? Si

¿Cuales?		Tipo de evento	Indique si el evento asociado a la amenaza se ha presentado en la zona donde se ejecutará el proyecto.	Nombre del documento / Fuente de información	Otro, ¿Cual?	¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto?	Nombre del documento / Fuente de información	Otro ¿Cual?	Indique si el evento podría llegar a presentarse en un futuro, de acuerdo a información técnica
Sismos	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Inundaciones	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Sequía	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Tsunami	No								
Erupción volcánica	No								
Huracanes	No								
Vendavales	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Erosión costera	No								
Aumento del nivel del mar	No								
Olas de calor	Si	Natural	Si	Información de pronósticos meteorológicos		Si	Información de pronósticos meteorológicos		Si
Movimiento en masa	No								
Avenidas torrenciales	No								
Incendios estructurales	Si	Antrópico	Si	POT		Si	POT		
Incendios forestales	Si	Antrópico	Si	POT		Si	POT		Si
Derrames de hidrocarburos	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Atentados terroristas	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Contaminación	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Pandemias	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Otro									

¿Existe probabilidad que durante la vida útil del proyecto pueda presentarse alguna de las amenazas clasificadas en los apartados anteriores? Si

¿La información existente y disponible sobre ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es suficiente para tomar decisiones relacionadas con la formulación del mismo? Si

¿Que se puede inferir de la identificación de amenazas?

La información indica que estos eventos ya se han presentado y podrían ocurrir nuevamente durante la vida útil del proyecto, por lo que es necesario considerar medidas de prevención y gestión del riesgo en el diseño, construcción y operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Nombre del proyecto	CONSTRUCCION Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	**Entidad Contratante**	Departamento de Arauca
Responsable del proyecto formulado	JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO	**Profesión**	Ingeniero Civil e Ingeniero Sanitario

El proyecto contempla dentro de sus componentes:

Construcción, mejoramiento o ampliación de infraestructura	Si	Otro(s) cual(es):	No
Compra de predios	No	Entrega de incentivos: proyectos de formación, proyectos productivos, etc.	No

Identificación de las amenazas

¿Existen antecedentes de amenazas en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?	Si

¿Cuales?		Tipo de evento	Indique si el evento asociado a la amenaza se ha presentado en la zona donde se ejecutara el proyecto.	Nombre del documento / Fuente de información	Otro. ¿Cual?	¿Existen estudios que pronostican la probable ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto?	Nombre del documento /Fuente de información	Otro. ¿Cual?	Indique si el evento podría llegar a presentarse en un futuro, de acuerdo a información técnica
Sismos	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Inundaciones	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Sequia	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Tsunamis	No								
Erupción volcánica	No								
Huracanes	No								
Vendavales	Si	Natural	Si	POT		Si	POT		Si
Erosión costera	No								
Aumento del nivel del mar	No								
Olas de calor	Si	Natural	Si	Información de pronósticos meteorológicos		Si	Información de pronósticos meteorológicos		Si
Movimientos en masa	No								
Avenidas torrenciales	No								
Incendios estructurales	Si	Antrópico	Si	POT		Si	POT		
Incendios forestales	Si	Antrópico	Si	POT		Si	POT		Si
Derrames de hidrocarburos	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Atentados terroristas	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Conflagraciones	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Paros civicos	Si	Antrópico	Si	Otros		Si	Otros		Si
Otro									

¿Existe probabilidad que durante la vida útil del proyecto pueda presentarse alguna de las amenazas identificadas en los preguntas anteriores?	Si
¿La información existente y disponible sobre ocurrencia de amenazas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto es suficiente para tomar decisiones relacionadas con la formulación del mismo?	Si

¿Que se puede inferir de la identificación de amenazas?

La información indica que todas estas se han presentado y podrían ocurrir nuevamente durante la vida útil del proyecto, por lo que el contratista deberá implementar medidas de prevención y gestión del riesgo en el diseño, construcción y operación del sistema de acuerdo a lo establecido

Matriz de análisis de riesgo

Nombre del proyecto	CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	**Codigo BPIN**	
Responsable del diligenciamiento	JORGE ANDRES VIVAS MORENO	**Cargo**	Ingeniero Civil e Ingeniero Sanitario

El proyecto contempla dentro de sus componentes:

Construcción, mejoramiento	Si	Dotaciones		No
Compra de predios	No	Entrega de servicios: procesos de formación, alimentación escolar, etc		No

Evaluación de las amenazas

Cuadro 2. Valoración de la amenaza con base en frecuencia e intensidad

Amenaza por tipo de evento		Frecuencia* (a) Siendo 0 ocurrencia en el largo plazo y 4 una ocurrencia en el muy corto plazo					Intensidad** (b) Siendo 0 afectación por amenaza leve y 4 alta					Valoración Amenaza
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	(Alta-Media-Baja)
Naturales	Sismos			1					1			1
	Inundaciones			2					2			2
	Sequia			1					1			1
	Vendavales			2					1			1,5
Antrópicos	Derrames de hidrocarburos			1					1			1
	Paros civicos			2					3			2,5
Otras:												

mx	72
mn	0
Rango	72

Cuadro 3. Criterios de verificación para el análisis de vulnerabilidad

Vulnerabilidad por exposición (localización)	SI/NO	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?	No	1	Está expuesto
Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)	SI/NO		
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las caracteristicas geográficas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	Fragilidad baja
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto toma en cuenta las caracteristicas geográficas, climáticas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las caracteristicas geográficas y fisicas de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura tienen en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos extremos durante la vida útil del proyecto?	Si	0	
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las caracteristicas, climáticas, geográficas y fisicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?	Si	0	
Vulnerabilidad por resiliencia	SI/NO		
¿El diseño y propuesta del proyecto dispone de seguros ante desastres?	Si	0	
¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y organizativos (plan de contingencia) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? **(Aplica para proyectos que se enmarquen en el Articulo 42. De la Ley 1523 de 2012)**	N/A		
Total susceptibilidad		**0**	

Cuadro 4. Valoración del nivel de riesgo del proyecto

CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	Fragilidad	Resiliencia	Total
Total susceptibilidad	0	0	0

JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO

Ingeniero Civil e Ingeniero Sanitario

	Exposición	Susceptibilidad	Total
Total vulnerabilidad	1	0	1

	Amenaza	Vulnerabilidad	Total
Índice de riesgo	7	1	7

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Interpretación
Bajo	9,72	**El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.**

Medidas de reducción de vulnerabilidad
Tener en cuenta la temporada de lluvias - Registros meteorológicos
Reprogramar actividades de ejecución de obra.
Contar con equipo necesario para evacuación de aguas estancadas
Realizar actividades alternas que no sean afectadas por las lluvias

Estimación vulnerabilidad sísmica obras sectoriales lineales o puntuales.

De acuerdo con el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - Titulo K, se siguen los pasos para realizar la estimación vulnerabilidad sísmica obras sectoriales lineales o puntuales.

Para este análisis cualitativo de riesgo se toma como referencia los planos del PBOT del Municipio de Saravena, que fue aprobado mediante acuerdo municipal 04 de 2010, del cual se toma como insumos los planos de:

6.1.1. **Plano de Amenaza por deslizamiento**

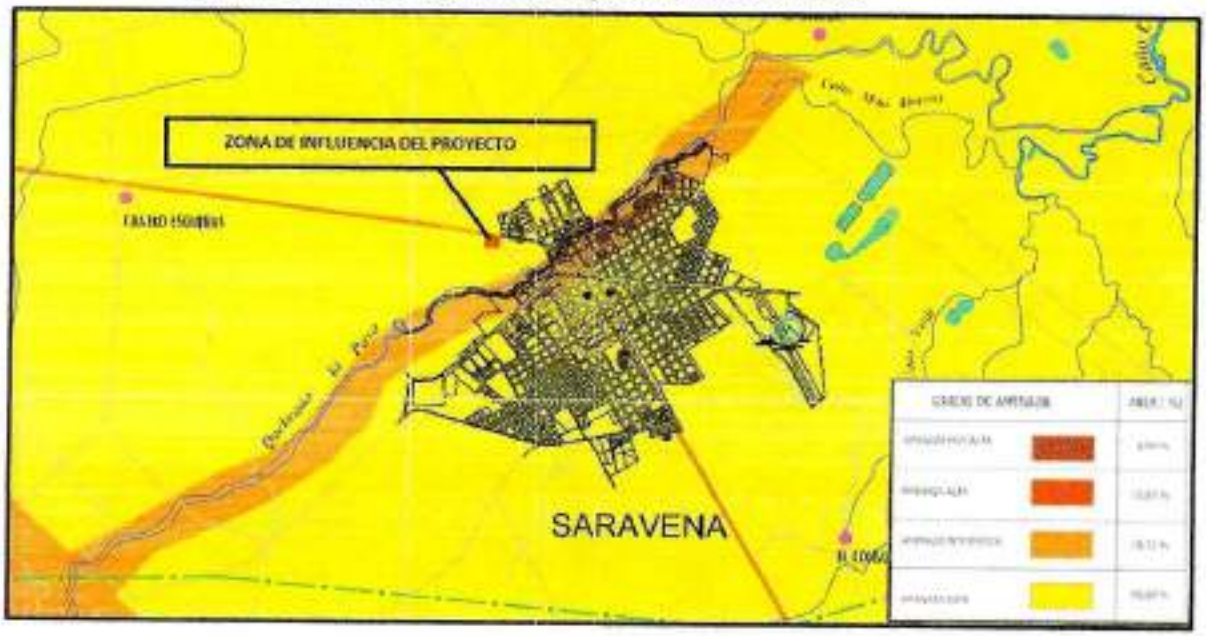


Ilustración 27. Plano amenaza por deslizamiento.

AMENAZA: BAJA (1)
VULNERABILIDAD: BAJA (1).

Paso 1: nivel de amenaza de la región - municipio donde opera el prestador o tiene su infraestructura con relación a la clasificación de la amenaza descrita en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes – NSR 2010.

Baja	Municipio, ciudad o región identificada en la norma con bajo nivel de amenaza
Media	Municipio, ciudad o región identificada en la norma con nivel intermedio de amenaza
Alta	Municipio, ciudad o región identificada en la norma con alto nivel de amenaza

$$(FAS) = (FTPS)\,x\,(FLPS)\,x\,(FDPS)$$

FAS	**1,5**
FTPS	1

FLPS	1	BAJA AMENZA SISMICA
FDPS	1,5	

1.1.1. Plano de Amenaza Sísmica.

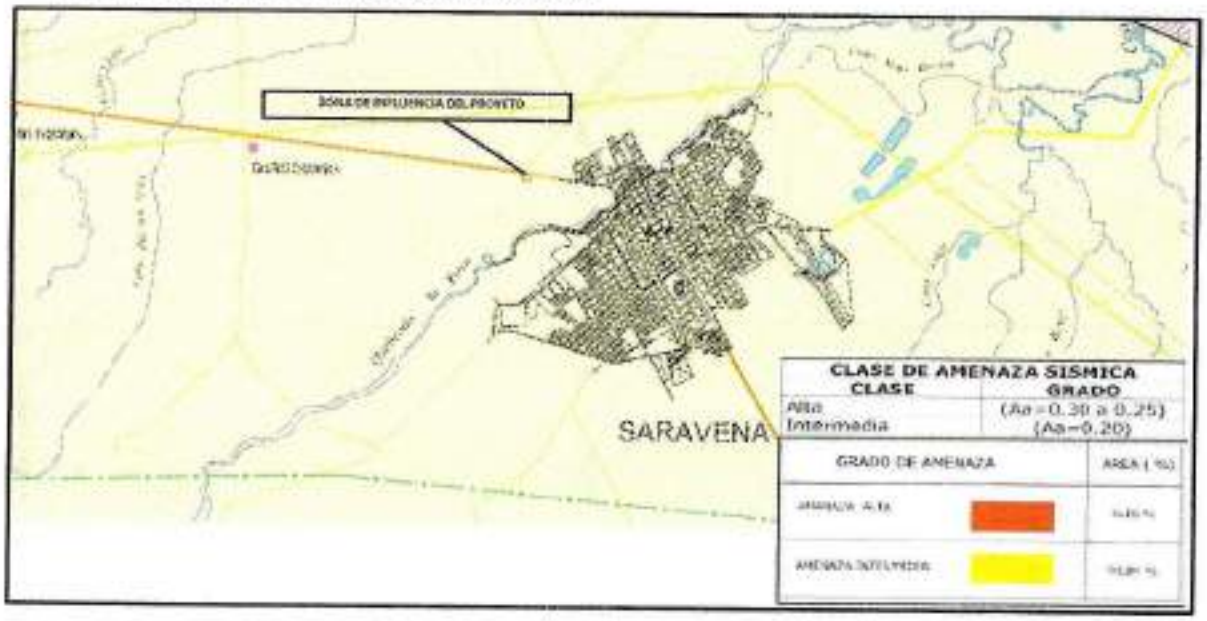


Ilustración 28. Plano de Amenaza Sísmica

AMENAZA: INTERMEDIA (2)
VULNERABILIDAD: MEDIA (2)



AMENAZA: MEDIA (2)

VULNERABILIDAD: MEDIA (2)

1.1.2. Plano de Amenaza Antrópica.



Ilustración 29. Plano de Amenaza Antrópica.

AMENAZA: BAJA (1)

VULNERABILIDAD: BAJA (1)

A continuación, se relacionan los aspectos relevantes con respecto a la evaluación de Amenazas y Riesgos para el Proyecto denominado **"CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

13. DESARROLLO DEL ANÁLISIS POR AMENAZA

El municipio de Saravena enfrenta una amenaza alta debido a la actividad sísmica, lo cual limita su crecimiento vertical. Esta actividad sísmica, combinada con las condiciones geotécnicas del suelo, influye en la construcción de estructuras tanto sociales (como colegios, hospitales, puentes y edificios públicos) como privadas en el área urbanizada y en las zonas de expansión urbana.

Las zonas en condición de amenaza se categorizaron según el tipo de amenaza y la disposición de las áreas con potencial de desarrollo urbanístico: Las áreas con condición de amenaza alta por inundación se identificaron en los sitios adjuntos a la quebrada la pava, categorizados como amenaza alta por inundación laminar y procesos de erosión lateral. En estos polígonos se encontró infraestructura social vulnerable ante los procesos de inundación y áreas con proyección de crecimiento del municipio que se encuentran en condición de amenaza. Se incluyeron los

procesos de erosión lateral en las áreas de talud o dique y terrazas circundantes a la ronda de la quebrada La Pava. Ver Tabla 2.

Tabla 2 Identificación de Amenazas.

CONDICIÓN DE AMENAZA	TIPO DE SUELO	ÁREA (m2)	PERÍMETRO (m)	SECTOR DE EXPANSIÓN
Inundación	No Urbanizado	223268	6153	Áreas adjuntas a la quebrada la pava
	Urbanizado	64313	5823	
Actividad sísmica	Toda el área de estudio			
Tecnológicas	No Urbanizado	596033	28526	Sector nororiental (redes de alta tensión), sector oriental (Aeropuerto) sector sur occidental (oleoducto)
	Urbanizado	13376	1012	
Acciones violentas	No Urbanizado	2357225	18080	Sector Oriental (Batallón militar)
	Urbanizado	24603	940	
Contaminación Ambiental	No Urbanizado	580563	6670	Sector nororiental (Canteras), sector oriental (Aeropuerto, PTAR) sector sur oriental (Canteras).
	Urbanizado	17636	580	

FUENTE: PMGRD Municipio de Saravena 2019.

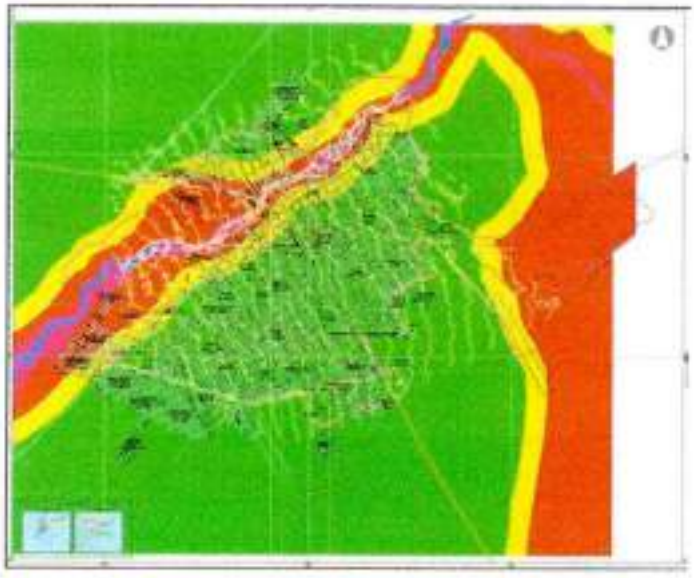
14.1. AMENAZAS POR INUNDACIONES

Como se hizo evidente en el municipio de Saravena, se han presentado amenazas producidas por las inundaciones todos los años son los eventos naturales de mayor ocurrencia en épocas de invierno, estas situaciones tienen azotados a los habitantes de las riberas de algunos ríos del Municipio, al igual que a los residentes del área urbana en el municipio de Saravena y por tanto vendavales, incendios forestales, represamientos producidos por deslizamientos de tierra, como la sucedida en el rio califitas en agosto de 1981. En Julio de 1999, el desbordamiento del río Arauca, dejo 17 veredas inundadas, y se decretó la emergencia sanitaria por las inundaciones en las localidades de Puerto Nariño.

La erosión fluvial es un proceso de ataque lento o acelerado de una corriente aluvial sobre su cauce y riberas (márgenes hídricas).

Las situaciones de dinámica aluvial potencial o real se presentan en la mayoría de las corrientes de agua importantes de tipo permanente localizadas en el territorio del municipio de Saravena y se pueden prever (tratar con antelación) y mitigar (disminuir y/o controlar sus efectos negativos).

Figura 1. Amenazas de riesgo por inundaciones en el municipio de Saravena.



FUENTE: PMGRD Municipio de Saravena 2019.

14.2. ZONIFICACIÓN RURAL

En este Municipio se puede observar Centros poblados y áreas suburbanas; La dinámica espacial funcional de la región y la actividad económica ha permitido la gestación de varios centros poblados de importancia, bien sea por su fortaleza agrícola, pecuaria o por ser puertos fluviales de gran movimiento comercial. Estos núcleos poblacionales se conocen como Puerto Nariño, Puerto Lleras, Caño Seco, Alto la Pajuila, Barrancones y Rancho Pilón. Ver Figura 2.

Figura 2 Amenazas de riesgo por inundaciones en el municipio de Saravena



FUENTE: PMGRD M Plan municipal para la gestión de riesgo de desastres PMGRD 2019.

14.3. AMENAZA POR INUNDACION RURAL

En el municipio de Saravena departamento de Arauca se registra una gran cantidad de precipitaciones y aportes anuales de los ríos que se han identificado con un gran porcentaje de riesgo de inundación, por su potencial de impacto destructivo sobre personas y bienes, por lo cual el Consorcio Geogreen, realizó la delimitación de zonas inundables, con el objetivo de delimitar los cauces como "terrenos cubiertos por las aguas en las máximas crecidas ordinarias", la delimitación realizada ayuda a evitar futuros asentamientos humanos en dichas zonas.

Las inundaciones se clasifican en dos tipos: súbitas y lentas o de tipo aluvial. Las inundaciones súbitas suelen producirse en ríos de montaña o en corrientes cuyas áreas de drenaje presentan fuertes pendientes y suelen ser producidas por crecidas repentinas y de corta duración (minutos a horas). Las inundaciones lentas o de tipo aluvial se producen por el desbordamiento del cauce anegando áreas planas aledañas al mismo y suelen ser originadas por crecidas progresivas y de larga duración (horas a días, inclusive meses en algunas zonas del país) (Miniambiente, 2014)

Por las características de la topografía de la zona de estudio se presentan amenazas por inundación de tipo aluvial y en función de esto se utilizó una metodología para la estimación de las amenazas por inundaciones lentas. Para su desarrollo se definieron los niveles máximos del agua y la dirección de flujo durante los eventos de inundación que se asociación a cada periodo de retorno. Finalmente, los niveles máximos del agua se superponen con la topografía de terreno y de esta manera se obtuvo la estimación de la extensión de la inundación para el periodo de retorno evaluado (UNAL, 2013)

La amenaza por inundación rural para el área de estudio se trabajó a una escala de 1:25.000.

15.0. IDENTIFICACION DE ZONAS INUNDABLES

Debido a la gran cantidad de precipitaciones y aportes anuales de los ríos, se ha identificado un riesgo por inundaciones, por su potencial impacto destructivo sobre personas y bienes, para lo cual el Consorcio Geogreen realizó la delimitación de zonas inundables, con el objetivo de delimitar los cauces como "terrenos cubiertos por las aguas en las máximas crecidas ordinarias", la delimitación realizada ayuda a evitar futuros asentamientos humanos en dichas zonas. Esta identificación se realizó por medio del método HAND (Altura sobre el drenaje más cercano), la cual se desarrolló para el municipio.

Por otro lado, el inventario de procesos se complementó con la información suministrada por la comunidad en la segunda ronda de talleres, medios informáticos, consulta en la base de datos de la página Desinventar.net, consultas en la unidad UNGRD, CLOPAD, PLEC, PMGRD, Corporinoquia sede Arauca, Corporinoquia sede principal Yopal, informes técnicos además de las diferentes entidades municipales. Para esta fecha, el inventario de procesos se complementó con lo aportado por los asistentes en la segunda ronda de Talleres de Cartografía Social del municipio de Saravena.

15.1. HAND-ALTURA SOBRE EL DRENAJE MAS CERCANO

El método HAND es la altura sobre el drenaje más cercano (Moulatlet, Rennó, Costa, Emilio, & Schietti, 2015) , en la actualidad es una gran herramienta para extraer información del DTM – Modelo de Elevación Digital, en las áreas de hidrología, geología, geomorfología, cobertura del suelo, geotecnia, entre otros.

El método esencialmente calcula la elevación de cada uno de los píxeles del DTM, con respecto al píxel más cercano, marcado como píxel de flujo siguiendo la dirección de este (Sciences, 2011).

Los valores de las distancias verticales son extraídos del Modelo de Elevación Digital DTM y de los drenajes ubicados en el área de interés, corresponde a la relación de distancia al drenaje más cercano y la pendiente.

La metodología de HAND, ha sido aplicada en diferentes estudios como del de "Zonificación de amenazas por inundación en las cuencas del Bajo Magdalena - Cauca - San Jorge, Sinú y Atrato: Propuesta metodológica y aplicación Verónica Botero Fernández" realizado por el (INSTITUTO DE HIDROLOGÍA), el cual por medio de las clasificaciones de HAND se demuestra que los resultados son mejores. Y en el estudio "Hydrological landscape classification: investigating the performance of HAND based landscape classifications in a central European meso-scale catchment" realizado por (Gharari, Hrachowitz, Fenicia, & Savenije), estudio en el cual se clasifica por medio del Método HAND las zonas geomorfológicas.

De sus principales usos se destaca el de la clasificación de la susceptibilidad por inundación, ya que permite realizar clasificaciones de acuerdo a sus propiedades morfométricas, información que es extraída del Modelo de Elevación Digital y de la ubicación de los drenajes, en la Tabla 3 se muestra la relación entre el HAND y la pendiente, y su respectiva clasificación de acuerdo a zonas geomorfológicas.

Una vez se tienen clasificadas las zonas con características iguales del área de estudio por HAND y por pendiente, se aplica una herramienta en el programa ArcGIS llamada *Combine* la cual consiste en realizar una combinatoria con las clasificaciones de HAND y pendiente, las posibles combinaciones son 9 y se procede a clasificar cada zona.

Tabla 3 Clasificación de acuerdo al HAND y la pendiente.

		HAND (m)		
		0-5	5-15	>15
Pendiente (°)	0-5	Zonas Húmedas de Muy Poca Pendiente	Zonas Parcialmente Húmedas de Muy Poca Pendiente	Mesetas o Altiplanos
	5-16	Zonas Húmedas de Poca Pendiente	Zonas Parcialmente Húmedas de Poca Pendiente	Laderas de Poca Pendiente

		HAND (m)		
		0-5	5-15	>15
	>16	Zonas Húmedas de Alta Pendiente	Zonas Parcialmente Húmedas de Alta Pendiente	Laderas de Alta Pendiente

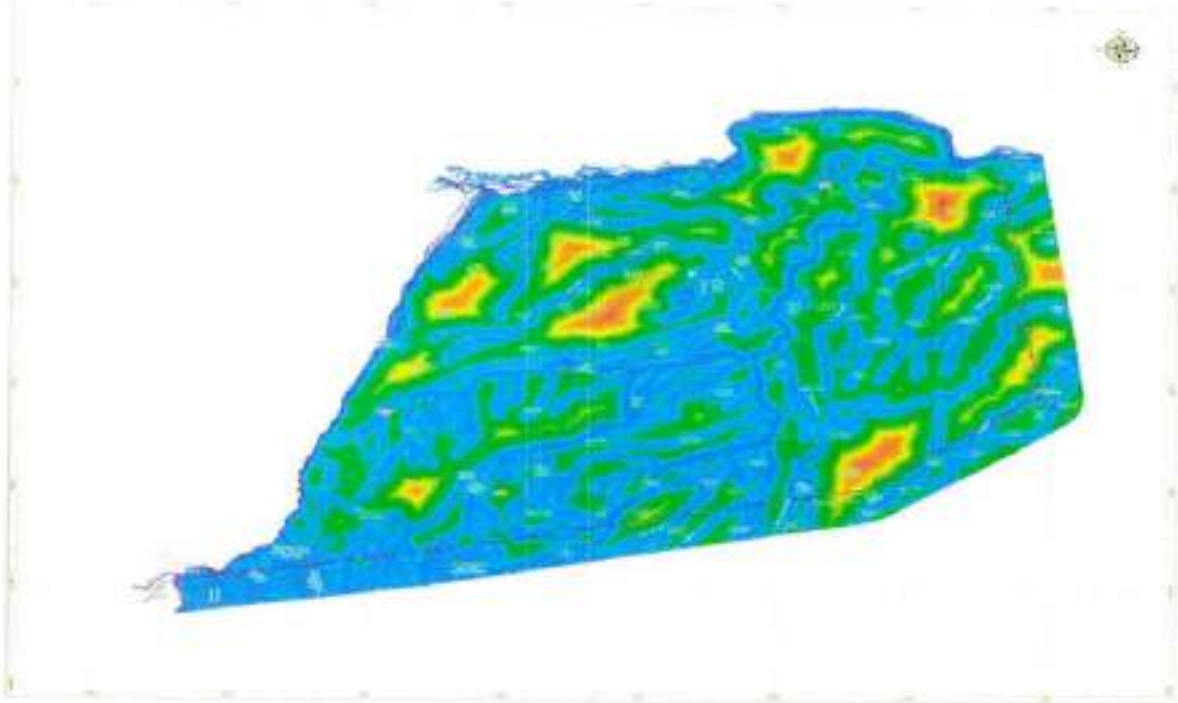
FUENTE: Elaboración propia 2026.

15.1. MAPA DE DISTANCIA AL DRENAJE MAS CERCANO

El mapa de distancia al drenaje más cercano, es como se indica una distancia desde cualquier punto del Modelo de Elevación Digital DTM, al drenaje más cercano. La distancia Euclidiana es el método más acertado para calcular la distancia a un origen más cercano, para este caso del drenaje más cercano.

La distancia Euclidiana corresponde a una función que calcula la distancia entre 2 puntos en diferentes dimensiones, con el fin de hallar la longitud de un segmento definido por una recta. Su base se encuentra en la aplicación del Teorema de Pitágoras, donde la distancia Euclidiana corresponde a la longitud de la hipotenusa en un triángulo rectángulo. Ver (Figura 3,Figura 4,Figura 5).

Figura 3 Mapa de Distancia al Drenaje más cercano, municipio de Saravena.



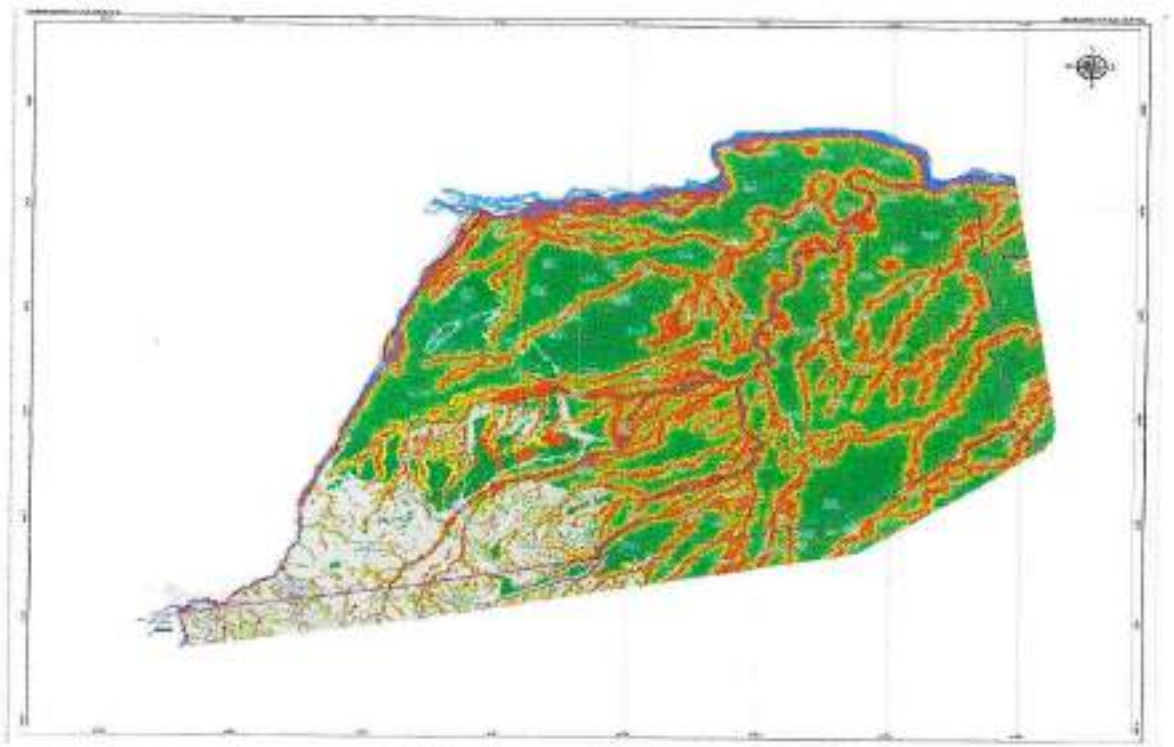
FUENTE: Consorcio Geogreen.

Figura 4 Mapa de HAND (Altura al Drenaje más Cercano) y pendientes, clasificado por zonas.



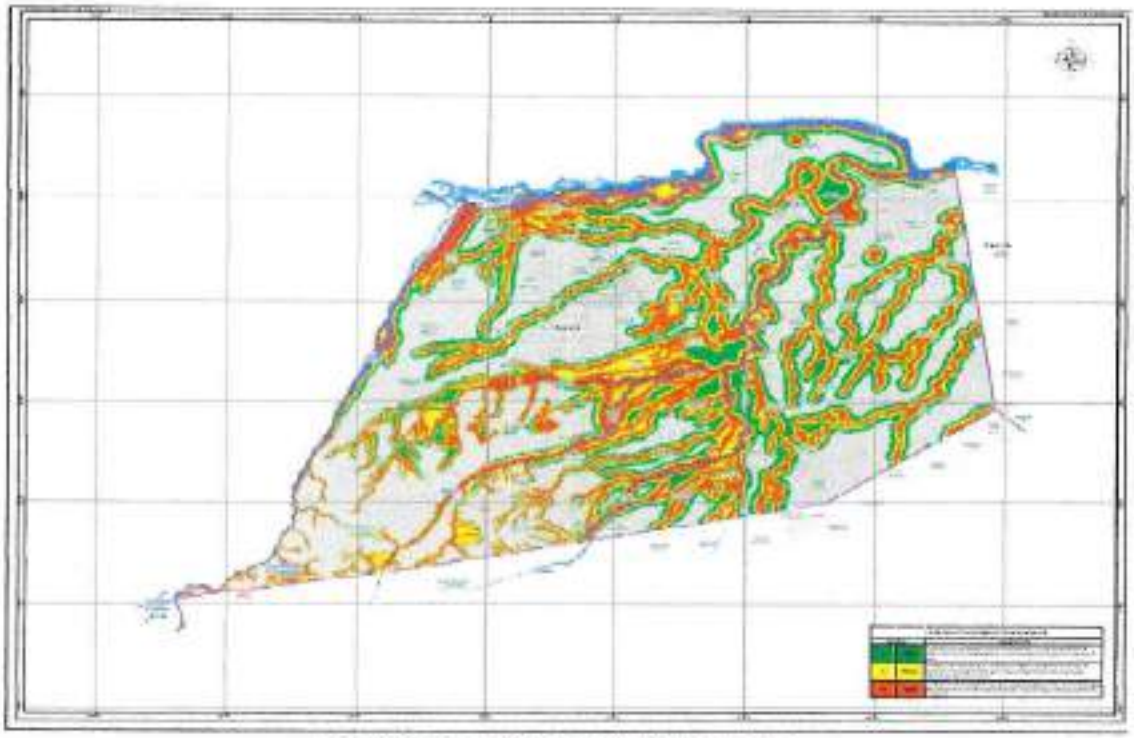
FUENTE: Consorcio Geogreen.

Figura 5 Mapa Susceptibilidad por Inundación.



FUENTE: Consorcio Geogreen.

Figura 6 Mapa Amenaza por Inundación del municipio de Saravena.



FUENTE: Consorcio de Geogreen.

La validación la Figura 6. De amenaza por inundación se realizó por medio de un control espacial, que consistió en tomar el inventario de eventos y lo expresado por los asistentes a los talleres de cartografía social y cruzarlo con el mapa de amenaza por inundaciones, con el fin de verificar la categoría en el que se encontraban clasificados dichos eventos, una vez verificados espacialmente esto permitió tener una validación del mapa de amenaza, ya que donde se habían presentados los eventos se presentaba una amenaza media y alta, todo este proceso se desarrolló en ArcGIS por medio de cruces.

Una vez verificadas las extensiones de las manchas de inundación con la información de campo y de eventos históricos recolectados, se procedió a la determinación de los mapas de amenaza por inundación, los cuales están en profundidad del flujo.

Tabla 4 Porcentaje de Amenaza por Inundación para las vías

Municipio	TIPO VÍA	Longitud Km	Baja	Media	Alta	NULA
Saravena	1	54.62	25%	21%	15%	40%
Saravena	2	0.15	3%	0%	0%	97%

La relación es positiva en ambos casos: a mayor amenaza (intensidad, multiplicidad, frecuencia), mayor riesgo; y a mayor vulnerabilidad -que se explica por tres factores: mayor exposición, mayor fragilidad o menor resiliencia - mayor riesgo, es decir, que la probabilidad de daños y/o pérdidas sea mayor.

El nivel de riesgo se caracteriza por ser dinámico y cambiante, de acuerdo con las variaciones que sufren sus dos componentes (amenaza y vulnerabilidad) en el tiempo, en el territorio, en el ambiente y en la sociedad. La tarea consiste en reducir el nivel de riesgo, logrando que no se activen nuevos peligros, no se generen nuevas condiciones de vulnerabilidad o se reduzcan las vulnerabilidades existentes.

La correspondencia que existe entre la amenaza y la vulnerabilidad permite establecer el grado del riesgo del proyecto, el cual se clasifica en tres rangos de acuerdo a la siguiente gráfica:

Rango	**Grado del Riesgo**
Alta	3
Media	2
Baja	1

Las amenazas se pueden clasificar como:

a. **Amenaza o peligro:** El primer elemento que explica el nivel de riesgo es el peligro. Este es un evento físico que tiene probabilidad de ocurrir y por tanto de causar daños a una unidad social o económica. El fenómeno físico se puede presentar en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo definido. Así, el grado o nivel de amenaza está definido en función de características como intensidad, localización, área de impacto, duración y período de recurrencia. Los peligros se pueden clasificar como: a) Naturales: son peligros asociados a fenómenos meteorológicos, oceanográficos, geotectónicos, biológicos, de carácter extremo o fuera de lo normal.

b. **Socio-naturales:** son peligros que se generan por una inadecuada relación hombre-naturaleza, debido a procesos de degradación ambiental o por la intervención humana sobre los ecosistemas. Las actividades humanas, dentro de las cuales se encuentran los proyectos, pueden ocasionar un aumento en la frecuencia y/o severidad de algunos peligros que originalmente se consideran como peligros naturales; dar origen a peligros donde no existían antes, o reducir los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales, todo lo cual incrementa las condiciones de riesgo. Los peligros más frecuentes

en esta categoría son las Socavaciones, erosiones, inundaciones, deslizamientos, entre otros.

c. **Antrópicos:** son peligros generados por los procesos de modernización, industrialización, desindustrialización, desregulación industrial o importación de desechos tóxicos. La introducción de tecnología nueva o temporal puede tener un papel en el aumento o la disminución de la vulnerabilidad de algún grupo social frente a la ocurrencia de un peligro natural.

La **Vulnerabilidad** es el segundo elemento que explica la condición de riesgo, la cual se entiende como la incapacidad de una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, de anticiparse, resistir y/o recuperarse de los daños que le ocasionaría la ocurrencia de un peligro o amenaza. La vulnerabilidad es, entre otros, el resultado de procesos de inapropiada ocupación del espacio y del inadecuado uso de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad, entre otros) y la aplicación de estilos o modelos de desarrollo inapropiados, que afectan negativamente las posibilidades de un desarrollo sostenible.

Existen tres factores que determinan la vulnerabilidad:

a. **Exposición:** relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica en las zonas de influencia de un peligro. Este factor explica la vulnerabilidad porque expone a dicha unidad social al impacto negativo del peligro.
b. **Fragilidad:** se refiere al nivel o grado de resistencia y/o protección frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social. En la práctica, se refiere a las formas constructivas, calidad de materiales, tecnología utilizada, entre otros.
c. **Resiliencia:** está asociada al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que pueda tener la unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica, después de la ocurrencia de un peligro amenaza.

11.5 VALORACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DEL PROYECTO

Este último análisis se desarrolla considerando los valores asignados en todos los pasos anteriores, ya sean cualitativos o cuantitativos. Aquí podemos observar que se introduce un nuevo concepto a tener en cuenta, que es el Índice de Riesgo, que es la multiplicación de la "Amenaza" y la "Vulnerabilidad". La Amenaza se calcular como el cuadrado del valor máximo obtenido en la Valoración de Amenaza en el paso de "EVALUACIÓN DE AMENAZAS", para el evento más representativo, en este

caso en particular, las "Inundaciones" que tuvieron una Valoración de Amenaza de tres (3) puntos, siendo así, que la "Amenaza" sea nueve (9), teniendo así finalmente, que el Índice de Riesgo sea nueve (9) al tener complementariamente una "Vulnerabilidad" con puntuación (1).

Finalmente, considerando todos los resultados presentados de los pasos anteriores, se puede estandarizar el "Nivel de Riesgo" asignándole una puntuación dentro de una escala que ya conocemos y habíamos mencionado, teniendo como valor máximo de "Valoración de Amenaza" setenta y dos (72) puntos y como valor mínimo cero (0) puntos. Siendo así, que el "Nivel de Riesgo" es "Bajo" si la puntuación de la "Valoración de la escala" <<operación aritmética definida por: ((Índice de Riesgo – Valor Mínimo cero (0) puntos) ÷ Rango setenta y dos (72) puntos) x 100)>> está en el rango de cero (0) a dieciocho (18) puntos, el "Nivel de Riesgo" es "Medio" si la puntuación de la "Valoración de la escala" está en el rango de dieciocho (18) puntos a treinta y seis (36) puntos y el "Nivel de Riesgo" es "Alto" si la puntuación de la "Valoración de la escala" está en el rango de treinta y seis (36) puntos a setenta y dos (72) puntos máximos posibles.

En la Matriz de Riesgos podemos ver que se concluyó que el "Nivel de Riesgo" es "Bajo" con una "Valoración de la Escala" de doce y medio (12.5) puntos, con lo que se puede interpretar que "El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución".

Saravena	3	0.01	0%	0%	0%	100%
Saravena	4	91.07	19%	11%	10%	60%
Saravena	5	215.70	21%	13%	13%	52%

FUENTE: Consorcio Geogreen.

Tabla 5 Porcentaje de Amenaza por Inundación para los oleoductos

Municipio	Tipo	Sistema	Longitud Km	Baja	Media	Alta	NULA
Saravena	OLEODUCTO	CAÑO LIMÓN-COVEÑAS	15.2	22.11%	13.97%	13.65%	63.8%
Saravena	OLEODUCTO	CAÑO LIMÓN-COVEÑAS	20.0	13.07%	9.78%	20.08%	76.9%
Saravena	OLEODUCTO	BICENTENARIO	14.0	20.16%	7.43%	2.96%	72.4%

FUENTE: Consorcio Geogreen.

Tabla 6 Porcentaje de Amenaza por Inundación para las líneas de tensión

Municipio	Id	Voltaje	Longitud Km	Baja	Media	Alta	NULA
Saravena	1	220	30.9	23%	12%	22%	42%

FUENTE: Consorcio Geogreen.

En la Tabla 7. Se presentan las áreas (en hectáreas-Ha y porcentaje-%) de los niveles de amenaza por inundación de cada uno de los usos del suelo del municipio de Saravena.

Tabla 7 Áreas de cada nivel de amenaza por inundación de los tipos de uso del suelo del municipio de Saravena.

USO	Alta		Baja		Media		No Aplica	
	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)
Agricultura tradicional con pastoreo extensivo	55.3	10.3%	90.6	16.9%	69.2	12.9%	320.1	59.8%
Aprovechamiento forestal restringido	84.0	29.5%	49.8	17.5%	68.5	24.1%	82.0	28.8%
Cacao, cítricos y frutales	251.2	58.9%	29.0	6.8%	51.1	12.0%	95.0	22.3%
Forestería de protección	2700.2	14.5%	1689.0	9.1%	1883.6	10.1%	12329.9	66.3%
Ganadería extensiva	1572.6	23.6%	1185.0	17.8%	1154.1	17.3%	2759.9	41.4%

USO	Alta		Baja		Media		No Aplica	
	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha)	Área (%)
Maíz y Yuca	552.4	14.9%	828.3	22.4%	476.4	12.9%	1843.5	49.8%
Pasto con rastrojo y maíz	0.6	0.6%	1.7	1.6%	1.1	1.0%	102.1	96.9%
Pastoreo extensivo con agricultura tradicional	240.4	51.2%	56.5	12.0%	83.6	17.8%	89.4	19.0%
Pastoreo extensivo	224.6	10.9%	383.0	18.6%	174.4	8.5%	1274.2	62.0%
Producción alimentaria, cultivos comerciales	11068.4	19.9%	12224.5	22.0%	9792.8	17.7%	22396.9	40.4%
Producción alimentaria, cultivos comerciales y de subsistencia alternando con ganadería	1.6	0.4%	38.0	10.7%	6.5	1.8%	308.7	87.0%
Recreación	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	157.5	100.0%
Residencial	33.8	7.4%	65.8	14.5%	34.0	7.5%	321.2	70.6%
Sin Uso	166.7	70.8%	7.0	3.0%	18.6	7.9%	43.1	18.3%
Suministro y preservación de agua para actividades humanas	4080.7	86.6%	112.0	2.4%	477.0	10.1%	41.2	0.9%
Total, Saravena	**21032.3**	**22.3%**	**16760.1**	**17.8%**	**14290.9**	**15.2%**	**42164.5**	**44.7%**

FUENTE: Consorcio Geogreen.

16.0. PARO CIVICOS

El departamento de Arauca presenta antecedentes de movilizaciones sociales y paros cívicos promovidos por organizaciones comunitarias, los cuales se han generado como mecanismo de presión ante entidades territoriales y del orden nacional, principalmente en respuesta a problemáticas relacionadas con la atención de emergencias, condiciones socioeconómicas y afectaciones derivadas de eventos climáticos.

En este contexto, se han registrado episodios recientes de paro cívico, como el ocurrido en junio de 2023, en el cual diferentes organizaciones sociales del departamento realizaron jornadas de protesta con el fin de exigir apoyo institucional, atención humanitaria y la intervención con maquinaria en zonas afectadas por inundaciones, producto del incremento en los niveles de fuentes hídricas como el río Cusay y el río Arauca.

Adicionalmente, de acuerdo con antecedentes históricos del territorio, en el departamento se ha evidenciado la presencia de dinámicas sociales y de orden público que, en determinados casos, han derivado en restricciones a la movilidad, interrupción de actividades económicas y limitaciones en el acceso a diferentes zonas.

En este sentido, la ocurrencia de paros cívicos puede representar un factor de riesgo para la ejecución del proyecto, en la medida en que podría generar retrasos en el cronograma de obra, dificultades logísticas en el suministro de materiales y restricciones en el desplazamiento del personal técnico y operativo.

17.0 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MANEJO Y CONTINGENCIA

Etapa de Construcción:

1. Amenaza Sísmica – Prevención: Verificar que las especificaciones de instalación de tuberías y uniones sean compatibles con la zona de amenaza sísmica intermedia según NSR-10. Utilizar materiales flexibles y uniones con capacidad de absorción de deformaciones. Manejo: En caso de sismo durante la obra, suspender inmediatamente las excavaciones, retirar el personal de las zanjas abiertas y revisar la estabilidad de los taludes antes de reiniciar labores. Contingencia: Tener identificados previamente los puntos de corte de la red existente para aislar tramos afectados y restablecer el servicio mediante rutas alternas.

2. Amenaza por Inundación – Prevención: Programar las etapas de excavación y relleno durante el periodo seco (diciembre–febrero) o en las ventanas de baja precipitación. Instalar apuntalamientos en zanjas en suelos de subclase Vhs y IVs. Disponer de bombas de achique en el frente de obra. Manejo: Ante lluvias intensas, cubrir las zanjas abiertas con plástico impermeable y suspender temporalmente los rellenos hasta que el suelo alcance las condiciones de humedad adecuadas. Contingencia: Contar con un plan de evacuación del personal y almacenamiento temporal de tuberías y materiales en zonas elevadas dentro del corredor de obra.

3. Amenaza Antrópica (Paros Cívicos) – Prevención: Establecer mecanismos de comunicación y acuerdo con la comunidad del barrio Cofavi y los líderes comunitarios antes del inicio de obras para minimizar conflictos. Manejo: En caso de paro cívico, asegurar el sitio de obra y suspender actividades hasta normalizar condiciones. Contingencia: Tener identificados proveedores alternativos de materiales y personal de reemplazo que puedan ser convocados rápidamente una vez levantada la restricción.

Etapa de Operación:

1. Sismos – Prevención: La red instalada debe cumplir las especificaciones sismorresistentes del RAS y la NSR-10. Realizar inspecciones periódicas de las uniones y accesorios. Contingencia: Disponer de un plan de emergencia que incluya la identificación de válvulas de corte sectoriales para aislar tramos dañados, y tener disponibles tuberías y accesorios de repuesto para reparaciones inmediatas. Informar a ECAAAS E.S.P. dentro de las primeras 2 horas de ocurrido el evento.

2. Inundaciones – Prevención: Mantener libre de obstrucciones los sistemas de drenaje superficial adyacentes a la red. Verificar periódicamente el estado de las válvulas de purga y ventosas. Contingencia: Ante episodios de inundación en el barrio Cofavi, realizar inspección de la red una vez retiradas las aguas para detectar posibles

afectaciones en el relleno o desestabilización de tuberías. Garantizar la disponibilidad de equipos de monitoreo de presión para detectar variaciones anómalas en el sistema.

3. Paros Cívicos – Prevención: Establecer protocolo de comunicación con ECAAAS E.S.P. y la administración municipal para garantizar la continuidad del servicio durante eventos de alteración del orden público. Contingencia: Ante restricciones de movilidad, utilizar el sistema de válvulas sectoriales de la red para aislar el área de intervención y mantener el suministro a los usuarios del barrio Cofavi mediante rutas alternas de distribución.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de riesgo desarrollado para el proyecto "**CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**" permitió identificar, caracterizar y valorar las amenazas, vulnerabilidades y condiciones de exposición asociadas a la ejecución de las obras proyectadas. De acuerdo con la evaluación realizada conforme a los lineamientos establecidos en el Título K del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se obtuvo un factor de seguridad de 1,5, valor que se encuentra dentro del rango correspondiente a una amenaza baja, indicando que las condiciones del proyecto no representan riesgos significativos para la infraestructura ni para la población durante su ejecución. Asimismo, el procedimiento de análisis de riesgo desarrollado conforme a la Ley 1523 de 2012 permitió determinar que el proyecto presenta un nivel de riesgo bajo, resultado de la interacción entre las amenazas identificadas y las condiciones de vulnerabilidad del entorno.

Este resultado evidencia que no existen restricciones críticas para la ejecución del proyecto, siempre que se implementen las medidas de manejo y control establecidas.

El análisis por tipo de evento evidencia que la amenaza con mayor valoración corresponde a eventos asociados a paros cívicos (2,5) e inundaciones (2). No obstante, y considerando la naturaleza del proyecto —una intervención urbana lineal de redes de acueducto con excavaciones de baja profundidad—, el impacto de estas amenazas sobre la ejecución de la obra se considera de bajo impacto y controlable mediante la implementación de medidas técnicas adecuadas.

Amenaza por tipo de evento		Valoración Amenaza (Alta-Media-Baja)
Naturales	Sismos	1
	Inundaciones	2
	Sequía	1
	Vendavales	1,5
Antrópicos	Derrames de hidrocarburos	1
	Paros cívicos	2,5

En el caso de las inundaciones, su ocurrencia está asociada a las condiciones climáticas del municipio de Saravena, caracterizado por altos niveles de precipitación y la presencia de fuentes hídricas como el río Arauca y sus tributarios, lo que puede generar incrementos en escorrentías superficiales y afectaciones temporales en las zonas de excavación. Por su parte, el sistema de abastecimiento puede verse afectado por crecientes súbitas en la bocatoma, lo cual podría incidir en la continuidad del servicio durante eventos extremos.

Las amenazas de origen antrópico, como los paros cívicos, representan un factor externo que puede generar retrasos en la ejecución del proyecto, afectaciones logísticas y limitaciones en la movilidad del personal y suministro de materiales, por lo cual deben ser consideradas dentro de la planeación operativa.

En términos de vulnerabilidad, el proyecto presenta condiciones favorables de localización, diseño y ejecución, en un entorno urbano consolidado, lo cual reduce la susceptibilidad frente a eventos adversos. Asimismo, la evaluación de factores como exposición, fragilidad y resiliencia indica que la infraestructura proyectada cuenta con condiciones adecuadas para responder ante eventos de baja a moderada magnitud.

En consecuencia, el proyecto es viable desde el punto de vista del análisis de riesgo, siempre que durante la fase constructiva se garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas de diseño, la correcta instalación de tuberías y accesorios, y el adecuado manejo de las condiciones geotécnicas e hidrológicas del área de intervención.

Finalmente, se recomienda implementar medidas preventivas orientadas al control de escorrentías, manejo adecuado de excavaciones, estabilización de zanjas y disposición técnica de materiales, así como realizar seguimiento permanente a las condiciones climáticas y del entorno, con el fin de garantizar la estabilidad de la infraestructura, la seguridad del personal y la continuidad del proyecto.

JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO
INGENIERO CIVIL E INGENIERO SANITARIO
C.C 1.006.117.673
011037-0792774 ANT CIVIL
011281-0792665 ANT SANITARIA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO**, identificado con cédula de ciudadanía 1.006.117.673, Ingeniero Civil de profesión con Matricula Profesional No. 011037-0792774 e Ingeniero Sanitario con Matricula Profesional No. 011281-0792665, certifico que realicé el documento **ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO** para el proyecto "**CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**" a ejecutarse en jurisdicción del municipio de Saravena, Departamento de Arauca, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes a la fecha.

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Departamento de Arauca.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo:

- Copia de mi Tarjeta o Matricula Profesional
- Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales)
- Copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los nueve (09) días del mes de junio de 2026.

JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO
INGENIERO CIVIL E INGENIERO SANITARIO
C.C 1.006.117.673
011037-0792774 ANT CIVIL
011281-0792665 ANT SANITARIA

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO**, identificado con cédula de ciudadanía 1.006.117.673, Ingeniero Civil de profesión con Matricula Profesional No. 011037-0792774 e Ingeniero Sanitario con Matrícula Profesional No. 011281-0792665, certifico que realicé el documento **ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO** para el proyecto **"CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**.

Por lo anterior, manifiesto que asumo toda responsabilidad referente al **ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO,** realizadas de dicho proyecto, y exonero al Departamento de Arauca, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio, SIEMPRE Y CUANDO se cumpla a cabalidad la totalidad del proyecto propuesto.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando al Departamento de Arauca de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el Departamento no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los nueve (09) días del mes de junio de 2026.

Atentamente,

JORGE ANDRÉS VIVAS MORENO
INGENIERO CIVIL E INGENIERO SANITARIO
C.C 1.006.117.673
011037-0792774 ANT CIVIL
011281-0792665 ANT SANITARIA

TARJETA PROFESIONAL


Resolucion RN2025NALA000794
del 22/09/2025

COPNIA

INGENIERIA CIVIL

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

ID 1006117673

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MATRICULA PROFESIONAL

011037-0792774 ANT


Resolucion RN2025NALA000670
del 19/09/2025

COPNIA

INGENIERIA SANITARIA

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

ID 1006117673

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MATRICULA PROFESIONAL

011281-0792665 ANT

CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS

COPNIA

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4378558

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JORGE ANDRES VIVAS MORENO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1006117673, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA SANITARIA con MATRICULA PROFESIONAL 011281-0792665 ANT desde el 19 de Septiembre de 2025, otorgado(a) mediante Resolución Nacional RN2025NALA000670.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Marzo del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autorizó su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular lo invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Municipio/CertificadoOfGoodStanding/CertificadoOfGoodStanding/Start indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

COPNIA

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4378560

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JORGE ANDRES VIVAS MORENO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1006117673, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 011037-0792774 ANT desde el 22 de Septiembre de 2025, otorgado(a) mediante Resolución Nacional RN2025NALA000794.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios etico-profesionales.

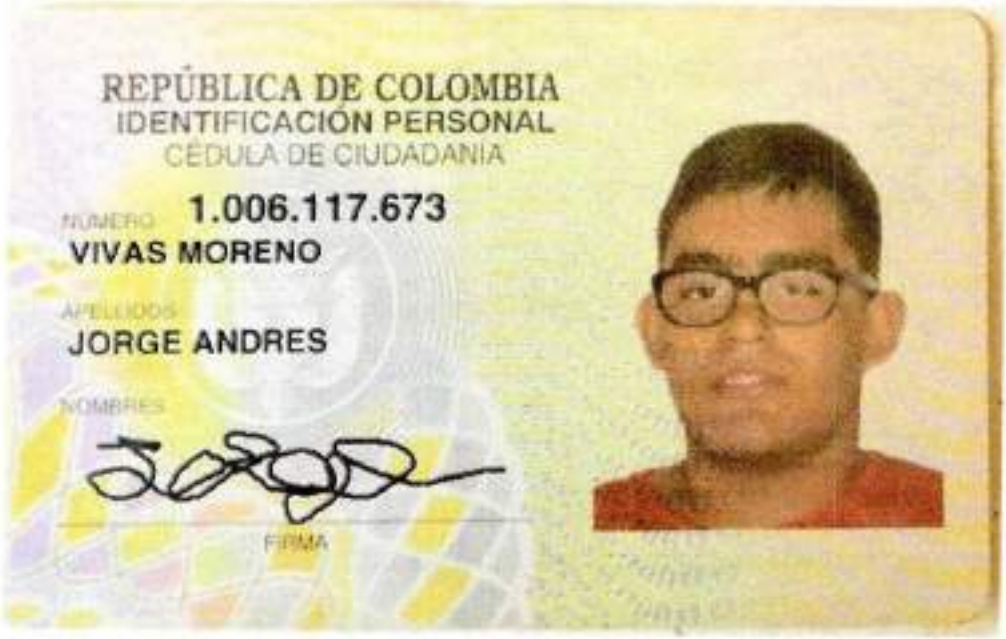
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Marzo del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web: https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_MicrosoftCertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CÉDULA DE CIUDADANÍA





UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Personería jurídica Ley 71 de 1878 del Estado Soberano de Antioquia y Ley 153 de 1887

EN ATENCIÓN A QUE

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

Identificado con cédula de ciudadania 1006117673

Ha completado todos los requisitos que los estatutos universitarios exigen para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Le expide el presente diploma En testimonio de ello se firma en Medellín, República de Colombia, el 10 de septiembre de 2025.
Libro 105 Folio 112-1333 del 10 de septiembre de 2025

JOHN JAIRO ARBOLEDA CESPEDES
Rector

DAVID HERNÁNDEZ GARCÍA
Secretario General

JULIO CÉSAR SALDARRIAGA MOLINA
Decano

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Personería jurídica Ley 71 de 1878 del Estado Soberano de Antioquia y Ley 153 de 1887

ACTA DE GRADUACIÓN 159521

Libro 105 Folio 1121333 del 10 de septiembre de 2025

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA

APROBACIÓN DEL PROGRAMA: Consejo Académico 242 del 05 de marzo de 2003

PROGRAMA: INGENIERIA CIVIL

La Vicerrectoría de Docencia, autorizo el trámite de la presente graduación mediante la Resolución 17130 del 22 de julio de 2025; una vez verificado este y los requisitos dispuestos en las normas universitarias, el Decano(a) o Director(a), el Secretario(a) General y el Rector(a), autorizan conferir el 10 de septiembre de 2025, el título de:

INGENIERO CIVIL

A

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

Identificado con cédula de ciudadanía 1006117673

En constancia se firma esta acta en la ciudad de Medellín, República de Colombia

JOHN JAIRO ARBOLEDA CESPEDES
Rector

DAVID HERNÁNDEZ GARCIA
Secretario General

JULIO CESAR SALDARRIAGA MOLINA
Decano

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Personería jurídica Ley 71 de 1878 del Estado Soberano de Antioquia y Ley 153 de 1887

EN ATENCIÓN A QUE

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

Identificado con cédula de ciudadanía 1006117673

Ha completado todos los requisitos que los estatutos universitarios exigen para optar al título de

INGENIERO SANITARIO

Le expide el presente diploma. En testimonio de ello se firma en Medellín, República de Colombia, el 10 de septiembre de 2025.
Libro 105 Folio 105-1259 del 10 de septiembre de 2025

JOHN JAIRO ARBOLEDA CÉSPEDES
Rector

DAVID HERNÁNDEZ GARCÍA
Secretario General

JULIO CÉSAR SALDARRIAGA MOLINA
Decano

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Personería jurídica Ley 71 de 1878 del Estado Soberano de Antioquia y Ley 153 de 1887

ACTA DE GRADUACIÓN 159447

Libro 105 Folio 1251-1259 del 10 de septiembre de 2025

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA

APROBACIÓN DEL PROGRAMA: Consejo Superior 1 del 02 de febrero de 1968

PROGRAMA: INGENIERIA SANITARIA

La Vicerrectoría de Docencia, autorizó el trámite de la presente graduación mediante la Resolución 17130 del 22 de julio de 2025; una vez verificado este y los requisitos dispuestos en las normas universitarias, el Decano(a) o Director(a), el Secretario(a) General y el Rector(a), autorizan conferir el 10 de septiembre de 2025, el título de:

INGENIERO SANITARIO

A

JORGE ANDRES VIVAS MORENO

Identificado con cedula de ciudadanía 1006117673

En constancia se firma esta acta en la ciudad de Medellín, República de Colombia.

JOHN JAIRO ARBOLEDA CESPEDES
Rector

DAVID HERNÁNDEZ GARCÍA
Secretario General

JULIO CESAR SALDARRIAGA MOLINA
Decano