



Línea base ambiental para el programa de uso y ahorro eficiente del agua del acueducto de la quebrada Cinco Mil

Yesi Carolina Delgado Macias

Universidad Libre
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Ingeniería Ambiental
Socorro, Santander
01 de febrero de 2022

Línea base ambiental para el programa de uso y ahorro eficiente del agua del acueducto de la quebrada Cinco Mil

Yesi Carolina Delgado Macias

Informe De Pasantía

Ing. Haimar Ariel Vega Serrano. MSc.

Director

Ing. Diego Andrés Calderón. MSc.

Coordinador Organización

Universidad Libre
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias Ingeniería
Ambiental
Socorro, Santander
01 de febrero de 2022

Nota de aceptación.

Firma Jurado

Firma Jurado

Socorro, 01 de febrero de 2022

DEDICATORIA

Dedico a Dios por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria para lograr superar cualquier obstáculo, levantarme y cumplir con este gran logro.

A mi familia, especialmente a mi abuelita Aminta Flórez, ella quien me dio su confianza, su apoyo, amor y nunca me dejó sola, creyó en que lograría todos mis sueños.

A cada uno de los Docentes que me acompañaron y guiaron en este camino, para lograr ser merecedora del título de Ingeniera Ambiental con sus conocimientos, dedicación, paciencia y amor por la educación.

A mi Compañero de vida, Osney Dayan Izaquita Vesga, por su apoyo y amor incondicional.

A mi Hijo Matías Xavier Izaquita Delgado, es la razón por la cual no me rendí, para ser su ejemplo, porque todo se puede lograr, con amor, sabiduría y disciplina.

A la Ing. María Natalia cruz, por darme la oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo en la empresa Aguas del Socorro S.A. E.S.P y lograr terminar de manera satisfactoria el trabajo de pasantía.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a DIOS, él es quien nos da la vida, la sabiduría y todo lo necesario para cumplir con nuestro propósito en el mundo.

A mi Abuela Aminta por creer en mí, su amor y palabras de apoyo me llenaron de ganas para cada día ser mejor, siendo para ella su mayor orgullo.

A mis docentes por compartir sus conocimientos, uno de ellos me llevo por el camino de la investigación siendo el tiempo que mayor disfrute y aprendí, al ser parte de un semillero de investigación.

A mi docente tutor el Ing. Haimar Ariel Vega Serrano, por su paciencia, dedicación, por resolver mis dudas y guiarme durante el desarrollo de la pasantía.

A la empresa Aguas del socorro S.A. E.S.P por acogerme y poder hacer parte de su equipo de trabajo, su labor en la prestación del servicio de agua potable es indispensable para el desarrollo económico del municipio.

A cada una de las personas que hicieron parte de esta etapa de mi vida, porque con mucho sacrificio, esfuerzo, disciplina y el apoyo que me brindaron logré culminarla.

Contenido

Resumen.....	11
Introducción.....	12
1. Información de la organización.....	13
1.1. Descripción de la Organización	13
1.2. Estructura Organizacional.....	13
1.3. Descripción del área donde se desarrolla la pasantía.....	14
2. Descripción del problema.....	15
3. Objetivos	16
3.1. Objetivo General	16
3.2. Objetivos Específicos	16
4. Marco referencial	17
5. Marco legal.....	18
6. Metodología.....	19
6.1. Descripción de actividades por objetivo específico	19
7. Resultados.....	21
7.1 Comportamiento hidrológico de la quebrada Cinco Mil	21
7.2 Análisis hidrológico.....	25
7.2.1 Precipitación.	26
7.2.2 Escorrentía.....	26
7.2.3 Evapotranspiración potencial (ETP).....	29
7.2.4 Infiltración.....	30
7.2.5 Balance hídrico.....	32
7.2.6 Curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF)	34
7.2.7 Estimación de caudal	35
7.2.8 Caudal captado	37
7.2.8.1 Seguimiento del caudal captado.....	37
7.2.9 Indicadores hídricos del régimen natural.....	37
7.2.9.1 Índice de aridez (IA)	37
7.2.9.2 Índice de retención y regulación hídrica (IRH)	38
7.2.10 Indicadores hídricos por intervención antrópica.....	38
7.2.10.1 Índice de uso del agua (IUA).....	38
7.2.10.2 Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH)	39

7.2.11	Índice de calidad del agua.....	39
7.2.12	Entorno geográfico	39
7.2.12.1	Geología.....	39
7.2.12.2	Geomorfología	42
7.2.12.3	Suelos	42
7.2.12.4	Coberturas de la tierra.....	43
7.3	Área de influencia	45
7.3.1	Predios del área de influencia	45
7.3.2	Aspecto socioeconómico	46
7.4	Programa de uso y ahorro eficiente del agua	47
7.4.1	Alcance	47
7.4.2	Objetivos	47
7.4.2.1	Objetivo general.....	47
7.4.2.2	Objetivos específicos.....	48
7.4.3	Horizonte	48
7.4.4	Plantillas.....	48
7.4.5	Identificación de programas.....	48
7.5	Zonificación	48
7.5.1	Definición de factores para la zonificación.....	48
7.5.2	Cartografía temática.....	49
8.	Conclusiones.....	52
9.	Recomendaciones	54
	Referencias	55
	Anexos	58

Figuras

Figura 1. Organización.....	13
Figura 2. Organigrama empresarial.....	14
Figura 3. Ubicación de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil	21
Figura 4. Zonas altitudinales de la subcuenca quebrada Cinco Mil.	24
Figura 5 Perfil hipsométrico	24
Figura 6 Pendientes de la subcuenca quebrada Cinco Mil.	25
Figura 7 Análisis de precipitación multianual.....	26
Figura 8. Modelo cartográfico para cálculo de escorrentía.....	27
Figura 9. Escorrentía anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil.....	28
Figura 10. Modelo cartográfico para cálculo de evapotranspiración	29
Figura 11. Evapotranspiración potencial anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil	30
Figura 12. Modelo cartográfico para el cálculo de infiltración	31
Figura 13. Infiltración anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil	32
Figura 14 Modelo cartográfico para el cálculo del balance hídrico	33
Figura 15. Balance hídrico de la subcuenca quebrada Cinco Mil.....	34
Figura 16. Curvas IDF.....	35
Figura 17. Curva de duración del caudal medio de la quebrada Cinco Mil (1991-2020).....	36
Figura 18. Índice de aridez de la subcuenca quebrada Cinco Mil.....	38
Figura 19. Geología de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil	41
Figura 20. Geomorfología de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil	42
Figura 21. Unidades de suelo de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil	43
Figura 22. Coberturas de la tierra subcuenca de la quebrada Cinco Mil	44
Figura 23. Delimitación del área de influencia.....	46
Figura 24. Evidencia del uso de la tierra.....	47
Figura 25. Cartografía de factores	50
Figura 26 Zonificación del área de influencia.....	51

Tablas

Tabla 1. Actividades por objetivo	20
Tabla 2. Resumen de parámetros morfométricos.....	22
Tabla 3. Estaciones climatológicas	25
Tabla 4. Número de Curva	27
Tabla 5. Cálculo mensual de esorrentía	28
Tabla 6. Valores de infiltración	31
Tabla 7. Balance hídrico.....	33
Tabla 8. Resumen de caudales estimados por métodos indirectos	36
Tabla 9. Resultados de análisis del agua.....	39
Tabla 10. Unidades Estratigráficas.....	40
Tabla 11. Factores condicionantes y detonantes	49
Tabla 12 Clasificación de Sistema Hidrológico.....	58

Anexos

Anexo 1. Informe técnico de morfometría.....	61
Anexo 2. Memoria de cálculo de análisis morfométrico.....	74
Anexo 3. Estimación de caudal por transferencia hidrológica.....	79
Anexo 4. Registro de caudales de Parques Nacionales Naturales	91
Anexo 5. Estimación del índice de retención y regulación hídrica.....	94
Anexo 6. Predios del área de influencia	104
Anexo 7. Estructura de geodatabase.....	106
Anexo 8. Plantillas del programa de uso y ahorro eficiente del agua	107

Resumen

El presente trabajo de pasantía, consigna el sustento técnico de la línea base ambiental para el desarrollo del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua, del acueducto denominado “La Cinco Mil”, adscrito al municipio de El Socorro, Santander. Lo anterior, se sustenta en la definición pragmática de la resolución 1257 de 2018 y la ley 373 de 1997, incorporando dicho instrumento de planificación, para la gestión integral del recurso hídrico.

La consecución integral de los objetivos dispuestos, se realiza a partir de una orientación fáctica, basada en la planeación estratégica dispuesta por los profesionales encargados del área, dando lugar a visitas de inspección ocular, caracterización, seguimiento y ejecución de la línea base ambiental, recopilando evidencias que soportan el componente físico-biótico en un contexto espacial de interpretación visual y procesamiento digital de imágenes.

Se establece a través de sistemas de información geográfica la caracterización hidrológica de la fuente abastecedora bajo una clasificación en la categoría de subcuenca con geometría pequeña de forma oval redonda a oval oblonga con comportamiento bimodal, una oferta hídrica anual que oscila entre 644 – 1558 mm y, un volumen de infiltración de 0.016 km³, demostrando excedente de agua hacia el centro-occidente de la unidad hidrológica.

En síntesis, la integración espacial de las variables con definición heurística, identifica 44 predios de carácter rural de los cuales 22.51 hectáreas se encuentran sujetas bajo la modalidad de servidumbre en un área de influencia total de 817.83 hectáreas, categorizadas en áreas críticas, condicionadas principalmente por los indicadores hídricos del régimen natural y antrópico en la en clase de riesgo alto con una influencia del 70.25% en distribución preferencial occidente-suroccidente y, el 29.25% del territorio en riesgo moderado.

Introducción

La conservación del recurso hídrico disponible en un determinado contexto espacial representa una necesidad imperiosa de alto impacto en la actualidad. Desde una perspectiva conceptual, la lógica de los distintos actores que interactúan en el entorno geográfico condiciona un marco de oferta y demanda susceptible de potenciales modificaciones, acordes con las necesidades emergentes -principalmente antrópicas-, haciendo procedente una actuación sinérgica hombre-naturaleza, conocida bajo el nombre de desarrollo sostenible.

En Colombia, las preocupaciones en materia ambiental -con soporte jurídico-, se remontan a la segunda mitad del siglo XX, momento en el cual, con la expedición de la ley 23 de 1973 se definió por primera vez el medio ambiente, y con el Decreto 2811 de 1974 se le brindó la debida reglamentación. No obstante, es tan solo con la emisión de la Constitución Política de 1991 que se brinda un verdadero cambio, pues aquella visión antropocéntrica tomó rumbo hacia una concepción biocéntrica.

Aunque nuestra nación se encuentra en una posición estratégica que le permite gozar de distintos pisos térmicos, dos océanos e incontables fuentes hídricas continentales. Los conflictos por el uso y disponibilidad del agua cada día son más evidentes. Una distribución heterogénea del recurso junto a un incierto ordenamiento del territorio, se conjugan dando lugar el constante deterioro de este líquido vital.

La empresa Aguas del Socorro S.A. E.S.P como prestadora del servicio de acueducto en el municipio de El Socorro es responsable de velar por la conservación y protección de los recursos naturales dentro de su organigrama general se encuentra la dirección comercial encargada de los programas de uso y ahorro eficiente del Agua por tal motivo fue la ubicación asignada y donde se desarrolló el presente trabajo bajo la dirección de la Ing. María Natalia Cruz Vásquez y la supervisión del MSc. Diego Calderón.

A partir de análisis heurísticos, se define que, la unidad hidrológica de la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil, se asienta sobre una zona con gran complejidad estructural de carácter compresivo, sobre la cuenca del Valle Medio del Magdalena, dando lugar a estructuras geológicas regionales, como el Anticlinal de los Cobardes y el afloramiento de Rocas Antiguas de edad jurásica, con alta compactación, pero predisposición a fenómenos de caída de roca, en un paisaje escarpado, donde predominan las geoformas de tipo Crestón, cubiertas por suelos muy superficiales a moderadamente profundos con textura franca, franco arcillosa y franco arenosa que soportan coberturas de tipo Bosque Denso y Mosaicos de Pastos y Cultivos, con una oferta hídrica anual que oscila entre 644 - 1558 mm/año y un volumen de infiltración de 0.016 km³, con excedentes de agua hacia el sector centro-occidental.

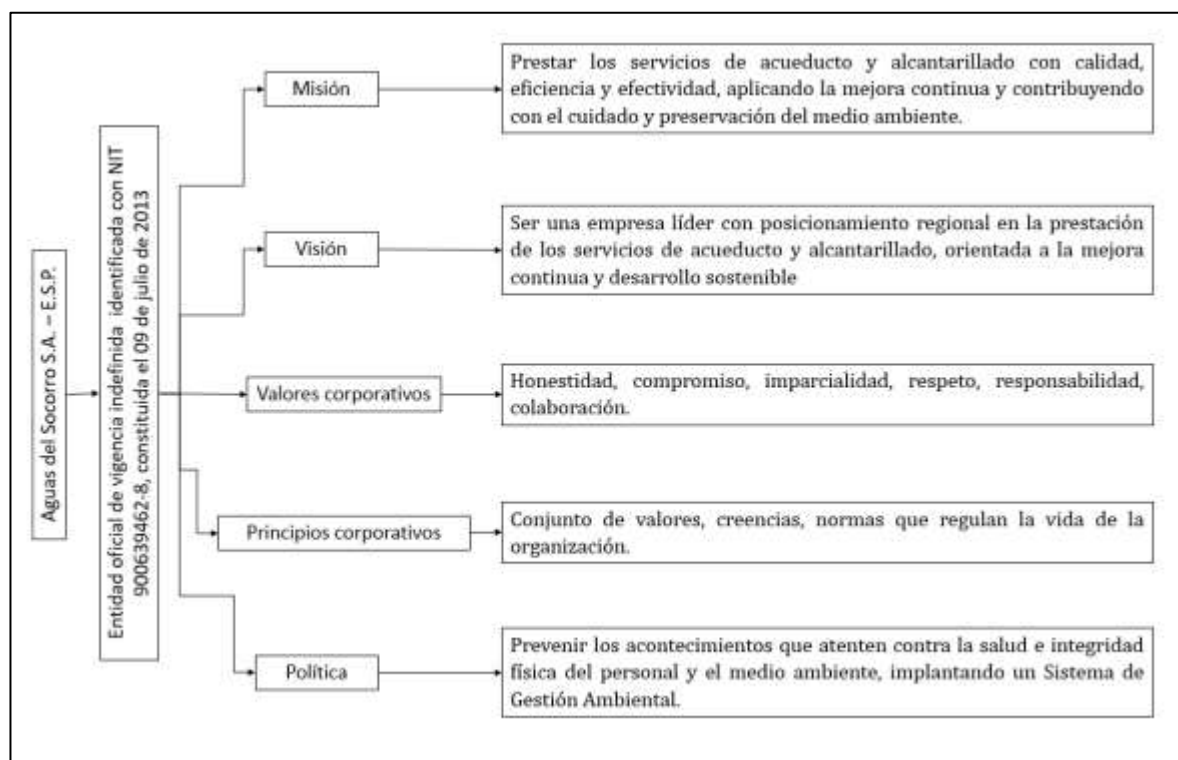
Finalmente, se define un área de influencia de 8.17 km², sobre la cual se da lugar al análisis socioeconómico de los predios inmersos y, la zonificación correspondiente.

1. Información de la organización

1.1. Descripción de la Organización

Los aspectos más relevantes relacionados con la conformación de la entidad, así como sus disposiciones institucionales, se resumen en la Figura 1.

Figura 1. Organización

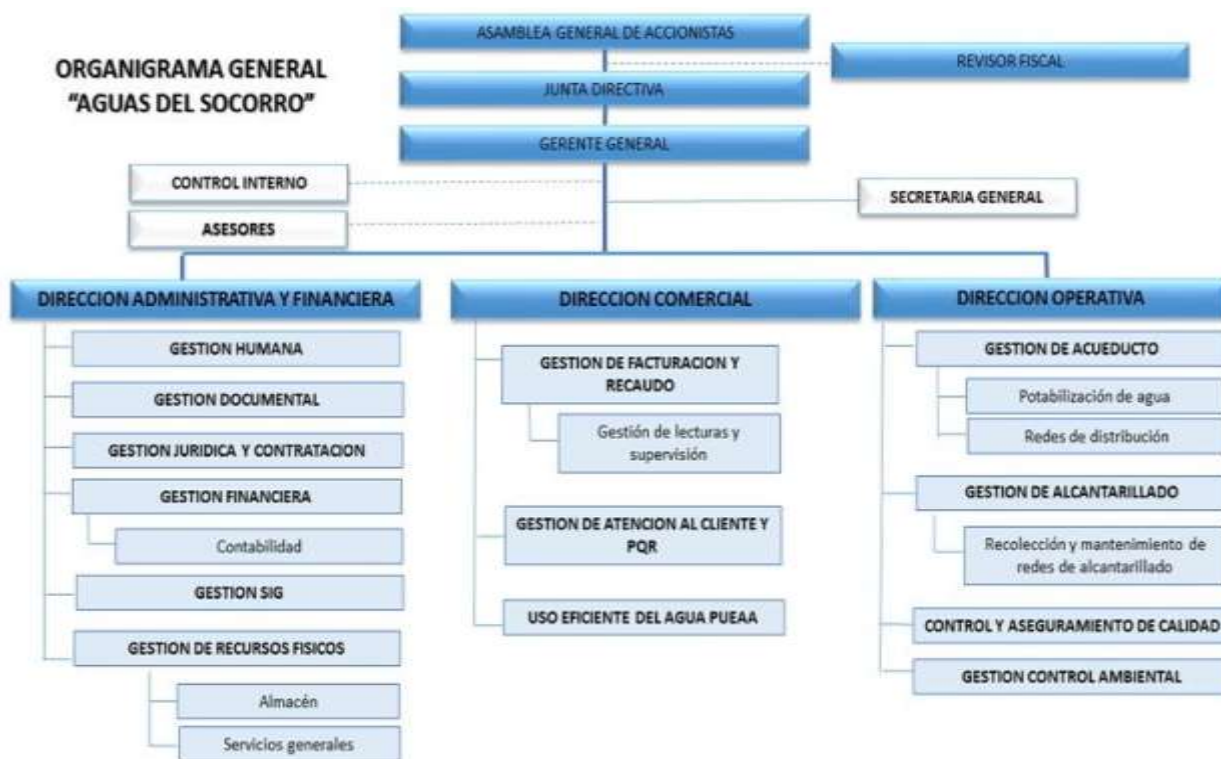


Fuente: Elaboración propia.

1.2. Estructura Organizacional

La debida representación legal de la entidad, está sujeta a la figura del Gerente General, quién a su vez, se encuentra bajo vigilancia y control permanente de la Junta Directiva y la Asamblea General de Accionistas. La Direcciones Administrativa, Comercial y Operativa, se encuentran en el mismo nivel jerárquico, entendiendo entonces que, cada dependencia se encarga de llevar trámite a diferentes funciones (Ver Figura 2).

Figura 2. Organigrama empresarial



Fuente: Tomado de Aguas del Socorro S.A. E.S.P., (2021).

1.3. Descripción del área donde se desarrolla la pasantía

La suscrita pasantía nacional se remite a la Dirección Comercial dado que en esta se encuentra la dependencia relacionada con el Uso Eficiente del Agua. Entre sus funciones se destacan, la atención al cliente de las distintas quejas, reclamos o peticiones bajo la figura de PQR, así como la emisión de facturación del servicio y la sensibilización e implementación del PUEAA.

2. Descripción del problema

La conservación del recurso hídrico disponible en un determinado contexto espacial representa una necesidad imperiosa de alto impacto en la actualidad. Desde una perspectiva conceptual, la lógica de los distintos actores que interactúan en el entorno geográfico condiciona un marco de oferta y demanda susceptible de potenciales modificaciones, acordes con las necesidades emergentes -principalmente antrópicas-, haciendo procedente una actuación sinérgica hombre-naturaleza, conocida bajo el nombre de desarrollo sostenible.

Aunque nuestra nación se encuentra en una posición estratégica que le permite gozar de distintos pisos térmicos, dos océanos e incontables fuentes hídricas continentales. Los conflictos por el uso y disponibilidad del agua cada día son más evidentes. Una distribución heterogénea del recurso junto a un incierto ordenamiento del territorio, se conjugan dando lugar al constante deterioro de este líquido vital. Según el Estudio Nacional del Agua realizado en el año 2018 por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el 5% de los recursos hídricos le pertenecen al territorio nacional (García et al., 2019), sin embargo, en este mismo estudio se menciona el departamento de Santander como parte de zonas con susceptibilidad de desabastecimiento de agua.

Teniendo en cuenta lo expuesto por el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, podemos hablar de la dirección del recurso hídrico en el cual se establece el plan hídrico nacional que tiene como objetivo impulsar todos los programas y proyectos de las autoridades ambientales y los distintos entes territoriales. En él podemos encontrar el numeral 5.1.6 El Programa de Control de la Contaminación y Uso Eficiente del Recurso Hídrico en el cual se menciona como uno de los objetivos, ampliar la formulación e implementación de los PUEAA no solo en los acueductos prestadores del servicio sino también en los demás usuarios principales, todo esto encaminado con la ejecución de la política nacional para la gestión del recurso hídrico, donde se establecen los principios, objetivos, estrategias y líneas estratégicas, orientada a atender la problemática actual en relación a la gestión del agua, implementa mediante El Plan hídrico nacional.

El reto para Colombia hacia el año 2030 en concordancia con el objetivo seis (6) de Desarrollo Sostenible y la promoción de calidad de vida, tal como se establece en el Estado Social de Derecho es, brindar acceso a sistemas de saneamiento básico y agua potable, a las distintas poblaciones que hacen parte del territorio nacional.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Establecer la línea base ambiental para el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua del acueducto de la quebrada Cinco Mil.

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento hidrológico de la quebrada Cinco Mil y su relación con el entorno geográfico.
- Identificar la distribución espacial de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los distintos predios públicos y privados en el área de influencia.
- Definir la zonificación de riesgos asociados a la calidad de agua para abastecimiento.

4. Marco referencial

La definición técnica de la línea base ambiental para el Programa del Uso y Ahorro Eficiente del Agua (PUEAA), conlleva en sentido estricto, hacia una visión holística orientada a fuentes, donde la premisa fundamental se basa, en el esclarecimiento de los distintos conceptos básicos representativos.

Por esto, en sentido práctico, es necesario entender el agua, como un recurso vulnerable y finito, objeto de regularización colectiva UNEP, (1992. p. 4). Su protección, se deriva de las distintas actividades de seguimiento y monitoreo, las cuales, permiten gestionar la planificación estratégica bajo un sustento debidamente informado.

Con base en el anterior principio, es concordante aseverar, la necesidad imperiosa de emplear tecnologías no invasivas. De acuerdo con Santaolalla, (2017. p. 28), este tipo de instrumentos, brinda la capacidad de percibir el entorno de una manera ampliada, pues, el reconocimiento de patrones y la ubicación espacial son necesidades inherentes al ser humano, permitiendo definir variables tales como: tiempo, velocidad, distancia, ubicación, forma, color, textura y superposiciones.

Teniendo en cuenta estas necesidades, el desarrollo socioeconómico y tecnocrático, han impulsado el desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) hacia una configuración moderna (Escolano, 2015), generando bases de datos, describiendo modelos raster y vectoriales, dando lugar a la generación de cartografía para la planificación territorial, gestión administrativa, valoración de riesgos y evaluación del medio ambiente.

La gestión del recurso hídrico con este tipo de herramientas, ofrece la posibilidad de modelar múltiples escenarios (Correa & Ignacio, 2002), teniendo en cuenta, un ambiente de procesamiento digital, donde el modelo de elevación del terreno es sometido a una esquematización de algoritmos, orientados a objetos, los cuales, extraen información relacionada a partir de matrices lógicas, contenidas en los píxeles distribuidos homogéneamente sobre el insumo tipo raster.

Estos datos sintéticos, condicionan la definición de zonas críticas homogéneas en un entorno de análisis multicriterio, relacionando escenarios definidos por la calidad, oferta y demanda del recurso hídrico (Sánchez et al., 2004).

Este enfoque, busca generar un posterior detrimento en el consumo de agua, a partir de recursos cuantitativos para la selección de alternativas eficientes (Rieder, 2019. p. 35).

5. Marco legal

En nuestra Nación, la legislación en materia ambiental sienta su base, a partir de la Ley 23 de 1973 donde se define en el artículo 2 al Medio Ambiente como el conjunto entre los recursos naturales renovables y la atmósfera, siendo procedente, con el Decreto 2811 de 1974, conocido como el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables, declarar la definición conceptual de dichos recursos en su artículo 3, así como, la declaración de los mismos objeto de utilidad pública e interés social, en el artículo 1.

Hacia el año de 1991, con la declaración de una nueva Carta Magna, se eleva la concepción antropocéntrica hacia una visión biocéntrica, conteniendo entre otros, en el capítulo 3, la respectiva reglamentación de los derechos colectivos y del ambiente, declarando la planificación, aprovechamiento y protección del ecosistema con el fin de garantizar el desarrollo sostenible.

En atención a estas nuevas disposiciones, se promulga la Ley 99 de 1993, de forma que se crea una Figura Ministerial y se reordena la gestión de los recursos naturales a través del Sistema Nacional Ambiental, declarando, áreas de protección especial y priorizando el uso doméstico del agua potable.

Con la Ley 373 de 1997, se incorpora el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua en las unidades político administrativas de carácter local y regional bajo una temporalidad quinquenal. Se resalta, la inclusión de programas para la reducción de pérdidas, reúso, medición de consumo, manejo de zonas especiales y la atención básica con educación ambiental.

A través de la Resolución 0330 de 2017, se adopta un reglamento técnico relacionado con la infraestructura de servicios públicos domiciliarios, adscritos al sector de saneamiento y agua potable.

Como complemento, es finalmente con la Resolución 1257 de 2018 cuando se brinda un soporte prudente en materia de protección del recurso hídrico pues, declara la necesidad imperiosa de evaluar el debido Programa para Uso y Ahorro Eficiente del Agua a la autoridad ambiental a que haya lugar siempre que, se solicite un permiso menor asociado al mismo o, se pretenda obtener esta concesión de manera implícita a través de licencia ambiental.

6. Metodología

La construcción de la línea base ambiental para el acueducto de la quebrada Cinco Mil, se fundamenta en los preceptos establecidos por la Ley 393 de 1997 y la Resolución 1257 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dando lugar a la conjugación espacial de la unidad hidrográfica y las distintas variables que actúan en el espacio geográfico, a través de información secundaria de fuentes oficiales nacionales, productos satelitales gratuitos disponibles por Agencias internacionales, y visitas de inspección ocular, con el acompañamiento de los profesionales de la entidad.

El procedimiento establecido a continuación, permite enriquecer la interpretación de los distintos fenómenos modelados en un ambiente de geovisualización con soporte en sistemas de información geográfica (SIG), dando lugar a un intercambio de información con sentido espacial, brindando la capacidad de soportar las distintas acciones administrativas a que haya lugar.

- Realizar la delimitación de la Subcuenca de la quebrada Cinco Mil en concordancia con la clasificación del POMCA del Medio y Bajo Suárez. Su definición se basa en el procesamiento digital del modelo de elevación digital, relacionando la dirección y acumulación de flujo con respecto al punto de descarga del cauce principal.
- Calcular los parámetros morfométricos con base en las medidas realizadas en SIG y las definiciones propuestas por diversos autores, citadas para cada situación en concreto.
- Realizar la caracterización hidrometeorológica a partir de la información básica disponible por el IDEAM, entendiendo como parte de este componente el balance hídrico generalizado, el análisis de caudales, curvas de intensidad-duración-frecuencia y, los respectivos índices.
- Contrastar la información secundaria disponible para la definición del entorno geográfico inmerso en la unidad hidrográfica analizada.
- Definir un área de influencia teniendo como criterio, un radio de un (1) kilómetro, contado desde la bocatoma del acueducto hasta su intersección con respecto a la curva de nivel más distante.
- Realizar el inventario y caracterización de actividades socioeconómicas de predios inmersos en el área de influencia.
- Definir los componentes para la información general del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua.
- Realizar una zonificación de riesgos por el abastecimiento de agua, teniendo en cuenta la información contenida en los capítulos anteriores y su redimensionamiento a través de álgebra de mapas y análisis heurísticos.

6.1. Descripción de actividades por objetivo específico

De acuerdo con la propuesta de trabajo, las actividades planteadas a desarrollar se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades por objetivo

Objetivo específico	Actividad	Cumplimiento (%)
1. Analizar el comportamiento hidrológico de la quebrada Cinco Mil y su relación con el entorno geográfico.	a. Calcular parámetros morfométricos de la cuenca.	100
	b. Realizar el balance hídrico de la cuenca para determinar la oferta disponible.	100
	c. Delimitar la ronda hídrica y el área de infiltración.	100
	d. Evaluar la precipitación de la cuenca para calcular las curvas IDF	100
	e. Realizar un aforo mensual que permita llevar un control del caudal.	50
	f. Calcular el índice de calidad ambiental	100
	g. Contrastar la información geológica, geomorfológica, suelos y coberturas con respecto al comportamiento hidrológico	100
2. Identificar la distribución espacial de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los distintos predios públicos y privados en el área de influencia.	a. Establecer el inventario de predios de inmersos en la cuenca hidrográfica.	100
	b. Relacionar las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los predios identificados.	100
	c. Delimitar el área de influencia del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua	100
	d. Definir los componentes para la información general del Programa de Uso y Ahorro Eficiente del Agua.	100
3. Componer una zonificación de riesgos asociados a la calidad de agua para abastecimiento.	a. Determinar los factores condicionantes y detonantes que intervienen en la calidad de abastecimiento.	100
	b. Generar la respectiva cartografía de amenazas por calidad de agua para abastecimiento.	100
	c. Generar la respectiva cartografía de elementos vulnerables por calidad de agua para abastecimiento.	100
	d. Realizar la zonificación de riesgos a partir de los factores catalogados en amenaza y vulnerabilidad.	100

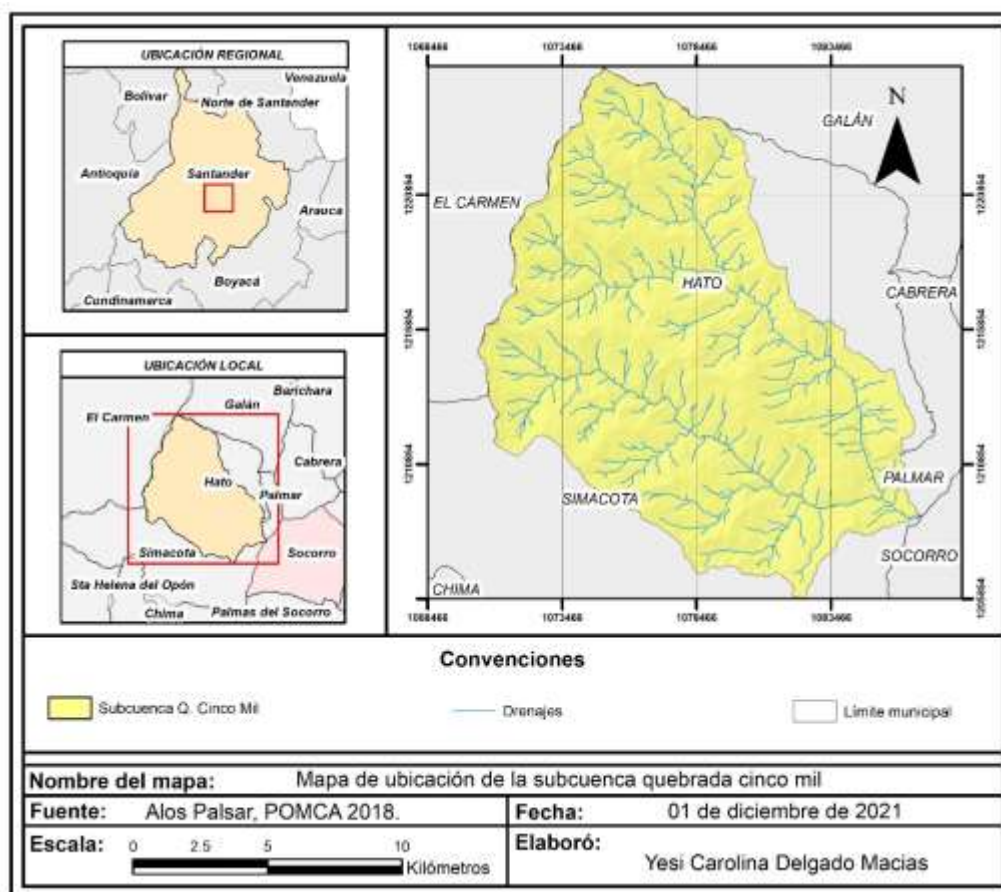
Fuente: Elaboración propia.

7. Resultados

7.1 Comportamiento hidrológico de la quebrada Cinco Mil

La Subcuenca de la quebrada Cinco Mil, corresponde a una de las unidades hidrográficas de nivel II que componen en conjunto la Cuenca del Río Medio y Bajo Suárez, y se identifica con el código de clasificación 24010204. Se localiza hacia el centro del departamento de Santander, en jurisdicción de los municipios de El Hato, Simacota, Palmar, El Carmen y Galán (Ver Figura 3) en los cuales cuenta con una participación aproximada de 73%, 25%, 1.54%, 0.03% y 0.07% respectivamente (CAS et al., 2018). Por otra parte, de acuerdo con los índices de planchas a escala 1:25.000 del IGAC, se hace evidente que esta unidad se encuentra inmersa en las subdivisiones 1351C, 1351D, 1351IIA, 1351IIB y 1351IID.

Figura 3. Ubicación de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

Para entender el entorno geográfico sobre el cual se asienta la unidad de análisis, se hace procedente la evaluación de la Subcuenca de la quebrada Cinco Mil, a través de procedimientos en sistemas de información geográfica con soporte en información pública. Dado que, en el POMCA del Medio y Bajo Suárez, aprobado mediante Resolución conjunta de 2018, se consigna el concepto favorable de los productos satelitales para la generación de cartografía temática, la delimitación de subzona hidrográfica objeto de estudio, es soportada mediante el procesamiento digital de un modelo de elevaciones del programa ALOS de la Agencia Espacial Japonesa –JAXA-. Por otra parte, la definición de

los parámetros morfométricos, se fundamenta en esencia, en la Metodología para la Caracterización de Cuencas, propuesta por Reyes et al., (2010).

A modo de resumen, en la Tabla 2, se consignan los distintos parámetros morfométricos calculados. Para mayor información puede remitirse al Anexo 1. Informe técnico de morfometría y Anexo 2. Memoria de cálculo de análisis morfométrico.

Tabla 2. Resumen de parámetros morfométricos

Índices generales	Símbolo	Valor	Unidad
Área	A	182.15	km ²
Perímetro	P	63.9	km
Longitud del cauce principal	Lcp	20.25	km
Longitud axial	La	17.52	km
Ancho máximo	Bm	10.51	km
Largo máximo	Lm	17.52	km
Ancho promedio	B	10.39	km
Índices de forma			
Índice de alargamiento	Ia	1.66	-
Factor de forma	Kf	0.44	-
Área máxima de vertiente	Amax	130.13	km ²
Área mínima de vertiente	Amín	52.02	km ²
Índice asimétrico	Ias	2.5	-
Sistema de drenaje			
Longitud total de drenaje	Ltd	285.69	km
Número total de corrientes	Ntc	613	-
Orden de las corrientes de agua	Oc	5	-
Densidad de drenaje	Dd	1.56	km/km ²
Relación de confluencias	Rc	-0.207	-
Relación de longitud	Rl	-2.434	-
Longitud del valle del río	Lvr	19.84	km
Longitud al centroide	Lc	2.35	km
Sinuosidad del cauce principal	Scp	1.02	-
Extensión media de escorrentía superficial	Le	159.24	m
Coefficiente de compacidad o de Gravelius	Kc	1.32	-
Coefficiente de escorrentía superficial	Ce	0.45	-
Constante de estabilidad del río	Cde	0.63	-
Coefficiente de masividad	KM	7.35	-
Coefficiente orográfico	Co	9.83	-
Relieve			
Elevación del nacimiento	En	2866	m
Elevación desembocadura	Ed	673	m
Elevación media	Em	2010	m
Altitud media	Hm	1337	m
Desnivel altitudinal	Da	2802	m
Volumen de la cuenca	Vc	366	Km ³
Volumen de base	VB	12.25	Km ³
Volumen de relieve	Vr	354	Km ³
Altura equivalente	He	1632	m

Fuente: Elaboración propia.

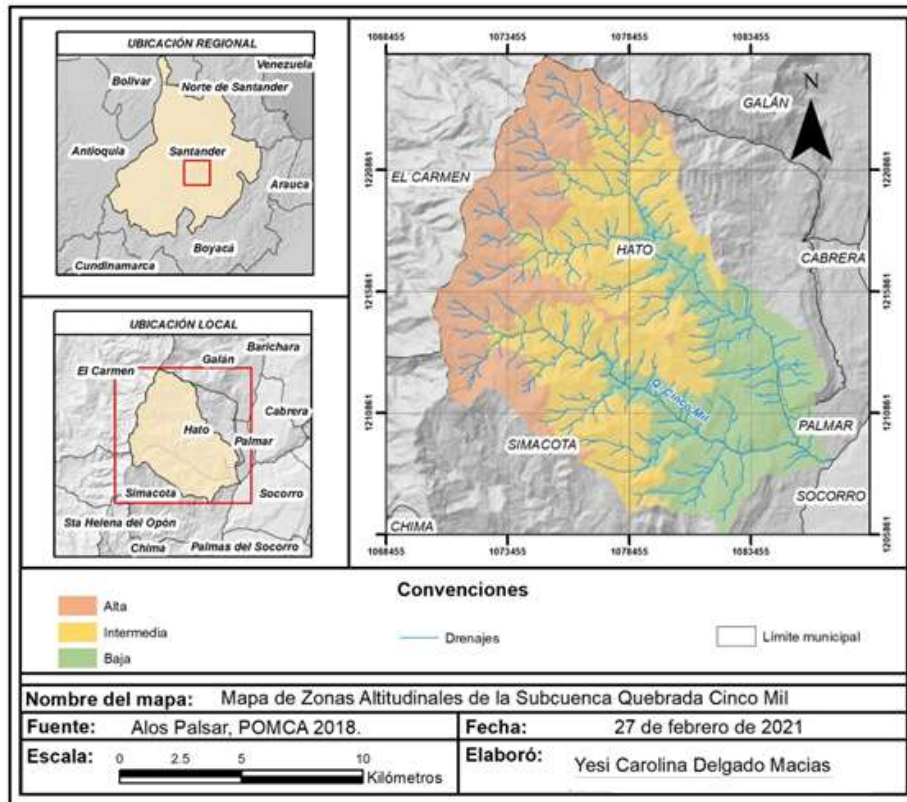
Por otra parte, el tiempo de concentración, es calculado teniendo en cuenta un promedio derivado de las distintas metodologías existentes, para un valor de 125.9 minutos que puede considerarse de tipo lento, según Instituto Nacional de Ecología, (2004).

De esta manera, bajo una perspectiva heurística, soportada en el manejo de software especializado para el tratamiento de información cartográfica, se establece un nivel de amenaza intermedia por avenidas para la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil. Los parámetros morfométricos calculados, describen una geometría de cuenca pequeña de forma oval redonda a oval oblonga, con un basculamiento pronunciado hacia su vertiente izquierda, con un alargamiento en sentido Noroeste-Sureste, concordante con la disposición del cauce principal, el cual discurre en un paisaje montañoso configurado por un Piso Meso Térmico. Para mayor información referente a los métodos de cálculo, puede remitirse al Anexo 1. Morfometría.

La distribución de las zonas altitudinales se deriva de un esquema de clasificación univariado de rupturas naturales, identificando su disposición en sentido noroccidente – suroriente (Ver Figura 4), representando un área con mayor en la zona intermedia con un total de 73.16 km², correspondiente al 40.2% de la unidad hidrográfica, seguida de la zona baja con 56.29 km² y la zona alta con 52.69 km², para un aproximado de ocupación de 30.9% y 28.9% respectivamente. El desnivel de 2800 metros, da lugar a una variabilidad de ecosistemas, siendo el de mayor representatividad aquel correspondiente al Parque Nacional Natural de los Yariguíes.

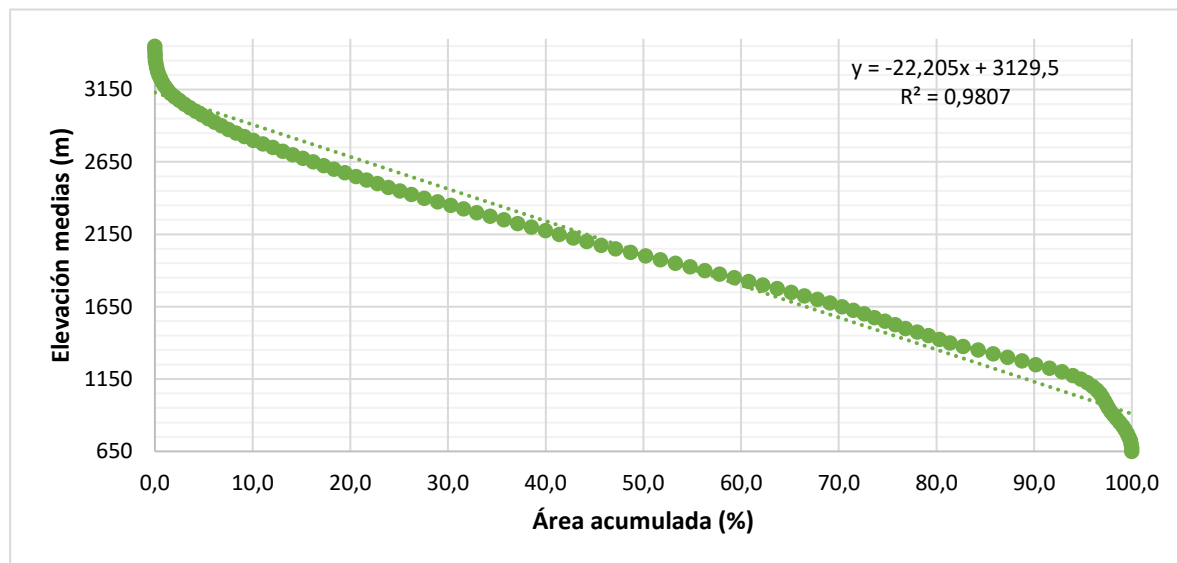
La sección transversal de la cuenca (Ver Figura 5), conocida como curva hipsométrica, es calculada a partir de un intervalo de 25 metros, representando una pendiente pronunciada a lo largo del perfil que se agudiza en los valores extremos. Esta tendencia, se corrobora a nivel espacial, teniendo en cuenta la distribución de las pendientes (Ver Figura 6), calculadas a partir de algoritmos de sistemas de información geográfica y el método de compensación de áreas, demostrando la existencia de fuertes pendientes, las cuales pueden favorecer fenómenos de remoción en masa de tipo caída de roca.

Figura 4. Zonas altitudinales de la subcuenca quebrada Cinco Mil.



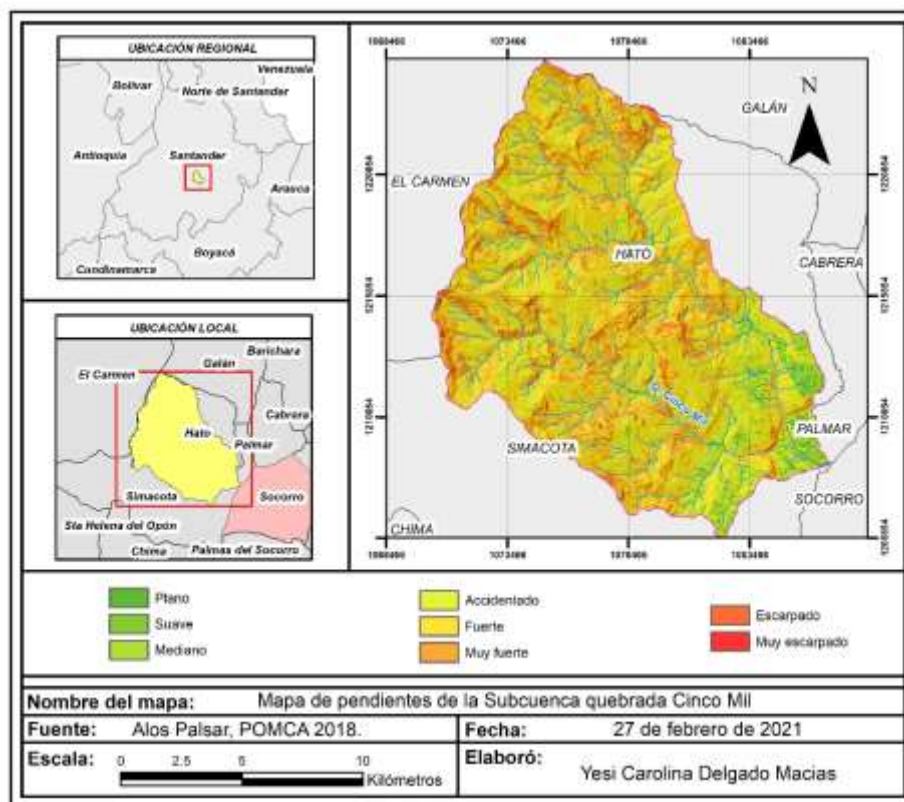
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Perfil hipsométrico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Pendientes de la subcuenca quebrada Cinco Mil.



Fuente: Elaboración propia.

7.2 Análisis hidrológico

El comportamiento hidrológico de la Subcuenca de la Cinco Mil, se fundamenta, en los registros multianuales, adquiridos mediante radicado 20219050016192 del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Es importante resaltar la limitación en los datos dado el proceso de implementación del geoportal, por lo tanto, no se cuenta con información de la variable temperatura, haciendo improcedente el cálculo de la evapotranspiración potencial –ETP- a partir de métodos tradicionales.

Las estaciones con la relación espacial óptima, señaladas como objeto de interés, se relacionan en la Tabla 3 y se consignan en el Anexo 5. Geodatabase.

Tabla 3. Estaciones climatológicas

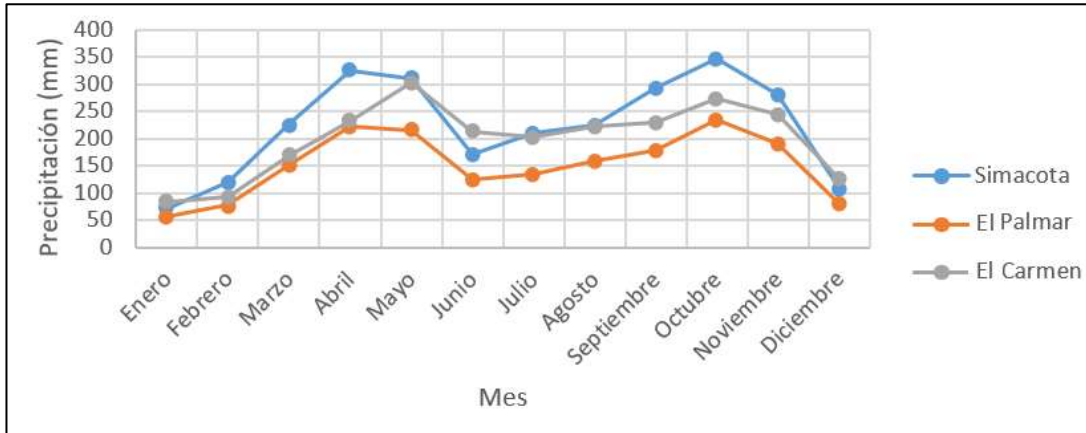
Código	Estación	Este (m)	Norte (m)
24010660	Simacota	1082262	1204355
23145020	El Carmen	1062747	1232286
24055040	El Palmar	1086878	1216098

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1 Precipitación.

Se hace evidente un comportamiento bimodal (Ver Figura 7) cuyos valores máximos se sostienen en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, mientras que las precipitaciones mínimas se presentan en el periodo diciembre-febrero, manteniendo una relación concordante con respecto a los periodos identificados como temporada estiaje y de alta pluviosidad por UNGRD, (2021). Su procesamiento a detalle, se registra en el Anexo 2. Análisis hidrológico.

Figura 7 Análisis de precipitación multianual



Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Escorrentía.

Evaluada a partir del método del número de curva de escorrentía -CN- (Soil Conservation Service, 1972) y las disposiciones normativas vigentes. Consiste en identificar la relación entre el uso de la tierra, su área y porcentaje de ocupación con respecto a los valores indicativos del inciso 3.3.2 ibídem. La ecuación base implementada se rige bajo la siguiente expresión:

$$Q = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)}$$

Para

$$S = \left(\frac{25400}{CN} \right) - 254$$

Dónde:

Q: Escorrentía

P: Precipitación media

S= Capacidad de potencial de lluvia a retener por la cuenca

CN= Número de Curva

Con base en lo anterior y, la cartografía básica referente a los usos de la tierra adoptada de (CAS et al., 2018), los resultados se resumen en la Tabla 4.

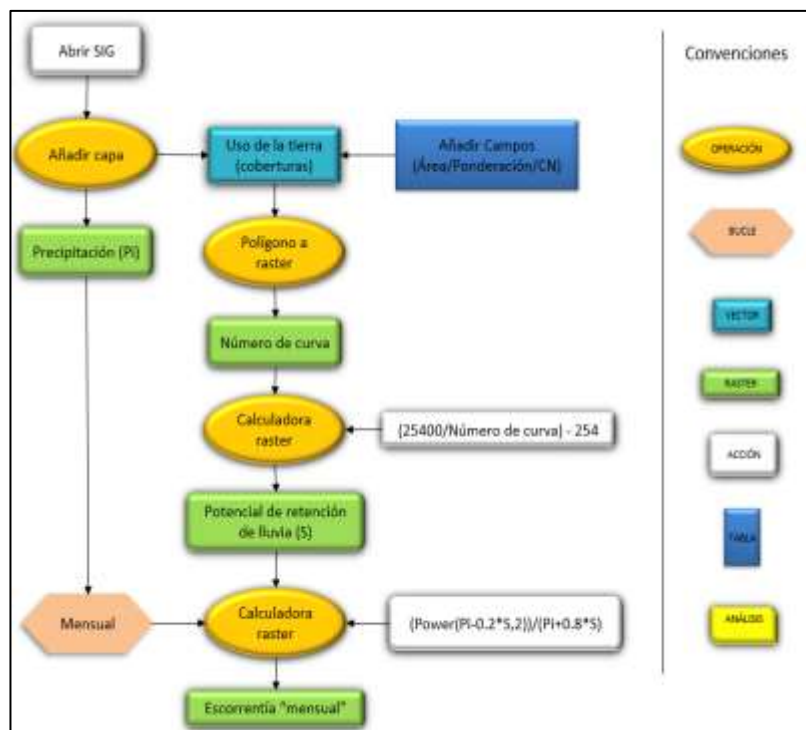
Tabla 4. Número de Curva

Uso de la Tierra	Clasificación Hidrológica del Suelo	Condición Hidrológica del Suelo	Área (ha)	Área (%)	Número de Curva
Cultivos transitorios intensivos	B	Regular	821.76	4.5	81
Infraestructura y transporte	D	No Aplica	85.16	0.46	84
Pastoreo extensivo	B	Mala	5939.2	32.60	79
Protección	B	Buena	11368.88	62.41	59
Total			18215	100	
Ponderado					66.63

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar los datos obtenidos y los registros de precipitación multianuales interpolados por el método de la distancia inversa ponderada (IDW), en una conjugación algebraica de carácter espacial de tipo modelado cartográfico (Ver Figura 8), se obtiene a partir de una integración sistemática, los valores de escorrentía resumidos en la Tabla 5.

Figura 8. Modelo cartográfico para cálculo de escorrentía



Fuente: Elaboración propia.

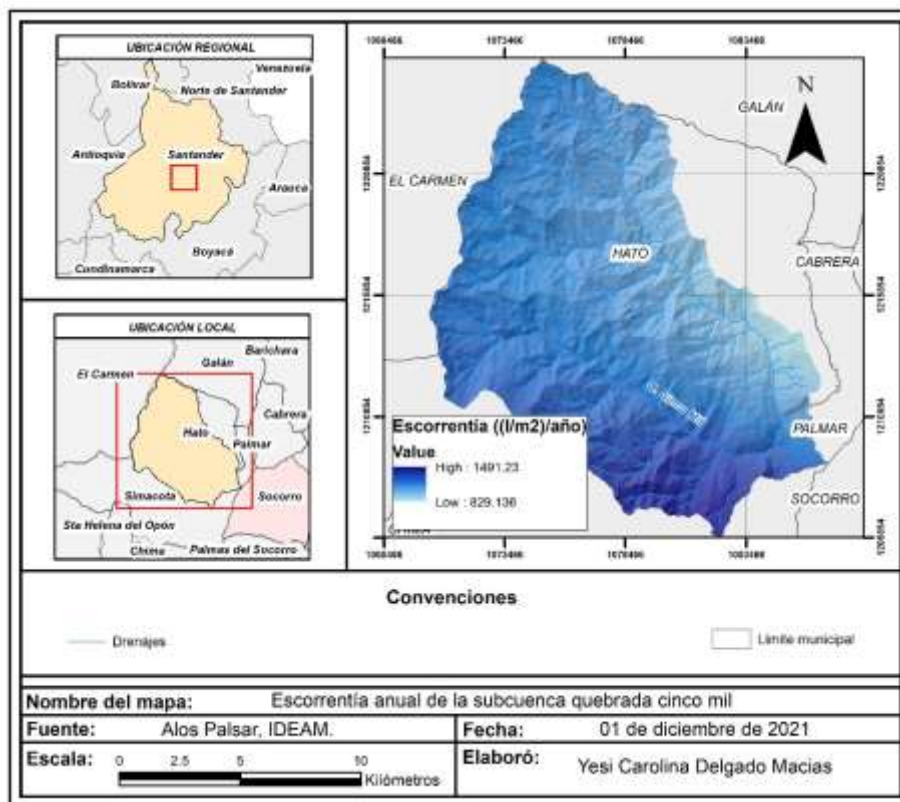
A nivel espacial, la composición se realiza a partir de álgebra de mapas en sistemas de información geográfica. En la Figura 9, se observa una distribución creciente en sentido Norte-Sur.

Tabla 5. Cálculo mensual de escorrentía

Mes	Precipitación (mm/mes)		Escorrentía ((l/m ²)/mes)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Enero	74.67	58.05	13.74	6.65
Febrero	119.63	79.82	40.07	16.28
Marzo	224.52	154.09	121.47	64.69
Abril	322.57	226.14	208.06	122.84
Mayo	307.74	219.68	194.61	117.37
Junio	175.35	126.68	81.10	44.87
Julio	209.20	137.46	108.59	52.45
Agosto	224.66	162.33	121.58	70.95
Septiembre	290.25	182.49	178.88	86.77
Octubre	343.18	238.42	226.90	133.34
Noviembre	278.76	193.01	168.64	95.26
Diciembre	109.54	82.39	33.47	17.61
Total (año)	2671.12	1860.81	1497.09	829.09

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Escorrentía anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil

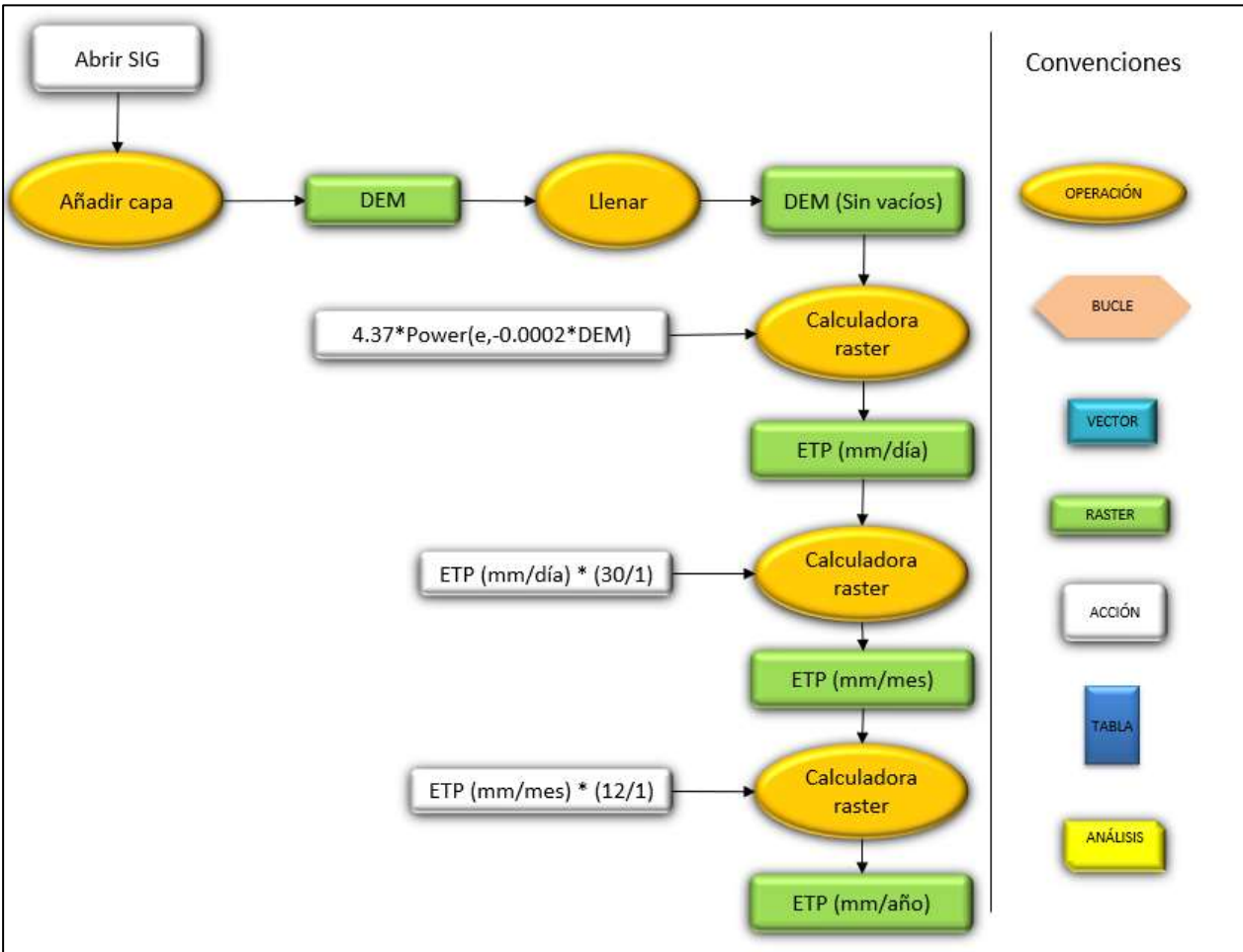


Fuente: Elaboración propia.

7.2.3 Evapotranspiración potencial (ETP)

La ETP es calculada a partir de la metodología propuesta por Jaramillo, (2006), dónde a través de una relación exponencial con correlación del 80% que relaciona un coeficiente constante, equivalente a 4.37 mm/día con respecto al valor de altitud en metros. Este valor, se debe redimensionar a mm/mes y mm/año (Ver Figura 10), con el fin de evaluar una condición periódica y total, bajo una condición constante de la misma. El soporte tipo raster de este parámetro, se dispone en el Anexo 2. Análisis hidrológico.

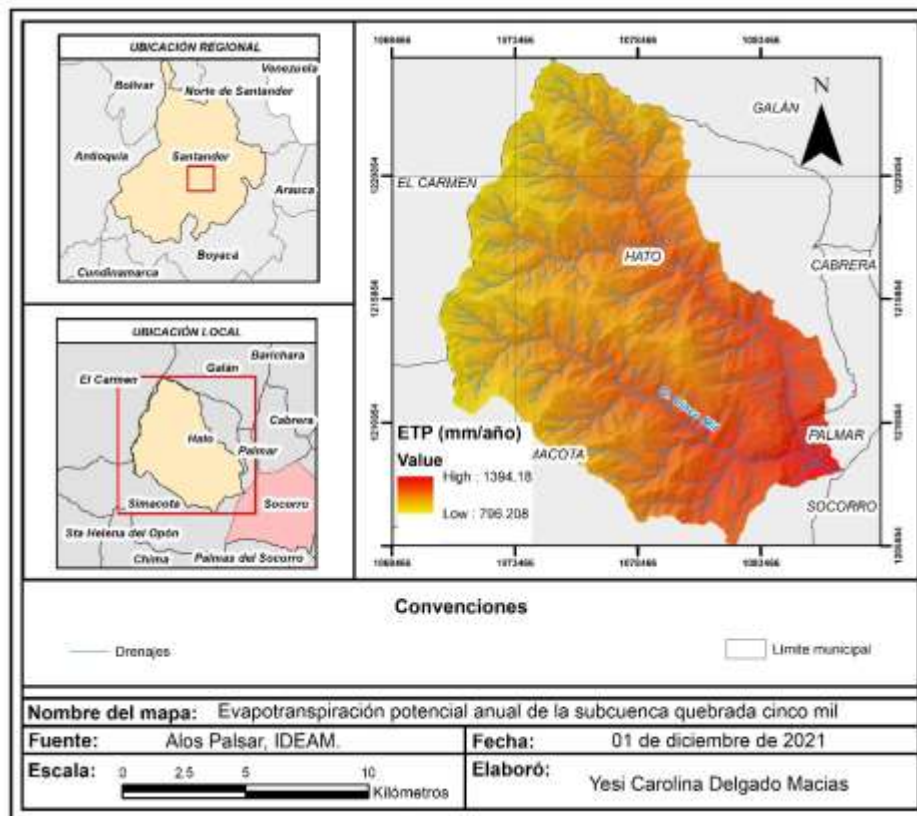
Figura 10. Modelo cartográfico para cálculo de evapotranspiración



Fuente: Elaboración propia.

Los valores críticos se presentan en el sector oriental de la subcuenca, cerca de su punto de salida a una altura de 673.87 m.s.n.m, con un máximo de 1394.18 mm/año. Los valores mínimos se presentan en el sector occidental con una base de 796.2 mm/año, correspondiente a elevaciones que alcanzan los 3470 m.s.n.m (Ver Figura 11). Por otra parte, ya que la metodología emplea exclusivamente las alturas, el valor anual es seccionado en doce (12) partes, cada una con un valor máximo de 116.18 mm/mes y mínimo de 66.35 mm/mes.

Figura 11. Evapotranspiración potencial anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

7.2.4 Infiltración

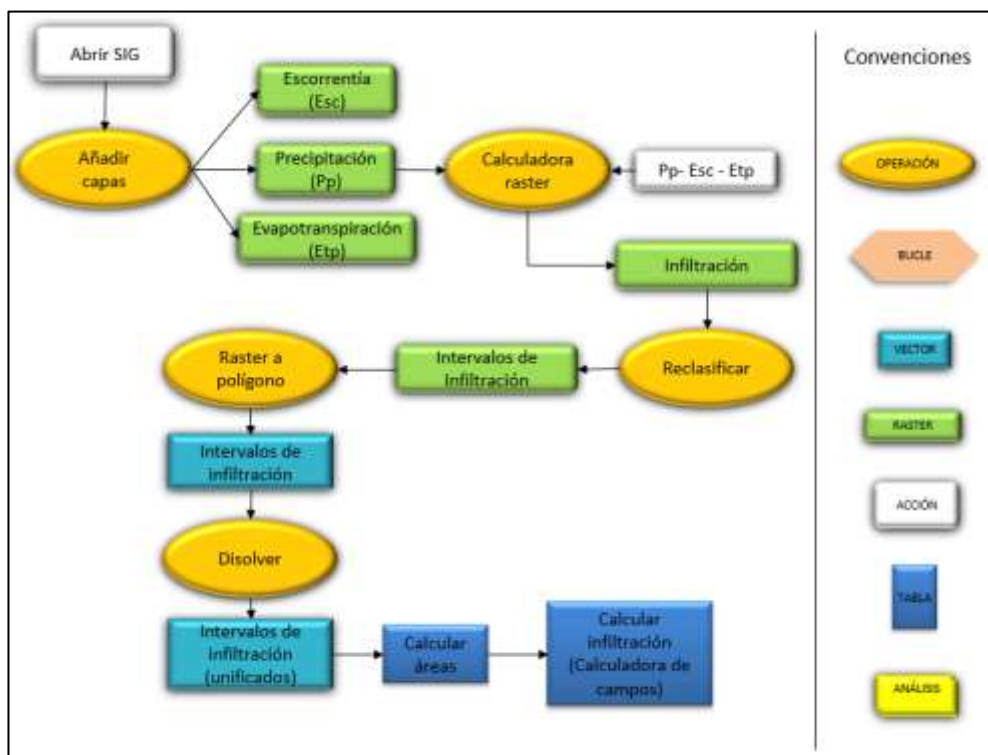
Esta variable es determinada a partir de una medición indirecta basada en la ecuación general del balance, siendo entonces, la infiltración, una variable equivalente al resultado de la sustracción del valor de escorrentía y la ETP, con respecto a la precipitación.

En un contexto cartográfico, el modelamiento de las variables se remite a una operación de píxeles con matrices de 1320 columnas y 1573 filas en un orden multicriterio, siendo consecuente, la implementación de algoritmos de alto nivel con el fin de garantizar una distribución homogénea de la información (Ver Figura 12).

Su proceso, fue llevado a cabo en sistemas de información geográfica mediante el apoyo de la calculadora raster, evidenciando un incremento de su valor en sentido noroeste, alcanzando un máximo de 333 mm/año (Ver Figura 13). Los valores negativos, se asocian a las zonas dónde existirá un exceso del recurso hídrico de forma que no hace procedente su infiltración total.

Se determina un volumen de agua infiltrada a nivel anual, para ello, se reclasifican categorías con intervalos de 50 mm/año, calculando el área para cada una de las mismas y asumiendo el cierre del intervalo como el valor de infiltración por sección, obteniendo un total aproximado de 0.0165 km³ de agua en un área de 110.69 km² (Ver Tabla 6).

Figura 12. Modelo cartográfico para el cálculo de infiltración



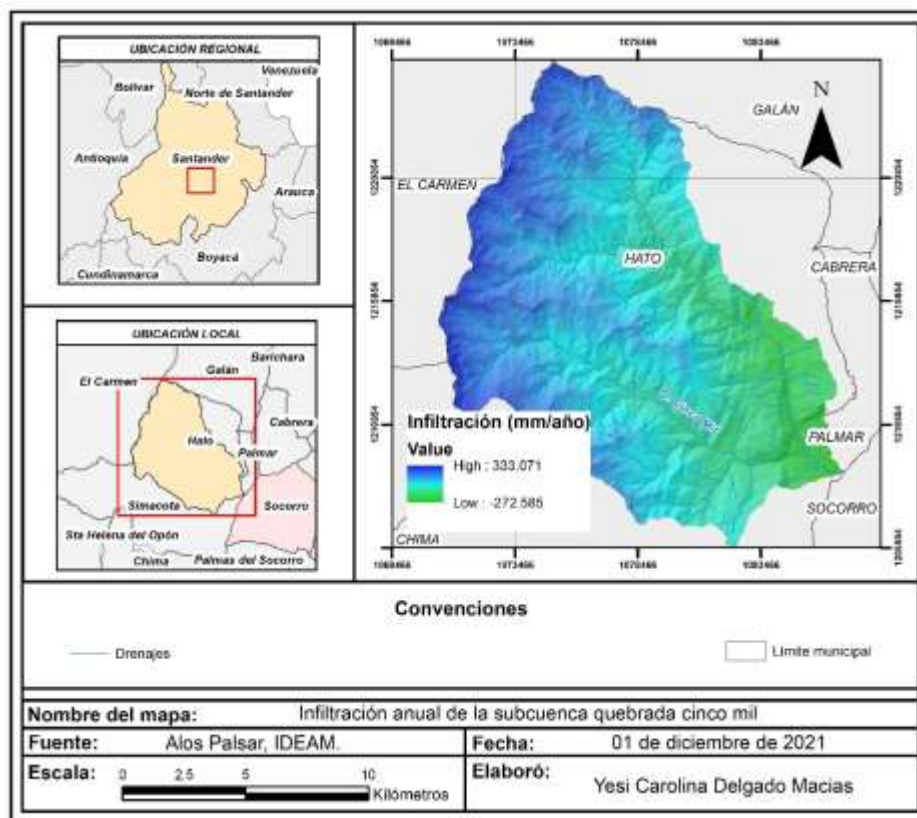
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Valores de infiltración

Intervalo Infiltración (mm)	Área (km ²)	Volumen (km ³)
0-50	23.83	0.00119
50-100	24.73	0.00247
100-150	20.72	0.00311
150-200	19.75	0.00395
200-250	14.38	0.00360
250-300	6.80	0.00204
300-330	0.48	0.00016
Total	110.69	0.0165

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Infiltración anual de la subcuenca quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

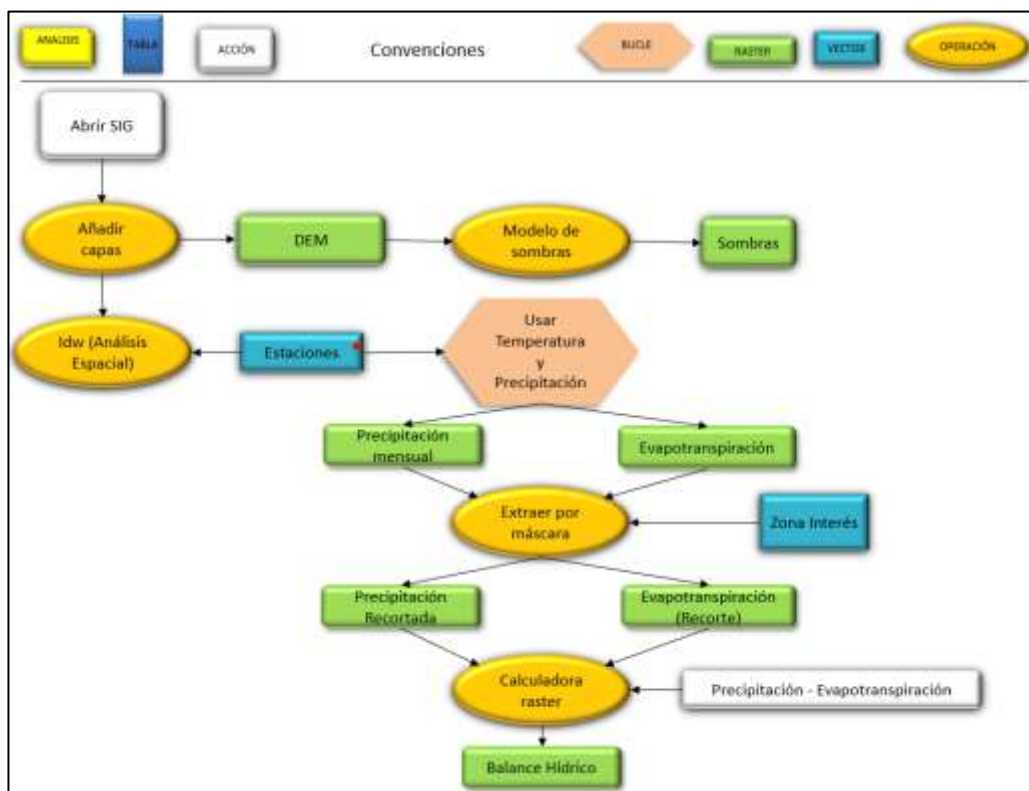
Los resultados de la operación y archivos base son debidamente documentados en el Anexo 2. Análisis hidrológico en formato tipo raster.

7.2.5 Balance hídrico

Mediante una relación espacial de álgebra de mapas, con base en los procesos anteriormente detallados, se configura un análisis espacial de carácter avanzado en sistemas de información geográfica, calculando de manera sistemática a través de bucles de operación y la calculadora raster el balance hídrico de la subcuenca (Ver Figura 14), entendido como el resultado de sustraer las salidas con respecto a las entradas del sistema, en concordancia con las disposiciones de CAS et al., (2018).

Se interpolaron las estaciones objeto de análisis y definió el valor del balance hídrico (Ver Tabla 7). Aunque se muestran unos valores máximos y mínimos, dada la distribución de los mismos en el espacio geográfico, el resultado varía con respecto a cálculos manuales debido a la superposición dispersa de las categorías, característica del corema representado.

Figura 14 Modelo cartográfico para el cálculo del balance hídrico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Balance hídrico

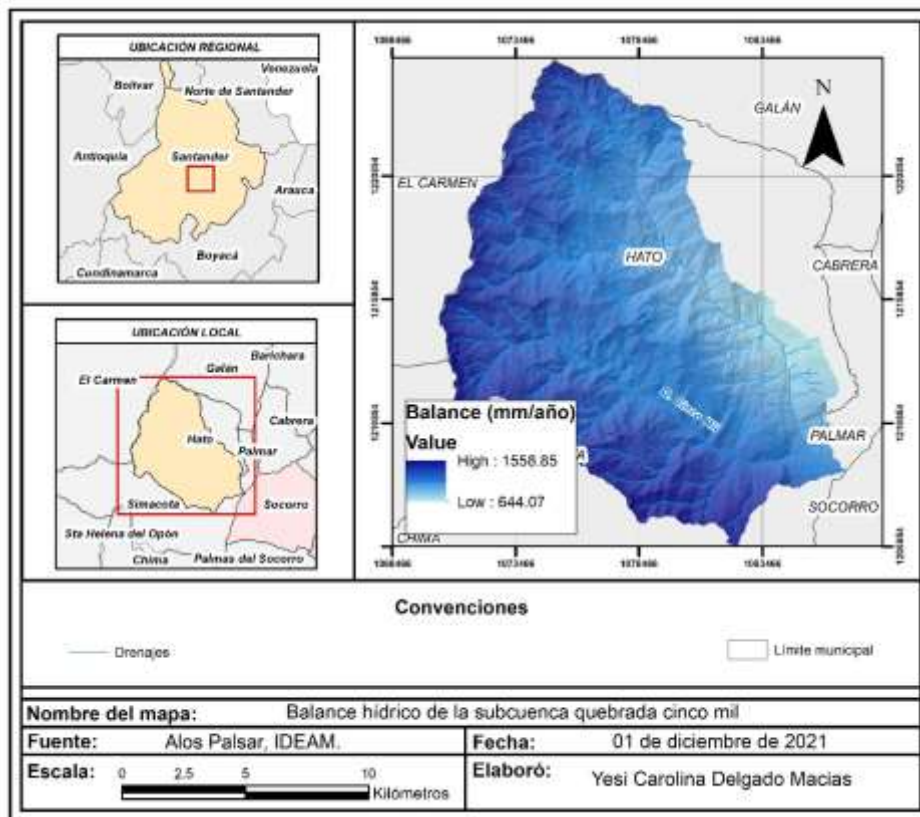
Mes	Precipitación (mm)		ETP (mm/mes)		Balance hídrico (mm)	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Enero	74.67	58.05	116.18	66.35	5.30	-50.39
Febrero	119.63	79.82	116.18	66.35	35.67	-23.54
Marzo	224.52	154.09	116.18	66.35	128.81	52.61
Abril	322.57	226.14	116.18	66.35	224.49	125.69
Mayo	307.74	219.68	116.18	66.35	211.52	119.22
Junio	175.35	126.68	116.18	66.35	105.27	24.13
Julio	209.20	137.46	116.18	66.35	118.24	36.34
Agosto	224.66	162.33	116.18	66.35	137.39	60.76
Septiembre	290.25	182.49	116.18	66.35	192.16	82.07
Octubre	343.18	238.42	116.18	66.35	245.10	138.00
Noviembre	278.76	193.01	116.18	66.35	181.57	92.44
Diciembre	109.54	82.39	116.18	66.35	39.94	-21.66
Total (mm/año)	2671.12	1860.81	1394.18	796.20	1558.85	644.07

Fuente: Elaboración propia.

En sentido occidente-oriente de la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil, se manifiesta un detrimento del valor calculado para el balance hídrico anual (Ver Figura 15); este patrón, representa un beneficio para el cauce principal ya que, dada su localización, los mayores valores se presentan en su nacimiento,

así como en los drenajes secundarios que surten la Quebrada Cinco Mil. En síntesis, de acuerdo con el examen de patrones y visualizaciones avanzadas en geoprocetos, debidamente evidenciadas en el Anexo 2. Análisis hidrológico, se identifica un periodo en déficit correspondiente al intervalo diciembre-febrero, con un pico negativo en el mes de enero; la oferta anual oscila entre 644.07 mm y 1558.85 mm, demostrando la alta disponibilidad del mismo y su aptitud para el desarrollo regional vinculado con las actividades socioeconómicas dependientes del agua disponible en el entorno geográfico.

Figura 15. Balance hídrico de la subcuenca quebrada Cinco Mil

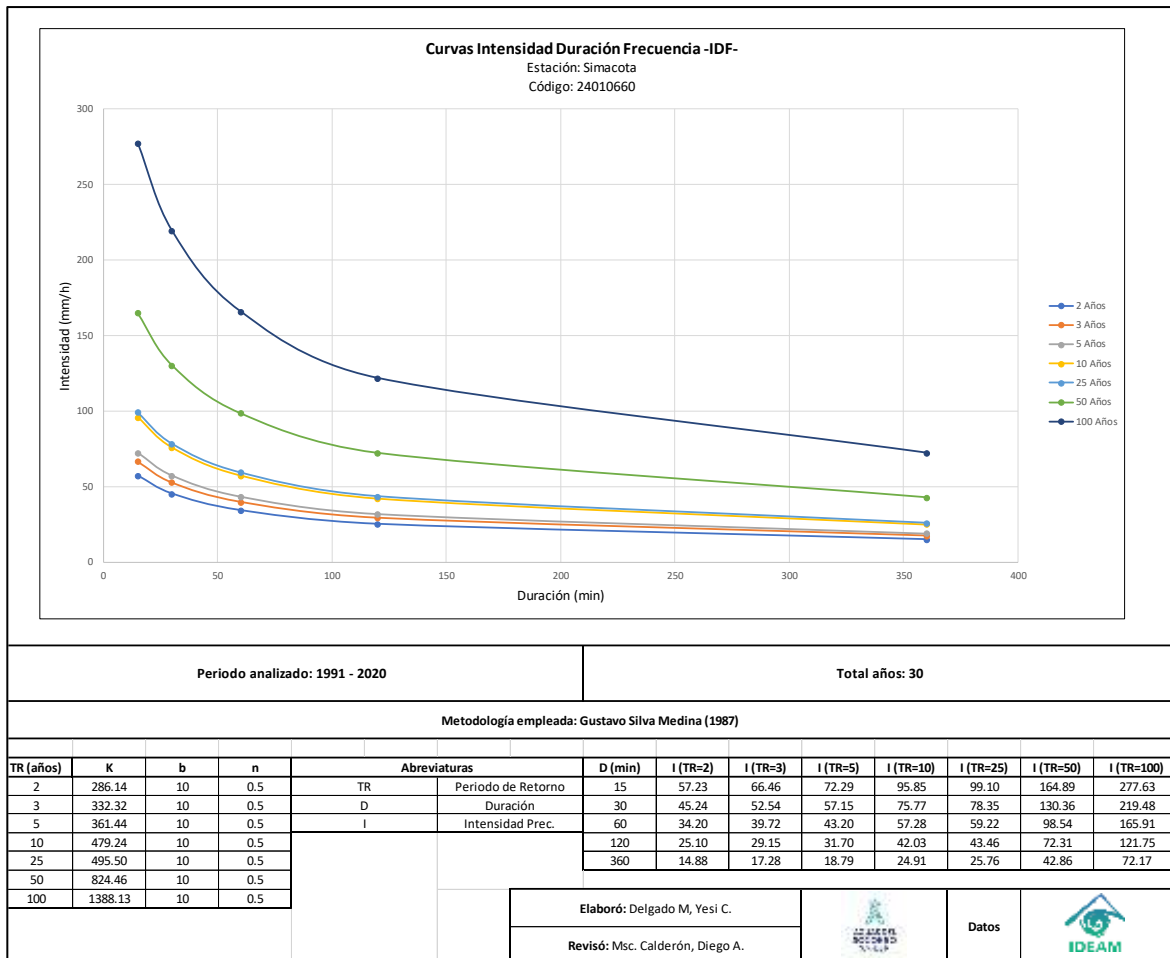


Fuente: Elaboración propia.

7.2.6 Curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF)

La evaluación de las curvas, construidas a través de una adaptación metodológica de (Silva Medina, 1987), para retornos de 2, 3, 5, 10, 25, 50 y 100 años, cuya memoria de cálculo se consigna en el Anexo 2. Análisis hidrológico, muestran mayor intensidad en una duración de 15 minutos, siendo el valor más alto, el visualizado en la Figura 16, obtenido en el año 100 con un total de 170,52mm/h.

Figura 16. Curvas IDF



Fuente: Elaboración propia.

7.2.7 Estimación de caudal

Teniendo en cuenta la definición conceptual del modelo hidrológico propuesto en la literatura oficial del POMCA del Medio y Bajo Suárez (CAS et al., 2018), se relacionan los caudales de la estación limnigráfica denominada La Ceiba, identificada con código 24017640, localizada en jurisdicción de El Socorro, e influencia sobre el Río Suárez, con respecto al comportamiento esperado en la Quebrada Cinco Mil, a través de la metodología de transferencia hidrológica, desarrollada por (Sokolov et al., 1981), registrada a detalle en el Anexo 3. Estimación de caudal por transferencia hidrológica.

El análisis multitemporal, corresponde a un total de treinta (30) años comprendidos en el periodo 1991-2020 (Ver Anexo 3. Registro de caudales). Es importante precisar que, los productos generados, siguen los lineamientos establecidos por (IDEAM, 2015) y la Resolución 865 de 2004, sustentando la base de las curvas de duración de caudales (Ver Figura 17), estimación del rendimiento hídrico, cálculo de caudal ambiental y, oferta hídrica disponible (Ver Tabla 8).

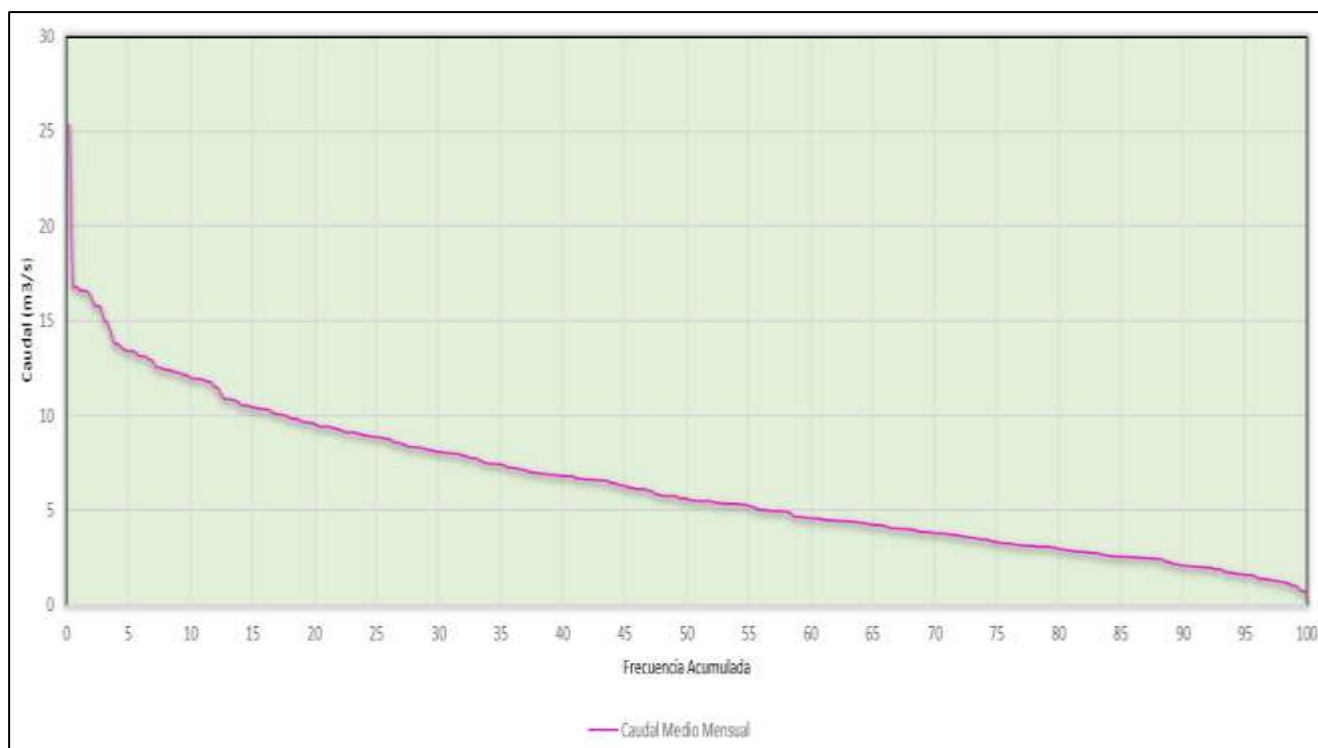
Tabla 8. Resumen de caudales estimados por métodos indirectos

Resumen de parámetros	Valor
Caudal Promedio (m ³ /s)	6.41
Caudal Mínimo (m ³ /s)	0.78
Caudal Máximo (m ³ /s)	47.16
IRH Medio (l/s * km ²)	35.19
IRH Mínimo (l/s * km ²)	4.28
IRH Máximo (l/s * km ²)	258.91
Caudal Ambiental (ENA 2014) (m ³ /s)	2.55
Caudal Ambiental (Resolución 865-04) (m ³ /s)	0.7
Oferta (ENA 2014) (m ³ /s)	3.86
Oferta (Resolución 865-04) (m ³ /s)	5.71

Fuente: Elaboración propia.

Estos valores indican, una oferta hídrica significativa, con predisposición a mantener un rendimiento hídrico alto, con oferta constante.

Figura 17. Curva de duración del caudal medio de la quebrada Cinco Mil (1991-2020)



Fuente: Elaboración propia.

7.2.8 Caudal captado

Definido por el Acto Administrativo Resolución DGL. No 000561 del 3 de junio de 2015 emitida por la autoridad ambiental, se establece, la concesión de un caudal de 86.44 l/s. a la Sociedad Aguas del Socorro S.A ESP identificada con NIT 900.639.462-8, por un término de 10 años.

7.2.8.1 Seguimiento del caudal captado

Dado que esta estimación, se deriva de valores sintéticos, se toman como referencia, los caudales tomados a través de visitas de inspección ocular por parte de la entidad gubernamental Parques Nacionales Naturales, lo anterior, en atención a la necesidad imperiosa de tomar el respectivo control en campo, improcedente por parte de la pasante dados los inconvenientes suscitados por la nueva realidad aséptica y la disponibilidad de equipos.

Los datos tomados, corresponden a los meses de febrero – abril de la vigencia 2021, con valores de 1.05 m³/s, 1.25 m³/s, 1.71 m³/s, respectivamente (Ver Anexo 4. Registro de caudales de Parques Nacionales Naturales).

En adición, se realiza un cálculo aproximado con el método racional, en concordancia con la RAS 2000 Título D, dónde: el caudal se encuentra definido como el producto entre el coeficiente de escorrentía, la intensidad en el tiempo de concentración (mm/h) y el área de interés (km²), corregido por un factor de conversión de 0.278.

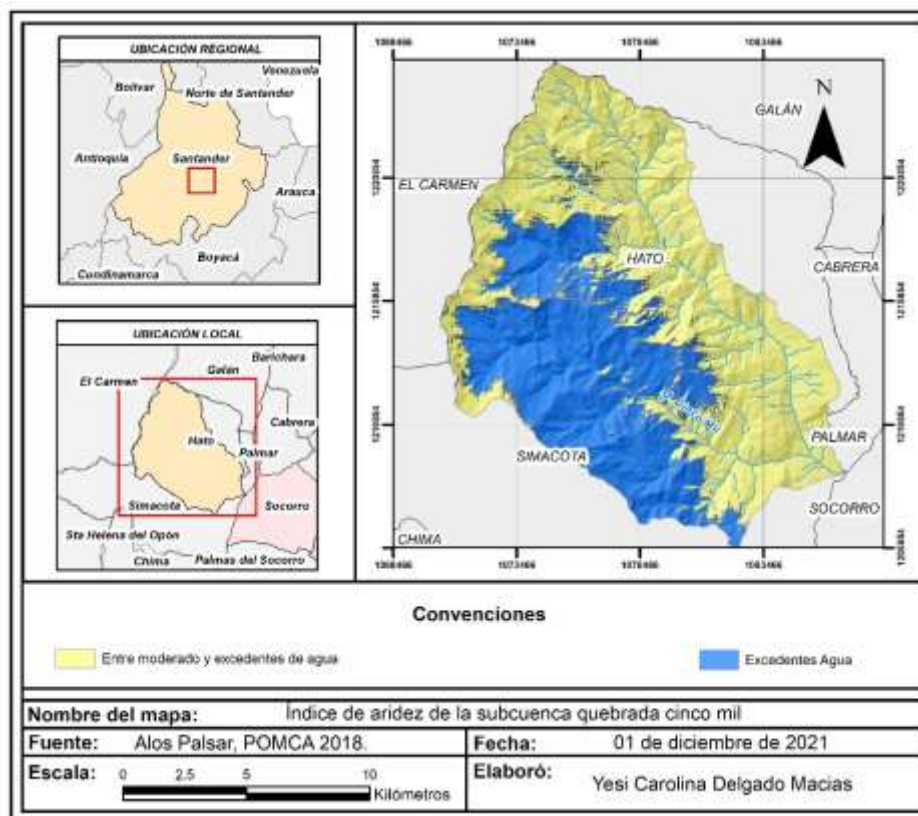
En el presente estudio, se define como área de interés, aquella que corresponde a la ronda hídrica con un total de 0.53 km², mientras que la intensidad es equivalente a 25.10 mm/h. Dado que los cálculos se soportan con un coeficiente de 0.45, el caudal estimado es de 1.68 m³/s.

7.2.9 Indicadores hídricos del régimen natural

7.2.9.1 Índice de aridez (IA)

Corresponde a la relación de la Evapotranspiración Potencial y la Evapotranspiración Real, dado que, como se enunciaba anteriormente no se cuenta con datos de temperatura, por lo tanto, este último parámetro es adoptado según el POMCA vigente. Al evaluar este índice a través de álgebra de mapas, los valores oscilan entre 0.15-.024, corresponde a las categorías Excedentes de Agua y Entre moderado y Excedentes de Agua, por lo tanto, es consecuente afirmar que la oferta hídrica de la Subcuenca es abundante, especialmente hacia el sector suroccidental de la misma donde se localiza la Quebrada Cinco Mil. (Ver Figura 18).

Figura 18. Índice de aridez de la subcuenca quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

7.2.9.2 Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

Entendido como la relación adimensional entre el volumen del área bajo la curva de duración de caudal en su frecuencia del 50% y, el volumen total de la frecuencia, para esto, se definen los valores teniendo en cuenta un seccionamiento de la curva en trapecios, siendo el área parcial 468.80 y el área total 637.91, por lo tanto, el IRH corresponde a 0.73 (Ver Anexo 5. Estimación del índice de retención y regulación hídrica) y, se interpreta en la categoría Moderada, de acuerdo con los valores de referencia de (MADS, 2014).

7.2.10 Indicadores hídricos por intervención antrópica

7.2.10.1 Índice de uso del agua (IUA)

Corresponde a la relación inversamente proporcional entre la demanda y oferta del recurso hídrico, bajo un carácter porcentual. Con base en lo anterior, se puede establecer el caudal captado como aquel que representa la demanda, con un total 86.44 l/s, mientras que, bajo efecto jurídico, la oferta corresponde a un caudal base de reparto de 268.64 l/s, por lo tanto, el índice de uso equivale al 32.2% del total disponible, considerándose como una alta presión de demanda a nivel local (MADS, 2014).

7.2.10.2 Índice de vulnerabilidad hídrica (IVH)

Corresponde al producto de la interacción entre el IRH y el IUA; según los valores de referencia del (MADS, 2014), la conjugación de las categorías Moderada y Alta respectivamente, genera un IVH Alto.

7.2.11 Índice de calidad del agua

Se cuenta con el registro del punto de control denominado “P5 CAS SUAREZ”, tomado por la Corporación Autónoma Regional de Santander en la coordenada Este:1082648, Norte:1209354 del sistema Magna Colombia Bogotá, en la Vereda Santa Ana de las Flórez del municipio de Simacota.

Este muestreo, aguas abajo de la bocatoma, refleja tal como se consigna en el POMCA (Ver Tabla 9) un índice de calidad de 0.73 equivalente a la categoría aceptable.

Tabla 9. Resultados de análisis del agua

Municipio	Simacota
Vereda	Santa Ana de las Flórez
Fecha de toma	Octubre de 2016
Conductividad eléctrica (uS/cm)	30.2
Demanda química de oxígeno (mgO₂/L)	24.4
pH	7.46
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	70.3
Fósforo total (mgP₀₄-P/L)	0.07
Nitrógeno Total (mgN/L)	3
NT/PT	42.85
Oxígeno disuelto (mgO₂/L)	6.54

Fuente: Tomado y Adaptado de CAS et al., (2018).

7.2.12 Entorno geográfico

7.2.12.1 Geología

El origen geológico del territorio santandereano se deriva de la formación del sistema montañoso de los andes colombianos hace aproximadamente 230 millones de años, momento en el cual, se configura un complejo proceso orogénico debido al proceso de subducción entre la Placa del Pacífico y la Placa Suramericana, formando tres cadenas montañosas separadas por los valles longitudinales de los ríos Patía, Cauca y Magdalena (Guerrero & Páez, 2005).

Durante el Cenozoico (hace 65 millones de años) se estima que tuvo origen el levantamiento de la cordillera oriental bajo una intensa actividad tectónica, manifestada en la actualidad por lineamientos

de falla regionales en dirección Noreste que pueden adaptar otras preferencias de rumbo de acuerdo a la localidad (Royero & Clavijo, 2001). La gran complejidad de este patrón estructural compresivo, puede interpretarse como un cabalgamiento de la cordillera oriental sobre la cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM), lugar donde se asienta la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil, objeto de estudio en el presente informe.

La litología del sector de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil, comprende formaciones geológicas que datan desde el periodo Jurásico hasta el reciente Cuaternario. No obstante, son las rocas más antiguas aquellas que toman mayor relevancia (Ver Figura 19). Por otra parte, la secuencia estratigráfica en orden descendente puede observarse en la Tabla 10.

Tabla 10. Unidades Estratigráficas

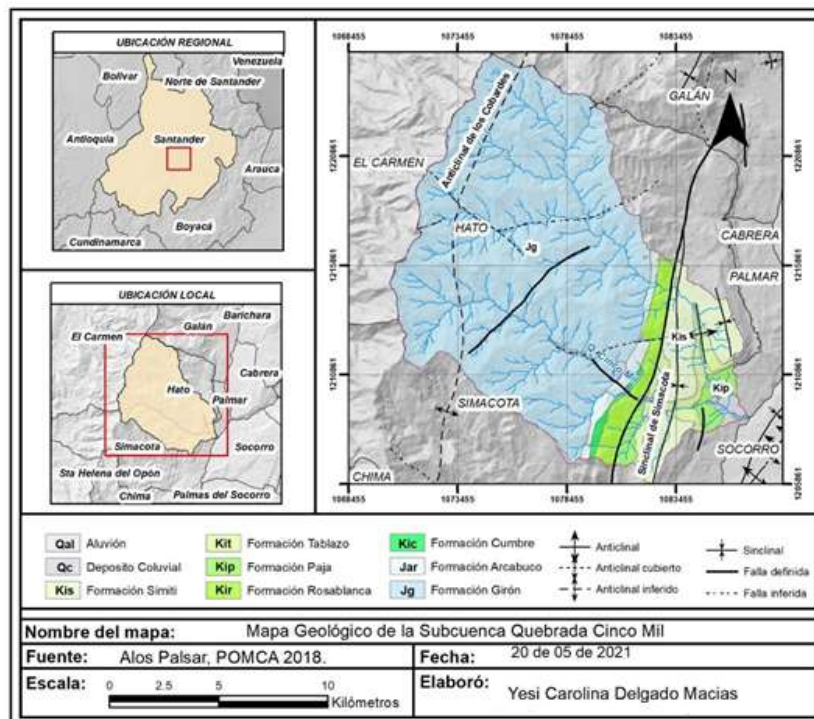
Unidad	Símbolo	Época	Descripción
Aluvión	Qal	Cuaternario	Compuestos principalmente por gravas y arenas, se originan a lo largo de los valles de las quebradas (Bautista et al., 2016)
Depósito Coluvial	Qc	Cuaternario	Sedimentos tamaño bloque a arcilla de diferente composición, generados a partir de eventos denudativos, dando origen a un paisaje ondulado que contrasta con las zonas de alta montaña (Bautista et al., 2016)
Formación Simití	Kis	Cretácico Inferior	También denominada San Gil Superior, se caracteriza por ser de un ambiente de depositación marino poco profundo.(Etayo, 1968). Se compone principalmente por lutitas grises oscuras a amarillentas alternando con lentes de arenisca y ocasionalmente calizas (Pulido, 1979).
Formación Tablazo	Kit	Cretácico Inferior	También conocida como San Gil Inferior, presenta ambientes de depósito someros con marcada influencia bioclástica que indican el inicio de un sistema transgresivo hacia su tope con la Formación Simití (Moreno & Sarmiento, 2002). Su litología se refiere principalmente a una sucesión de calizas duras, fosilíferas en la parte superior y margas en la inferior.(Morales, 1958).
Formación Tablazo	Kit	Cretácico Inferior	
Formación Paja	Kip	Cretácico Inferior	Formación geológica con importante contenido de fauna fósil, principalmente Amonitas. De acuerdo con (Wheler, 1929) presenta una secuencia de shales gris oscuros, calcáreos con intercalaciones de caliza gris oscura, dura, arcillosa.
Formación Rosa Blanca	Kir	Cretácico Inferior	Compuesta principalmente por rocas calcáreas que van desde su base con la presencia de capas de calizas dolomíticas y de calizas evaporíticas intercaladas con rocas terrígenas, hasta el tope donde hay gran cantidad de moluscos, esparitas, grainstones y rudstones, muestra claramente un sistema de transgresión marina (Mendoza et al., 2009)

Unidad	Símbolo	Época	Descripción
Formación Cumbre	Kic	Cretácico Inferior	Su litología predominante es de tipo arenisca de grano fino alternada con niveles de baja potencia de shales grises negros y piritosos (Mantilla et al., 2003).
Formación Arcabuco	Jar	Jurásico superior	Compuesta principalmente por cuarzoarenitas de color claro a rojizo, con intercalaciones de limolitas (Renzoni, 1967).
Formación Girón	Jg	Jurásico superior	Constituida por un conjunto conglomerático de color principalmente rojizo, y niveles de areniscas arcósicas y limolitas rojas (Ulloa et al., 1986). En el área de estudio, se fundamenta como la formación geológica de mayor relevancia, disponiéndose a lo largo del Anticlinal de los Cobardes. La compactación de esta unidad suele ser alta, por lo tanto, la caída de rocas se constituye como el movimiento en masa con mayor probabilidad de ocurrencia.

Fuente: Elaboración propia.

La cartografía correspondiente al componente de geología, se compila en la respectiva base de datos geográfica (Ver Anexo 7. Estructura de geodatabase)

Figura 19. Geología de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

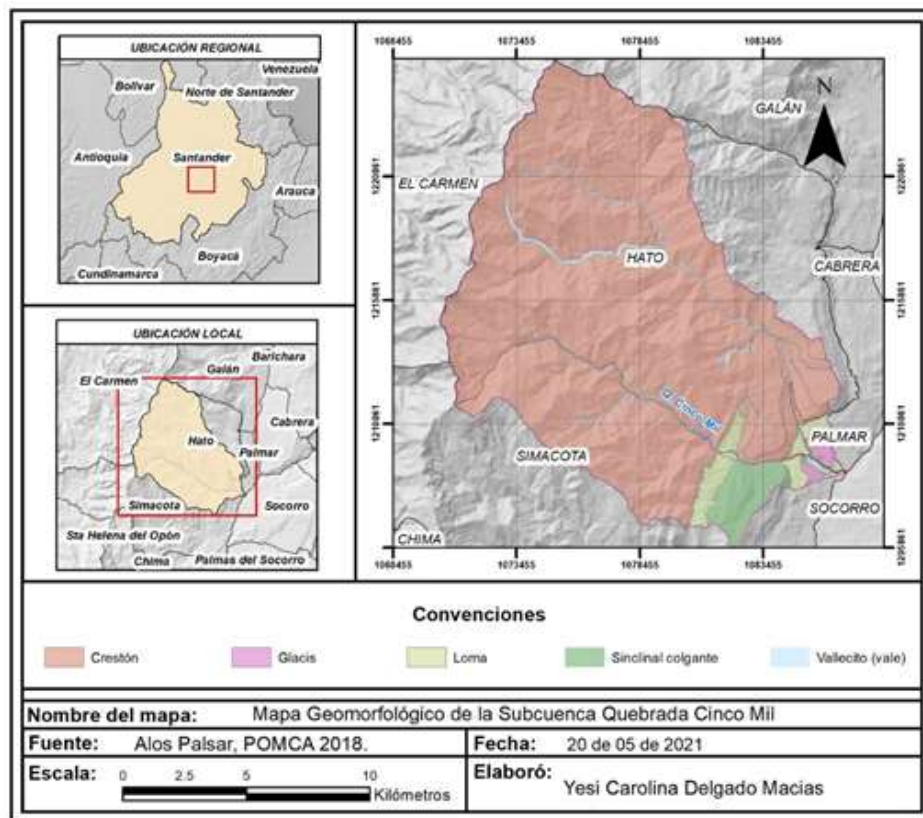
7.2.12.2 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas de la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil se caracterizan por formar un paisaje de Montaña, característico de un ambiente morfogenético de tipo estructural, lo anterior, indica que el tectonismo activo de la cordillera oriental será aquel que modela el ambiente.

La unidad predominante del sector se conoce como de tipo Crestón, dando lugar a un paisaje preferentemente escarpado dadas las fuertes diferencias entre las elevaciones. Hacia la parte baja de la Subcuenca, se da lugar a geformas de menor potencia tales como Glacis y Lomas. (Ver Figura 20).

La cartografía correspondiente al componente de geomorfología, se compila en la respectiva base de datos geográfica (Ver Anexo 7. Estructura de geodatabase)

Figura 20. Geomorfología de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

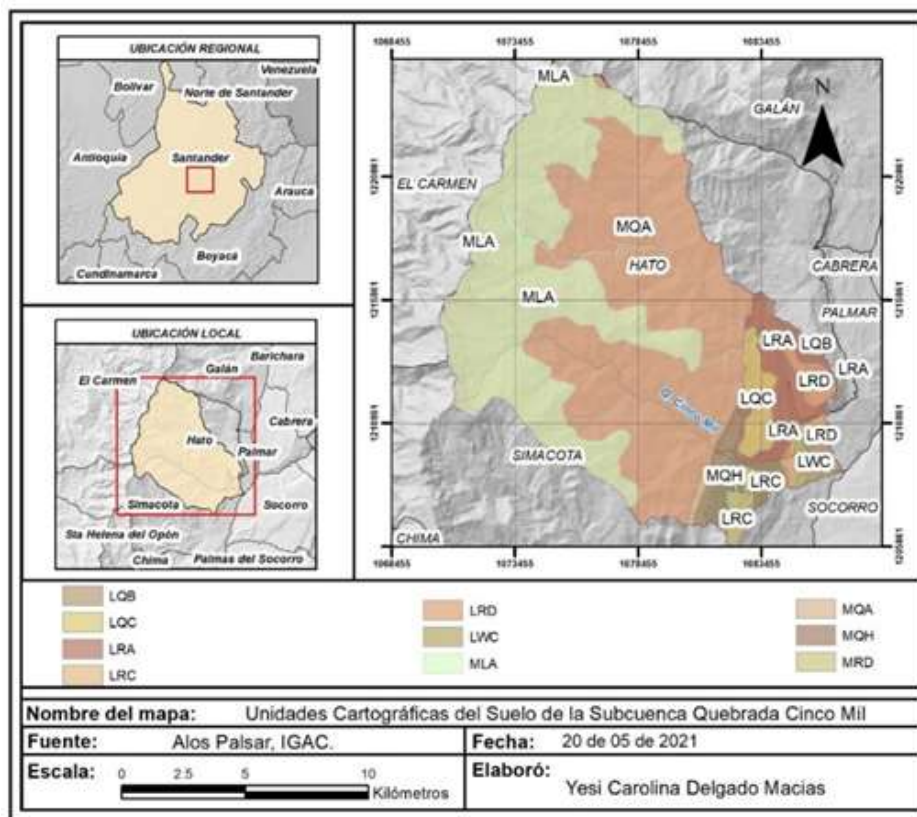
7.2.12.3 Suelos

Las características de los suelos de la zona en la cual se encuentra ubicado el acueducto de la Qda. Cinco Mil, se enmarcan en un clima medio con altitudes que oscilan entre los 1000 y 2000 m.s.n.m, este corresponde a unidades de suelos de tipo torrencial y suelos de clima medio de transición húmedo a seco, generalmente en el caso de tipo torrencial se presenta cuando la precipitación es

mayor a 1500 mm al año, teniendo en cuenta otros factores como la humedad, la naturaleza detrítica del material parental de los suelos, los movimientos tectónicos y el socavamiento de los ríos en su mayoría su origen es coluvial presentan mayor susceptibilidad a movimientos en masa.

Las unidades de suelo sobre las cuales se asienta la infraestructura base del acueducto de la Cinco Mil, corresponden al código MLA y MQA según la clasificación (IGAC, 2002). En conjunto, de manera concordante con las geoformas, dan lugar a un relieve escarpado con fuertes pendientes, los suelos tienden a ser de tipo muy superficial a moderadamente profundos con texturas franca, franca arcillosa y franca arenosa. (Ver Figura 21).

Figura 21. Unidades de suelo de la subcuenca de la quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

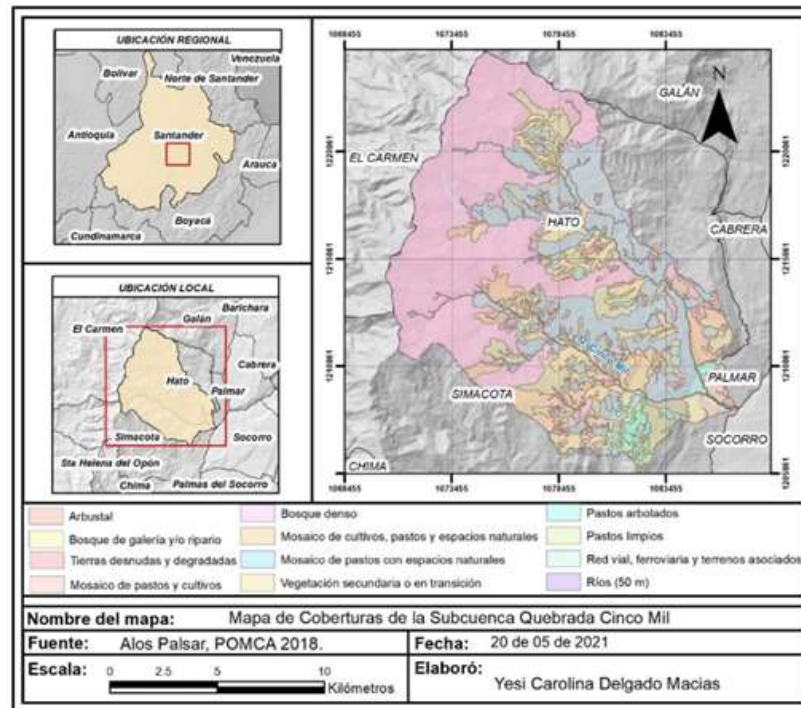
La información de interés debidamente georreferenciada se compila en la respectiva base de datos geográfica (Ver Anexo 7. Estructura de geodatabase)

7.2.12.4 Coberturas de la tierra

La Subcuenta de la Quebrada Cinco Mil presenta una distribución heterogénea de las coberturas naturales (Figura 22), su distribución espacial, aunque dispersa, muestra en el costado occidental una disposición preferente de tipo Bosque Denso, esto se debe a la ubicación en dicho sector del Parque Nacional Natural de los Yarigués, declarado mediante Resolución 0637 de 18/04/2008.

En el sector circundante a la bocatoma se presenta una cobertura de vegetación secundaria o de transición, así como Mosaicos de pastos con espacios naturales, gráficamente se hace evidente que los mismos se constituyen como las coberturas de mayor relevancia en el sector (Ver Gráfica 1).

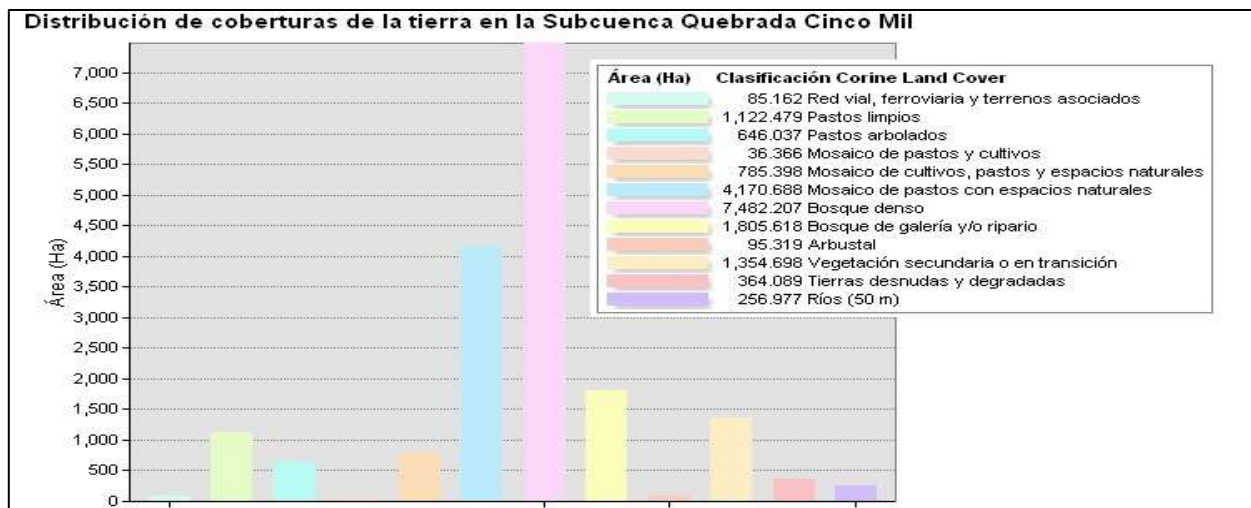
Figura 22. Coberturas de la tierra subcuenca de la quebrada Cinco Mil



Fuente: Elaboración propia.

La información de interés debidamente georreferenciada se compila en la respectiva base de datos geográfica (Ver Anexo 7. Estructura de geodatabase).

Gráfica 1. Distribución de las coberturas por área



Fuente: Elaboración propia.

7.3 Área de influencia

La delimitación del área de influencia se basa en el concepto (Corpoamazonia, 2019), dado que, una vez revisada la documentación disponible por la autoridad ambiental regional, no se evidencian términos de referencia disponibles.

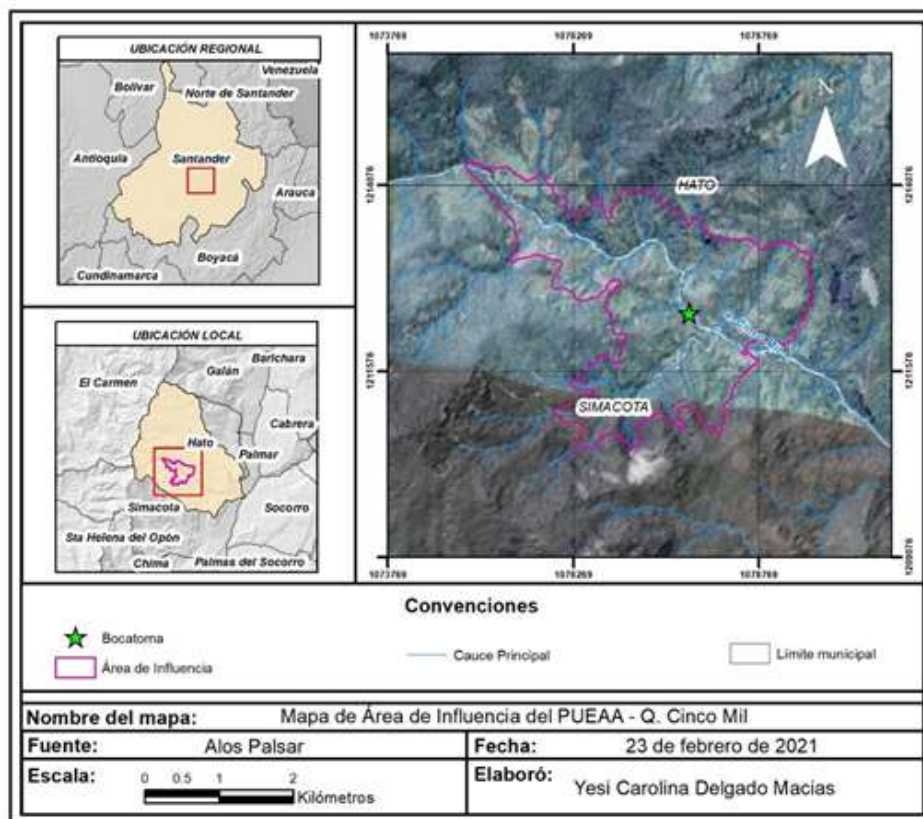
A partir de la bocatoma, se adopta un radio de un (1) kilómetro que se intersecta con respecto a las curvas de nivel disponibles en la ubicación aguas arriba y aguas abajo de la misma. Para este caso en mención, se delimita un total de 8.17 km² (Ver Figura 23).

7.3.1 Predios del área de influencia

Teniendo en cuenta, la información disponible por el IGAC en formato GDB de Colombia, disponible desde el portal <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>, se realiza un recorte al área de influencia, obteniendo que, sobre la misma, se asientan cuarenta y cuatro (44) predios de interés, relacionados en el Anexo 6. Predios del área de influencia.

Una vez revisada la información documental dispuesta por la empresa, se identifican como predios objeto de servidumbre vigente los denominados: Finca La Sabana (14.93 ha), finca El Trapiche (3.42 ha) y finca El Galapal (4.16 ha); por otra parte, se cuenta con la propiedad del Lote 1 (1.00 ha), en cuya locación se encuentran instalados los tanques de almacenamiento.

Figura 23. Delimitación del área de influencia



Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Aspecto socioeconómico

La evaluación de este componente, se basa en la recopilación de información oficial para los Municipios de Simacota y El Hato, ya que, los protocolos de bioseguridad no dan lugar a la realización de encuestas y entrevistas de manera presencial a los habitantes del sector.

De acuerdo con (DANE, 2018), el Municipio de el Hato, cuenta con una población de 2.328 habitantes, de los cuales 657 hacen parte de la cabecera municipal y 1.671 del sector rural. En el caso de Simacota, su población ronda los 10.042 habitantes, repartidos en 2.185 para la cabecera municipal y 7.857 en el área rural.

En común tienen estas jurisdicciones, el indicador de pobreza multidimensional, el cual, se encuentra en el intervalo de 40.1% - 50%, según cifras del (DANE, 2020). Siendo de las actividades económicas, el sector agropecuario aquel que ostenta mayor relevancia en dichas unidades político administrativas. Lo anterior, se complementa y corrobora a través de visitas de inspección ocular para reconocimiento del contexto geográfico, identificando cultivos de café, lulo, yuca, plátano y cítricos (Ver Figura 24).

Figura 24. Evidencia del uso de la tierra



Fuente: Elaboración propia.

7.4 Programa de uso y ahorro eficiente del agua

7.4.1 Alcance

El programa para el uso y ahorro eficiente del agua correspondiente para el acueducto de La Cinco Mil, tiene como fin la reducción de las pérdidas presentes dentro del sistema y la optimización de la prestación del servicio de acueducto desde sus componentes: técnicos, administrativos, operativos, comerciales y ambientales logrando resultados en la reducción del Índice de Agua No Contabilizado (IANC) y, la implantación de una cultura ambiental de uso eficiente y ahorro del recurso a los habitantes del municipio

7.4.2 Objetivos

7.4.2.1 Objetivo general

Formular el programa de Uso eficiente y ahorro de agua -PUEAA- como instrumento de planificación para la empresa de acueducto Aguas del Socorro S.A-E.S.P., aumentando la eficiencia del sistema de tratamiento y distribución del recurso hídrico reflejado en la reducción del índice de agua no

contabilizada IANC, y así mismo, propender por un uso eficiente del recurso hídrico en el Municipio de El Socorro, cumpliendo con lo establecido en la ley 373 de 1997.

7.4.2.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de la oferta y la demanda hídrica de la fuente abastecedora teniendo en cuenta los lineamientos mencionados en la resolución 1257 de 2018.
- Recopilar de la información relacionada con los usuarios, las proyecciones del consumo de agua anual y crecimiento poblacional.
- Definir de los programas y proyectos relacionados con las metas e indicadores a corto mediano y largo plazo que sean medibles, cuantificables para lograr llevar a cabo el PUEAA.

7.4.3 Horizonte

El Programa De Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua tiene una estimación de 5 años para dar cumplimiento de las metas planteadas en los programas diseñados según lo establece la ley 373 de 1997 teniendo en cuenta las consideraciones por parte de la autoridad ambiental en este caso la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS.

7.4.4 Plantillas

En concordancia con la normativa vigente, se generan ocho (8) plantillas correspondientes a: Estado de la fuente de abastecimiento, caracterización de la fuente abastecedora superficial, caracterización de la fuente receptora, información cartográfica de la cuenca y/o municipio, caracterización de caudales del sistema de abastecimiento, sistema de abastecimiento, línea base en reducción de pérdidas y, aforos (Ver Anexo 8. Plantillas programa de uso y ahorro eficiente del agua).

7.4.5 Identificación de programas

De acuerdo con la Resolución 1257 de 2018, el Programa para el uso eficiente y ahorro del agua deberá contener como mínimo la siguiente información:

Información General: Corresponde a la identificación del tipo de fuente y la subzona hidrográfica a la cual pertenece.

Diagnóstico: Hace referencia a la línea base de oferta y demanda de agua, relacionando infraestructura, suscriptores, pérdidas, y proyecciones.

Objetivo: El resultado que se espera a partir de la proyección de actividades.

Plan de Acción: Descripción de los distintos proyectos que puedan implementarse, debe incluir metas e indicadores a distintos plazos, medios de verificación, presupuesto y cronograma de seguimiento.

7.5 Zonificación

7.5.1 Definición de factores para la zonificación

Desde una perspectiva conceptual, la consecución de áreas homogéneas, implica en sentido estricto la evaluación heurística de las condiciones asociadas al criterio de disponibilidad, uso y calidad de

agua, a partir de análisis multicriterio, así como técnicas avanzadas de geoproceto, identificando patrones y reclasificando celdas en formato raster.

Mediante una conjugación algebraica, soportada en los detonantes de naturaleza extrínseca y los condicionantes de carácter nativo, se ponderan las unidades cartográficas en las categorías dispuestas en la Tabla 11.

Tabla 11. Factores condicionantes y detonantes

Categoría	Unidad Cartográfica		Ponderación	Peso
Condicionante (Elementos Vulnerables)	IRH	IVH (Alto)	70%	3
	IUA			
	Calidad Agua (Aceptable)		30%	1
Detonante (Amenaza)	Riesgo a Movimientos en Masa	Alto	60%	3
		Moderado		2
		Bajo		1
	Riesgo de Incendios	Alto	20%	3
		Moderado		2
		Bajo		1
	Riesgo de Avenida	Alto	20%	3
		Moderado		2
		Bajo		1

Fuente: Elaboración propia.

La ponderación dispuesta, da lugar una sumatoria del 100% por cada categoría, lo que indica un análisis independiente por cada categoría, para posteriormente relacionarse bajo una situación de paridad, en dónde la ponderación pasa a corresponder el 50% para elementos condicionantes y el 50% restante en los factores detonantes.

Lo que respecta a los factores detonantes, la información ha sido adaptada del POMCA del Medio y Bajo Suárez (CAS et al., 2018).

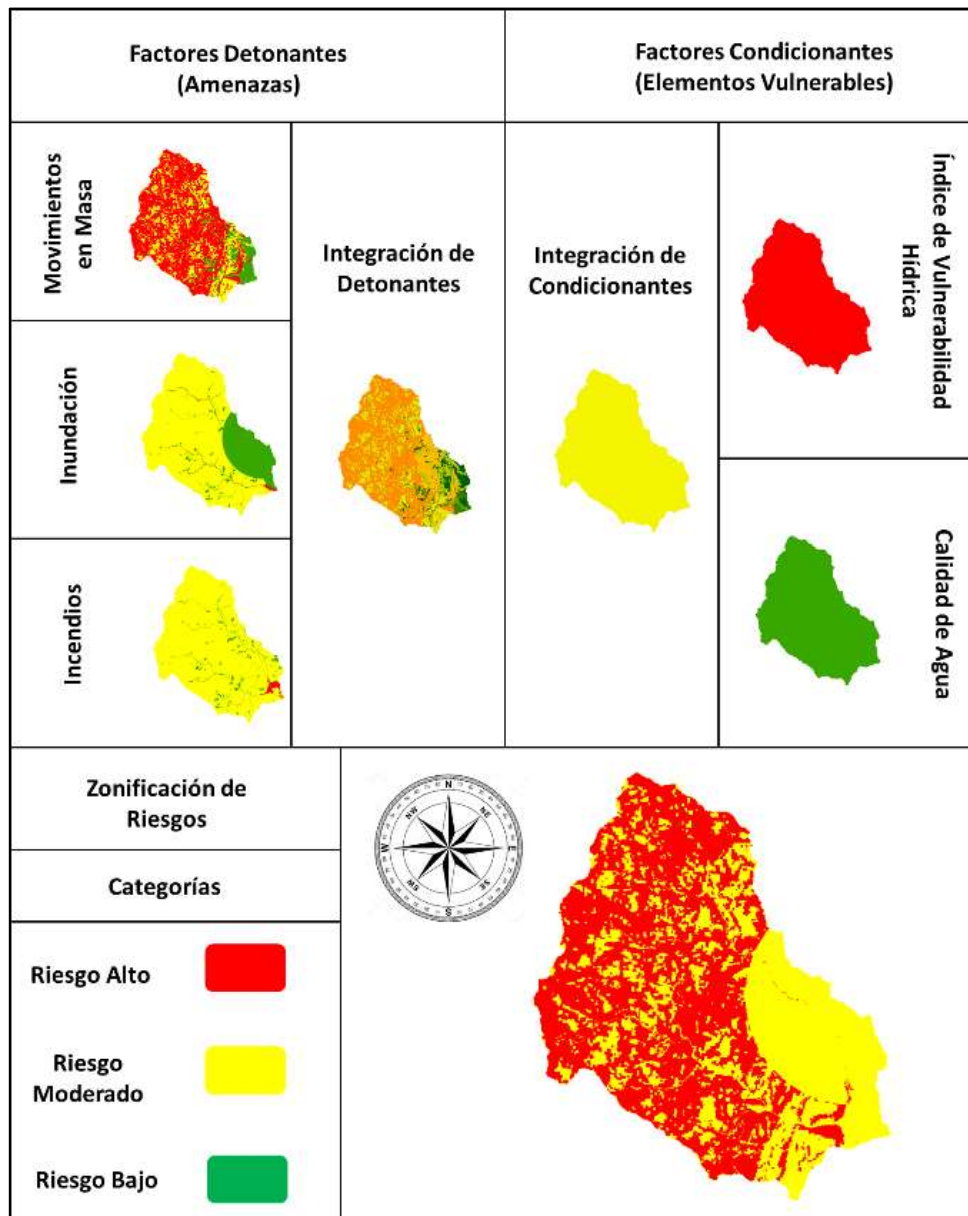
7.5.2 Cartografía temática

Su categorización se configura de manera heterogénea de acuerdo con el factor analizado (Ver Figura 25); sin embargo, muestra una predominancia en la categoría de Zonificación de Riesgo Alto con un total de 102.08 km², con una distribución preferencial hacia el occidente y suroccidente, mientras que, la categoría de Riesgo Moderado corresponde a 79.95 km², con

una mayor representación hacia el oriente. Resalta por su ausencia la categoría de Riesgo Bajo.

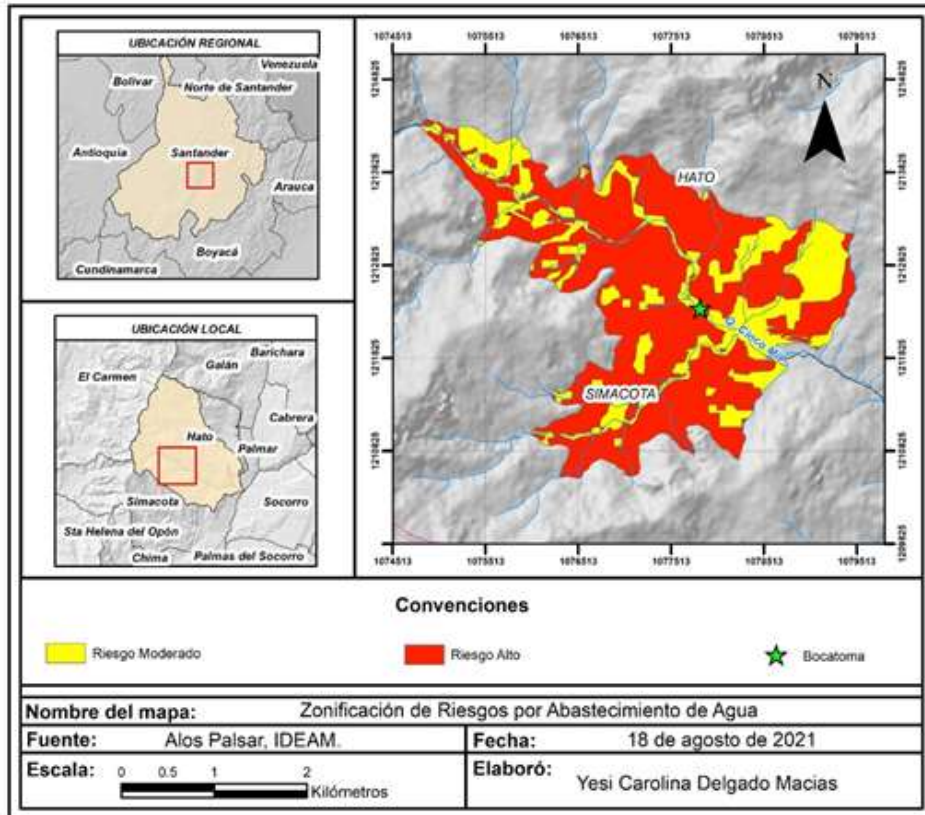
Por otra parte, en lo que respecta al área de influencia definida previamente, se identifica que el 70.25 %, correspondiente a 5.74 km² se encuentra en riesgo alto, mientras que el 29.75% restante de área (2.43 km²) se asienta sobre riesgo moderado, quedando en esta categoría la zona donde se encuentra ubicada la bocatoma del acueducto municipal (Ver Figura 26).

Figura 25. Cartografía de factores



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 Zonificación del área de influencia



Fuente: Elaboración propia.

8. Conclusiones

La subcuenca de la quebrada Cinco Mil se clasifica como una cuenca con geometría pequeña de forma oval redonda a oval oblonga, con un basculamiento pronunciado hacia su vertiente izquierda y, un alargamiento en sentido Noroeste-Sureste, concordante con la disposición del cauce principal, el cual discurre en un paisaje montañoso en un tiempo de concentración de tipo lento.

Se hace evidente en la zona, una gran complejidad estructural de carácter compresivo, característico de la cuenca del valle medio del Magdalena, dando lugar a estructuras geológicas regionales, como el anticlinal de los cobardes y el afloramiento de rocas antiguas de edad jurásica, con alta compactación, pero predisposición a fenómenos de caída de roca en un paisaje escarpado, donde predominan las geoformas de tipo Crestón, cubiertas por suelos muy superficiales a moderadamente profundos con textura franca, franco arcillosa y franco arenosa que soportan coberturas de tipo Bosque Denso y Mosaicos de Pastos y Cultivos.

El entorno geográfico es modelado por un comportamiento hidrológico bimodal con valores máximos de precipitación que se manifiestan en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, así como una evapotranspiración con mayor actividad hacia las zonas de menor altitud; identificando un periodo en déficit correspondiente al intervalo diciembre-febrero, sin embargo, existe una oferta anual del recurso hídrico que oscila entre 644 - 1558 mm/año y, un volumen de infiltración de 0.016 km³, demostrando excedente de agua hacia el centro-occidente de la cuenca, garantizando la disponibilidad y su aptitud para el desarrollo regional.

El registro de caudales comprendido en el término febrero-abril muestra una tendencia de recuperación concordante con respecto al comportamiento bimodal, aumentando en un 61% su valor base de febrero, pasando de 1.05 m³/s hasta 1.71 m³/s; sin embargo, de acuerdo con el registro histórico obtenido, puede esperarse un valor mínimo de 0.78 m³/s con un caudal ambiental de 0.70 m³/s. Mientras que, el caudal obtenido por el método racional correspondiente a 1.68 m³/s, es concordante con respecto a los aforos realizados por la Corporación Autónoma Regional de Santander con objeto del permiso menor, obteniendo un promedio de 1679 l/s.

Los indicadores hidrológicos del régimen natural definen un índice de aridez que oscila entre las categorías moderado y excedentes de agua, con un menor valor hacia el sector occidental donde se dispone la fuente abastecedora del acueducto municipal, con una capacidad de retención moderada.

En cuanto a los indicadores hidrológicos por intervención antrópica, bajo el efecto jurídico que se encuentra sujeto el permiso menor de carácter ambiental, se identifica una alta presión de demanda a nivel local, conjugando una vulnerabilidad hídrica alta, con el aliciente que, se mantiene una calidad de agua aceptable.

El área de influencia de la bocatoma, corresponde a 8.17 km², y se identifican cuarenta y cuatro (44) predios en los cuales, el sector agropecuario es aquel que ostenta mayor relevancia. Son objeto de servidumbre vigente los denominados: Finca La Sabana (14.93 ha), finca El Trapiche (3.42 ha) y finca El Galapal (4.16 ha); por otra parte, se cuenta con la propiedad del Lote 1 (1.00 ha), en cuya locación se encuentran instalados los tanques de almacenamiento.

Finalmente, a nivel de la subcuenca, la zonificación, muestra una predominancia en la categoría de zonificación de riesgo alto con un total de 102.08 km², con una distribución preferencial hacia el occidente y suroccidente, mientras que, la categoría de riesgo moderado corresponde a 79.95 km², con una mayor representación hacia el oriente. Por otra parte, en el área de influencia, se identifica que el 70.25 %, correspondiente a 5.74 km² se encuentra en riesgo alto, mientras que el 29.75% restante de área (2.43 km²) se asienta sobre riesgo moderado, quedando en esta categoría la zona donde se encuentra ubicada la bocatoma del acueducto municipal.

9. Recomendaciones

- Se recomienda a la entidad Aguas del Socorro S.A. E.S.P adquirir un (1) molinete para aforo de caudal con el fin de mantener el monitoreo mensual de la fuente abastecedora del acueducto la Cinco Mil.
- Dentro de los programas a futuro como parte del PUEAA es importante tener en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo resaltando el riesgo por movimientos en masa de tipo caída de rocas, producto del paisaje escarpado y la litología del sector.
- Se recomienda la adquisición de equipos de monitoreo in-situ para la fuente abastecedora Qda. Cinco Mil que permita determinar las condiciones fisicoquímicas, para controlar y prevenir cambios a futuro de las condiciones actuales.

Referencias

- Aguas del Socorro S.A. E.S.P. (2021). *Archivo general Aguas del Socorro* .
- Bautista, S., Cáceres, A., Romero, A., Zamora, A., Zappa, L., & Rincón, M. (2016). *Exploración de minerales energéticos a partir de mediciones gamaespectrométricas para potasio, uranio y torio en el área Simacota - Lebrija y área de California, Departamento de Santander*.
- CAS, CAR, & Corpoboyacá. (2018). Fase 2: Diagnóstico. In *POMCA Río Medio y Bajo Suárez 2016*.
- Corpoamazonia. (2019). *Términos de referencia para la formulación y ajuste de los PUEEA*.
- Correa, P., & Ignacio, J. (2002). Sistemas de Información Geográfica para Apoyar la Gestión del Recurso Hídrico en Cuencas Rurales. *Gestión y Ambiente*, 5, 2–53.
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*.
- DANE. (2020). *Medida de Pobreza Municipal de Fuente Censal*.
- Escolano, S. (2015). *Sistemas de Información Geográfica. Una introducción para estudiantes de geografía* . Prensa de la Universidad de Zaragoza.
- Etayo, F. (1968). El sistema cretáceo de la región de Villa de leiva y zonas próximas. *Revista de Geología Colombiana*, 5–74.
- García, M., Vargas, N., Bernal, F., Vega, C., Duque, N., Jaramillo, O., Arévalo, D., & Escobar, M. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*.
- Guerrero, A., & Páez, L. (2005). Evolución cronoestratigráfica y formación de recursos. In *Poblamiento y conflictos territoriales en Santander* (pp. 15–59). Universidad Industrial de Santander.
- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2011, April 20). *Métodos para la Determinación del Tiempo de Concentración de una Cuenca Hidrográfica*. Universitat Politècnica de València.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*.
- IDEAM. (2017, May 5). *Curvas IDF*.
- IGAC. (2002). *Mapas de Suelos deTerritorio Colombiano a escala 1:100.000. Departamento: Santander*.
- IGAC. (2018). *Bases Cartográficas Catastrales Departamentales, Republica de Colombia. Escalas 1:2000 y 1:25000. Año 2018*.
- Instituto Nacional de Ecología. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro*. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- Jaramillo, Á. (2006). Evapotranspiración de referencia en la región andina de Colombia. *Cenicafé*, 288–298.

- MADS. (2014). *Guía Técnica Para la Formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico*.
- Mantilla, L., Cruz, G., & Colegial, G. (2003). Introducción a la geología del sector Vélez-Bolívar-Guavatá (Dpto. de Santander, Colombia) y su importancia para la exploración de depósitos hidrotermales. *Boletín de Geología*, 25.
- Mendoza, J., Moreno, J., & Rodríguez, G. (2009). Sistema cárstico de la Formación Rosa Blanca cretácico inferior, en la provincia santandereana de Vélez, Colombia. *Geología Colombiana*, 35–44.
- Morales, L. (1958). *General Geology and Oil Occurrences of Middle Magdalena Valley, Colombia, in habitat of soil symposium*. The American Association of Petroleum Geologists.
- Moreno, G., & Sarmiento, G. (2002). Estratigrafía cuantitativa de las Formaciones Tablazo y Simití en las localidades de Sáchica (Boyacá) y Barichara - San Gil (Santander) Colombia. *Geología Colombiana*, 51–74.
- Pulido, O. (1979). *Geología de las Planchas 135 San Gil y 151 Charalá, Departamento de Santander*.
- Renzoni, G. (1967). *Geología del cuadrángulo J-12*.
- Reyes, A., Ulises, F., & Carvajal, Y. (2010). *Guía básica para la caracterización morfológica de cuencas hidrográficas*. Universidad del Valle.
- Rieder, L. (2019). *Elaboración de un Programa de uso eficiente y ahorro de agua para el acueducto vereda de El Porvenir, sector 3 en el municipio de Itagüí, en cumplimiento de la ley 373 de 1997*.
- Royero, J., & Clavijo, J. (2001). *Memoria explicativa del mapa geológico generalizado: departamento de Santander*.
- Sánchez, K., Jiménez, F., Velásquez, S., Piedra, M., & Romero, E. (2004). Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 88–95.
- Santaolalla, J. (2017). *Inteligencia Física*. Plataforma Editorial.
- Silva Medina, G. (1987). Hidrología en cuencas pequeñas con información escasa. *Ingeniería e Investigación*.
- Soil Conservation Service. (1972). Hydrology. In *National Engineering Handbook*. Department of Agriculture.
- Sokolov, A., Chapman, T., & Heras, R. (1981). *Métodos de cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos*.
- Ulloa, C., Pulido, O., & Rodríguez, E. (1986). Relaciones estratigráficas entre el jurásico y el cretácico de la cordillera de los cobardes. *Geología Colombiana*, 55–64.
- UNEP. (1992). *Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente*.
- UNGRD. (2021). *Primera temporada seca del 2021 acompañada por el fenómeno de la niña*.

Wheler, O. (1929). *Report on the Palmira series with notes on stratigraphy of the Umir, Lisama and La Paz formation near the eastern part of the Mares concession.*

Anexos

Anexo 1. Informe técnico de morfometría

Parámetros morfométricos

- **Área (km²)**

Es uno de los primordiales factores a tener en cuenta para la clasificación de una determinada unidad hidrológica. Afecta diversos indicadores tales como el coeficiente de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración. De acuerdo con (Sarmiento, 1998), puede definirse como la medida de la superficie de la cuenca que se encuentra delimitada por su correspondiente divisoria topográfica.

De acuerdo con la delimitación proferida por el sistema de información geográfica, esta unidad hidrológica comprende un área de 182.15 Km², mientras que de acuerdo al POMCA vigente, se registra un total 181.61 Km², es decir, existe un error del 0.3% con respecto al estándar oficial. No obstante, de acuerdo con la clasificación según el tamaño relativo de los sistemas hidrológicos (Ver Tabla 1), se hace evidente que se clasifica como una Subcuenca donde el orden de drenajes de strahler llegará hasta el nivel 5.

Tabla 12 Clasificación de Sistema Hidrológico

Tamaño Relativo de los Sistemas Hidrológicos		
Unidad Hidrológica	Área en Km²	# de Orden
Microcuenca	10 - 100	1,2,3
Subcuenca	101 - 700	4,5
Cuenca	Más de 700	6 a más

Fuente: (Vera, 2004)

- **Perímetro (km)**

Por sí solo, este parámetro no es de mayor consideración, sin embargo, es ampliamente empleado para la configuración de otros índices con mayor relevancia. Desde una perspectiva conceptual, se define como la longitud de la línea envolvente del área de la cuenca, y su cálculo se determinó a partir del sig, arrojando un valor de 63.9 Km, mientras que el POMCA registra un valor de 63.11 Km, dando lugar a un error del 1.2%.

- **Longitud del cauce principal**

Su valor se determina por la longitud de la corriente principal desde su nacimiento hasta su desembocadura. Para esta situación, el cauce principal nace al occidente del municipio de El Hato y finaliza su recorrido en el Río Fonce, al Occidente del municipio de El Socorro.

Teniendo en cuenta la red de drenaje extraída del DEM, se visualiza que la Quebrada Cinco Mil, tiene una longitud total de 20.25 Km, en contraposición, el POMCA registra un valor de 22.72 Km.

- **Longitud axial**

Es una medida paralela al cauce principal desde su desembocadura hasta su nacimiento en la parte más alta de la cuenca. De acuerdo con el trazado realizado en el ambiente sig, se determina un valor de 17.52 km.

- **Longitud del valle del río**

Es la longitud determinada a través de un trazo de arco que toma como referencia el eje de la longitud axial, donde su lado convexo apunta en dirección de la vertiente más prominente. Una vez realizado este trazo, se establece que la medida es de 19.84 km.

- **Ancho promedio de la cuenca**

Se define como el cociente de la relación entre el área de la cuenca y su longitud axial. De acuerdo con los datos mencionados anteriormente, su valor corresponde a 10.39 km.

- **Sinuosidad del cauce**

En concordancia con las disposiciones descritas por (Senciales González, sf), este parámetro adimensional, mantiene una relación inversamente proporcional con respecto a la pendiente, es decir, valores bajos marcarán una clara tendencia a la acción erosiva dados los mayores valores de pendiente, no obstante, efectos tectónicos manifestados en forma de fallas geológicas pueden dar lugar a un trazado rectilíneo en zonas de baja pendiente.

La expresión empleada para calcularlo es la siguiente:

$$Sicp = \frac{\text{Longitud cauce principal}}{\text{Longitud valle río}} = \frac{20.25 \text{ Km}}{19.84 \text{ Km}} = 1.02$$

Para dar lugar a su interpretación, se hace necesario aplicar el criterio de (Schumm, 1963) descrito en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación del tipo de canal

Tipo de canal	Índice de sinuosidad
Canal rectilíneo	1 - 1.2
Canal transicional	1.25 - 1.5
Canal rectangular	1.55 - 1.7
Canal irregular	1.7 - 2.1
Canal tortuoso	>2.1

Fuente: (Schumm, 1963).

- **Longitud al centroide**

Según (Vera, 2004) es una característica muy especial de la longitud del máximo recorrido y es la longitud medida sobre el curso del cauce principal entre el punto emisor hasta el pie de la perpendicular trazada sobre el cauce y que pasa por el centroide del área de la cuenca.

Con ayuda de la herramienta de geometría del software, se encuentra que el centroide de la cuenca se localiza en la coordenada **E:** 1078137.4 **N:** 1215065.1 del sistema de referencia Magna Colombia Bogotá, a una distancia aproximada de 2.35 Km con respecto al cauce principal.

- **Longitud máxima**

Línea recta que va desde la desembocadura hasta el límite de la cuenca. La Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil presenta un valor para este parámetro de 17.52 Km.

- **Ancho máximo**

Línea perpendicular a la longitud máxima que une los dos puntos extremos de mayor amplitud. El valor medido corresponde a 10.51 Km. 23.2.11 Coeficiente de compacidad (Kc)

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo que contenga la misma área (Ver Tabla 3). De acuerdo con (Sarmiento, 1998), se puede relacionar con el tiempo de concentración, de forma a medida que el valor sea más cercano a uno (1), se favorecen las inundaciones. Su expresión, teniendo en cuenta los parámetros para este caso particular se define así:

$$k_c = \frac{0.28 \times \text{perimetro (Km)}}{\sqrt{\text{Area(Km}^2)}} = \frac{0.28 \times 63.9\text{Km}}{\sqrt{182.15 \text{ Km}^2}} = 1.32$$

Tabla 3 Clasificación de forma de la cuenca

Formas de la Cuenca Según el Índice de Compacidad		
Clase de forma	Índice de compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0 - 1.25	Casi redonda a oval redonda
Clase II	1.26 - 1.50	Oval - redonda a oval - oblonga
Clase III	1.51 - 1.75	Oval - oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Elaboración propia.

Por lo anterior, es procedente afirmar que la susceptibilidad de amenaza por inundación es intermedia. Además, al comparar con el POMCA se evidencia que se obtiene el mismo valor.

- **Área máxima y área mínima**

Para poder dar lugar a esta determinación, se procede a digitalizar las vertientes (izquierda y derecha), con el fin de evaluar su superficie en el software especializado (Ver Figura 1). Por otra parte, los datos se consignan en la Tabla 4.

Tabla 4 Clasificación de vertientes.

Vertiente	Tipo de Área	Área	Unidad
Máxima	Izquierda	130.13	Km ²
Mínima	Derecha	52.02	Km ²

Fuente: Elaboración propia.

Puede interpretarse que la vertiente mínima, tendrá la particularidad de tener una mayor susceptibilidad a la amenaza por inundaciones dado que sus tiempos de concentración serán más cortos.

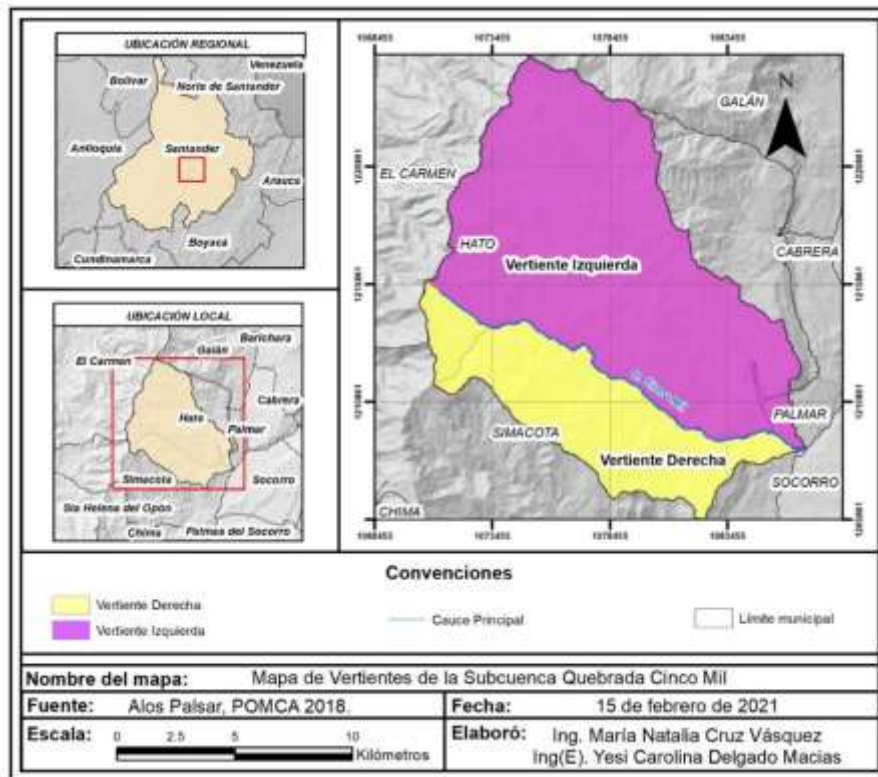
- **Índice asimétrico**

Se define como el cociente que relaciona la vertiente máxima y la vertiente mínima. La expresión base para este parámetro es:

$$I_{as} = \frac{A_{m\acute{a}x}}{A_{m\acute{i}n}} = \frac{130.13Km^2}{52.02Km^2} = 2.5$$

Este valor indica que existe poca homogeneidad entre las vertientes dado que se presenta un basculamiento hacia la vertiente izquierda.

Figura 1. Mapa de vertientes.



Fuente: Elaboración propia.

- **Factor de Forma (kf)**

Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas según a donde tienda este factor y es la relación entre el área A de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (Vera, 2004) .

$$Kf = \frac{A}{L^2} = \frac{182.15 \text{ Km}^2}{(20.25 \text{ Km})^2} = 0.44$$

Es importante resaltar que al contrastar con respecto al POMCA, se evidencia que el valor es el mismo. Su interpretación se basa en la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de kf

kf	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

Fuente: (Villon, 2002).

- **Índice de Alargamiento**

Define la clase de alargamiento de la cuenca a partir de la longitud máxima y el ancho máximo de la misma, a través de la siguiente expresión:

$$I_A = \frac{L}{A_n} = \frac{17.52 \text{ km}}{10.51 \text{ km}} = 1.66$$

Aunque su valor cuantitativo difiere del calculado en el POMCA, su análisis cualitativo es el mismo, ya que se encuentra en la misma categoría, tal como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6 Valores de referencia para el índice de alargamiento.

Rangos de I_a	Clases de Alargamiento
0.0 - 1.4	Poco Alargada
1.5 - 2.8	Moderadamente Alargada
2.9 - 4.2	Muy Alargada

Fuente: (Campos Aranda, 1998).

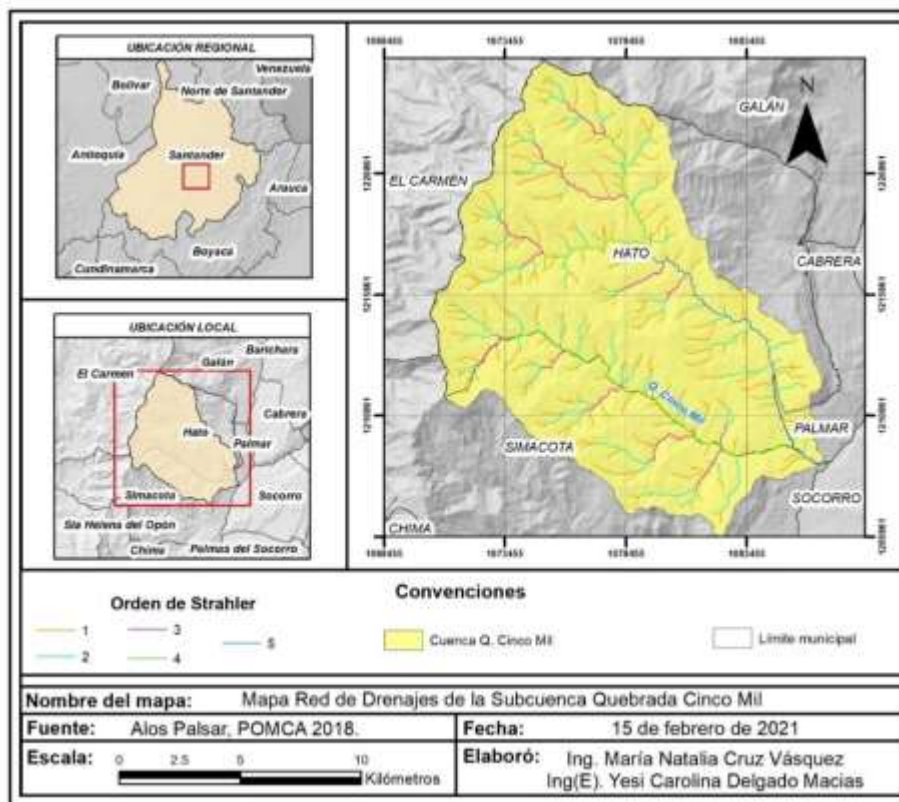
- **Red de Drenaje**

Este componente es extraído a partir del DEM de Alos Palsar, utilizado inicialmente para la delimitación de la Subcuenca Q. Cinco Mil.

Teniendo en cuenta las clasificaciones previas, exclusivamente se tienen en cuenta los drenajes hasta el orden número 5 de strahler, dado que, de otra manera, los cálculos posteriormente realizados serían improcedentes.

En la Figura 4, podrá observar la distribución espacial de los mismos. Cada nivel se encuentra codificado con un tipo de color diferente con el fin de establecer una clara diferencia entre los mismos, de esta manera, es evidente como a medida que se encuentra en un orden más alto, este hará referencia a un cauce de mayor rango y por lo tanto con mayor caudal.

Figura 4. Mapa de Red de Drenajes.



Fuente: Elaboración propia.

La clasificación de orden, se consigna a su vez en la Tabla 7. En total se encontraron 613 cauces que conforman esta red, con una longitud total de 285.69 Km.

Tabla 7 Tabla de clasificación red de drenaje.

Clasificación de orden					
Orden	Color	Cauces	Longitud del drenaje (Km)	Relación de Confluencias Log Nc	Relación Longitud Log Li
1	Naranja	308	145.48	2.489	2.163
2	Cian	132	70.72	2.121	1.850
3	Magenta	65	28.39	1.813	1.453
4	Verde	69	26.75	1.839	1.427
5	Azul	39	14.35	1.591	1.157

Total	-	613	285.69	-	-
-------	---	-----	--------	---	---

Fuente: Elaboración propia.

- **Densidad de drenajes**

Este parámetro permite identificar la complejidad del patrón de drenaje que se configura dentro de la unidad hidrológica. Su importancia se deriva de su relación con los tiempos de concentración. Se define mediante la siguiente expresión:

$$Dd = \frac{Ltd}{A} = \frac{285.69 \text{ km}}{182.15 \text{ km}^2} = 1.56 \text{ km/km}^2$$

De acuerdo con (Delgadillo & Páez, 2008), en la Subcuenca de la Quebrada Cinco Mil se presenta una densidad moderada (Ver Tabla 8). Lo anterior significa que los tiempos de concentración por este factor serán intermedios.

Tabla 8 Clasificación de densidad de drenajes.

Rangos de Densidad	Clases
<1	Baja
1-2	Moderada
2-3	Alta
>3	Muy Alta

Fuente: (Delgadillo & Páez, 2008).

- **Constante de Estabilidad del Río**

Se entiende como la relación inversa de la densidad de drenaje, por lo tanto, es procedente interpretar que este valor indica las condiciones hidrológicas necesarias en las que debe permanecer la superficie de la cuenca (Reyes, Ulises, & Carvajal, 2010, pág. 8). Su expresión es:

$$Cde = \frac{A}{Ltd} = \frac{182.15 \text{ km}^2}{285.69 \text{ km}} = 0.63$$

- **Extensión Media de Escurrentía Superficial**

Parámetro que relaciona la distancia promedio que el recurso hídrico producto de la precipitación deberá transportarse hasta el cauce más cercano (Córdova, 2016). Su cálculo está dado por la expresión:

$$Es = \frac{A}{4 * Ltd} = \frac{182.15 \text{ km}^2}{4 * 285.69 \text{ km}} * 1000 = 159.24 \text{ m}$$

Zonas Altitudinales

La definición por zonas altitudinales se deriva de un esquema de clasificación univariado de rupturas naturales, identificando la mejor disposición de valores para la segmentación de clases, a partir de diferenciales sustanciales entre los intervalos dispuestos (Yang, Chen, Li, Zhang, & Lv, 2013).

Para el presente caso de estudio, las zonas altitudinales alta, intermedia y baja, dispuestas en sentido noroccidente – suroriente (Ver Figura 5), se hace evidente que aquella con mayor área de ocupación corresponde a la zona intermedia con un total de 73.16 km² que representan el 40.2% del total de la unidad hidrográfica, seguida de la zona baja con 56.29 Km² y la zona alta en la cual se encuentra inmersa al Parque Nacional Natural de La Serranía de los Yariguíes con 52.69 Km², para un aproximado de ocupación de 30.9% y 28.9% respectivamente.

Relieve

- **Elevación máxima**

Es la elevación medida en metros sobre el nivel del mar del punto donde aflora la escorrentía superficial de la cuenca. (PINZÓN ORTIZ, 2018). El valor para esta Subcuenca, oscila los 3475 m.s.n.m. No obstante, es de aclarar que el cauce principal conocido como Quebrada Cinco Mil, nace alrededor de los 2866.3 m.s.n.m.

- **Elevación mínima**

Corresponde al punto de descarga del recurso hídrico sobre otra fuente de mayor orden. En esta situación, este valor corresponde a 673 m.s.n.m.

- **Desnivel Altitudinal de la Subcuenca**

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja. Se relaciona con la variabilidad climática y ecológica. (Instituto Nacional de Ecología, 2004). El valor de este parámetro es de 2802 m.s.n.m. Por lo tanto, es procedente afirmar que se presenta una alta variabilidad de los ecosistemas a lo largo de la unidad hidrográfica.

- **Elevación Media**

Corresponde al promedio ponderado de todas las elevaciones. En forma alternativa la elevación media se puede encontrar mediante la construcción de la curva hipsométrica, donde se lee la elevación para el 50% del valor área. (LIZETH LUCERO DÍAZ SUESCÚN, 2018).

Se define por la siguiente ecuación:

$$Em = \frac{\sum mi \cdot Ai}{A} * 1000 = \frac{366.25 \text{ Km}^3}{182.14 \text{ Km}^2} * 1000 = 2010.9 \text{ m}$$

Dónde:

Em = Elevación media de la cuenca (m)

A = Área total de la cuenca

Ai = Área entre cada curva

mi = Promedio de las elevaciones

Por lo tanto, se define que la Subcuenca se localiza en un piso térmico templado (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Clasificación por elevación media.

Rangos de elevación	Clases de elevación
800 – 1000	Macro térmico, con las temperaturas siempre elevadas y constantes
1000-2750	Meso térmico o piso templado
2750-4700	Miro térmico o piso páramo
A partir de 4700	Gélido o de nieves perpetuas

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2004).

- **Coefficiente de Masividad de Martonne**

El coeficiente de masividad de un relieve, es el cociente de la división de la altura media de este relieve por su superficie proyectada. Su valor, se define por la siguiente expresión:

$$\text{Coef. Masividad} = \frac{\text{Altura media de la cuenca (m)}}{\text{Área de la cuenca (Km}^2\text{)}} = \frac{1338}{182.14} = 7.35$$

Teniendo en cuenta este valor, se identifica en la Tabla 10 que la zona es Moderadamente montañosa.

- **Coefficiente Orográfico**

Este parámetro permite determinar la degradación de la cuenca mediante una relación inversamente proporcional entre la altura media y el relieve. De acuerdo con (Quintero, 2003) valores menores que 6 indican un relieve poco accidentado mientras que valores mayores son indicios de un relieve muy accidentado.

El valor medido es de 9.83, es decir, la degradación de la cuenca será alta dado que presenta un relieve muy accidentado con fuertes pendientes.

Tabla 10. Clasificación por Coeficiente de Masividad.

Rangos	Clases de masividad
0 -35	Moderadamente montañosa
35 – 70	Montañosa
70 – 105	Muy montañosa

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2004).

- **Estimación de volumen**

- **Volumen de la cuenca:**

$$\text{VolumenCuenca} = \sum \text{Elevación Media (Km)} * \text{Área Cuenca}$$

$$\text{VolumenCuenca} = 2.0109 \text{ Km} * 182.14 \text{ Km}^2$$

$$\text{VolumenCuenca} = 366.26 \text{ Km}^3$$

➤ **Volumen de la base:**

$$\text{VolumenCuenca} = \text{Área Cuenca} * \frac{\text{Elevación Desembocadura}}{1000}$$

$$\text{VolumenCuenca} = 182.14 \text{ Km}^2 * \frac{673 \text{ m}}{1000}$$

$$\text{VolumenCuenca} = 12.25 \text{ Km}^3$$

➤ **Volumen del relieve:**

$$\text{VolumenCuenca} = \text{Volumen Cuenca} - \text{Volumen Base}$$

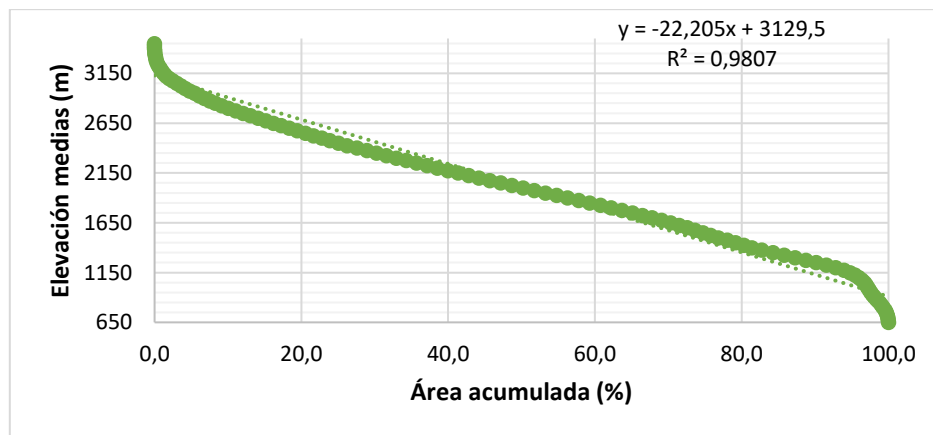
$$\text{VolumenCuenca} = 366.26 \text{ Km}^3 - 12.25 \text{ Km}^3$$

$$\text{VolumenCuenca} = 354.01 \text{ Km}^3$$

• **Curva Hipsométrica**

Corresponde a una sección transversal de la cuenca hidrográfica (Ver Figura 6) calculada a partir del área entre curvas definida en un intervalo de 25 metros. Se hace evidente como se mantiene una pendiente pronunciada a lo largo del perfil que se agudiza en los valores extremos, es decir hacia la zona más alta y más baja de esta unidad.

Figura 6. Perfil Hipsométrico



Fuente: Elaboración propia

• **Pendiente de la Cuenca**

Calculada a partir del método de compensación de áreas el cual consiste en la evaluación de las pendientes a través de una corrección que tiene en cuenta una relación directamente proporcional entre el área inicialmente calculada y el valor medio entre la respectiva clase de pendiente con

respecto a una relación inversa entre la pendiente inicial. El procesamiento de la información, se basa en un modelo digital de elevación de Alos Palsar, del cual se distinguen las categorías de pendientes consignadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Clasificación de la Subcuenca por pendientes.

<i>Pendiente por compensación de áreas</i>				
	Clase (°)	Área (km ²)	VI	VI * AI
PLANO	0-3	1.63	1.5	2.45
SUAVE	3-7	5.19	5	25.94
MEDIANO	7-12	12.49	9.5	118.68
ACCIDENTADO	12-20	36.50	16	583.94
FUERTE	20-35	91.32	27.5	2511.35
MUY FUERTE	35-50	31.03	42.5	1318.69
ESCARPADO	50-75	3.95	62.5	247.05
MUY ESCARPADO	>75	0.03	87.5	2.86
		182.15		4811.0
	PENDIENTE (°)	26.41		

Fuente: (Ortíz, 2004).

- **Pendiente del Cauce Principal**

Con el apoyo de herramientas de la información geográfica, se calculan las ordenadas y las abscisas a lo largo del cauce principal con un intervalo aproximado de 100 metros, dando lugar a su método gráfico. Sin embargo, con el fin de ofrecer un valor más preciso, a su vez, es calculada la pendiente a partir de los métodos de valores extremos (Sve), compensación de áreas (Sca) y pendiente por altura equivalente (Sec) (Ver Figura 7).

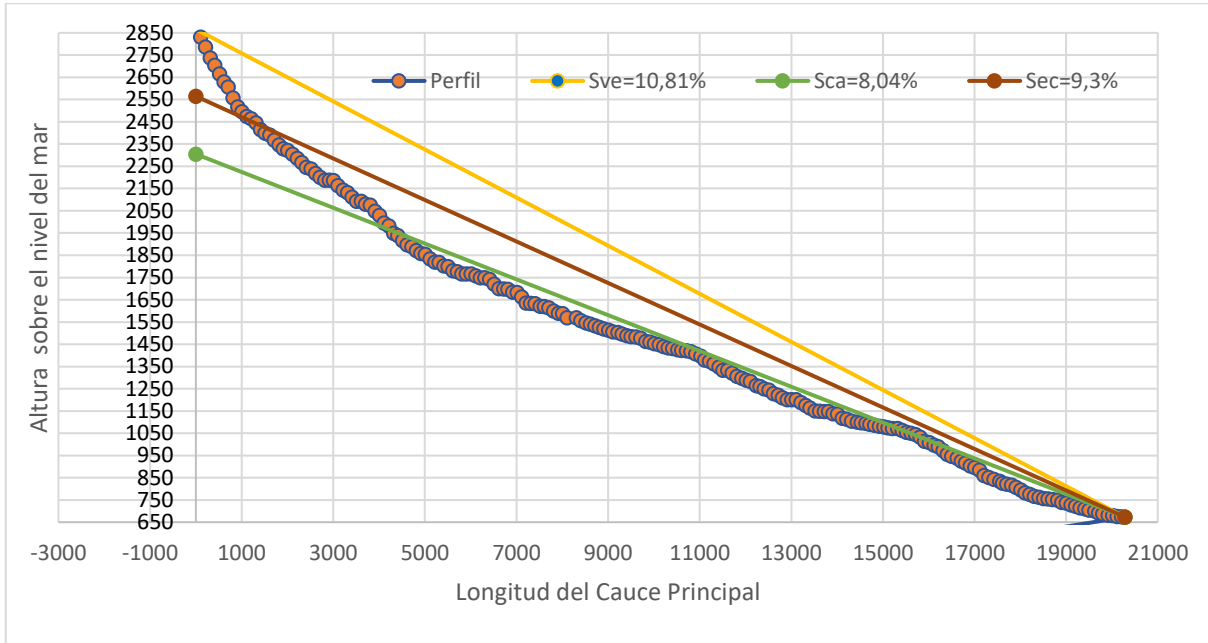
Una vez evaluada su procedencia a partir de métodos heurísticos, se determina que la pendiente por altura equivalente ofrece un valor más cercano a la realidad con un 9.3%, pues se encuentra como valor intermedio entre las distintas metodologías, además, su valor se acerca a la línea de tendencia del perfil del cauce principal.

- **Tiempos de Concentración**

Determina el tiempo que tarda en llegar al punto más alejado de la cuenca la escorrentía superficial con un valor constante (Ibáñez, Moreno, & Gisbert, sf). Existen diversos autores que definen este parámetro, por lo tanto, el valor que se asume para el presente trabajo corresponde a un promedio derivado de las distintas metodologías (Ver Tabla 12).

De acuerdo con el valor de tiempo de concentración promedio calculado y la información dispuesta en la Tabla 13, se puede concluir que el valor obtenido se define como de tipo lento.

Figura 7. Pendiente del Cauze Principal



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Tiempo de concentración.

	Tc	
	Horas	Minutos
Soil Conservation Service n(scs)	1.68	100.6
Kirpich	1.44	86.4
Giandotti	2.35	141.1
Hidrored	3.07	184.0
Temez	2.244	134.6
Pasini	4.58	274.8
Pizarro	2.61	156.8
Kirpich , 1940	1.67	100.2
Kirpich , 1973	0.49	29.6
<i>López Cárdenas de llano</i>	0.858	51.5
125.956		
	69.226	Sd
	0.550	Cv
	29.553	Min
	274.823	Max

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Tipo de tiempo de concentración.

Rangos de Tc (minutos)	Clases
0 – 41.7	Rápido
41.6 – 83.2	Moderno
83.3 – 125.1	Lento

Fuente: (Instituto Nacional de Ecología, 2004).

2.2.22 Estimación de la amenaza por avenidas

De acuerdo con los parámetros estimados en los apartados anteriores y una relación heurística con respecto a la probabilidad de amenaza por avenidas, se establece que la subcuenca de la Quebrada Cinco Mil se encuentra en nivel de amenaza medio (Ver Tabla 14).

Tabla 14. Estimación de amenaza por avenidas

Índice	Rango	Valor	Unidades	Tc	NA	VA
Área	101-700	182.15	km ²	Moderado	Medio	2
Coefficiente de compacidad	1.25 - 1.50	1.32	*	Moderado	Medio	2
Factor de forma	<1	0.44	*	Lento	Bajo	1
Índice de alargamiento	1.5 - 2.8	1.66	*	Moderado	Medio	2
Densidad de drenaje	1 - 2	1.56	km/km ²	Moderado	Medio	2
Número total de corrientes	>500	613	#	Rápido	Alto	3
Coefficiente de masividad	0-35	7.35	*	Lento	Bajo	1
Pendiente del cauce	0.06 - 0.11	0.093	m/m	Moderado	Medio	2
Pendiente media de la cuenca	20-35	26.41	°	Rápido	Alto	3
Tiempos de concentración	83.3 - 125.1	125.95	min	Lento	Bajo	1
					Promedio	1.9

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Memoria de cálculo de análisis morfométrico

La categorización por colores se interpreta de la siguiente manera:

Zona alta

Zona media

Zona baja

Curva Hipsométrica							
Franjas			Áreas de las franjas altitudinales				Volumen
Ei	Ef	Emi	Área	% Área	Área Acumulada	% Área acumulada	EmixAi
m	m	m	Km ²	%	Km ²	%	km ³
		3475			0	0	0
3475	3450	3462,5	0,000	0,0	0,00	0,0	0,00
3450	3425	3437,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,01
3425	3400	3412,5	0,02	0,0	0,02	0,0	0,07
3400	3375	3387,5	0,04	0,0	0,06	0,0	0,12
3375	3350	3362,5	0,048	0,0	0,11	0,1	0,16
3350	3325	3337,5	0,090	0,0	0,20	0,1	0,30
3325	3300	3312,5	0,113	0,1	0,31	0,2	0,38
3300	3275	3287,5	0,186	0,1	0,50	0,3	0,61
3275	3250	3262,5	0,249	0,1	0,75	0,4	0,81
3250	3225	3237,5	0,298	0,2	1,04	0,6	0,97
3225	3200	3212,5	0,365	0,2	1,41	0,8	1,17
3200	3175	3187,5	0,412	0,2	1,82	1,0	1,31
3175	3150	3162,5	0,460	0,3	2,28	1,3	1,46
3150	3125	3137,5	0,607	0,3	2,89	1,6	1,90
3125	3100	3112,5	0,765	0,4	3,65	2,0	2,38
3100	3075	3087,5	0,894	0,5	4,55	2,5	2,76
3075	3050	3062,5	0,983	0,5	5,53	3,0	3,01

3050	3025	3037,5	1,037	0,6	6,57	3,6	3,15
3025	3000	3012,5	1,074	0,6	7,64	4,2	3,24
3000	2975	2987,5	1,113	0,6	8,75	4,8	3,32
2975	2950	2962,5	1,211	0,7	9,97	5,5	3,59
2950	2925	2937,5	1,184	0,7	11,15	6,1	3,48
2925	2900	2912,5	1,254	0,7	12,40	6,8	3,65
2900	2875	2887,5	1,323	0,7	13,73	7,5	3,82
2875	2850	2862,5	1,393	0,8	15,12	8,3	3,99
2850	2825	2837,5	1,556	0,9	16,68	9,2	4,42
2825	2800	2812,5	1,693	0,9	18,37	10,1	4,76
2800	2775	2787,5	1,781	1,0	20,15	11,1	4,96
2775	2750	2762,5	1,861	1,0	22,01	12,1	5,14
2750	2725	2737,5	1,837	1,0	23,85	13,1	5,03
2725	2700	2712,5	1,856	1,0	25,70	14,1	5,03
2700	2675	2687,5	1,916	1,1	27,62	15,2	5,15
2675	2650	2662,5	1,897	1,0	29,52	16,2	5,05
2650	2625	2637,5	1,943	1,1	31,46	17,3	5,13
2625	2600	2612,5	1,935	1,1	33,39	18,3	5,05
2600	2575	2587,5	2,026	1,1	35,42	19,4	5,24
2575	2550	2562,5	2,052	1,1	37,47	20,6	5,26
2550	2525	2537,5	2,018	1,1	39,49	21,7	5,12
2525	2500	2512,5	2,014	1,1	41,50	22,8	5,06
2500	2475	2487,5	2,044	1,1	43,55	23,9	5,09
2475	2450	2462,5	2,120	1,2	45,67	25,1	5,22
2450	2425	2437,5	2,151	1,2	47,82	26,3	5,24
2425	2400	2412,5	2,409	1,3	50,23	27,6	5,81
2400	2375	2387,5	2,464	1,4	52,69	28,9	5,88

2375	2350	2362,5	2,444	1,3	55,14	30,3	5,77
2350	2325	2337,5	2,421	1,3	57,56	31,6	5,66
2325	2300	2312,5	2,451	1,3	60,01	32,9	5,67
2300	2275	2287,5	2,467	1,4	62,48	34,3	5,64
2275	2250	2262,5	2,596	1,4	65,07	35,7	5,87
2250	2225	2237,5	2,553	1,4	67,62	37,1	5,71
2225	2200	2212,5	2,583	1,4	70,21	38,5	5,72
2200	2175	2187,5	2,611	1,4	72,82	40,0	5,71
2175	2150	2162,5	2,563	1,4	75,38	41,4	5,54
2150	2125	2137,5	2,599	1,4	77,98	42,8	5,55
2125	2100	2112,5	2,513	1,4	80,49	44,2	5,31
2100	2075	2087,5	2,691	1,5	83,19	45,7	5,62
2075	2050	2062,5	2,728	1,5	85,91	47,2	5,63
2050	2025	2037,5	2,775	1,5	88,69	48,7	5,65
2025	2000	2012,5	2,779	1,5	91,47	50,2	5,59
2000	1975	1987,5	2,777	1,5	94,24	51,7	5,52
1975	1950	1962,5	2,822	1,5	97,07	53,3	5,54
1950	1925	1937,5	2,748	1,5	99,81	54,8	5,32
1925	1900	1912,5	2,727	1,5	102,54	56,3	5,21
1900	1875	1887,5	2,758	1,5	105,30	57,8	5,21
1875	1850	1862,5	2,726	1,5	108,02	59,3	5,08
1850	1825	1837,5	2,673	1,5	110,70	60,8	4,91
1825	1800	1812,5	2,654	1,5	113,35	62,2	4,81
1800	1775	1787,5	2,685	1,5	116,04	63,7	4,80
1775	1750	1762,5	2,603	1,4	118,64	65,1	4,59
1750	1725	1737,5	2,428	1,3	121,07	66,5	4,22
1725	1700	1712,5	2,435	1,3	123,50	67,8	4,17

1700	1675	1687,5	2,348	1,3	125,85	69,1	3,96
1675	1650	1662,5	2,250	1,2	128,10	70,3	3,74
1650	1625	1637,5	2,125	1,2	130,23	71,5	3,48
1625	1600	1612,5	1,998	1,1	132,22	72,6	3,22
1600	1575	1587,5	1,935	1,1	134,16	73,7	3,07
1575	1550	1562,5	1,970	1,1	136,13	74,7	3,08
1550	1525	1537,5	1,893	1,0	138,02	75,8	2,91
1525	1500	1512,5	1,887	1,0	139,91	76,8	2,85
1500	1475	1487,5	2,230	1,2	142,14	78,0	3,32
1475	1450	1462,5	2,098	1,2	144,24	79,2	3,07
1450	1425	1437,5	2,005	1,1	146,24	80,3	2,88
1425	1400	1412,5	2,003	1,1	148,24	81,4	2,83
1400	1375	1387,5	2,457	1,3	150,70	82,7	3,41
1375	1350	1362,5	2,794	1,5	153,49	84,3	3,81
1350	1325	1337,5	2,794	1,5	156,29	85,8	3,74
1325	1300	1312,5	2,676	1,5	158,96	87,3	3,51
1300	1275	1287,5	2,687	1,5	161,65	88,8	3,46
1275	1250	1262,5	2,575	1,4	164,23	90,2	3,25
1250	1225	1237,5	2,568	1,4	166,79	91,6	3,18
1225	1200	1212,5	2,310	1,3	169,10	92,8	2,80
1200	1175	1187,5	2,053	1,1	171,16	94,0	2,44
1175	1150	1162,5	1,479	0,8	172,64	94,8	1,72
1150	1125	1137,5	1,163	0,6	173,80	95,4	1,32
1125	1100	1112,5	1,015	0,6	174,81	96,0	1,13
1100	1075	1087,5	0,785	0,4	175,60	96,4	0,85
1075	1050	1062,5	0,592	0,3	176,19	96,7	0,63
1050	1025	1037,5	0,454	0,2	176,65	97,0	0,47

1025	1000	1012,5	0,384	0,2	177,03	97,2	0,39
1000	975	987,5	0,357	0,2	177,39	97,4	0,35
975	950	962,5	0,394	0,2	177,78	97,6	0,38
950	925	937,5	0,470	0,3	178,25	97,9	0,44
925	900	912,5	0,520	0,3	178,77	98,2	0,47
900	875	887,5	0,538	0,3	179,31	98,4	0,48
875	850	862,5	0,605	0,3	179,91	98,8	0,52
850	825	837,5	0,502	0,3	180,42	99,1	0,42
825	800	812,5	0,443	0,2	180,86	99,3	0,36
800	775	787,5	0,405	0,2	181,26	99,5	0,32
775	750	762,5	0,337	0,2	181,60	99,7	0,26
750	725	737,5	0,251	0,1	181,85	99,8	0,18
725	700	712,5	0,164	0,1	182,02	99,9	0,12
700	675	687,5	0,109	0,1	182,12	100,0	0,07
675	650	662,5	0,012	0,0	182,14	100,0	0,01

Parámetros	Simbolo	Valor	Unidad
Elevación desembocadura	Ed	673	m
Área de la cuenca	A	182,14	Km2
Elevación mediana	Eme	2063	m
Volumen de la cuenca	VC	366,25	km3
Elevación media	Em	2010,9	m
Volumen base	VB	122,58	Km3
Volumen del relieve	VR	243,67	Km3
Altitud media	Hm	1338	m
Coficiente de Masividad	KM	7,35	-
Coficiente de Orografico	KO	9,83	-

Anexo 3. Estimación de caudal por transferencia hidrológica

Resumen Mensual Multianual	Caudal Mínimo Absoluto (m ³ /s)	Caudal Máximo Absoluto (m ³ /s)	Caudal Medio (m ³ /s)
Enero	0,31	24,09	2,82
Febrero	0,26	27,36	3,09
Marzo	0,53	51,71	5,36
Abril	0,73	53,61	9,13
Mayo	1,43	56,79	10,55
Junio	1,06	55,10	6,62
Julio	0,80	51,16	4,96
Agosto	0,46	51,19	4,97
Septiembre	0,59	41,06	5,77
Octubre	0,91	50,53	8,98
Noviembre	1,65	53,61	9,42
Diciembre	0,73	49,73	5,32
MÉTODO DE TRANSFERENCIA HIDROLÓGICA			

Mínimo Medio Mensual	2,81
Q. Ambiental (25%) (m ³ /s)	0,70

Código Mensual (30 años)	Resumen Mensual Interanual	Caudal Medio Mensual (m ³ /s)	Caudal Máximo Mensual (m ³ /s)	Caudal Mínimo Mensual (m ³ /s)	
11991	1991	Enero	0,78	3,14	0,31
21991		Febrero	0,60	2,71	0,26
31991		Marzo	1,77	8,51	0,70
41991		Abril	2,64	14,10	1,07
51991		Mayo	6,13	25,82	3,36
61991		Junio	2,46	10,10	1,06
71991		Julio	2,13	8,02	1,21
81991		Agosto	1,61	6,21	0,90
91991		Septiembre	1,91	10,86	0,83
101991		Octubre	3,72	9,54	2,02
111991		Noviembre	7,46	16,96	5,72
121991		Diciembre	2,54	9,84	1,28
11992	1992	Enero	1,39	2,52	1,20

21992		Febrero	1,29	4,03	0,92
31992		Marzo	1,31	5,15	0,92
41992		Abril	1,60	12,51	0,73
51992		Mayo	4,70	23,17	2,95
61992		Junio	2,41	20,03	1,15
71992		Julio	1,22	3,69	0,95
81992		Agosto	2,18	9,68	1,31
91992		Septiembre	1,98	6,54	1,18
101992		Octubre	3,13	13,49	1,81
111992		Noviembre	3,98	15,19	2,43
121992		Diciembre	3,35	13,49	1,25
11993		1993	Enero	2,19	12,12
21993	Febrero		1,68	6,21	0,98
31993	Marzo		2,06	10,65	0,73
41993	Abril		5,56	24,93	2,92
51993	Mayo		7,40	25,75	5,19
61993	Junio		2,28	8,29	1,46
71993	Julio		2,07	9,30	0,96
81993	Agosto		1,62	5,81	1,05
91993	Septiembre		3,53	17,43	1,34
101993	Octubre		3,80	20,78	1,73
111993	Noviembre		6,70	21,53	4,18
121993	Diciembre		3,86	19,65	1,69
11994	1994	Enero	1,90	5,76	1,22
21994		Febrero	2,49	9,47	1,28
31994		Marzo	5,50	18,04	2,66
41994		Abril	9,42	42,35	4,90
51994		Mayo	8,75	38,38	5,73
61994		Junio	4,55	17,86	3,23
71994		Julio	2,75	10,24	1,91
81994		Agosto	2,28	7,05	1,49
91994		Septiembre	3,14	18,73	1,61
101994		Octubre	6,05	23,27	3,82
111994		Noviembre	8,59	41,21	4,90

121994		Diciembre	3,40	18,73	1,91
11995	1995	Enero	1,35	2,67	1,12
21995		Febrero	1,00	3,11	0,72
31995		Marzo	2,71	13,03	1,31
41995		Abril	4,36	19,51	2,63
51995		Mayo	4,67	15,59	2,61
61995		Junio	5,41	17,82	3,42
71995		Julio	4,02	13,93	2,34
81995		Agosto	5,63	13,93	4,01
91995		Septiembre	3,29	10,44	1,73
101995		Octubre	5,64	21,34	2,64
111995		Noviembre	6,46	24,43	3,17
121995		Diciembre	4,44	13,03	2,61
11996	1996	Enero	2,85	8,66	0,95
21996		Febrero	3,70	9,20	1,59
31996		Marzo	9,06	25,56	4,58
41996		Abril	8,02	18,82	3,27
51996		Mayo	12,28	28,37	5,76
61996		Junio	9,84	34,26	4,89
71996		Julio	8,31	28,37	3,80
81996		Agosto	7,99	14,19	0,46
91996		Septiembre	6,44	41,06	0,59
101996		Octubre	9,67	50,53	0,91
111996		Noviembre	5,34	53,61	1,65
121996		Diciembre	4,02	49,73	0,73
11997	1997	Enero	3,03	24,09	0,31
21997		Febrero	3,72	10,83	1,76
31997		Marzo	2,04	8,81	1,03
41997		Abril	7,17	22,37	1,48
51997		Mayo	7,25	27,69	2,68
61997		Junio	6,56	24,07	2,19
71997		Julio	1,66	7,55	0,80
81997		Agosto	1,23	4,64	0,46
91997	Septiembre	4,27	19,65	0,98	

101997		Octubre	4,57	13,63	1,48
111997		Noviembre	9,37	26,37	1,73
121997		Diciembre	2,00	11,50	0,73
11998	1998	Enero	0,76	1,70	0,57
21998		Febrero	1,90	12,10	0,42
31998		Marzo	2,57	9,89	0,53
41998		Abril	10,38	22,73	4,26
51998		Mayo	10,09	27,36	4,51
61998		Junio	5,35	19,32	2,31
71998		Julio	5,75	13,11	1,65
81998		Agosto	6,21	15,20	2,77
91998		Septiembre	8,48	19,14	3,96
101998		Octubre	11,11	36,44	4,77
111998		Noviembre	9,63	21,41	3,81
121998		Diciembre	6,64	14,37	4,36
11999	1999	Enero	5,63	9,89	3,29
21999		Febrero	13,13	27,36	4,43
31999		Marzo	9,49	21,83	4,51
41999		Abril	12,36	31,27	4,76
51999		Mayo	12,58	30,28	4,51
61999		Junio	13,43	25,48	7,57
71999		Julio	13,36	20,16	7,10
81999		Agosto	10,71	16,84	1,18
91999		Septiembre	14,89	31,27	4,51
101999		Octubre	16,85	35,39	11,95
111999		Noviembre	12,44	25,48	6,67
121999		Diciembre	8,86	20,16	3,35
12000	2000	Enero	2,80	6,26	1,91
22000		Febrero	4,48	10,30	2,05
32000		Marzo	6,71	12,78	2,08
42000		Abril	7,26	13,92	4,54
52000		Mayo	9,33	14,48	5,52
62000		Junio	8,26	13,92	4,54
72000		Julio	6,00	14,48	2,71

82000		Agosto	4,97	12,84	2,87
92000		Septiembre	7,63	25,73	3,07
102000		Octubre	8,20	17,71	4,01
112000		Noviembre	7,21	16,03	4,11
122000		Diciembre	5,24	6,26	0,73
12001	2001	Enero	2,96	24,09	0,31
22001		Febrero	2,54	27,36	0,26
32001		Marzo	5,50	51,71	2,40
42001		Abril	4,35	53,61	1,75
52001		Mayo	7,48	56,79	4,30
62001		Junio	5,34	55,10	3,25
72001		Julio	5,05	51,16	0,80
82001		Agosto	4,59	51,19	0,46
92001		Septiembre	6,79	41,06	3,97
102001		Octubre	8,09	50,53	4,01
112001		Noviembre	6,89	53,61	4,42
122001		Diciembre	5,87	49,73	3,70
12002	2002	Enero	2,55	2,80	0,31
22002		Febrero	3,20	5,76	0,26
32002		Marzo	8,18	18,39	0,53
42002		Abril	10,85	16,94	4,42
52002		Mayo	9,63	23,39	4,25
62002		Junio	7,48	16,10	3,94
72002		Julio	4,42	9,50	2,71
82002		Agosto	3,88	5,91	1,48
92002		Septiembre	4,46	7,99	1,24
102002		Octubre	6,81	16,75	4,12
112002		Noviembre	5,76	12,78	2,26
122002		Diciembre	5,02	49,73	0,73
12003	2003	Enero	1,70	24,09	0,31
22003		Febrero	2,90	27,36	0,26
32003		Marzo	3,33	51,71	0,53
42003		Abril	8,81	53,61	0,73

52003		Mayo	10,30	56,79	1,43
62003		Junio	8,01	55,10	1,06
72003		Julio	5,04	51,16	0,80
82003		Agosto	6,60	51,19	0,46
92003		Septiembre	7,57	41,06	0,59
102003		Octubre	9,84	50,53	0,91
112003		Noviembre	9,28	53,61	1,65
122003		Diciembre	4,48	49,73	0,73
12004	2004	Enero	2,89	24,09	0,31
22004		Febrero	2,51	27,36	0,26
32004		Marzo	3,87	51,71	0,53
42004		Abril	10,80	53,61	0,73
52004		Mayo	12,01	56,79	1,43
62004		Junio	4,24	55,10	1,06
72004		Julio	3,15	5,05	2,03
82004		Agosto	2,03	4,81	1,47
92004		Septiembre	6,84	41,06	0,59
102004		Octubre	13,46	47,55	6,58
112004		Noviembre	12,26	42,32	5,53
122004		Diciembre	4,22	7,74	1,85
12005	2005	Enero	3,19	7,74	1,64
22005		Febrero	4,43	13,98	1,64
32005		Marzo	2,59	7,14	1,37
42005		Abril	6,57	28,85	1,97
52005		Mayo	10,89	33,84	2,99
62005		Junio	5,53	47,55	2,12
72005		Julio	3,79	7,62	2,21
82005		Agosto	3,47	7,02	2,24
92005		Septiembre	3,90	13,98	1,73
102005		Octubre	10,34	30,46	3,43
112005		Noviembre	12,55	32,08	4,12
122005		Diciembre	5,84	15,95	2,39
12006	2006	Enero	3,16	7,74	1,96

22006		Febrero	2,56	27,36	0,26
32006		Marzo	7,79	24,44	1,85
42006		Abril	12,97	43,30	5,17
52006		Mayo	15,76	41,30	4,98
62006		Junio	8,38	28,84	3,25
72006		Julio	3,25	7,74	2,11
82006		Agosto	3,09	11,01	1,68
92006		Septiembre	5,11	41,06	1,58
102006		Octubre	9,23	29,51	1,30
112006		Noviembre	13,79	28,45	5,47
122006		Diciembre	8,90	26,75	2,03
12007		2007	Enero	3,59	7,16
22007	Febrero		1,12	3,14	0,70
32007	Marzo		6,96	38,38	1,57
42007	Abril		12,47	28,45	5,93
52007	Mayo		11,78	23,15	6,40
62007	Junio		7,13	22,10	2,85
72007	Julio		4,87	14,69	2,42
82007	Agosto		6,87	24,20	2,36
92007	Septiembre		6,13	16,13	3,09
102007	Octubre		15,09	29,51	5,83
112007	Noviembre		10,52	30,76	3,79
122007	Diciembre		6,30	21,06	1,94
12008	2008	Enero	3,11	10,19	1,11
22008		Febrero	2,48	7,16	0,91
32008		Marzo	3,04	8,63	1,11
42008		Abril	6,64	53,61	0,73
52008		Mayo	13,83	41,06	4,96
62008		Junio	8,04	55,10	1,06
72008		Julio	6,22	51,16	0,80
82008		Agosto	9,97	51,19	0,46
92008		Septiembre	7,98	17,25	2,55
102008		Octubre	11,95	33,21	4,37
112008		Noviembre	12,91	33,21	5,03

122008		Diciembre	4,61	15,20	2,40
12009	2009	Enero	4,09	19,59	1,90
22009		Febrero	5,42	8,63	2,70
32009		Marzo	10,43	37,03	3,62
42009		Abril	9,73	22,10	3,67
52009		Mayo	8,61	33,21	2,41
62009		Junio	6,82	30,76	2,33
72009		Julio	2,43	9,10	0,91
82009		Agosto	4,45	11,82	1,07
92009		Septiembre	3,56	11,99	1,24
102009		Octubre	5,49	26,32	0,91
112009		Noviembre	8,36	23,15	2,03
122009		Diciembre	2,76	7,90	1,11
12010	2010	Enero	1,03	2,40	0,77
22010		Febrero	2,47	27,36	0,26
32010		Marzo	3,47	14,35	0,85
42010		Abril	7,76	26,20	1,39
52010		Mayo	11,54	41,06	5,27
62010		Junio	10,15	29,36	4,59
72010		Julio	15,73	51,16	9,84
82010		Agosto	10,04	18,97	5,46
92010		Septiembre	13,62	30,52	6,14
102010		Octubre	11,95	32,31	5,97
112010		Noviembre	15,94	53,61	7,53
122010		Diciembre	10,42	29,36	3,39
12011	2011	Enero	4,31	17,06	1,67
22011		Febrero	3,48	14,77	1,40
32011		Marzo	12,41	22,56	5,00
42011		Abril	25,36	53,61	8,33
52011		Mayo	16,34	50,53	8,99
62011		Junio	9,57	50,53	5,75
72011		Julio	7,46	26,37	3,66
82011		Agosto	7,43	17,64	3,16
92011	Septiembre	6,15	23,46	3,16	

102011		Octubre	14,41	48,59	7,13
112011		Noviembre	13,15	33,12	5,87
122011		Diciembre	16,58	44,05	5,94
12012	2012	Enero	7,00	14,33	3,41
22012		Febrero	4,25	14,33	1,54
32012		Marzo	6,32	13,57	2,30
42012		Abril	16,82	50,53	5,29
52012		Mayo	12,14	37,78	3,16
62012		Junio	3,98	13,95	2,10
72012		Julio	4,44	10,59	1,84
82012		Agosto	6,58	18,46	2,28
92012		Septiembre	4,06	11,33	0,59
102012		Octubre	8,10	18,46	3,16
112012		Noviembre	4,50	12,82	1,91
122012		Diciembre	2,50	6,48	0,82
12013	2013	Enero	2,01	24,09	0,31
22013		Febrero	4,05	9,87	0,82
32013		Marzo	5,76	12,82	2,01
42013		Abril	7,06	18,46	2,39
52013		Mayo	11,88	50,53	4,41
62013		Junio	3,26	7,92	1,85
72013		Julio	1,98	4,49	1,35
82013		Agosto	4,15	17,39	1,27
92013		Septiembre	4,03	15,06	1,40
102013		Octubre	7,76	37,78	1,67
112013		Noviembre	4,57	19,94	2,60
122013		Diciembre	4,41	15,06	1,78
12014	2014	Enero	1,73	5,48	1,27
22014		Febrero	2,56	6,62	1,22
32014		Marzo	4,65	18,67	2,23
42014		Abril	5,51	34,88	1,67
52014		Mayo	9,87	44,05	2,60
62014		Junio	2,96	6,50	1,78
72014		Julio	2,07	6,05	1,29

82014		Agosto	2,76	10,23	1,31
92014		Septiembre	4,21	15,06	1,22
102014		Octubre	8,92	50,53	2,10
112014		Noviembre	8,78	41,54	2,29
122014		Diciembre	3,79	12,95	1,34
12015	2015	Enero	2,82	24,09	0,31
22015		Febrero	3,09	27,36	0,26
32015		Marzo	5,36	51,71	0,53
42015		Abril	9,13	53,61	0,73
52015		Mayo	10,55	56,79	1,43
62015		Junio	6,62	55,10	1,06
72015		Julio	4,96	51,16	0,80
82015		Agosto	4,97	51,19	0,46
92015		Septiembre	5,77	41,06	0,59
102015		Octubre	8,98	50,53	0,91
112015		Noviembre	9,42	53,61	1,65
122015		Diciembre	5,32	49,73	0,73
12016	2016	Enero	2,82	24,09	0,31
22016		Febrero	3,09	27,36	0,26
32016		Marzo	5,36	51,71	0,53
42016		Abril	9,13	53,61	0,73
52016		Mayo	10,55	56,79	1,43
62016		Junio	6,62	55,10	1,06
72016		Julio	4,96	51,16	0,80
82016		Agosto	4,97	51,19	0,46
92016		Septiembre	5,77	41,06	0,59
102016		Octubre	8,98	50,53	0,91
112016		Noviembre	9,42	53,61	1,65
122016		Diciembre	5,32	49,73	0,73
12017	2017	Enero	6,41	24,09	2,70
22017		Febrero	3,09	27,36	0,26
32017		Marzo	9,12	30,43	2,78
42017		Abril	10,89	38,45	3,85

52017		Mayo	13,41	46,02	3,32
62017		Junio	10,08	26,14	3,59
72017		Julio	4,92	13,97	2,40
82017		Agosto	5,21	12,34	2,78
92017		Septiembre	6,12	15,67	2,78
102017		Octubre	8,87	27,16	3,32
112017		Noviembre	12,15	29,34	4,17
122017		Diciembre	5,50	10,77	2,78
12018	2018	Enero	3,60	9,26	1,38
22018		Febrero	1,38	2,29	1,03
32018		Marzo	3,68	17,42	1,09
42018		Abril	11,47	32,61	4,80
52018		Mayo	16,64	51,32	8,18
62018		Junio	6,82	14,82	2,78
72018		Julio	4,65	9,26	2,48
82018		Agosto	3,80	27,16	1,68
92018		Septiembre	5,38	11,94	2,11
102018		Octubre	11,93	44,69	2,78
112018		Noviembre	10,36	29,34	2,48
122018		Diciembre	2,62	7,30	1,23
12019	2019	Enero	1,39	5,06	0,79
22019		Febrero	2,85	12,99	0,74
32019		Marzo	8,12	51,71	0,95
42019		Abril	11,80	45,07	2,11
52019		Mayo	13,19	56,79	2,03
62019		Junio	7,89	54,97	1,45
72019		Julio	3,84	21,68	1,33
82019		Agosto	2,55	13,48	0,90
92019		Septiembre	3,27	13,97	0,68
102019		Octubre	7,87	38,83	1,25
112019		Noviembre	8,34	39,93	1,65
122019		Diciembre	3,63	14,73	1,09
12020	2020	Enero	1,52	7,12	0,67

22020		Febrero	1,17	5,31	0,59
32020		Marzo	1,59	7,40	0,64
42020		Abril	6,93	26,85	1,29
52020		Mayo	6,88	40,32	1,43
62020		Junio	9,08	55,10	2,25
72020		Julio	8,34	47,87	2,78
82020		Agosto	7,29	51,19	1,27
92020		Septiembre	6,96	23,48	2,22
102020		Octubre	8,53	39,20	2,55
112020		Noviembre	16,58	48,93	2,74
122020		Diciembre	7,02	49,73	1,31
Método de Transferencia Hidrológica					

Anexo 4. Registro de caudales de Parques Nacionales Naturales

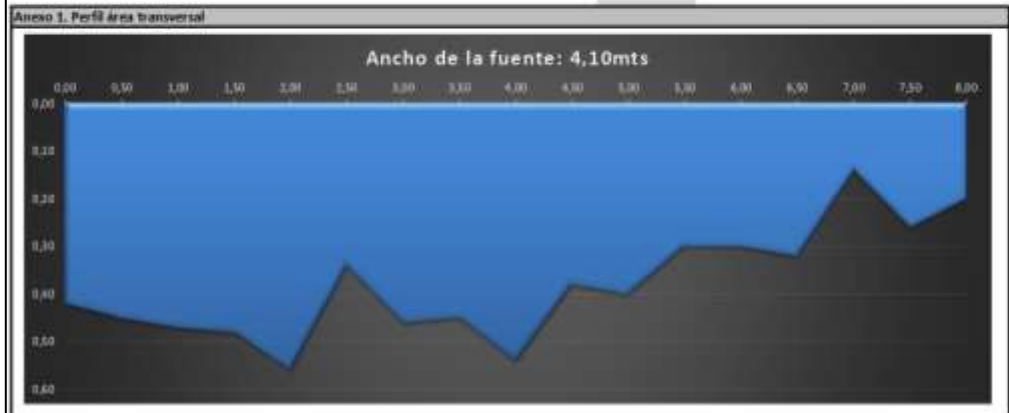
		PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR AFORO DE VADEO						Código: Versión: Vigente desde 00/00 18032	
		El objetivo principal de este ejercicio es determinar la cantidad de agua que está produciendo el Parque específicamente en la Fuente la Cruz Mil, en inmediaciones del Municipio de Ható y Simacota, esta fuente a sido seleccionada ya que uno de los proyectos del Municipio del Socorro es captar agua de dicho afluente, los afloros son realizados en el puente de la bocanoma Cruz mil para conocer el caudal de la microcuenca.							
Objetivo									
INTRODUCCIÓN	Aforo realizado el 24 de Febrero para la realización de dicho aforo se conto con el acompañamiento de los compañeros de Oscar Villarreal Rueda, José Miguel Velasco, Genny Carolina Rojas Niño Puerto, Socatoma.								
Ancho del río [m]		8,00				Espaciamiento [m]		0,5	
Espaciamiento [m]	Profundidad [m]	Área de la Sección	Promedio Área Sección	Tiempo	Revoluciones	n	Velocidad	Caudal [m³/s]	
0,20	0,25	0,14	0,14	60	30,0	0,5	0,102	0,014	
0,30	0,30	0,12	0,12	60	18,0	0,3	0,075	0,009	
1,00	0,18	0,12	0,12	60	62,0	1,0	0,172	0,021	
1,50	0,30	0,19	0,19	60	81,0	1,4	0,215	0,040	
2,00	0,44	0,25	0,21	60	258,0	4,3	0,807	0,127	
2,50	0,40	0,19	0,19	60	341,1	5,7	0,791	0,150	
3,00	0,36	0,16	0,16	60	296,0	5,0	0,896	0,111	
3,50	0,28	0,15	0,15	60	490,8	8,2	1,123	0,169	
4,00	0,30	0,17	0,17	60	608,8	10,1	1,385	0,235	
4,50	0,38	0,15	0,15	60	408,1	6,8	0,942	0,137	
5,00	0,20	0,05	0,05	60	490,8	7,2	0,990	0,090	
5,50	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
6,00	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
6,50	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
7,00	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
7,50	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
8,00	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,035	0,000	
Caudal de la Quebrada [m³/s]								1,057	
Caudal de la Quebrada [l/s]								1057	
Anexo 1. Perfil área transversal									
<p>Ancho de la fuente: 4,10mts</p> 									
Anexo 2. Archivos Fotográficos									
									
<p>Imagen 1. Sitio del Aforo Condiciones del lugar donde se realizó el aforo</p>				<p>Imagen 2. Aforo Se seleccionó el área transversal, donde se midieron las profundidades y respectivas velocidades</p>					
Conclusiones	El caudal registrado es de 1,057 m ³ /s, durante este mes nos encontramos en época de verano, realizamos una comparación con el registro histórico del año 2018, donde da un caudal de 0,6 m ³ /s, observando que el recurso hídrico aumentó, sin embargo se conserva dentro del rango de datos capturados en periodos anteriores.								

	PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR AFORO DE VADED	Código
		Versión
		Vigente desde día 18/03

Objetivo	El objetivo principal de este ejercicio es determinar la cantidad de agua que está produciendo el Parque específicamente en la Fuente la Cinco Mil, en inmediaciones del Municipio de Hatoyaricá y Simacota, esta fuente a sido seleccionada ya que uno de los proyectos del Municipio del Socorro es captar agua de dicho afluente, los aforos son realizados en el puente de la bocatoma Cinco mil para conocer el caudal de la microcuenca
-----------------	---

INTRODUCCIÓN	Aforo realizado el 25 de Marzo para la realización de dicho aforo se contó con el acompañamiento de los compañeros de Oscar Villarreal Rueda, José Miguel Velasco, Genny Carolina Rojas Niño Purko, Bocatoma los días anteriores se han presentado precipitaciones en la cuenca, se observó que días anteriores hubo arrastre de piedra sobre el cauce, el día se encontraba despejado.
---------------------	--

Ancho del río (m)		8,00		Espaciamiento (m)		0,5		
Espaciamiento (m)	Profundidad (m)	Área de la Sección	Promedio Área Sección	Tiempo	Revoluciones	n	Velocidad	Caudal (m ³ /s)
0,00	0,42	0,22	0,22	60	37,6	0,6	0,118	0,026
0,50	0,45	0,23	0,23	60	19,0	0,3	0,077	0,018
1,00	0,47	0,24	0,24	60	21,8	0,4	0,083	0,020
1,50	0,48	0,26	0,26	60	139,0	2,3	0,343	0,089
2,00	0,56	0,23	0,23	60	164,0	2,7	0,399	0,090
2,50	0,34	0,20	0,20	60	176,0	2,9	0,425	0,085
3,00	0,46	0,23	0,23	60	177,5	3,0	0,428	0,097
3,50	0,45	0,25	0,25	60	291,7	4,9	0,682	0,169
4,00	0,54	0,23	0,23	60	274,7	4,6	0,644	0,148
4,50	0,38	0,20	0,20	60	296,7	4,9	0,693	0,135
5,00	0,40	0,18	0,18	60	275,4	4,6	0,645	0,113
5,50	0,30	0,15	0,15	60	171,0	2,9	0,414	0,062
6,00	0,30	0,16	0,16	60	261,1	4,4	0,614	0,095
6,50	0,32	0,15	0,15	60	187,4	3,1	0,450	0,065
7,00	0,14	0,10	0,10	60	82,1	1,4	0,217	0,022
7,50	0,26	0,12	0,12	60	59,0	1,0	0,166	0,019
8,00	0,20	0,05	0,05	60	4,2	0,1	0,053	0,003
Caudal de la Quebrada (m³/s)								1,255
Caudal de la Quebrada (l/s)								1255

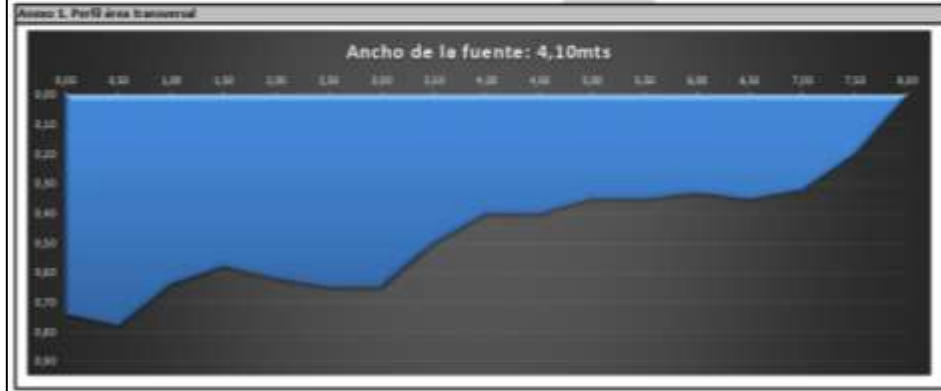


Conclusiones	El caudal registrado e de 1,255 m ³ /s, siendo mayor a la medición realizada el mes anterior, pero se debe tener en cuenta que en el mes de Febrero se tomó como referencia el ancho de la microcuenca a 5 metros. Sin embargo se conserva dentro del rango de datos capturados en periodos anteriores.
---------------------	--

Objetivo: El objetivo principal de este ejercicio es determinar la cantidad de agua que está produciendo el Parque específicamente en la Fuente la Cinco MI, en inmediaciones del Municipio de Hato y Simacota, esta fuente a sido seleccionada ya que uno de los proyectos del Municipio del Socorro es captar agua de dicho afluente, los afloros son realizados en el punto de la boxatoma Cinco MI para conocer el caudal de la microcuenca.

INTRODUCCIÓN: El 23 de Abril de 2021, se realizó el monitoreo de cantidad de la microcuenca La Cinco MI, para la realización de dicho aforo se contó con el acompañamiento de los funcionarios Oscar Villarreal Rueda, José Miguel Velasco, Genny Carolina Rojas Niño, Monica Johanna Gomez Naranjo. **Coordenadas Punto, Boxatoma:**
Latitud: 6° 30' 45.5" N **Longitud:** 73° 23' 02.8" W **Altura:** 1500 m.s.n.m.
 se pudo observar que días anteriores de la visita se presentaron precipitaciones en la cuenca, por su aumento del recurso hídrico, se comenzó el aforo a las 8:30 de la mañana, el cual se cambió con cielo despejado y soleado.

Ancho del río [m]		0,00		Espesamiento [m]		0,5		
Espesamiento [m]	Profundidad [m]	Área de la Sección	Promedio Área Sección	Tiempo	Revoluciones	n	Velocidad	Caudal [m ³ /s]
0,00	0,74	0,88	0,38	60	20,7	0,3	0,081	0,011
0,50	0,78	0,86	0,36	60	13,0	0,2	0,058	0,021
1,00	0,84	0,81	0,32	60	7,2	0,1	0,021	0,018
1,50	0,58	0,90	0,50	60	145,7	2,4	0,308	0,107
2,00	0,62	0,92	0,52	60	367,8	6,1	0,849	0,270
2,50	0,65	0,93	0,53	60	518,1	8,7	1,186	0,385
3,00	0,65	0,29	0,29	60	260,1	4,3	0,812	0,176
3,50	0,50	0,23	0,23	60	293,2	3,9	0,552	0,124
4,00	0,40	0,20	0,20	60	137,0	2,3	0,338	0,068
4,50	0,40	0,19	0,19	60	328,2	5,5	0,763	0,143
5,00	0,25	0,18	0,18	60	171,2	2,9	0,424	0,074
5,50	0,25	0,17	0,17	60	412,8	6,9	0,950	0,162
6,00	0,33	0,17	0,17	60	190,9	3,2	0,458	0,078
6,50	0,35	0,14	0,14	60	151,8	2,2	0,329	0,045
7,00	0,52	0,13	0,13	60	29,1	0,5	0,100	0,015
7,50	0,20	0,05	0,05	60	2,2	0,0	0,040	0,002
8,00	0,00	0,00	0,00	60	0,0	0,0	0,033	0,000
Caudal de la Quebrada [m³/s]								1,714
Caudal de la Quebrada [l/s]								1714



Causales: El caudal registrado del mes de Abril del 2021 es 1,714 m³/s, se realizó la comparación del caudal con el mes anterior lo cual arroja un Caudal de 1,255 m³/s, siendo mejor la medición tomada el mes de Marzo, teniendo en cuenta que el mes anterior nos encontramos en época de invierno, sin embargo se conserva dentro del rango de datos capturados en periodos anteriores.
 Revisando el historial de datos de monitoreo de cantidad de la microcuenca La Cinco MI, se observa que en el año 2018 en el mes de Abril su caudal fue de 2,25 m³/s, comparado con el registrado este año se puede verificar que ha disminuido un 0,54 m³/s el caudal del recurso hídrico en el 2021.

Anexo 5. Estimación del Índice de Retención y Regulación Hídrica

Sección	Intervalo	Trapezoide
0.28	25.36	5.86
0.56	16.85	4.68
0.83	16.82	4.65
1.11	16.64	4.61
1.39	16.58	4.60
1.67	16.58	4.57
1.94	16.34	4.48
2.22	15.94	4.40
2.50	15.76	4.37
2.78	15.73	4.28
3.06	15.09	4.16
3.33	14.89	4.07
3.61	14.41	3.92
3.89	13.83	3.84
4.17	13.79	3.81
4.44	13.62	3.76
4.72	13.46	3.74
5.00	13.43	3.73
5.28	13.41	3.72
5.56	13.36	3.69
5.83	13.19	3.66
6.11	13.15	3.65
6.39	13.13	3.63
6.67	12.97	3.60
6.94	12.91	3.54
7.22	12.58	3.49
7.50	12.55	3.48
7.78	12.47	3.46
8.06	12.44	3.45
8.33	12.41	3.44
8.61	12.36	3.42
8.89	12.28	3.41
9.17	12.26	3.39
9.44	12.15	3.37
9.72	12.14	3.35
10.00	12.01	3.33
10.28	11.95	3.32

10.56	11.95	3.32
10.83	11.93	3.31
11.11	11.88	3.29
11.39	11.80	3.28
11.67	11.78	3.24
11.94	11.54	3.20
12.22	11.47	3.14
12.50	11.11	3.06
12.78	10.89	3.03
13.06	10.89	3.02
13.33	10.85	3.01
13.61	10.80	2.99
13.89	10.71	2.95
14.17	10.55	2.93
14.44	10.55	2.93
14.72	10.52	2.91
15.00	10.43	2.90
15.28	10.42	2.89
15.56	10.38	2.88
15.83	10.36	2.88
16.11	10.34	2.87
16.39	10.30	2.84
16.67	10.15	2.81
16.94	10.09	2.80
17.22	10.08	2.79
17.50	10.04	2.78
17.78	9.97	2.76
18.06	9.87	2.74
18.33	9.84	2.73
18.61	9.84	2.72
18.89	9.73	2.69
19.17	9.67	2.68
19.44	9.63	2.68
19.72	9.63	2.67
20.00	9.57	2.65
20.28	9.49	2.63
20.56	9.42	2.62
20.83	9.42	2.62
21.11	9.42	2.61
21.39	9.37	2.60

21.67	9.33	2.59
21.94	9.28	2.57
22.22	9.23	2.55
22.50	9.13	2.54
22.78	9.13	2.53
23.06	9.12	2.53
23.33	9.08	2.52
23.61	9.06	2.50
23.89	8.98	2.49
24.17	8.98	2.49
24.44	8.92	2.47
24.72	8.90	2.47
25.00	8.87	2.46
25.28	8.86	2.45
25.56	8.81	2.44
25.83	8.78	2.43
26.11	8.75	2.41
26.39	8.61	2.39
26.67	8.59	2.38
26.94	8.53	2.36
27.22	8.48	2.34
27.50	8.38	2.33
27.78	8.36	2.32
28.06	8.34	2.32
28.33	8.34	2.31
28.61	8.31	2.30
28.89	8.26	2.29
29.17	8.20	2.27
29.44	8.18	2.26
29.72	8.12	2.25
30.00	8.10	2.25
30.28	8.09	2.24
30.56	8.04	2.23
30.83	8.02	2.23
31.11	8.01	2.22
31.39	7.99	2.22
31.67	7.98	2.20
31.94	7.89	2.19
32.22	7.87	2.18
32.50	7.79	2.16

32.78	7.76	2.15
33.06	7.76	2.14
33.33	7.63	2.11
33.61	7.57	2.09
33.89	7.48	2.08
34.17	7.48	2.07
34.44	7.46	2.07
34.72	7.46	2.07
35.00	7.43	2.06
35.28	7.40	2.04
35.56	7.29	2.02
35.83	7.26	2.02
36.11	7.25	2.01
36.39	7.21	2.00
36.67	7.17	1.99
36.94	7.13	1.97
37.22	7.06	1.96
37.50	7.02	1.95
37.78	7.00	1.94
38.06	6.96	1.93
38.33	6.96	1.93
38.61	6.93	1.92
38.89	6.89	1.91
39.17	6.88	1.91
39.44	6.87	1.90
39.72	6.84	1.90
40.00	6.82	1.89
40.28	6.82	1.89
40.56	6.81	1.89
40.83	6.79	1.87
41.11	6.71	1.86
41.39	6.70	1.85
41.67	6.64	1.85
41.94	6.64	1.84
42.22	6.62	1.84
42.50	6.62	1.84
42.78	6.60	1.83
43.06	6.58	1.83
43.33	6.57	1.82
43.61	6.56	1.81

43.89	6.46	1.79
44.17	6.44	1.78
44.44	6.41	1.77
44.72	6.32	1.75
45.00	6.30	1.74
45.28	6.22	1.73
45.56	6.21	1.72
45.83	6.15	1.71
46.11	6.13	1.70
46.39	6.13	1.70
46.67	6.12	1.69
46.94	6.05	1.67
47.22	6.00	1.65
47.50	5.87	1.63
47.78	5.84	1.61
48.06	5.77	1.60
48.33	5.77	1.60
48.61	5.76	1.60
48.89	5.76	1.60
49.17	5.75	1.58
49.44	5.64	1.56
49.72	5.63	1.56
50.00	5.63	1.55
50.28	5.56	1.54
50.56	5.53	1.53
50.83	5.51	1.53
51.11	5.50	1.53
51.39	5.50	1.53
51.67	5.50	1.53
51.94	5.49	1.52
52.22	5.42	1.50
52.50	5.41	1.50
52.78	5.38	1.49
53.06	5.36	1.49
53.33	5.36	1.49
53.61	5.35	1.48
53.89	5.34	1.48
54.17	5.34	1.48
54.44	5.32	1.48
54.72	5.32	1.47

55.00	5.24	1.45
55.28	5.21	1.43
55.56	5.11	1.41
55.83	5.05	1.40
56.11	5.04	1.40
56.39	5.02	1.39
56.67	4.97	1.38
56.94	4.97	1.38
57.22	4.97	1.38
57.50	4.96	1.38
57.78	4.96	1.37
58.06	4.92	1.36
58.33	4.87	1.33
58.61	4.70	1.30
58.89	4.67	1.30
59.17	4.65	1.29
59.44	4.65	1.29
59.72	4.61	1.28
60.00	4.59	1.27
60.28	4.57	1.27
60.56	4.57	1.27
60.83	4.55	1.26
61.11	4.50	1.25
61.39	4.48	1.25
61.67	4.48	1.24
61.94	4.46	1.24
62.22	4.45	1.24
62.50	4.44	1.23
62.78	4.44	1.23
63.06	4.43	1.23
63.33	4.42	1.23
63.61	4.41	1.22
63.89	4.36	1.21
64.17	4.35	1.20
64.44	4.31	1.19
64.72	4.27	1.18
65.00	4.25	1.18
65.28	4.24	1.17
65.56	4.22	1.17
65.83	4.21	1.16

66.11	4.15	1.14
66.39	4.09	1.13
66.67	4.06	1.13
66.94	4.05	1.12
67.22	4.03	1.12
67.50	4.02	1.12
67.78	4.02	1.11
68.06	3.98	1.11
68.33	3.98	1.09
68.61	3.90	1.08
68.89	3.88	1.08
69.17	3.87	1.07
69.44	3.86	1.07
69.72	3.84	1.06
70.00	3.80	1.06
70.28	3.80	1.05
70.56	3.79	1.05
70.83	3.79	1.04
71.11	3.72	1.03
71.39	3.72	1.03
71.67	3.70	1.02
71.94	3.68	1.02
72.22	3.63	1.00
72.50	3.60	1.00
72.78	3.59	0.99
73.06	3.56	0.99
73.33	3.53	0.97
73.61	3.48	0.97
73.89	3.47	0.96
74.17	3.47	0.96
74.44	3.40	0.94
74.72	3.35	0.93
75.00	3.33	0.92
75.28	3.29	0.91
75.56	3.27	0.91
75.83	3.26	0.91
76.11	3.25	0.90
76.39	3.20	0.89
76.67	3.19	0.88
76.94	3.16	0.88

77.22	3.15	0.87
77.50	3.14	0.87
77.78	3.13	0.87
78.06	3.11	0.86
78.33	3.09	0.86
78.61	3.09	0.86
78.89	3.09	0.86
79.17	3.09	0.85
79.44	3.04	0.84
79.72	3.03	0.83
80.00	2.96	0.82
80.28	2.96	0.81
80.56	2.90	0.80
80.83	2.89	0.80
81.11	2.85	0.79
81.39	2.85	0.79
81.67	2.82	0.78
81.94	2.82	0.78
82.22	2.80	0.77
82.50	2.76	0.77
82.78	2.76	0.77
83.06	2.75	0.76
83.33	2.71	0.74
83.61	2.64	0.73
83.89	2.62	0.72
84.17	2.59	0.72
84.44	2.57	0.71
84.72	2.56	0.71
85.00	2.56	0.71
85.28	2.55	0.71
85.56	2.55	0.71
85.83	2.54	0.70
86.11	2.54	0.70
86.39	2.51	0.70
86.67	2.50	0.69
86.94	2.49	0.69
87.22	2.48	0.69
87.50	2.47	0.69
87.78	2.46	0.68
88.06	2.43	0.67

88.33	2.41	0.65
88.61	2.28	0.63
88.89	2.28	0.62
89.17	2.19	0.61
89.44	2.18	0.60
89.72	2.13	0.58
90.00	2.07	0.57
90.28	2.07	0.57
90.56	2.06	0.57
90.83	2.04	0.56
91.11	2.03	0.56
91.39	2.01	0.56
91.67	2.00	0.55
91.94	1.98	0.55
92.22	1.98	0.54
92.50	1.91	0.53
92.78	1.90	0.53
93.06	1.90	0.51
93.33	1.77	0.49
93.61	1.73	0.48
93.89	1.70	0.47
94.17	1.68	0.47
94.44	1.66	0.46
94.72	1.62	0.45
95.00	1.61	0.45
95.28	1.60	0.44
95.56	1.59	0.43
95.83	1.52	0.41
96.11	1.39	0.39
96.39	1.39	0.39
96.67	1.38	0.38
96.94	1.35	0.37
97.22	1.31	0.36
97.50	1.29	0.35
97.78	1.23	0.34
98.06	1.22	0.33
98.33	1.17	0.32
98.61	1.12	0.30
98.89	1.03	0.28
99.17	1.00	0.25

99.44	0.78	0.21
99.72	0.76	0.19
100.00	0.60	

Estimación:

$$IRH = \frac{\sum_{i=1}^{50} trapezoide}{\sum_{i=1}^{100} trapezoide} = \frac{468.81}{637.91} = 0.73$$

Anexo 6. Predios del área de influencia


Cédula Catastral	Área (Ha)	Vereda	Municipio
683440004000000040023000000000	13.33	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040031000000000	16.53	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040022000000000	3.66	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040021000000000	26.41	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040024000000000	27.36	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040019000000000	20.18	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040036000000000	2.54	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040035000000000	2.60	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040034000000000	2.58	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040033000000000	2.62	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040018000000000	2.59	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040032000000000	2.21	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040020000000000	6.88	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040043000000000	2.27	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040007000000000	35.93	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040008000000000	7.59	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040013000000000	9.73	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040011000000000	4.37	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040014000000000	2.92	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040012000000000	15.99	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040005000000000	0.05	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040004000000000	3.85	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040030000000000	0.31	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040017000000000	8.84	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040041000000000	18.58	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040037000000000	18.90	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040038000000000	0.19	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040044000000000	12.43	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040010000000000	3.02	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040009000000000	0.21	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040003000000000	23.65	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040002000000000	1.62	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040029000000000	0.13	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040026000000000	18.22	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040028000000000	10.37	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040027000000000	10.92	Vega San Juan	El Hato
683440004000000040045000000000	2.15	Vega San Juan	El Hato
687450001000000140045000000000	18.21	Alta Cruz	Simacota


Cédula Catastral	Área (Ha)	Vereda	Municipio
687450001000000140008000000000	0.50	Serranía de los Cobardes	Simacota
687450001000000140044000000000	11.18	Alta Cruz	Simacota
687450001000000140046000000000	0.41	Alta Cruz	Simacota
687450001000000140059000000000	424.90	Serranía de los Cobardes	Simacota
687450001000000140086000000000	16.38	Serranía de los Cobardes	Simacota
687450001000000140075000000000	5.67	Alta Cruz	Simacota


Anexo 7. Estructura de geodatabase


- [-] [DB] Subcuenca_Quebrada_CincoMil.gdb
 - [-] [Folder] _01_LOCALIZACION_GENERAL
 - [Table] Departamentos
 - [Table] Municipios
 - [Table] Naciones
 - [Table] Planchas100k
 - [Table] Planchas25k
 - [-] [Folder] _02_GEOLOGIA
 - [Table] EstructuraPliegueLN
 - [Table] FallaGeologica
 - [Table] UnidadGeologica
 - [-] [Folder] _03_GEOMORFOLOGIA
 - [Table] Pendientes
 - [Table] UnidadGeomorfologicalGAC
 - [-] [Folder] _04_SUELOS
 - [Table] Suelos
 - [-] [Folder] _05_RECURSO_HIDRICO
 - [Table] Coeficiente_Esorrentia
 - [Table] Ronda_Hidrica
 - [Table] Subcuenca
 - [Table] Vertientes
 - [Table] Zona_Recarga
 - [Table] Zonas_Altitudinales
 - [-] [Folder] _06_CLIMA
 - [Table] Estaciones
 - [-] [Folder] _07_BIOTICO
 - [Table] Coberturas_Tierra
 - [-] [Folder] _08_POLITICO_ADMINISTRATIVO
 - [Table] Departamento
 - [Table] Municipio
 - [-] [Folder] _09_SOCIOECONOMICO
 - [Table] InteresCultural
 - [Table] Predios
 - [-] [Folder] _10_AREAS_ECOSISTEMAS_ESTRATEGICOS
 - [Table] AreaProtegida
 - [Table] Distrito_Manejo_Integrado
 - [-] [Folder] _11_CARTOGRAFIA_BASE
 - [Table] Centros_Salud
 - [Table] Curvas_Nivel
 - [Table] InstitucionesEducativas
 - [Table] Via
 - [Table] Acumulacion_Flujo
 - [Table] Direccion_Flujo
 - [Table] MDE
 - [Table] sombras


Anexo 8. Plantillas de programa de uso y ahorro eficiente del agua


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES	Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1	
ESTADO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO			
Componente biofísico			
¿Cómo se manejan los residuos sólidos en su Municipio? (Describa brevemente)			
Casco Urbano			
Veredas			
VERTIMIENTOS			
¿Qué tipo de vertimientos se generan en su Municipio?	Domésticos		
	Industriales (Químicos)		
	Institucionales		
	Agrícolas		
	Pecuarios		
Tipo de Tratamiento Realizado a los Vertimientos Identificados			
Usos	Pozo séptico	Planta de tratamiento	Sin tratamiento
Domésticos			
Industriales (Químicos)			
Institucionales			
Agrícolas			
Pecuarios			
Otros			

	<p align="center"> SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES </p>	<p align="center"> Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1 </p>	
CARACTERIZACIÓN FUENTE ABASTECEDORA SUPERFICIAL			
Prámetros			Demarcación
TIPO DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO	Léntico: Son aquellos cuerpos de agua que permanecen en el mismo lugar sin correr ni fluir. (Ejemplo: Lagos, lagunas, humedales).		
	Lótico: Son aquellas masas de agua que se mueven en una misma dirección (Ejemplo: Ríos, manantiales, riachuelos, arroyos).		
Unidad hidrológica o cuenca de la fuente abastecedora	<i>Río Medio Y Bajo Suárez</i>		
Provincia o zona hidrogeológica de su zona de abastecimiento	<i>Valle Medio del Magdalena</i>		
Caudales			
Caudal promedio diario anual			l/s
Caudal promedio diario época seca			l/s
Caudal promedio diario en época de lluvias			l/s
Período en que se calcularon los caudales			l/s

 AGUAS DEL SOCORRO S.A.-E.S.P.	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES	Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1
CARACTERIZACIÓN FUENTE ABASTECEDORA SUPERFICIAL		
Análisis de calidad del agua		
¿Se realizan análisis físicos, químicos y bacteriológicos?	Si No	
¿Cuáles análisis físicos, químicos y bacteriológicos, se realizaran?		
¿Se realizan análisis físicos, químicos y bacteriológicos?		
Clase de Tratamiento que se realiza al Agua		
USO		
	Si	No
Desarenación		
Coagulación		
Floculación		
Sedimentación		
Filtración		
pretratamiento para control y sabor		
tratamiento de manejo de lodos		
Desinfección		
sin tratamiento		
Otros (cuáles)		

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES	Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1
CARACTERIZACIÓN FUENTE RECEPTORA		
Componente biofísico		
Nombre Fuente Receptora:		
Número y fecha de la Resolución del permiso de vertimientos		
Caudal vertido	l.p.s.	
Tipo de la fuente receptora	Río	
	Laguna	
	Quebrada	
	Embalse	
	Nacimiento	
	Suelo	
	Subsuelo	
Unidad hidrológica o cuenca de la fuente receptora	<i>Río Medio Y Bajo Suárez</i>	
Caudales de la fuente receptora		
Caudal promedio diario anual	l.p.s.	
Caudal promedio diario en época seca	l.p.s.	
Caudal promedio diario en época de lluvias	l.p.s.	
Periodo en tiempo en que se calcularon los caudales	años	
Análisis de calidad del agua		
¿Se realizan análisis físicos, químicos y bacteriológicos?	Sí	No
¿Cuáles y con qué frecuencia?		

	<p style="text-align: center;">SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES</p>	<p>Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1</p>
INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA CUENCA Y/O MUNICIPIO		
Componente biofísico		
Zonas de Manejo Especial de la Cuenca		
Zona Identificada	Nombre	Área (ha)
Páramo		
Bosque de niebla		
Área de nacimiento de estrellas fluviales		
Área de recarga de acuíferos		
Rondas Hídricas		
Otras		
Uso del suelo y áreas de intervención de la cuenca		
Usos identificados (Ejemplo: cultivos)		Área (ha)
Zonas de riesgo y amenazas naturales en la cuenca y/o municipio		
Zonas de riesgo identificadas (Ejemplo: Amenaza por desertificación/ Riesgo por deslizamiento alto)		Ubicación
Identifique los riesgos que afectan la disponibilidad hídrica de su acueducto		
¿Qué riesgos asociados a períodos de sequía producto de fenómenos como el niño o cambio climático presenta la fuente abastecedora?		
¿Identifica fuentes hídricas alternas para el abastecimiento de su acueducto?	Sí	No
Cuáles?		

	<p align="center"> SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES </p>	<p align="center"> Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1 </p>	
<p align="center">SISTEMA DE ABASTECIMIENTO - CARACTERIZACIÓN DE CAUDALES</p>			
<p align="center">Macromedición</p>			
<p align="center">Caudal Promedio Anual</p>		l.p.s.	
<p align="center">Captado (Agua extraída del punto de captación)</p>		l.p.s.	
<p align="center">Tratado (Agua que entra a la PTAP)</p>		l.p.s.	
<p align="center">Tratado en época seca</p>		l.p.s.	
<p align="center">Tratado en época de lluvia</p>		l.p.s.	
<p align="center">Entregado a los suscriptores en época seca (Agua que sale de la PTAP o tanques de almacenamiento)</p>		l.p.s.	
<p align="center">Entregado a los suscriptores en época lluvia (Agua que sale de la PTAP O tanques de almacenamiento)</p>		l.p.s.	
<p align="center">Consumido por los usuarios (Total agua facturada)</p>		l.p.s.	
<p align="center">Periodo de tiempo en el que se calcularon los caudales (Periodo en años)</p>		años	
<p align="center">Micromedición</p>			
<p align="center">Caudal consumo promedio por sector (l.p.s.)</p>			
<p align="center">Residencial</p>			
<p align="center">Oficial</p>			
<p align="center">Industrial</p>			
<p align="center">Comercial</p>			
<p align="center">Institucional</p>			
<p align="center">Caudal consumo promedio por estrato (l.p.s.)</p>			
<p align="center">Estrato 1</p>			
<p align="center">Estrato 2</p>			
<p align="center">Estrato 3</p>			
<p align="center">Estrato 4</p>			
<p align="center">Estrato 5</p>			
<p align="center">Estrato 6</p>			



**SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
AREA COMERCIAL
PROGRAMA PUEAA
INFORME DE ACTIVIDADES**

**Código: COM-F-051
Versión:01
Fecha: 02/03/2021
Página: 1 de 1**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

1. Bocatoma (Corresponde al punto sobre la fuente hídrica donde realiza la captación de agua).

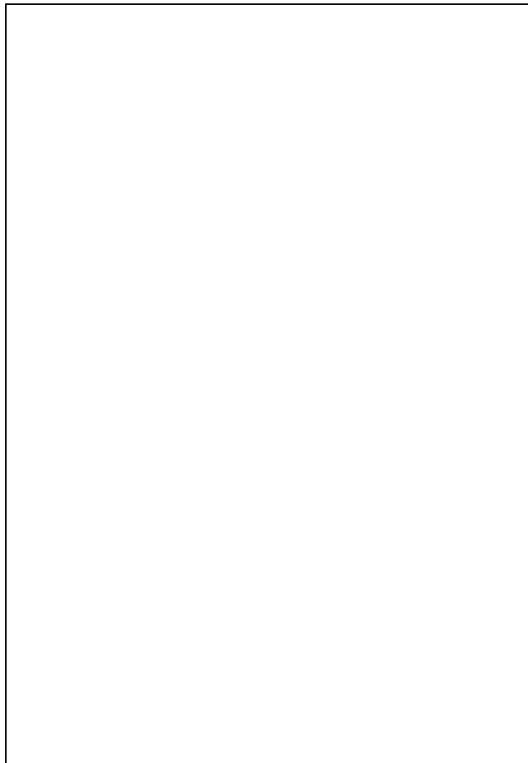
Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran

Estado

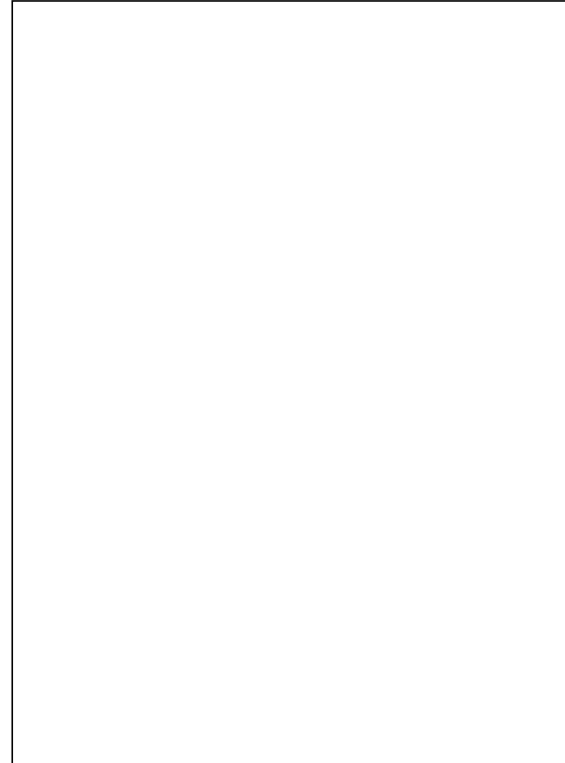
Bueno

Regular

Malo



Fotografía 1



Fotografía 2

Descripción:



SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

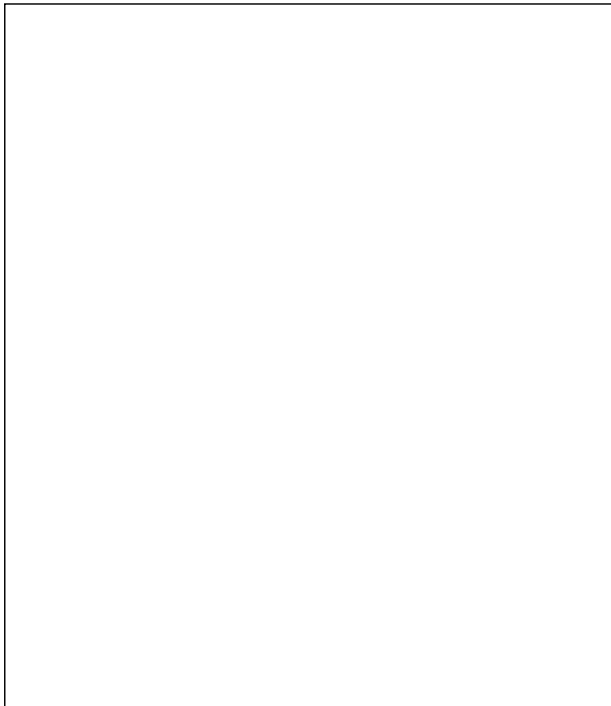
2. Aducción (Corresponde al tramo de tubería que va desde la bocatoma hasta el tanque desarenador y/o planta de tratamiento de agua)
Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran

Estado

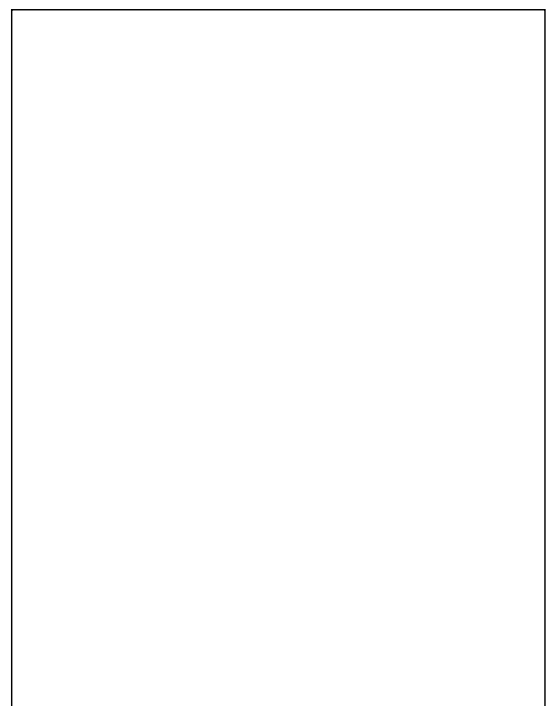
Bueno

Regular

Malo




Fotografía 1



Fotografía 2

Descripción:

	<p align="center"> SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES </p>	<p align="center"> Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1 </p>
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO		
3. Tanque desarenador y/o Planta de tratamiento de agua potable PTAP (describa el tanque		
Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran		
Estado		
Bueno	Regular	Malo
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; height: 450px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 45%; height: 370px; margin-bottom: 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 45%; height: 370px; margin-bottom: 10px;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">Fotografía 1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">Fotografía</div> </div>		
Descripción:		



SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
AREA COMERCIAL
PROGRAMA PUEAA
INFORME DE ACTIVIDADES

Código: COM-F-051
Versión:01
Fecha: 02/03/2021
Página: 1 de 1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

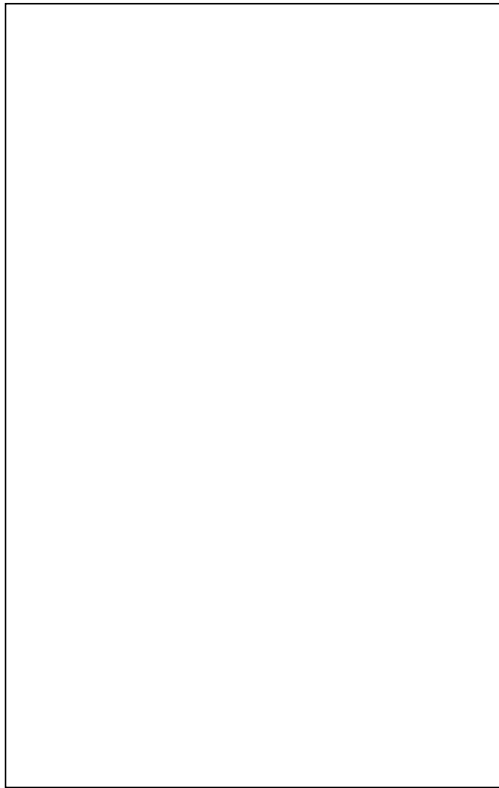
Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran

Estado

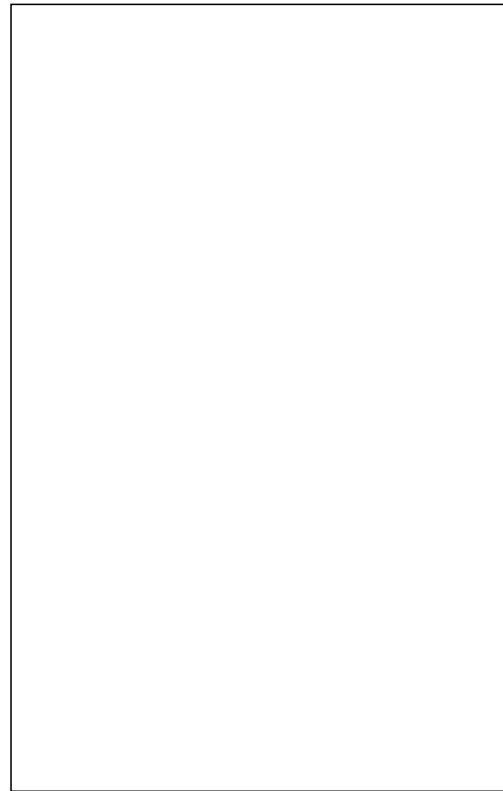
Bueno

Regular

Malo



Fotografía 1



Fotografía 2

Descripción:



SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
AREA COMERCIAL
PROGRAMA PUEAA
INFORME DE ACTIVIDADES

Código: COM-F-051
Versión:01
Fecha: 02/03/2021
Página: 1 de 1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

5. Almacenamiento (Describa el punto en el cual se realiza el almacenamiento de agua antes de ser distribuida a los suscriptores).

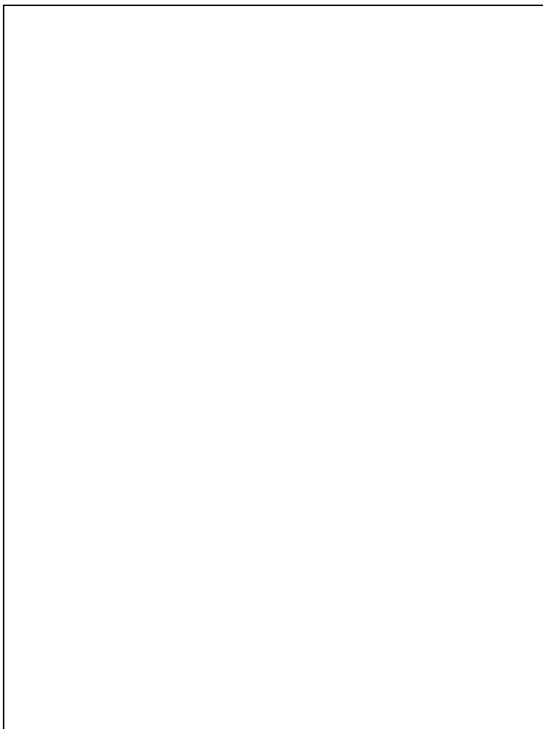
Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran

Estado

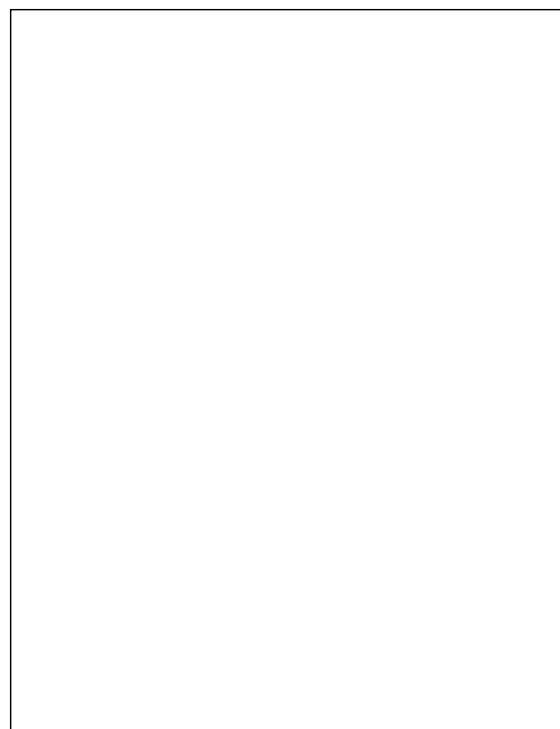
Bueno

Regular

Malo



Fotografía 1



Fotografía 2

Descripción:



SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
AREA COMERCIAL
PROGRAMA PUEAA
INFORME DE ACTIVIDADES

Código: COM-F-051
Versión:01
Fecha: 02/03/2021
Página: 1 de 1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

6. Distribución (Corresponde al tramo que va desde el punto de almacenamiento hasta el suscriptor).

Realice una descripción de cada uno de los componentes de sus sistema de acueducto debe incluir: materiales y dimensiones. Indique el estado en que se encuentran

Estado

Bueno

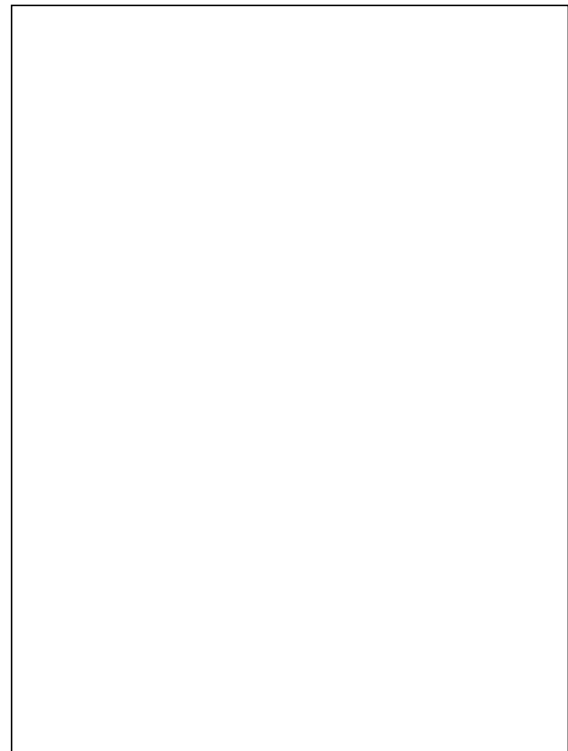
Regular

Malo

Descripción:




Fotografía 1



Fotografía 2

Descripción:

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION AREA COMERCIAL PROGRAMA PUEAA INFORME DE ACTIVIDADES		Código: COM-F-051 Versión:01 Fecha: 02/03/2021 Página: 1 de 1	
	LÍNEA BASE EN REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS			
¿Cómo identifico las pérdidas de agua en su acueducto e indique la metodología aplicada?				
¿Se encuentran las redes sectorizadas, es decir, existen válvulas de cierre que permitan controlar fugas o hacer mantenimiento en el sistema?		Sí		
		No		
Balance hídrico del sistema de abastecimiento				
Sistema de abastecimiento	Caudal de entrada (l/s)	Caudal de salida (l/s)	Caudal consumido (l/s)	Pérdidas (%)
Bocatoma				
Aducción				
Tanque desarenador y/o PTAP				
Conducción				
Almacenamiento				
Distribución				
Puntos de control de las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento				
Ubicación (Captación, sistema de aducción, conducción, PTAP, almacenamiento, distribución)	Descripción Técnica		Pérdidas del sistema (%)	Pérdidas del Sistema (l.p.s.)
Total Pérdidas del Sistema				
Identificación de conexiones fraudulentas recurrentes (Deben estar localizadas en el plano de las redes de abastecimiento)				
Valor IANC (Índice de agua no contabilizada) y/o IUPF (Índice de pérdidas por suscriptor facturado)		%	l.p.s	
¿Se divulga con los suscriptores el valor del IANC y/o IUPF?		Sí	No	
¿Mediante cuál mecanismo?				
¿Se identifican los equipos que causan fugas en las instalaciones domiciliarias de los suscriptores?		Sí	No	
¿Cuáles?				
¿Se realiza un registro periódico de los equipos que causan fugas?		Sí	No	
¿Mediante cuál mecanismo y con qué frecuencia se actualiza?				
¿Se han implementado procesos pedagógicos, campañas educativas para reducir las pérdidas y/o fugas de agua en el acueducto IANC y/o IUPF?				
¿Dentro del Plan de Obras e Inversiones Regulado - POIR, se incluyeron proyectos que contribuyan a la reducción de pérdidas de agua en el sistema de acueducto?		Sí	No	
¿Cuáles?				



SISTEMA INTEGRADO DE GESTION
 AREA COMERCIAL
 PROGRAMA PUEAA
 FORMATO DE CAMPO PARA AFOROS

Código: COM-F-051
 Versión:01
 Fecha: 02/03/2021
 Página: 1 de 1

Este	Datos Básicos de la Sección				Ancho Río (m)	Información General					Fecha			
Norte					Longitud Sección (m)						Hora (Inicio - Fin)			
Elevación (m.s.n.m)					Distancia entre Abscisas (m)						Nombre Afluente			
Abscisa (m)	Profundidades (m)				Área	Tiempo (s)					Velocidad	Caudal		
	Salida	Central	Meta	Prof. Prom.	Ai (m2)	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4	Tiempo 5	Tiem. Prom.	Vi (m/s)	Qi (m3)	
0														
Total (Σ)														
Ecuaciones Empleadas					$A_i = \text{Distancia entre Abscisas} * \text{Profundidad Promedio}$						$Q_{Total} = \sum Q_i$			
					$V_i = \frac{\text{Longitud Sección}}{\text{Tiempo Promedio}}$						$Q_i = A_i * V_i$		$A_{Total} = \sum A_i$	
											$\text{Velocidad Promedio} = \frac{Q_{Total}}{A_{Total}}$			
Observaciones														

