El papel del bosque en los acueductos veredales: estudio de caso del acueducto multiveredal Cerro-Samaria*

Recibido: 15 de septiembre de 2020 • Aceptado: 12 de diciembre de 2020

Gustavo Valencia**
María Adelaida Gaviria***

Resumen

El objetivo del artículo es identificar el papel del bosque en los acueductos veredales, en este caso, el acueducto Cerro-Samaria, localizado en el municipio de El Carmen de Viboral en el departamento de Antioquia. La metodología aplicada en el estudio consistió en un análisis cuantitativo basado de información primaria y secundaria. De acuerdo a lo anterior, el estudio concluye que se debe regular el crecimiento de las veredas El Cerro y Samaria, debido al incremento de unidades constructivas, lo cual sugiere un aumento en la demanda agua y por ende reducciones del recurso hídrico a futuro.

Palabra clave

Bosque, acueducto, unidades construidas, coberturas.

Clasificación JEL

O18, P28, Q26.

Contenido

Introducción; 1. Revisión de literatura; 2. Metodología; 3. Resultados; 4. Análisis y discusión; 5. Conclusiones y recomendaciones; referencias.

CC BY NC

* Articulo derivado de la investigación, "*Estudio de caso del acueducto multiveredal Cerro-María*"

** Biólogo, Universidad de Antioquia. Especialista en Gerencia de Proyectos, Universidad de Antioquia. Magíster en Procesos Urbanos y Ambientales, Universidad Eafit.

*** Economista, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Desarrollo Rural, Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá. Correo electrónico: mariagr88@gmail.com

The role of the forest in village aqueducts: case study of the Cerro-Samaria multiveredal aqueduct

Abstract

The objective of the article is to identify the role of the forest in the village aqueducts, in this case, the Cerro-Samaria aqueduct, located in the municipality of El Carmen de Viboral in the department of Antioquia. The methodology applied in the study consisted of a quantitative analysis based on primary and secondary information. According to the above, the study concludes that the growth of the El Cerro and Samaria trails should be regulated, due to the increase in construction units, which suggests an increase in water demand and therefore reductions in water resources in the future.

Keywords

Forest, aqueduct, built units, coverage.

JEL classification

O18, P28, Q26.

Content

Introduction; 1. Literature review; 2. Methodology; 3. Results; 4. Analysis and discussion; 5. Conclusions and recommendations; references.

O papel da floresta nos aquedutos da aldeia: estudo de caso do aqueduto das aldeias Cerro e Samaria

Resumo

O objetivo do artigo é identificar o papel da floresta nos aquedutos da aldeia, neste caso, o aqueduto Cerro-Samaria, localizado no município de El Carmen de Viboral, no departamento de Antioquia. A metodologia aplicada no estudo consistiu em uma análise quantitativa com base em informações primárias e secundárias. De acordo com o exposto, o estudo conclui que o crescimento das trilhas de El Cerro e Samaria deve ser regularizado, devido ao aumento de unidades construtivas, o que sugere um aumento da demanda de água e, portanto, redução dos recursos hídricos no futuro.

Palavra chave

Floresta, aqueduto, unidades construídas, cobertura.

Classificação JEL

O18, P28, Q26.

Conteúdo

Introdução; 1. Revisão da literatura; 2. Metodologia; 3. Resultados; 4. Análise e discussão; 5. Conclusões e recomendações; referências.

Introducción

Aunque el recurso agua es el elemento que se encuentra con mayor frecuencia en la tierra, solamente el 2,53% del total es agua dulce, y el resto corresponde a agua salada; a pesar de dicha cantidad de agua dulce disponible sobre el planeta tierra, el riesgo de sequía va en dirección de aumento. Por otro lado, en Colombia la precariedad de infraestructura sanitaria o el mal funcionamiento de esta, ponen al país como uno de los más críticos en materia de protección de su calidad y de conservación de fuentes de agua (ONU, 2003; Navarro, 2004).

El recurso agua es importante para realizar acciones como la implementación del lavado de manos; una de las estrategia que sostuvo China para la contención del virus (COVID-19) previamente desconocido. Frente a un virus como la COVID-19, Colombia se sumó a esta estrategia desde el primer caso de coronavirus detectado el 6 de marzo de 2020 (Cárdenas & Montana, 2020). Desafortunadamente, no todos los territorios tienen la disponibilidad de agua constante las 24 horas del día para cumplir con el lavado de manos, y evitar en mayor medida el contagio.

Esta preocupación también se suscita en el municipio de El Carmen de Viboral, en especial en las veredas que dependen del acueducto multiveredal Cerro-Samaria, quienes enfrentan un crecimiento en construcciones bastante acelerado; esta problemática la evidenciaron Valencia & Fonseca (2019) en un estudio realizado en un periodo de 10 años (2007-2017) en el corregimiento de Aguas Claras, el cual integra las veredas de interés; el estudio reveló que hubo cambios significativos en las coberturas de la tierra: pérdida del 45% de sus bosques (362 ha.), incrementó en un 64% de las unidades construidas (1667 unid.), parcelaciones con un aumento del 79% (15 parcelaciones) (Alcaldía, 2019), y la expedición de 234 licencias de construcción. Es por ello que, se planteó como objetivo realizar el análisis de las coberturas vegetales que protegen la red hídrica del acueducto multiveredal Cerro Samaria que abastece a la población y a las diferentes actividades económicas de las veredas El Cerro, Samaria, La Milagrosa, Quirama y El Salado.

1. Revisión de literatura

1.1 Bosque y Agua

Para Brüschweiler, Höggel, & Kläy, (2004) los bosques tienen una función muy importante en la captación, conservación, purificación y reposición de los recur-

sos hídricos, mediando la regeneración de agua y el recargue del subsuelo con agua potable. Desde la óptica cuantitativa, es casi generalizado que al bosque retorna el agua en menor cantidad de tiempo al suelo en comparación con las áreas de pastizales o cultivos con buenas prácticas ambientales; además, es el bosque quien regresa el agua en mayor proporción a la atmósfera mediante el proceso de evapotranspiración de los árboles.

Los Bosques de Galería y Ripario también son llamados ciliares, poseen formaciones forestales localizadas a lo largo de cursos de agua, donde su función principal es proteger a los ríos, ocupando franjas reducidas a lo largo de corrientes fluviales, ligados directamente en la calidad del agua, en el mantenimiento del ciclo hidrológico en las cuencas hidrográficas y evitando el azolvamiento del lecho y la erosión de las márgenes de los ríos (Costa, Vaz, & Mendes, 2006); esta zona es caracterizada por fauna y flora de composición fuertemente influenciada por la intensidad lumínica, la granulometría del suelo y el contenido en agua (Granados, Hernández & López, 2006; Williams, 1990).

También cumplen un papel particular al retener parte del fósforo y el nitrógeno que son transportados por escorrentía, partiendo de los cultivos hasta los cursos de agua; una banda de vegetación de ribera de 16 m de largo puede retener el 95% del fósforo y el 50% del nitrógeno. La formación de corredores de vegetación a lo largo de los ríos es uno de los medios que logran la restauración de la calidad de las aguas superficiales (Granados *et al*., 2006). Alrededor de este tipo de coberturas se pueden encontrar los humedales, ecosistemas urbanos que alojan alta riqueza y diversidad funcional y taxonómica (Quijano, Villabona, García, Gómez & Quijano, 2018).

Sin embargo, el incremento de la población humana ha generado la tala de árboles individuales o de bosques completos para la extracción forestal y la producción agrícola; lo anterior; refleja un cambio en la distribución y estructura de los bosques de galería (Treviño *et al*., 2001); los pocos parches de Bosque de Galería y Ripario que persisten en el corregimiento de Aguas Claras (23 fragmentos en un área de 74,40 ha), sugieren un índice de fragmentación muy elevado (Valencia & Fonseca, 2019). Este tipo de coberturas deben ser priorizados dentro de los planes de desarrollo que se tracen para la región y ser tenidos en cuenta como zonas de importancia para la conservación, implementando una reglamentación que limite su uso (Fajardo, Veneklaas, Obregón & Beaulieu, 2000).

1.2 Área de Estudio

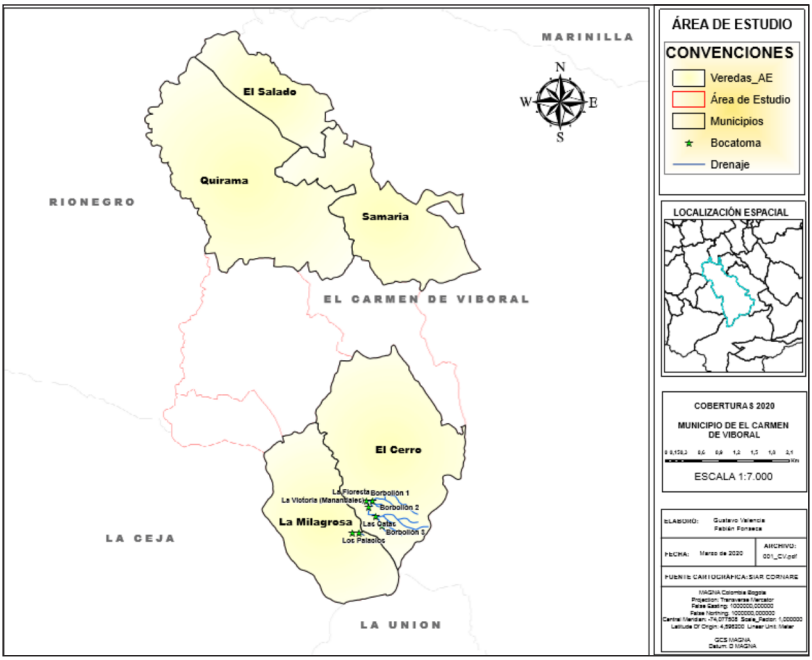


Figura 1. Área de Estudio: Red hídrica y veredas que abastece el acueducto multiveredal Cerro-Samaria

Fuente: elaboración propia

El acueducto multiveredal Cerro-Samaria pertenece al corregimiento de Aguas Claras que se localiza en el municipio de El Carmen de Viboral, ubicado al suroriente del departamento de Antioquia subregión Valles de San Nicolás, con coordenadas geográficas de 75°20'19" longitud oeste y 6°05'09" de latitud norte; se encuentra a una altura de 2150 msnm y una temperatura promedio de 17°C (Cornare, 2006). Dicho acueducto lleva agua a las veredas El Cerro, Samaria, La Milagrosa, Quirama y El Salado, este se abastece por tres principales fuentes hídricas: Las Castas, Los Palacios y Borbollones, la altura máxima de los nacimientos se localizan sobre los 2700 msnm (Figura 1); en la microcuenca existen bosques primarios relativamente intervenidos como Morro del Indio, Cerro Bonifacio y Alto de la Cruz, se encuentra en zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), abastece un aproximado de 1988 suscriptores y cuenta con un caudal concesionado por la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare-CORNARE de 24,6 l/s (Acueducto Cerro-Samaria, 2019; Cornare, 2019).

2. Metodología

El enfoque de la presente investigación consistió en un análisis cuantitativo que partió de información primaria y secundaria para identificar las diferentes coberturas de la tierra en la franja de la red hídrica del acueducto multiveredal Cerro-Samaria, y el aforo de los puntos de captación. La metodología se dividió en 3 puntos:

2.1 Recolección de la información

Se tomaron del trabajo realizado por Valencia & Fonseca (2019) las coberturas de la tierra delimitadas para Bosques y Áreas Seminaturales, Territorios Artificializados y Territorios Agrícolas del año 2017, las cuales hab**ían sido categorizadas para el río Negro** (Consorcio Pomcas, 2017); para 2020 se categorizaron las coberturas según la metodología Corine Land Cover (IDEAM, 2010) a partir del archivo histórico de las imágenes satelitales disponibles en Google Earth Pro. Las coordenadas de los puntos de captación se obtuvieron a partir de la visita al acueducto el día 2 de febrero de 2020, y la verificación de los mismos como el nombre de los puntos de captación fue suministrado por la administración del acueducto multiveredal Cerro Samaria.

Se realizaron los aforos de los puntos de captación que abastecen el acueducto Cerro-Samaria el día 18 de mayo de 2020 con altas precipitaciones en la noche anterior (temporada de invierno): Los Palacios, Las Catas, Borbollón 3, Borbollón 2 y Borbollón 1; para el caso de los dos puntos de captación restantes (Manantiales y Las Flores), no hubo autorización de la administración del acueducto para ser aforadas.

2.2 Procesamiento de la Información

1. A partir de la información recolectada, se generó la cartografía 2017 y 2020 por medio de ArcGIS 9.5 (Environmental Systems Research Institute, 2002) en escalas de 1:7000 y 1:1000
2. Se generó el mapa de la red hídrica del acueducto con sus respectivas coberturas vegetales en una franja de 50m donde se espera, se debe encontrar la Cobertura de Bosque de Galería o Ripario; también se digitalizaron las áreas construidas dentro del buffer (Tejido Urbano Discontinuo). Lo anterior, se realizó para los años 2017 y 2020.
3. Se digitalizó la cobertura de Tejido Urbano Discontinuo para el año 2020 en las veredas que son abastecidas por el acueducto multiveredal Cerro Sama-

ria. Respecto al 2017, se tomaron los resultados de dicha cobertura del trabajo realizado por Valencia & Fonseca (2019).

2.3 Información generada

Se generó una gráfica comparativa de las coberturas de Bosques y Áreas Seminaturales, Territorios Agrícolas, y Territorios Artificializados para los años 2017 y 2020. También, se realizaron dos tablas comparando los aforos del acueducto para el año 2020 en temporada seca y lluviosa. De los Territorios Artificializados se hizo la relación del incremento en unidades constructivas de las veredas que abastece el acueducto Cerro-Samaria de los años 2017 y 2020. Los aforos obtenidos fueron comparados con los datos suministrados por el acueducto Cerro-Samaria tomados el 25 de enero de 2020.

3. Resultados

Para el 2017 dentro del buffer de 50m se delimitaron un total de 24,92 ha. para las coberturas de Bosque Denso (19,83 ha.), Vegetación Secundaria Baja (4,36 ha.) (Bosques y Áreas Seminaturales), Mosaico Pastos con Espacios Naturales (0,17 ha.), Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales (0,49 ha.) (Territorios Agrícolas), y Tejido Urbano Discontinuo (0,07 ha.) (Territorios Artificializados) (Figura 2).

Para el 2020 dentro del buffer de 50m se delimitaron un total de 25,05 ha. para las coberturas de Bosque Denso (20,08 ha), Vegetación Secundaria Alta (4,36 ha.) (Bosques y Áreas Seminaturales), Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales (0,49 ha.) (Territorios Agrícolas), y Tejido Urbano Discontinuo (0,12 ha.) (Territorios Artificializados) (Figura 3).

Al comparar las coberturas del buffer de la red hídrica que abastece el acueducto multiveredal Cerro Samaria, se puede inferir que las coberturas no presentaron cambios significativos en el periodo de 4 años (2017-2020), puesto que, solo hubo cambios en coberturas como el Tejido Urbano Discontinuo y Vegetación Secundaria, la primera aumentó en 0,05 ha., y la segunda, Vegetación Secundaria Baja en 2017 pasó a ser Vegetación Secundaria Alta para el 2020 pero se mantuvo con el mismo número de hectáreas (4,36). También, la cobertura de Mosaico de Pastos con Espacios Naturales de 0,17 ha. en 2017, para el 2020 desapareció, y el Bosque Denso de 19,83 ha. pasó a ser de 20,08 ha. (Figura 4).

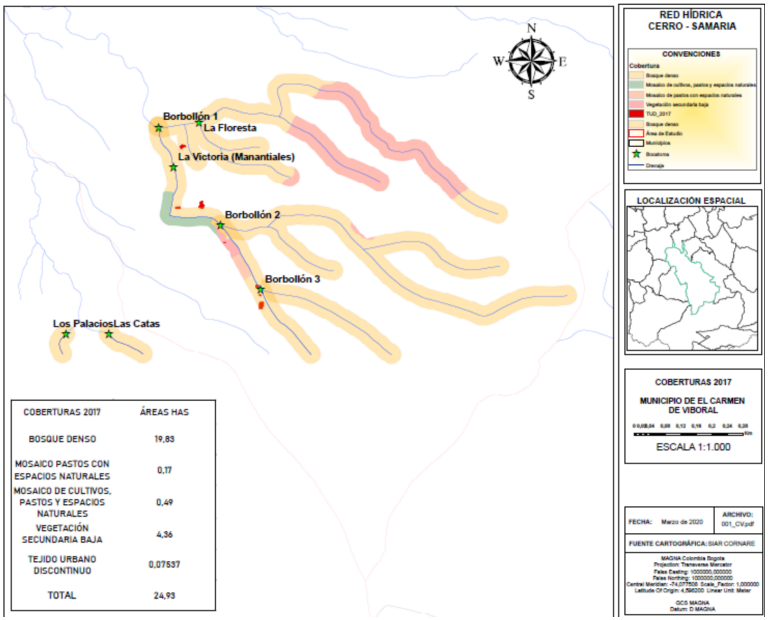


Figura 2. Cobertura de la red hídrica del Acueducto Cerro-Samaria 2017

Fuente: elaboración propia

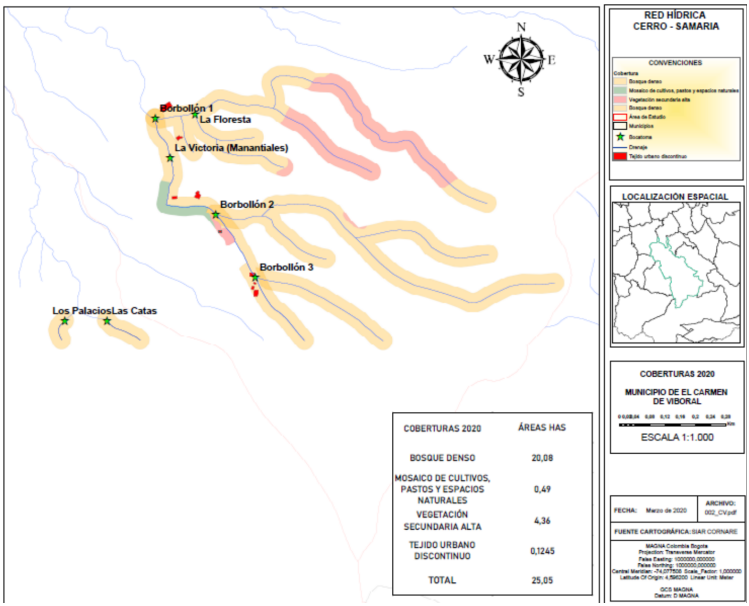


Figura 3. Cobertura de la red hídrica del Acueducto Cerro-Samaria 2020

Fuente: elaboración propia

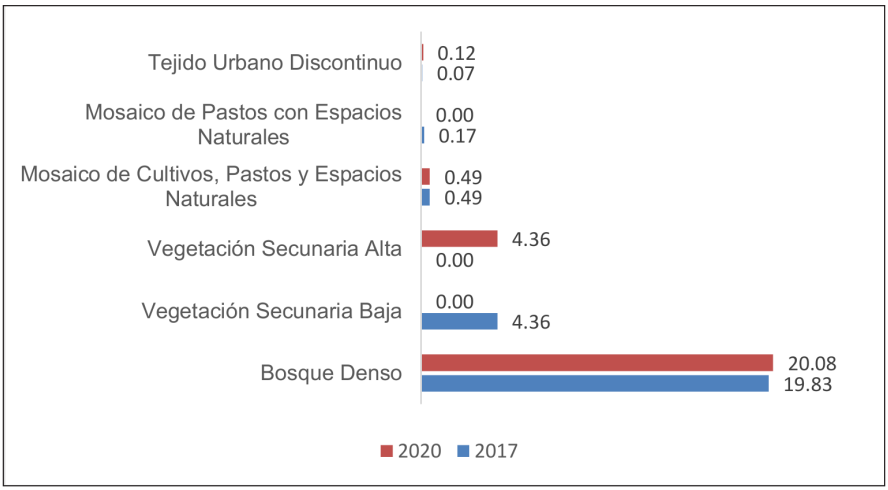


Figura 4. Comparativo de coberturas

Fuente: elaboración propia

Dentro de las coberturas delimitadas a partir de información secundaria, no fue posible la delimitación para la cobertura de Bosque de Galería y Ripario, ya que el bosque no presentó continuidad en cuanto a su forma y las alturas de los árboles fueron poco significativas. Sin embargo, si se evidenció el incremento del espesor de la cobertura de Bosque Denso en el periodo estudiado.

3.1 Aforos puntos de captación

Para el mes de enero que el acueducto Cerro Samaria realizó los aforos, el acueducto multiveredal registró un caudal total de 23,501 L/s al sumar los datos de los 7 puntos de captación. Es importante mencionar que estas mediciones fueron realizadas para la temporada seca del año, donde se espera que el caudal se mantenga estable con respecto al concesionado por la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare-Cornare de 24,6 L/s.

Tabla 1. Aforos Temporada Seca. Fuente: Acueducto Cerro-Samaria (2020)

Número	*Captación*	*Coordenadas*	*Caudal* (L/s)
1	Los Palacios	6°2'32,5"N	5,18
		75°21'33,3"W	
2	Las Catas	6°2'32,2"N	1,782
		75°21'30,2"W	

Número	Captación	Coordenadas	Caudal (L/s)
3	Borbollón 3	6°2'36,3"N	3,245
		75°21'17,3"W	
4	Borbollón 2	6°2'41,8"N	9,604
		75°21'21,1"W	
5	La Victoria (Manantiales)	6°2'46,6"N	1,266
		75°21'24,6"W	
6	La Floresta	6°2'49,6"N	0,869
		75°21'22,8"W	
7	Borbollón 1	6°2'49,4"N	1,555
		75°21'25,8"W	
Total Caudal			23,501

Fuente: elaboración propia

En los aforos realizados en temporada de invierno en 5 bocatomas de las 7 que presenta el acueducto Cerro Samaria, el caudal fue de 11,97 L/s (Tabla 2). Sí se toman los datos de los aforos suministrados por la administración del acueducto para las dos bocatomas que no fue posible realizar su medición en la visita de campo (La Floresta y La Victoria (Manantiales) (Tabla 2)), y son sumados a los datos de los 5 aforos realizados en campo para los demás puntos de captación, se tiene un caudal total de 14,105 L/s; es importante resaltar que los datos tomados en campo se realizaron en temporada de invierno, pero los datos suministrados por la administración del acueducto para los puntos de captación de La Floresta y La Victoria (Manantiales) fueron tomados en temporada seca.

Tabla 2. Aforos Temporada de Invierno

Bocatoma Los Palacios		Bocatoma Las Catas		Bocatoma Borbollón 3		Bocatoma Borbollón 2		Bocatoma Borbollón 1	
N.°	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo(s)
1	1,95	1	4,39	1	3,79	1	1,75	1	10,12
2	2,38	2	4,57	2	3,73	2	1,97	2	8,92
3	1,23	3	4,59	3	3,85	3	2,53	3	8,8
4	1,5	4	5,11	4	4,29	4	1,93	4	9,36
5	1,63	5	4,85	5	3,24	5	1,53	5	9,84
n	5		5		5		5		5

Bocatoma Los Palacios		Bocatoma Las Catas		Bocatoma Borbollón 3		Bocatoma Borbollón 2		Bocatoma Borbollón 1	
N.°	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo (s)	Aforo	Tiempo(s)
Promedio	1,74		4,70		3,78		1,94		9,41
Desviaci. Estándar	1,28		0,26		0,55		1,20		1,73
Alfa	0,10		0,10		0,10		0,10		0,10
Intervalo	1,22		0,24		0,53		1,14		1,65
Recipiente (L)	10		10		10		10		10
Qi (Caudal)	5,75		2,13		2,6		5,15		1,06
Qf (Caudal)	3,63		2,13		2,6		2,50		1,06
Total Caudal	11,97 L/s								

Fuente: elaboración propia

3.2 Territorios Artificializados 2017

Según la figura de Territorios Artificializados de 2017 que son abastecidos por el acueducto Cerro Samaria, las veredas El Cerro, Samaria, La Milagrosa, Quirama y El Salado cuentan con 1728 Unidades Constructivas. Siendo la vereda Quirama quien posee el mayor número de unidades constructivas con 644, seguida de Samaria que cuenta con 421. Sin embargo, la vereda El Cerro posee un número significativo de Unidades Constructivas 408 (Figura 5).

3.3 Territorios Artificializados 2020

Según la figura de Territorios Artificializados de 2020 que son abastecidos por el acueducto Cerro Samaria, las veredas El Cerro, Samaria, La Milagrosa, Quirama y El Salado cuentan con 2124 Unidades Constructivas. Siendo la vereda Quirama quien posee el mayor número de Unidades Constructivas con 716, seguida de la vereda El Cerro que cuenta con 543. Sin embargo, la vereda Samaria posee un número alto de Unidades Constructivas 524 (Figura 6).

Al comparar el Tejido Urbano Discontinuo en las veredas que abastece el acueducto Cerro Samaria, se evidenció que dichas veredas incrementaron 396 Unidades Constructivas en un periodo de 4 años. Siendo la vereda El Cerro la de mayor crecimiento con 135 Unidades Constructivas, seguida de la vereda Samaria con 103 Unidades Constructivas; las veredas que poco incrementaron

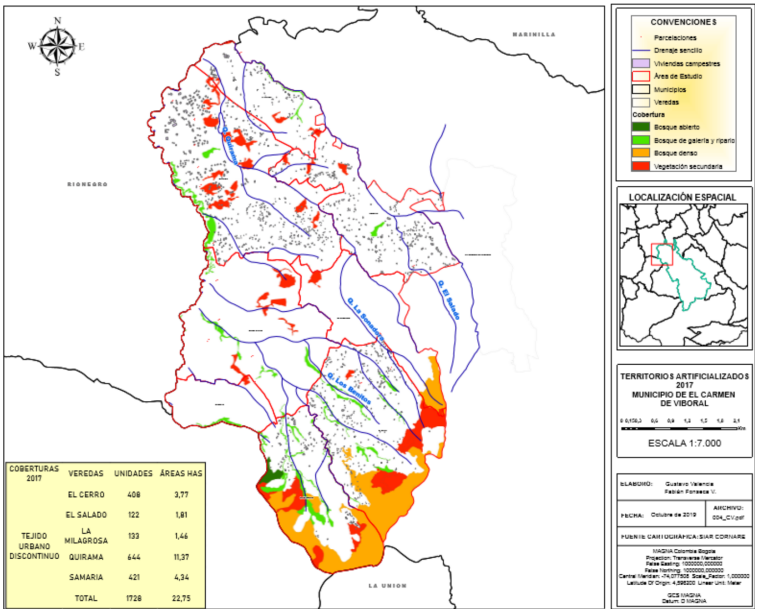


Figura 5. Territorios artificializados 2017

Fuente: elaboración propia

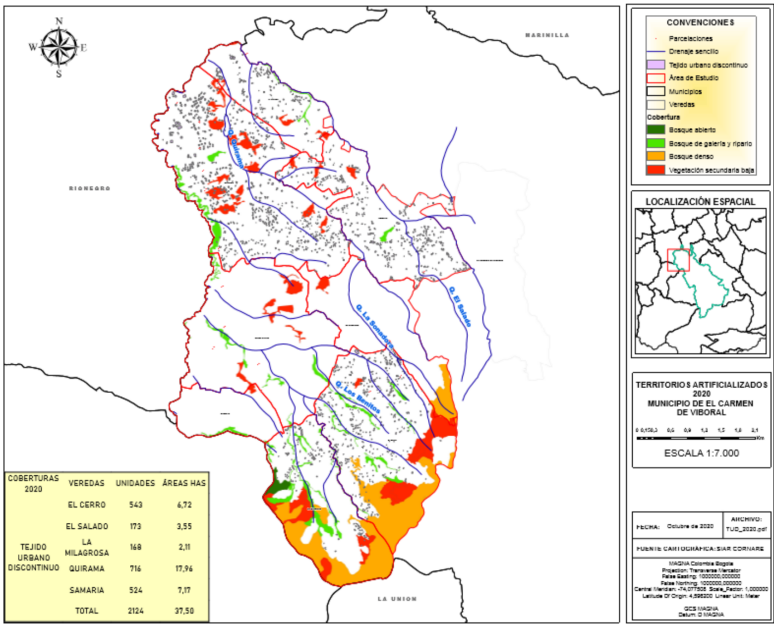


Figura 6. Territorios Artificializados 2020

Fuente: elaboración propia

las Unidades Constructivas fueron El Salado con 51 Uni., seguida de Quirama con 72 Uni. (Figura 7).

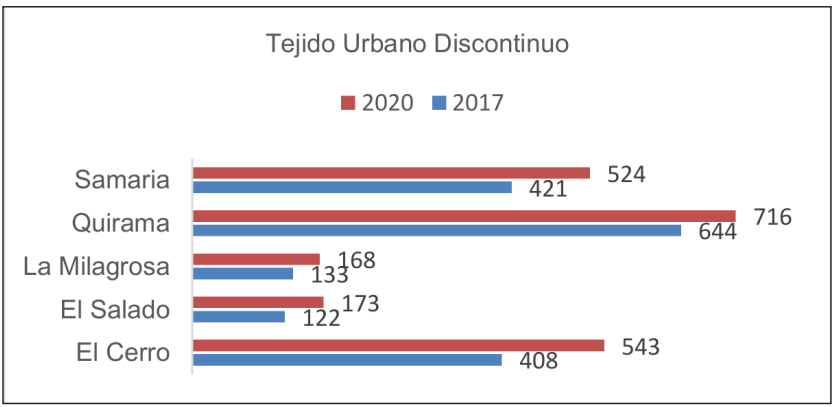


Figura 7. Comparativo de Tejido Urbano Discontinuo (2017-2020)

Fuente: elaboración propia

4. Análisis y discusión

Teniendo en cuenta que la cobertura de Bosque de Galería y Ripario es protectora de los bancos del río y las pequeñas corrientes, además, proveedora de un microclima que modera el ambiente acuático durante la estación seca, absorben el calor del verano, enfrían las aguas las enriquecen, y regulan el caudal durante el año (Williams, 1990). Sin embargo, para el año 2020 el abastecimiento de agua del acueducto Cerro Samaria se ha visto considerablemente afectada, por tanto, puede estar relacionado con la ausencia de dicha cobertura que está afectando el caudal concesionado de 24,6 L/s.

El cambio climático genera impactos sobre los sistemas de agua dulce debido a los incrementos observados y proyectados en la temperatura, variabilidad de precipitación y nivel del mar (García, Botero, Quiroga & Robles, 2012). Burlado *et al*; (2002) referenciaron que la estacionalidad del flujo de las cuencas influenciadas por la precipitación incrementará, significando que, los caudales mínimos serán más bajos durante periodos secos y los máximos más pronunciados en épocas húmedas.

En línea al párrafo anterior, para el 2019 la temperatura media mundial estuvo alrededor de 1,1 ± 0,1 °C por encima del valor de referencia de 1850-1900; cabe la posibilidad que el 2019 haya sido el segundo año más cálido del cual se tienen

registros (OMM, 2019). Según datos de la extensión CRUTEM4 de Google Earth Pro (2020) la zona de Aguas Claras en 2017 contaba con una temperatura promedio anual de 18,88 °C, y pasó al 2019 a ser de 19,23 °C, con un aumento de 0,35 °C, y en cuanto a precipitación refiere, esta fue de un promedio anual de 245,7 mm/año para 2017, pero hasta septiembre de 2020 pasó a ser de 243,7 mm/año con una disminución de 2,0 mm/año. (CRUTEM4, 2020; Cornare 2020).

5. Conclusiones y recomendaciones

La disminución del caudal de agua que está ingresando a los tanques de almacenamiento del acueducto multiveredal Cerro-Samaria, tanto en la época de verano como en la de lluvias, puede estar relacionada con la evapotranspiración tan acelerada que se puede estar dando por el incremento de la temperatura en el municipio de El Carmen de Viboral, el posible uso del recurso hídrico en los cultivos que se evidenciaron dentro del buffer, y de la falta de cobertura de Bosque de Galería y Ripario en dicha ronda hídrica.

Dentro de las coberturas delimitadas a partir de información secundaria, no se encontró la cobertura de Bosque de Galería y Ripario, ya que el bosque no presentó continuidad en cuanto a su forma y las alturas de los árboles fueron poco significativas. Sin embargo, se evidenció el incremento del espesor de la cobertura de Bosque Denso en el periodo analizado y cambios como la transición de Vegetación Secundaria Baja a Vegetación Secundaria alta.

Se debe regular desde la administración municipal el crecimiento que está teniendo las veredas El Cerro y Samaria, ya que pasaron de tener 408 a 543, y de tener 421 a poseer 524 Unidades Constructivas respectivamente. Lo anterior, sugiere que la demanda de agua, posiblemente, sea mayor en la actualidad para la población asentada en dichas veredas; y de continuar con este crecimiento en los próximos años, las reducciones del recurso hídrico del acueducto Cerro Samaria serán mayores.

A raíz de esta investigación, es pertinente realizar un inventario forestal al 100 de los individuos vegetales presentes en el buffer de la red hídrica que abastece el acueducto Cerro-Samaria, en vista de que a partir de información secundaria, no fue posible delimitar la cobertura de Bosque de Galería y Ripario. Es crucial tener datos aproximados de la fisonomía vegetal (estructura del bosque) a partir de información primaria para determinar las especies forestales que lo componen y poder tomar decisiones acertadas en cuanto a la gestión del acueducto.

Aunque solo fue analizado un buffer de 50 m de la red hídrica del acueducto multiveredal Cerro Samaria, donde posiblemente se encontraría la cobertura de Bosque de Galería y Ripario en ambas márgenes de las fuentes abastecedoras. Sin embargo, empezar a hacer un reemplazo paulatino de las especies forestales que demanden mayor cantidad de agua para su subsistencia, e incrementar los predios de protección de la red hídrrica para combatir el cambio climático y el proceso de suburbanización del territorio.

Referencias

Brüschweiler, S. Höggel, U. & Kläy, A. (2004). L*os bosques y el agua*: *interrelaciones y su manejo*. G*eographica* B*ernensia*. p. 3.

Burlado, P., Pellicciotti, F., *et al*; (2002). "Modelling Mountainous Water Systems Between Learning and Speculating Looking for Challenges". En García, M., Botero, A., Quiroga, F., & Robles, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. R*evista de* I*ngeniería*, (36), 60-64.

Caballero, B. & Jaramillo, D. (2007). Humedad crítica y repelencia al agua en Andisoles bajo cobertura de C*upressus lusitanica* y Q*uercus humboldtii* en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas (Medellín, Colombia). R*evista* F*acultad* N*acional de* A*gronomía-Medellín*, 60(2), p: 4001-4024.

Cárdenas, J. & Montana, J. (2020). Efecto del COVID-19 sobre las ocupaciones de trabajadores en Colombia. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Jeisson _ Cardenas2/publication/340738703 _ Efecto _ del _ COVID19 _ sobre _ las _ ocupaciones _ de _ trabajadores _ en _ Colombia/links/5e9b0f5c4585150839e7bed1/Efecto-del-COVID-19--sobre-las-ocupaciones-de-trabajadores-en-Colombia.pdf

Concejo municipal. (2017). Revisión y ajuste ordinario de largo plazo del plan básico de ordenamiento territorial (P.B.O.T.). Acuerdo Municipal. El Carmen de Viboral. Antioquia. p: 89-318

Consorcio Pomcas. (2017). Pomca Río Negro. Plan de Ordenación de la Cuenca Hídrográfica. Cornare. El Santuario, Antioquia.

Cornare. (2006). Plan de ordenación y manejo de la cuenca La Cimarrona, municipio de El Carmen de Viboral. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. P: 21-197. El Santuario, Antioquia.

Costa, D. Vaz, S & Mendes, L. (2006). Degradação e perturbação ambiental em matas ciliares: estudo de caso do rio Itapicuru-açu em Ponto Novo e Filadélfia Bahia. D*iálogos y Ciencia*. Vol. 7, pp. 1-11. En: Rodríguez, J. Puig, A. Leyva, C. (2018). Caracterización estructural del bosque de galería de la Estación Experimental Agroforestal de Guisa. Rev. Urbana de ciencias forestales. Vol. 6(1). pp: 45-57.

García, M., Botero, A., Quiroga, F., & Robles, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (36), 60-64.

Hietz, P. (2010). Ecology and ecophysiology of epiphytes in tropical montane cloud forests. En Krömer, T. García-Franco, J. y Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. p: 605-623.

Ideam. 2010. Leyenda Nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover para Colombia, Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia. p:72

Navarro, O. (2004). Representación social del agua y de sus usos. *Psicología desde el Caribe*. (14), p. 222-236.

ONU, (2003). "Agua para todos. Agua para la vida. Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo". Naciones Unidas. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129556 _ spa

Organización Meteorológica Mundial-OMM. (2019). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2019. N° 1248. 3-40. Recuperado de https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice _ display&id=21704#.XrW97KgzbIU

Sisbén. (2019). Comunicación personal. Medio magnético. El Carmen de Viboral.

Valencia, G. & Fonseca, F. (2019). Amenazas de los bosques en el corregimiento de Aguas Claras, municipio de El Carmen de Viboral, Antioquia: Transformaciones del suelo mediante un análisis multitemporal. Trabajo de grado. *Universidad Eafit*. pp: 1-104

Villegas, J. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquia. *Revista* EIA, (1), p: 73-79.

World Health Organization [WHO]. (2020). Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Disponible en https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-finalreport.pdf

Zotz, G. y J. Andrade. 2002. La ecología y fisiología de las epífitas y hemiepífitas. En Krömer, T., García-Franco, J. G., & Toledo-Aceves, T. (2014). Epífitas vasculares como bioindicadores de la calidad forestal: impacto antrópico sobre su diversidad y composición. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. p: 605-623.